

И. 1
Л 69

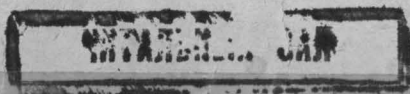
И. 1
Л 69

Ф. Л. ЛОГИНОВ

КУРС ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

Издательство
Министерства Коммунального хозяйства
рефер

— 1246 —



О П Е Ч А Т К И

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
23	30 сверху	L	L_t	Тип.
48	Фиг. 28-б	Плохо отпечатана подпись	пилястра	Тип.
84	4 и 5 сверху	Неправильно постав- лены строки	Переставить	Тип.
146	Табл. 22, 1-я кол.	1,5	1,0	Тип.
200	2-я сверху	$P -$	$P =$	Тип.
221	20 снизу	пропитывать	пропаривать	Авт.
327	3 сверху	от 40 до 18°	от — 40 до + 18°	Тип.

Ф. Л. Логинов. «Курс пожарной профилактики».

Инженер-майор Ф. Л. ЛОГИНОВ

Л. 69

КУРС ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
ШКОЛ

Том I

44170



Издательство
Министерства Коммунального Хозяйства
РСФСР

Москва 1946 Ленинград

К

Книга содержит сведения: о значении пожарной профилактики, об огнестойкости различных строительных материалов и о мерах защиты зданий и сооружений от пожаров.

Книга предназначается, как учебное пособие, для подготовки начальствующего состава пожарной охраны.

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Начало настоящему изданию было положено трудом ныне покойного Н. А. Скворцова — «Противопожарные мероприятия в промышленности».

Этот труд, в свою очередь, представлял собой переработку ранее выпущенных книг того же автора «Пожарная профилактика», части I и II, изд. Наркомхоза РСФСР, 1938—1939 гг.

Н. А. Скворцов умер в 1941 году, не закончив своей работы. Издание книги по доверенности вдовы Скворцова, принял на себя инженер-майор Ф. Л. Логинов, участвовавший в этой работе в качестве соавтора.

Под руководством Ф. Л. Логинова рукопись «Противопожарные мероприятия в промышленности» была набрана и доведена до верстки. Отпечатать ее не удалось ввиду особых обстоятельств военного времени.

Учитывая серьезные изменения в вопросах пожарной профилактики, происшедшие за время Великой Отечественной войны, издательство Наркомхоза РСФСР и ГУПО НКВД СССР в 1943 г. поручили Ф. Л. Логинову, как участнику создания рукописи «Противопожарные мероприятия в промышленности», подготовить к изданию новую книгу по пожарной профилактике, с возможным использованием материала из неизданной книги Н. А. Скворцова.

В данной книге «Курс пожарной профилактики», том I, для первой и третьей частей использован следующий материал из верстки книги «Противопожарные мероприятия в промышленности».

Для первой части: по главе II — общие сведения о строительных материалах; по главам III и IV — частично описание устройства зданий и сооружений и рисунки к этому тексту; по главе V — общая описательная часть систем отопления и вентиляции, а также ряд рисунков к этой главе.

Для третьей части: по главам I и II — общие сведения об устройстве складов, огнеопасности на производствах и некоторые рисунки; по главе III — общие сведения о способах хранения газов, описание некоторых аппаратов и иллюстрации к ним; по главам IV и V — описательная часть и общие сведения о деревообрабатывающих и металлообрабатывающих цехах и ряд иллюстраций к этому тексту.

Часть первая

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПОСТРОЙКЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Глава I

ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЖАРНЫЙ НАДЗОР И ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

§ 1. Значение пожарной профилактики и ее задачи в системе народного хозяйства

Пожарная профилактика в нашем социалистическом государстве имеет большое народнохозяйственное значение. Вопросы защиты от пожаров общественной социалистической собственности и личного имущества граждан СССР в значительной степени разрешаются правильно поставленной пожарной профилактикой.

Обстановка военного времени серьезно изменила направление пожарной профилактики, придав ей еще большее государственное значение и поставив перед ней ряд новых задач и условий в связи с защитой от огня объектов оборонного значения. Культурная и организованная работа промышленных предприятий, сохранность жилищ от пожаров требуют в данный момент еще большего внимания к вопросам пожарной профилактики. Пожарная профилактика — есть комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, на ограничение размеров возможных пожаров, эвакуацию при пожаре людей и ценностей из зданий и сооружений, создание условий для успешных оперативно-тактических действий пожарных подразделений при тушении пожара.

Противопожарные мероприятия в нашей стране проводятся в общесоюзном масштабе, в едином целеустремлении и на основании единых правительственных постановлений, правил и норм, — в этом и заключается государственное значение пожарной профилактики.

Единая система планирования нашего хозяйства, единое руководство им дают возможность в общесоюзном масштабе издавать противопожарные правила и нормы и успешно проводить их в жизнь.

§ 2. Государственный пожарный надзор и его деятельность

Ввиду того, что деятельность работников профилактики основывается на постановлениях ЦИК и СНК СССР № 52/654 от 7/IV 1936 г., приведем из него некоторые выдержки.

1. Государственный пожарный надзор осуществляется Народным комиссариатом внутренних дел СССР через Главное управление пожарной охраны НКВД СССР и его местные органы.

2. Главное управление пожарной охраны НКВД СССР и его органы в порядке пожарного надзора осуществляют следующие функции:

а) разрабатывают и издают правила, инструкции и технические нормы по противопожарной охране, обязательные для всех ведомств, учреждений, предприятий, организаций и отдельных лиц;

б) осуществляют систематический контроль проведения в жизнь утвержденных противопожарных правил, инструкций и технических норм, а также контроль выполнения издаваемых местными органами власти и ведомствами правил пожарной безопасности;

е) контролируют на территории Союза ССР выполнение противопожарных мероприятий всеми союзными, республиканскими и местными учреждениями, предприятиями и организациями, а также отдельными гражданами;

г) устанавливают порядок совместной работы пожарных организаций Союза ССР и использования их технического вооружения для предупреждения и ликвидации пожаров и стихийных бедствий;

д) проверяют выполнение проектными организациями требований противопожарной охраны при проектировании промышленных и гражданских сооружений и населенных пунктов;

е) дают консультации по проектам и стройкам в части противопожарных мероприятий;

ж) осуществляют контроль и проверку боеготовности пожарных организаций и исправности средств тушения пожаров во всех ведомствах, учреждениях и организациях Союза ССР, при участии руководителей этих организаций и учреждений.

3. Главное управление пожарной охраны НКВД СССР и его органы при выполнении функций государственного пожарного надзора имеют право:

а) производить осмотры всех зданий, сооружений, складов и жилых помещений в порядке, определяемом инструкцией НКВД Союза ССР, и составлять акты осмотров;

б) требовать от всех предприятий, учреждений и отдельных лиц представления единовременных сведений по форме, установленной НКВД по согласованию с ЦУНХУ Госплана Союза ССР, а также материалов и документов, необходимых для выяснения состояния соответствующего объекта в отношении пожарной безопасности;

в) привлекать к административной или судебной ответственности лиц, виновных в нарушении обязательных постановлений, правил, норм и инструкций противопожарной охраны.

4. В случае обнаружения на предприятии, в учреждении или организации таких нарушений правил о противопожарной охране, которые создают непосредственную угрозу возникновения пожара, начальник управления пожарной охраны республики, края, области имеет право приостановить частично или полностью работу данного предприятия или общественной организации с немедленным сообщением о том начальнику Главного управления пожарной охраны НКВД СССР, а также наркому или начальнику другого центрального учреждения Союза ССР, союзной или автономной республики, в системе которого находится соответствующее предприятие, учреждение или организация. Вопрос о дальнейшей работе предприятия или учреждения в этих случаях разрешается руководителем ведомства, в системе которого находится данный объект, по согласованию с Народным комиссаром внутренних дел Союза ССР.

5. Все предписания органов пожарной охраны о принятии противопожарных мер на том или ином объекте даются в письменном виде.

Руководители предприятий и организаций или отдельные лица, получившие предписание и несогласные с ним, имеют право в 10-дневный срок обжаловать это предписание вышестоящему органу пожарной охраны.

Г л а в а П

ХАРАКТЕРИСТИКА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЗАЩИТА МАТЕРИАЛОВ ОТ ОГНЯ

§ 3. Общие свойства и классификация огнестойкости основных строительных материалов

Строительные материалы резко различаются способностью сопротивляться действию огня или высоких температур, — степенью их огнестойкости.

Одни материалы легко загораются и сгорают, другие не сразу загораются и не сразу подвергаются уничтожению, некоторые не горят, но деформируются, утрачивая в значительной степени свою прочность, имеются материалы, которые не горят или же незначительно теряют свою прочность после пожара.

Пожарная профилактика в строительстве для объектов различной значимости, назначения, различных размеров, характера технологических процессов требует применения строительных материалов соответствующей огнестойкости. Поэтому, для правильного решения вопросов

пожарной профилактики необходимо изучить огнестойкость строительных материалов в условиях пожара. При пожаре строительный материал подвергается не только действию высоких температур, но и действию применяемой при тушении пожара воды, быстрому охлаждению.

Материал, который не горит и при одновременном действии огня и воды в течение какого-то промежутка времени не разрушается, принято называть огнестойким.

При изучении огнестойкости строительных материалов необходимо брать за основу те условия, в которых материал может оказаться во время пожара:

- 1) температуру пожара;
- 2) продолжительность пожара (продолжительность действия наиболее высокой температуры пожара);
- 3) действие холодной воды на материал при тушении пожара.

Специальных нормативов для определения огнестойкости строительных материалов и требований, предъявляемых к ним в отношении огнестойкости, не имеется, приходится принимать примерные количественные показатели условий пожара.

На основании практических данных температуру пожара можно принять равной $1000-1200^{\circ}\text{C}$, а продолжительность действий этой температуры на материал от 1 до 2 часов. Эти величины могут быть несколько завышены, но всякие испытания, обычно, проводят по повышенным требованиям, чтобы иметь более надежную характеристику качества испытуемого материала. Продолжительность действия холодной воды на нагретый строительный материал существенного значения не имеет, так как действие ее сказывается немедленно.

Огнестойкость строительного материала в условиях пожара складывается из отдельных видов стойкости в отношении различных действий высоких температур и воды.

Основная причина уничтожения, разрушения или потери прочности строительного материала при пожаре, это — действие высоких температур. В одном случае это действие может вызвать химический распад строительного материала (например, дерева), с последующим воспламенением и сгоранием горючих продуктов распада (например, при воздействии теплоты на дерево) или с последующим разрушением материала без горения при негорючих продуктах распада (например, при воздействии теплоты на известняк).

В другом случае действие теплоты может вызвать физические изменения материала: потерю прочности, деформации, трещины.

Следовательно, огнестойкий материал должен иметь два основных вида стойкости: химическую и физическую.

Химическая стойкость может быть:

- 1) против химического распада;
- 2) против воспламенения.

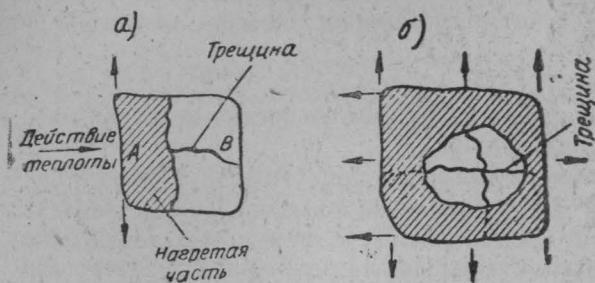
Физическая стойкость может быть:

- 1) против разрушения при потере прочности;
- 2) против теплопередачи и быстрого нагревания (теплоемкость);
- 3) против механических воздействий;
- 4) против действия воды.

1. Стойкость против разрушения при потере прочности. Многие материалы при нагревании удлиняются, расширяются, изменяют форму (деформируются), трескаются, теряют прочность и тем самым ведут к разрушению частей здания, а иногда и здания в целом. Судить об этой стойкости можно по многим данным, например, по коэффициенту линейного и объемного расширения, по цифровым данным, указывающим на потерю прочности материала при повышении температуры (см. ниже, например, железо).

Материал дает трещины при пожаре вследствие расширения или сжатия при неравномерном нагревании или охлаждении. Например, если на материал действует теплота со стороны А (фиг. 1-а), то эта сторона будет более нагрета и более расширена. Расширение стороны А вызовет также растяжение стороны В и если материал не обладает достаточной прочностью, то со стороны В появится трещина.

Если же теплота действует со всех сторон (фиг. 1-б), то нагрев материала будет больше у краев, середина же будет иметь более низкую температуру. Расширение по краям может вызвать трещину в середине, которая быстро распространится до самого края.



Фиг. 1. Образование трещины при одностороннем и всестороннем нагревании материала.

При определении степени огнестойкости теплопроводность материалов имеет существенное значение. Важно, чтобы не только сам материал был огнестоек, но и действие теплоты не распространялось через этот материал на другие конструктивные элементы здания или материалы.

Нередко менее теплопроводный материал оказывается более огнестойким, так как, в силу его малой теплопроводности, теплота при пожаре проникает в материал медленнее и равномернее и тем самым не подвергает его ни химическому, ни физическому разрушению.

За единицу теплопроводности¹ принимают количество теплоты малых калорий, проходящее через материал в течение 1 сек. между двумя поверхностями 1 см² при разности температур 1°С, при расстоянии между поверхностями в 1 см. Эта величина и есть коэффициент теплопроводности, вычисляемый по формуле:

$$\lambda = \frac{\text{кал.}}{\text{сек. см} \cdot \text{см}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$$

Если нагревание поверхностей длится несколько часов, то коэффициент теплопроводности вычисляют по формуле:

$$\lambda = \frac{\text{кг кал.}}{\text{час. м} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$$

Результат получается в больших калориях.

Коэффициент теплопроводности основных строительных материалов приведен в таблице 1.

Малой теплопроводностью обладают асбестовый картон, трепел и другие теплоизоляционные материалы; железо имеет коэффициент теплопроводности 50; материалы неорганического происхождения, имеющие небольшой коэффициент теплопроводности, служат защитными от огня (например, дерева) или от разрушения (железа). Материал малой теплопроводности — плохой проводник тепла — при действии на него высоких температур менее подвержен разрушению. Однако малая теплопроводность материала не служит в полном смысле признаком огнестойкости.

¹ Справочник по вопросам пожарной охраны. Изд. Наркомхоза, 1941.

Таблица 1

№ по пор.	Наименование материала	Коэффициент теплопроводности λ кал/м час $^{\circ}\text{C}$	№ по пор.	Наименование материала	Коэффициент теплопроводности λ кал/м час $^{\circ}\text{C}$
1	Алебастровые плиты «Дифферент» с камышом	0,20	18	Кирпич глиняный пустотелый	0,38
2	Асбестовый картон	0,15	19	Кирпич силикатный	0,70
3	Асбошифер (этернит)	0,30	20	Кирпич шлаковый	0,50
4	Асфальтовые материалы	0,62	21	Картон плотный	0,20
5	Бетон обычный	1,00	22	Кожа сухая	0,13
6	Бетон со шлаком (набивной)	0,60	23	Пробковая плита	0,09
7	Бетон легкий (пенобетон)	0,39	24	Резина твердая	0,20
8	Войлок не прессованный	0,04	25	Ракушечник	0,65
9	Глинобитные стены	0,80	26	Соломит	0,05
10	Глиняный кирпич (саман)	0,50	27	Сосна (поперек волокон)	0,15
11	Гранит и другие плотные породы	2,50	28	Стекло обыкновенное	0,65
12	Дуб (поперек волокон)	0,20	29	Стеклопакет	0,045
13	Древесный уголь	0,06	30	Толь бумажный	0,20
14	Железо (железные конструкции)	50,00	31	Торфяная плотная плита	0,11
15	Известняк	1,00	32	Трепел (засыпка)	0,08
16	Камышит	0,06	33	Фибролит	0,13
17	Кирпич глиняный нормальный	0,66	34	Шевелин	0,045
			35	Шлакобетон	0,45—0,60
			36	Штукатурка известково-песчаная	0,60—0,75

При определении степени огнестойкости материала необходимо также знать, с какой быстротой материал нагревается (воспринимает тепло) и какое количество тепла необходимо затратить, чтобы нагреть определенный объем материала, т. е. надо знать теплоемкость материала.

Количество тепла, необходимое для нагревания 1 кг или 1 г вещества на 1°C называется удельной теплоемкостью, измеряемой в малых или больших калориях (при единице массы 1 грамм — малая калория, 1 килограмм — большая калория); удельная теплоемкость для разных твердых и жидких веществ принимается из таблиц. Зная теплоемкость материала, не трудно определить количество тепла, необходимое для его нагревания, по формуле:

$$Q = mc(t_2 - t_1),$$

где: Q — количество тепла, необходимое для нагревания материала в калориях,

m — вес материала,

c — удельная теплоемкость материала,

t_1 — температура материала до нагревания,

t_2 — температура материала в конце нагревания.

Пример. Определить, какое количество тепла потребуется, чтобы нагреть металлическую балку, общим весом 1000 кг от 20 до 400°C (до критической температуры прочности железа).

Решение. с при $t = 400^{\circ}$ равно 0,134.

$$Q = mc(t_2 - t_1) = 1000 \times 0,134(400 - 20) = 51\,920 \text{ кг-кал.}$$

Зная теплоемкость материала, не трудно определить количество тепла, можно приближенно подсчитать выделение тепла при пожаре и нагрев конструкций и материалов.

3. Стойкость против механических воздействий. При пожаре, в особенности при его тушении, отдельные конструктивные элементы зда-

ния могут принимать на себя удары и нагрузки, значительно превышающие расчетные.

Эти воздействия могут вызвать разрушение нагретого материала. Например, нагретый камень при ударах раскалывается, железо под большой нагрузкой изгибается. Такие материалы не могут быть признаны огнестойкими.

4. Стойкость против действия воды. Поливка материала холодной водой в условиях пожара может вызвать двойное разрушение: размывание материала, ведущее к разрушению конструкции, или сжатие при быстром охлаждении и образование трещин на границах охлажденного места. Огнестойкий материал, находясь в сфере пожара с температурой 1000°C , не должен деформироваться от действия воды.

На основе изучения видов стойкости строительных материалов можно установить, какими положительными и отрицательными качествами будет обладать данный строительный материал при пожаре. Например, в табл. 2 дана оценка огнестойкости железа или стали.

Таблица 2

Вид стойкости	Оценка свойства при пожаре	Что происходит	Примечание
Против химического распада	+	Не разлагается	Знаком плюс (+) обозначены положительные свойства при пожаре, знаком минус (—) — отрицательные
Против воспламенения	+	Не воспламеняется	
Против разрушения при потере прочности	—	Теряет прочность	
Против теплопередачи	—	Хорошо передает тепло	
Против механических воздействий	—	Изгибается	
Против действия воды	—	Принимает закалку, делается хрупким, от незначительных ударов разрушается.	

Из табл. 2 видно, что железо или сталь при пожаре обладают двумя видами стойкости: не горят и не разлагаются химически, но под действием высоких температур и от ударов деформируются, теряют прочность, а при поливке холодной водой закаляются (сталь) и лопаются.

Следовательно, железо и сталь могут быть признаны полугонестойкими материалами.

Бетон обладает всеми видами стойкости и может быть признан огнестойким. Если таким же образом рассмотреть поведение при пожаре других строительных материалов, то окажется, что немногие материалы обладают огнестойкостью. Дерево при нагревании химически распадается, продукты его распада горят и его нельзя считать огнестойким материалом. Фибролит хотя и горит, но медленно, при горении не дает открытого пламени, т. е. сопротивляется некоторое время действию огня и, таким образом, обладает несколько лучшей огнестойкостью, чем дерево.

Из сказанного следует, что разные материалы, в зависимости от их качеств, обладают различной степенью огнестойкости. Поэтому необходима классификация строительных материалов по степени их огнестойкости. Это позволит более точно определить, какой материал нужно

применить для здания того или другого назначения, той или другой огнеопасности, обусловливаемой характером производства.

Такая классификация имеется в Общесоюзных противопожарных нормах строительного проектирования промышленных предприятий — ОСТ 90015 — 39.

Согласно этим нормам все материалы, а также элементы зданий и сооружений делятся на: 1) огнестойкие, 2) полуюгнестойкие, 3) полусгораемые и 4) сгораемые.

К огнестойким относятся материалы и элементы зданий, которые не горят и при пожаре не подвергаются значительным деформациям (опасным для устойчивости здания или сооружения).

К полуюгнестойким относятся материалы и элементы зданий, которые не горят, но в условиях пожара подвергаются значительным деформациям, угрожающим устойчивости несущих элементов зданий.

К полусгораемым относятся материалы и элементы зданий, которые, будучи сгораемыми, в результате защитной обработки или сочетания их с огнестойкими материалами в условиях пожара не горят открытым пламенем и не подвергаются быстрому разрушению.

К сгораемым относятся материалы и элементы зданий, которые при кратковременном воздействии огня подвергаются разрушению и горят открытым пламенем.

Для элементов зданий эта классификация ориентировочная, так как, например, не всякая стена из кирпича или бетона будет огнестойкой. Огнестойкость элементов зданий зависит еще от других условий, о которых ниже будет сказано подробнее.

Огнестойкость здания в целом определяется в зависимости от огнестойкости его основных конструктивных элементов.

Сгораемые строительные материалы и элементы зданий можно перевести в разряд полусгораемых путем обработки огнезащитными средствами или покрытиями огнезащитной одеждой.

Например, дерево можно покрыть нетеплопроводным слоем, способным задержать при пожаре проникание к дереву в течение некоторого времени теплоты и, следовательно, задержать горение. Такими защитными слоями могут быть: штукатурка, обивка железом по войлоку, смоченному в глиняном растворе, окраска огнезащитными красками или пропитка огнезащитными составами. Такое защищенное дерево будет уже полусгораемым материалом.

Равным образом полуюгнестойкие строительные материалы и элементы зданий можно сделать огнестойкими, покрыв их огнестойкой одеждой (облицовка из обожженного или силикатного кирпича толщиной не менее $\frac{1}{2}$ кирпича или сплошной слой бетона толщиной не менее $2\frac{1}{2}$ см).

Основными факторами, определяющими огнестойкость материала, служат: химический его состав и изменение этого состава при нагревании до температуры пожара. Если материал неоднородный, то при нагревании поведение различных частей его может быть неодинаковым; это в той или иной степени отражается на огнестойкости материала в целом. Следовательно, нужно установить характер механической смеси (если таковая имеется), из которой состоит материал, для этого необходимо знать химический состав отдельных частей материала.

Если материал искусственного изготовления, то нужно знать, из какого сырья он изготовлен и какие произошли физико-химические изменения при его получении, например, при обжиге или твердении. Если температура обжига или образования материала равна температуре пожара или выше, то уже можно, в основном, судить об огнестойкости этого материала. Однако это явление не строго закономерно, и в дальнейшем будет показано, что температура обжига не всегда определяет огнестойкость материала. Кроме химического состава материала, огне-

стойкость его характеризуется и физическими свойствами, которые могут изменяться при нагревании.

§ 4. Огнестойкие строительные материалы

Рассмотрим основные огнестойкие материалы с физико-химической точки зрения и поведения их в условиях пожара.

1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ, ТВЕРДЫЕ, СЫПУЧИЕ И ПЛАСТИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Применяемые в строительстве естественные материалы — горные породы — не требуют ни химической, ни термической обработки и используются после соответствующей механической обработки.

Чтобы судить об их огнестойкости, надо знать их происхождение, состав и физические свойства.

1. Асбест. Асбест — материал минерального происхождения. Залегает в земной поверхности пластами, волокнистой структуры, почему иногда называется «горный лен». Весьма устойчив к воздействию высоких температур. Хорошо обрабатывается — вплоть до получения асбестовой нитки. Плавится при 1500°C . Применяется для изготовления строительных и прочих материалов.

2. Глина. Глина образуется в результате выветривания горных пород, богатых полевыми шпатами. Химический состав глины сложен. Формула чистой глины — каолинита: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Глина считается огнестойким материалом потому, что она может при высоких температурах длительно сопротивляться действию огня; огнестойкость глины тем выше, чем она чище.

Примеси различных веществ понижают температуру плавления глины. Например, кварцевый песок понижает температуру плавления глины, хотя сам кварц тугоплавкий и огнестойкий материал.

В зависимости от температуры плавления различают следующие сорта глины:

огнеупорная — с температурой плавления свыше 1580° ; эта глина применяется при изготовлении огнеупорного кирпича для производственных печей;

тугоплавкая — с температурой плавления выше 1300° ;

легкоплавкая — с температурой плавления ниже 1300° .

Ввиду высокой температуры плавления даже легкоплавкая глина может выдержать температуру большого пожара, не изменяя своей прочности, если при этом не будет подвергаться воздействию воды. Размываемость глины водой — существенный недостаток глины с точки зрения огнестойкости.

В строительстве глина применяется в сыром (необожженном) и в обожженном виде для изготовления различных строительных материалов. Связующие свойства глины позволяют использовать ее как раствор при кладке печей, в качестве смазки для защиты от возгорания сгораемых конструкций и для других работ.

3. Песок и гравий. По происхождению песок и гравий относятся к вторичным рыхлым или обломочным горным породам.

Песком называется рыхлое скопление минеральных зерен различных величин. Пески, содержащие 3—10% глины, называют глинистыми песками, 10—15% — супесками. По минералогическому составу пески бывают: кварцевые, полевошпатовые, известковые, доломитовые, вулканические.

Наибольшее применение в строительной практике для приготовления бетонов и растворов имеют кварцевые пески, состоящие по преимуществу из зерен кварца с примесью полевого шпата и слюды. Чисто кварцевые пески встречаются редко и применяются в стекольной и других отраслях промышленности.

Гравием называют рыхлые горные породы, состоящие из окатанных обломков разных размеров и имеющие названия: гравий, галька и щебень.

Гравий, естественный щебень и гальку применяют в строительстве большей частью как заполнители при изготовлении бетона.

4. Песчаники. Песчаники довольно распространенная горная порода; находят в строительстве разнообразное применение; их употребляют как штучный камень для кладки стен и в качестве облицовочного материала.

Плотность песчаников зависит от цементирующего вещества, при помощи которого песок в результате физико-химических воздействий сцементировался в камень.

Кремнистые песчаники, в которых цементирующим веществом была кремнистая масса, наиболее плотные камни и обладают высокой механической прочностью и огнестойкостью.

5. Арктический туф и пемза. Арктический туф по внешнему виду представляет собой пористую породу, звонкую при ударе, с температурой плавления до 1120° . Вследствие пористости он влагоемок и требует защиты внешних поверхностей штукатуркой.

Пемза — вулканическое стекло, застывшее в пористом состоянии вследствие выделения водяных паров и газов. Объемный вес 600 кг/м^3 . В строительстве применяется как заполнитель при изготовлении теплых бетонов (например, пемзобетон) и для засыпки в виде мелочи.

II. ИСКУССТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, В ТВЕРДОМ, СЫПУЧЕМ СОСТОЯНИИ И В ВИДЕ РАСТВОРОВ

Искусственные строительные материалы имеют по сравнению с естественными большее применение в строительном деле.

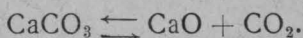
Для получения искусственных материалов в качестве сырья используют большей частью естественные материалы, но применяют также и различные производственные отходы, например, золу, шлаки.

1. Известь воздушная и гидравлическая. Известь — наиболее распространенный вяжущий материал. Вообще вяжущими веществами называются строительные материалы минерального происхождения, представляющие собой порошкообразные продукты, которые, будучи смешаны (затворены) с водой до тестообразного состояния, постепенно переходят в твердое состояние, приобретая с течением времени возрастающую механическую прочность. Вяжущие вещества применяют для изготовления строительных растворов и бетонов.

Вяжущее вещество, способное твердеть только на воздухе, называется **воздушным** (например, воздушная известь). Вяжущие же вещества, которые обладают способностью твердеть на воздухе и в воде, называются **гидравлическими**, а растворы на них — **гидравлическими строительными растворами**.

При изучении огнестойкости вяжущих веществ надо иметь в виду не только их состав и способ получения, но и характер процесса твердения.

Воздушная известь получается путем обжига известняков до возможно более полного удаления из них углекислого газа, согласно уравнению:



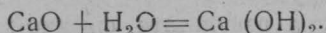
При обжиге углекислый газ вместе с топочными газами уходит в трубу и остается CaO (окись кальция). Температура разложения CaCO_3 лежит между 600 и 900° . Следовательно, температура обжига должна превышать температуру разложения известняков; но чрезмерное повышение ее при обжиге нежелательно, так как получается известь, трудно

поддающаяся гашению. Практически обжиг ведут при температуре 1000—1100° и в редких случаях — 1200°.

Воздушная известь встречается в следующих видах:

Кипелка или комковая негашеная известь, представляющая собой куски белого или серого цвета в том виде, в каком они получились после обжига. Главная их составная часть — безводная окись кальция (CaO).

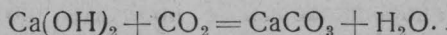
Пушонка — гашеная известь, получаемая при действии на кипелку определенного количества воды для гашения по формуле:



Пушонка имеет вид сухого тонкого порошка. Главная составная ее часть — гидрат окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, поэтому ее называют также гидратной известью.

Известковое тесто — пластичная масса, получаемая из воздушной извести путем гашения избыточным количеством воды. Состав, главным образом, из механической смеси гидрата окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и воды.

Для определения огнестойкости воздушной извести процесс ее получения не дает исчерпывающих данных. Воздушная известь негашеная получается при обжиге, сопровождающемся температурой около 1000°, т. е. ниже температуры пожара. Однако здесь наблюдается характерный случай, когда температура обжига не имеет значения для огнестойкости материала. По существу подтверждается только уже известное положение, касающееся известняков, которые при температуре 600—900° распадаются; это положение заставляет считать их полуогнестойким материалом. Из процесса получения негашеной извести видно, что она имеет в своем составе CaO , но в таком виде она не идет в строительство, ее гасят, в результате чего получается гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Гашеная известь в тестообразном состоянии не может оказаться в условиях пожара. Она должна превратиться в твердый материал, огнестойкость которого и представляет интерес. Твердение гидрата окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ происходит на воздухе за счет находящегося в нем CO_2 . Процесс твердения выражается следующим уравнением:



В результате твердения получается вновь исходный материал — известняк, который, как уже было указано, считается полуогнестойким материалом.

Однако ОСТ 90015—39 признает воздушную известь, а также известковые растворы огнестойкими материалами. Объясняется это тем, что твердое тело, полученное в результате твердения извести, отличается от природных известняков большей чистотой, примеси же глины, имеющиеся в известняках, при обжиге в 1000° частично могут соединяться с CaO , образуя силикаты кальция.

Гидравлическая известь представляет собой продукт, получаемый умеренным обжигом (до 800—900°), известково-глинисто-магнезиальных пород. При смачивании водой известь полностью или частично гасится, рассыпаясь в порошок; с достаточным количеством воды образует тесто, которое начинает твердеть на воздухе и продолжает твердеть и под водой, — без доступа воздуха (откуда и получила название гидравлической).

В процессе обжига сырья для получения гидравлической извести образуется окись кальция (негашеная известь), а также силикаты и алюминаты кальция.

Негашеная известь служит воздушным вяжущим веществом, а силикаты и алюминаты кальция — гидравлическими, твердение которых

происходит за счет их химического взаимодействия с водой. Таким образом, гидравлическая известь представляет собой смесь воздушных и гидравлических вяжущих веществ.

В результате твердения силикатов и алюминатов кальция получают огнестойкие материалы.

2. Цементы. Цементы относятся к гидравлическим вяжущим веществам. Широкое применение имеют портланд-цемент, роман-цемент и глиноземистый цемент.

Портланд-цемент изготавливается заводским путем и представляет собой тонко перемолотый порошок клинкера, который получается равномерным обжигом до спекания смеси углекислой извести (известняка, имеющего состав CaCO_3 , например, мел) и глины. Глина может быть заменена частично или полностью другими материалами, например, доменным шлаком, трепелом, диатомитом.

Портланд-цемент может быть получен и из естественных материалов (содержащих известняк и глину), например, известнякового мергеля с ограниченным содержанием магниезиальных и других примесей.

Таким образом, для получения портланд-цемента применяют известняк — полуогнестойкий материал и глину — материал, хорошо сопротивляющийся действию огня, но размывающийся водой. После обжига и затвердения в растворе портланд-цемент делается огнестойким материалом, что видно из процесса изготовления портланд-цемента и раствора.

При нагревании до 100° и выше удаляется механически примешанная вода. После этого начинает выделяться и уходить из глинистой части химически связанная вода. Процесс этот заканчивается при температуре 750° . При $800\text{--}910^\circ$ углекислый кальций разлагается. Углекислый газ CO_2 уходит в трубу вместе с топочными газами, а свободная негашеная известь CaO при дальнейшем повышении температуры, доходящей до 1450° , вступает в химическое взаимодействие с глинистой частью. Образуются силикаты и алюминаты кальция и в результате получается портланд-цемент.

Роман-цемент есть продукт тонкого размла обожженных при температуре, не доводящей материал до спекания, мергелей или магниезиальных мергелей. Продукт этот после обжига при смачивании водой не гасится (не распадается в порошок), тесто из роман-цемента твердеет в воде.

Роман-цемент получается обжигом материалов в их естественном состоянии; для роман-цемента применяются глинистые мергели с содержанием MgCO_3 . Обжиг производится при температуре около 900° .

При температуре 900° полностью разлагается MgCO_3 и частично CaCO_3 . Образующиеся CaO и MgO с глинистой частью мергеля дают силикаты и алюминаты кальция и магния, поэтому роман-цемент и получает свойства гидравлического вяжущего вещества. В результате взаимодействия с водой можно наблюдать такие же процессы, как при твердении портланд-цемента и с этой точки зрения роман-цемент можно считать огнестойким материалом.

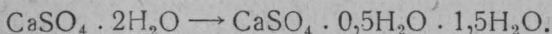
Однако степень огнестойкости его ниже, чем портланд-цемента, потому что при температуре обжига 900° в роман-цементе могут остаться в свободном состоянии CaO и MgO , а также CaCO_3 и глинистая часть мергелей.

Глиноземистый цемент обладает большей степенью огнестойкости, прочности и быстроты твердения, чем портланд-цемент. Главная составная часть глиноземистого цемента $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ — второстепенный, двухкальциевый силикат. Положительное его качество, это отсутствие свободной извести и трехкальциевого алюмината. $\text{Ca}(\text{OH}_2)_2$, образующийся при гидролизе $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, соединяется с гидратом окиси алюминия, в результате образуется соединение $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, служащее основной массой затвердевшего глиноземистого цемента.

Глиноземистый цемент изготавливают из сырья, богатого глиноземом (бокситом) и известняком. Он может быть получен также непосредственно в доменных печах плавкой бокситовой железной руды с добавкой известняка и железного лома двумя путями: спеканием (1200—1400°) и плавлением.

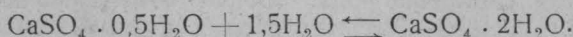
3. Гипсовые и магнезиальные вяжущие вещества. Сырьем для производства гипсовых вяжущих веществ служат гипс и ангидрид, которые, как сульфаты, могут выдерживать значительную температуру без разложения и разрушения.

Распространенное гипсовое вяжущее вещество, это — алебастр или штукатурный гипс. Он получается обжигом гипсового камня (двухводного гипса) до удаления из него химической воды. Удаление при обжиге химической воды необходимо, чтобы при затворении алебастра вода вновь могла присоединиться и образовать камневидный материал. Температура обжига 120—200°. При обжиге происходит следующая реакция:



Двухводный гипс, теряя 1,5 молекулы воды, переходит в полуводный (на 1 молекулу CaSO_4 приходится 0,5 молекулы воды).

Для определения огнестойкости алебастра температура обжига, при которой он получается, не имеет значения. Алебастр в порошке не представляет собой самостоятельного материала и об его огнестойкости можно судить лишь по результатам процесса твердения алебастрового раствора. Этот процесс выражается уравнением:



Так как в результате твердения алебастра вновь получается природный гипс, то алебастр можно считать огнестойким материалом.

Из других гипсовых вяжущих веществ той же огнестойкостью, что и алебастр обладают, например, гипсо-ангидритовый цемент, эстрих-гипс, гипсовый цемент.

В связи с дефицитностью цемента и извести, особенно в условиях военного времени, большое значение приобрели вяжущие вещества из гипса. Благодаря работам, проведенным ЦНИПС¹, получен специальный высокосортный гипс, обладающий большой прочностью и огнестойкостью.

Магнезиальные вяжущие вещества встречаются в двух видах: каустический магнезит и каустический доломит. Оба эти вещества по своим свойствам сходны. Каустический магнезит (ОСТ 5051) есть продукт, получаемый умеренным обжигом природного магнезита MgCO_3 и последующим его измельчением в порошок. Затворение каустического магнезита производится раствором хлористого магния MgCl_2 и в таком виде он известен как цемент Сореля.

При обжиге MgCO_3 получается жженая магнезия MgO , которая в цементе Сореля содержится до 83%. Обжиг MgCO_3 ведется при температуре 750—850° и во всяком случае ниже 1000°.

Каустический доломит (ОСТ 5051) есть продукт, получаемый умеренным обжигом природного доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и последующим измельчением его в тонкий порошок; затворение каустического доломита производится раствором определенных концентраций хлористого магния или некоторых других солей.

Каустический доломит получается обжигом естественного доломита и содержит смесь состава: CaO — 54,3% и MgO — 45,7%.

¹ ЦНИПС. Высокосортный гипс. Сообщение $\frac{40}{1}$. Изд. Стройиздат, 1943.

Если при смешении магнезического или каустического доломита с водой твердение не даст прочной массы, затворение производится обычно в хлористом магнии, который может быть получен из магнезита воздействием на него соляной кислотой.

Твердение магнезических вяжущих веществ (магнезических цементов) есть процесс образования гидрата окиси магния $Mg(OH)_2$.

Распад $Mg(OH)_2$ начинается при очень низких температурах (по Трейфеллу с 50°), поэтому магнезические вяжущие вещества не обладают высокой степенью огнестойкости.

4. Растворы. Строительные растворы представляют собой пластичные массы, состоящие из смеси вяжущих веществ (известки или цемента), мелких заполнителей и воды. Их употребляют при каменной кладке, так как они обладают свойством при определенных условиях прочно сцепляться с поверхностями камней и превращаться в камневидное тело.

Строительные растворы имеют важное значение при определении огнестойкости конструктивных элементов и сооружений в целом.

При определении огнестойкости растворов следует исходить из огнестойкости вяжущего вещества и заполнителя, принимая во внимание и их количественное соотношение.

Строительные растворы бывают холодные и теплые. При кладке тонких стен из теплых легких камней холодные растворы не применяются; взамен их употребляют теплые растворы, обладающие малой теплопроводностью. В теплых растворах вместо тяжелого песка в качестве заполнителя применены материалы небольшого объемного веса, как, например, гранулированный доменный шлак, измельченный котельный шлак, пемзовая мелочь, туфовая мелочь.

5. Бетоны и железобетоны. Бетонами называются искусственные материалы, получающиеся в результате твердения смесей из вяжущего вещества, мелких и крупных частиц различных продуктов неорганического и органического происхождения (заполнителя) и воды. Бетон изготавливают в формах (в опалубке) при помощи литья, трамбования, прессования.

Бетон и железобетон в промышленном строительстве имеют широкое применение для наиболее ответственных и опасных в пожарном отношении сооружений.

Бетон твердеет в результате химической реакции между вяжущим веществом и водой, различные же крупные и мелкие частицы органического и неорганического происхождения, вводимые в состав бетона, участвуя в реакции в большинстве случаев не принимают и называются заполнителями — «добавками»; «отощателями», «балластами», «наполнителями».

Основным вяжущим веществом для бетона служит портланд-цемент, обладающий высокими техническими качествами, в том числе и огнестойкостью.

Вместо портланд-цемента применяют и другие вяжущие вещества, менее дефицитные, нежели портланд-цемент, вследствие чего получается разнообразный ассортимент строительных материалов, известных под общим названием «бетонов».

В качестве заполнителей применяют: мелкие заполнители (песок естественный и искусственный, получающийся от отходов при дроблении щебня, шлака, измельченный трепел и диатомит, в некоторых случаях опилки, асбест) и крупные заполнители, величина частиц которых более 5 мм (гравий и щебень, кусковой трепел, диатомит, пемза, кирпичный бой).

Бетон с вяжущим веществом высокого качества и с наименьшим количеством заполнителя называется жирным и обладает большой механической прочностью. Бетон с вяжущим веществом менее высокого качества и большим содержанием заполнителя называется тощим и об-

ладает меньшей прочностью, чем жирный бетон. Прочность бетона находится также в зависимости от водо-цементного соотношения. Часто обозначают состав бетона двумя цифрами: первая показывает объем цемента, а вторая — суммарно объем мелкого и крупного заполнителя, например, 1 : 6.

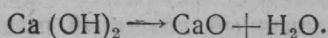
При обозначении состава бетона тремя цифрами первая показывает объем цемента, вторая — объем мелкого, а третья — крупного заполнителя, например, 1 : 2 : 3.

По роду заполнителей бетоны подразделяются на тяжелые и легкие. Теплопроводность бетона с обычным песком и гравием или щебнем весьма высока, что исключает возможность использования его в качестве стенового материала для жилых зданий; бетон, заполнителями которого служат песок и гравий, называется тяжелым или холодным бетоном. В качестве стенового материала применяются бетоны, обладающие малой теплопроводностью, заполнителями в которых служат малотеплопроводные пористые вещества. Такие бетоны называются легкими или теплыми.

Степень огнестойкости бетона зависит от многих причин.

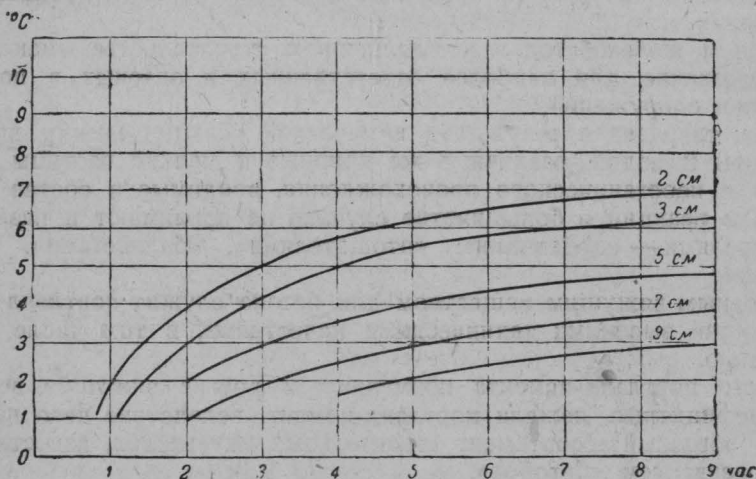
По своему составу холодный бетон не удовлетворителен с точки зрения огнестойкости. Его составные части содержат химически связанную воду, которая при нагревании бетона до температуры пожара освобождается, вяжущие свойства и прочность бетона при этом падают, а парообразование внутри массы разрушает бетон.

При температуре 547° наблюдается распад $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



Это также понижает прочность бетона. Основная составная часть бетона — двухводный однокальциевый силикат $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ начинает терять свою воду уже при низких температурах — 300° .

Итак, теоретически по составу бетон не принадлежит к огнестойким материалам.



Фиг. 2. График теплопроводности бетона.

Огнестойкость бетона тем меньше, чем он жирнее и плотнее. Тощий бетон сопротивляется огню лучше, чем жирный вследствие меньшей теплопроводности. Однако слишком тощие бетоны, имея незначительные временные сопротивления, противостоят огню плохо. Огнестойкость бетона зависит также от его пористости — пористый бетон сопротивляется огню лучше.

Однако на практике бетон показывает удовлетворительную огнестойкость. Это объясняется относительно незначительной теплопровод-

ностью бетона, благодаря которой разрушение при пожаре происходит только около самой поверхности. Для подтверждения этого приведем результаты двух исследований Грута и Ульсона, которые показывают проникание теплоты в бетон от нагревания снаружи до размера температуры пожара.

В своих опытах Грут подвергал нагреванию снаружи бетонные образцы состава 1:2:3 в возрасте 3 месяцев до температуры 1000° и получил результаты, изображенные на фиг. 2, где по оси абсцисс отложено время в часах, а по оси ординат — температура (100° C). Из графика видно, что температура в 500° на глубине 2 см была через 3 часа, на глубине 3 см — через 4 часа, и т. д. Ульсон нагревал образцы снаружи до 800° и получил результаты, приведенные в табл. 3.

Таблица 3¹

Глубина проникания, см	Температура в градусах C через					
	20 мин.	40 мин.	1 час	2 часа	3 часа	4 часа
2,5	21	137	254	427	516	565
5,1	16	116	204	404	499	535
7,6	16	120	127	277	388	460
17,8	16	24	85	104	149	204

Данные исследований Грута и Ульсона подтверждают, что опасная для разрушения бетона температура ($400-500^{\circ}$) только через 2—3 часа проникает на глубину 2—3 см; следовательно, разрушение бетона при пожарах может наблюдаться только около поверхности, что мало влияет на потерю прочности бетонного конструктивного элемента. Возраст бетона также влияет на его огнестойкость. Твердение цемента — это есть химическое его взаимодействие с водой. Вначале эта реакция идет быстро, происходит «схватывание», а затем твердение продолжается в течение длительного времени. При этом прочность бетона возрастает и степень огнестойкости его повышается. Наконец, весьма важное значение для огнестойкости бетона имеет огнестойкость входящих в состав бетона заполнителей. В этом отношении большую степень огнестойкости имеют бетоны с заполнителями вулканического происхождения, обожженной глиной, клинкером, шлаком, хорошо обожженным или пережженным кирпичом и меньшей огнестойкостью обладают бетоны с кварцевыми заполнителями, так как кварц сильно реагирует на резкие изменения температур.

При употреблении в качестве заполнителей кокса, шлаков, гари следует учитывать возможность наличия в них невыгоревших частиц. При пожаре эти частицы могут тлеть и произойдет нарушение прочности бетона (например, паровозный шлак, котельный шлак, гарь).

При пожаре небоскреба в Сан-Франциско стены, построенные из легкого бетона с гарью, горели. Исследованием этого пожара было установлено в гари большое количество невыгоревшего угля.

Таким образом, можно прийти к заключению, что огнестойкость бетона зависит от следующих факторов: 1) физико-химического состава, 2) теплопроводности (плотный, пористый), 3) возраста, 4) огнестойкости заполнителей и изменения их физико-химических свойств.

¹ Рудольф Залигер. Железобетон, его расчет и проектирование. ОНТИ, 1931.



ЦНИПС¹ провел большие работы для создания бетонов, выдерживающих высокие температуры и для замены ими огнеупоров.

Железобетоном называется материал, состоящий из бетона, в массе которого заложены железные стержни (арматура). Благодаря значительной силе сцепления между бетоном и железом получается довольно монолитная и прочная масса.

В железобетоне бетон работает на сжатие, а железо на растяжение или изгиб, благодаря чему удается достигнуть наиболее стойких во всех отношениях конструкций для всякого рода сооружений.

Железо не огнестойкий материал и уже при сравнительно невысоких температурах пожара деформируется и в значительной степени теряет свою прочность.

Железо и бетон практически имеют близко совпадающее температурное удлинение и поэтому температурные напряжения даже при сильном нагреве меньше, чем усадочные напряжения, возникающие при твердении бетона. Поэтому, если при пожарах и наблюдались разрушения железобетонных конструкций, то не в результате различных удлинений железа и бетона, а вследствие потери прочности железом.

Железобетон можно считать огнестойким, если железная арматура будет закрыта слоем бетона такой толщины, которая защищает ее от проникания теплоты пожара, опасной для потери прочности железа. Нагревание железа до 400° не вызывает потери прочности. Следовательно, надо принять такую толщину защитного слоя, на глубине которого через 2 часа температура не превысит 400°. Для этого можно воспользоваться данными Грута (см. фиг. 2) или Ульсона (табл. 3).

Например, по кривой Грута видно, что при действии на поверхность бетона пламенем 1000° через два часа температура 400° будет на глубине 2 см. По таблице Ульсона через 2 часа на глубине 2,5 см будет температура 427°.

Из этих данных видно, что глубина слоя, защищающего железную арматуру, должна быть не менее 2,5 см; эта величина принята и нашими противопожарными нормами.

Бетон и железобетон по огнестойкости стоят на первом месте среди огнестойких материалов. Надлежаще построенное бетонное сооружение, даже при сильном пожаре, очень редко подвергается разрушению.

Легкими теплыми бетонами считаются бетоны, обладающие пористостью и малой теплопроводностью.

Вяжущими материалами при изготовлении легкобетонных камней могут служить: портланд-цемент, шлако-портланд-цемент, пуццолановые цементы, известково-пуццолановый цемент, гидравлическая и воздушная известь. Можно применять и гипсовые вяжущие вещества. Камни, изготовленные на известково-пуццолановом цементе, называются «бесцементно-бетонными».

Заполнители при изготовлении легкого бетона могут быть минеральные и органические. К легким минеральным заполнителям относятся различные шлаки, золы, пемзовая щебенка и мелочь, диатомовая щебенка, асбест, керамзит, пемза.

В зависимости от заполнителя бетону присваивается и соответствующее наименование, как, например, шлакобетон, пемзобетон, керамзитбетон.

Теплые бетоны с минеральными заполнителями представляют довольно огнестойкий материал, в особенности пемзобетон, бетон с асбестовым заполнителем. По своей огнестойкости ввиду малой теплопроводности они превосходят даже обычный бетон.

Бетоны, в которых заполнителями служат органические вещества (опилки, торф), называются силикат-органиками.

¹ ЦНИПС. Жаростойкие бетоны, как заменители огнеупоров. Сообщение 46. Изд. Наркомстрой. 1943. 7.

Благодаря сильной влагоемкости силикат-органиков они при поливке водой во время пожара значительно разрушаются, а потому камни и изделия из теплотона на основе заполнителей органического происхождения признаются полустгораемыми материалами.

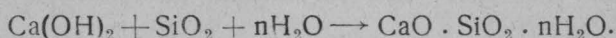
6. Асбоцементные изделия. К изделиям на основе асбеста, как армирующего вещества, относится ряд строительных материалов. Наибольшее распространение получил этернит, иначе называемый искусственным шифером, асбошифером, асбофанерой или террофазеритом, представляющий собой кровельный материал, содержащий от 10 до 15% асбестового волокна и от 85 до 90% портланд-цемента.

Этернит изготавливается в виде плоских кровельных плиток и в виде гладких или волнистых листов, которые и называются асбофанерой.

Так как этернит состоит из двух огнестойких и малотеплопроводных материалов, то он выдерживает нагревание до 1200° без видимых признаков разрушения. Однако, вследствие незначительной толщины этернитовых плиток или листов (от 1 до 4 мм) этернит при пожаре сильно прогревается и при поливке водой растрескивается и выкрашивается.

7. Кирпич, гончарные и керамиковые изделия. Силикатный кирпич применяется в строительстве как стеновой материал. Его изготавливают из смеси кварцевого песка с гашеной известью.

При твердении силикатного кирпича происходит следующее: негашеная известь гасится в пушонку $\text{Ca}(\text{OH})_2$, между которой затем в растворе с песком и водой происходит реакция при высоких температурах и давлении:



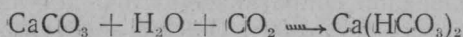
Это соединение (гидросиликат кальция) имеет некоторые отрицательные свойства с точки зрения огнестойкости (происходит дегидратация), однако, огнестойкость его практически все же удовлетворительна. Полной реакции пушонки с раствором все же нет. Часть ее, в особенности после выгрузки из котлов, вступает в реакцию с образованием извести (карбоната кальция):



Образование CaCO_3 повышает прочность силикатного кирпича, однако, на огнестойкость его влияет отрицательно.

Практика показала все же удовлетворительное поведение силикатного кирпича при пожарах. Это объясняется тем, что разрушение CaCO_3 и гидросиликата кальция может происходить тогда, когда масса всего кирпича прогреется до температуры свыше 500° , а для этого нужна значительная продолжительность пожара. Поэтому силикатный кирпич признается огнестойким материалом. Однако применение его для кладки печей, дымоходов, зданий с производствами повышенной пожароопасности недопустимо.

Не устраивают также из силикатного кирпича фундаменты и цоколи, так как под действием грунтовых и наземных вод с растворенным в них углекислым газом происходит разрушение известковой части силикатного кирпича, а именно, образуется:



углекислый кальций, не обладающий прочностью.

Красный кирпич применяется в строительстве так же в основном для кладки стен. Основным сырьем для красного кирпича служат обыкновенные поверхностные глины невысокой пластичности. Для отощения жирных вязких глин к ним добавляют песок. Приготовленную массу подвергают формовке, сушке (естественной или в сушильных печах) и обжигу.

Температура обжига обыкновенного красного кирпича — от 950 до 1200°.

Кирпич, обожженный до спекания — до температуры 1180—1250°, называется клинкером. Дальнейшее повышение температуры при обжиге вызывает деформацию изделий.

Красный кирпич это есть обожженный кирпич-сырец. Так как красный кирпич огнестойкий материал, а сырец полуогнестойкий, то очевидно красный кирпич достаточную огнестойкость получил в процессе обжига. Чтобы судить о его огнестойкости, необходимо проследить за изменениями, которые происходят с глиной во время обжига.

При нагревании до 150° глина теряет механически примешанную воду, а начиная со 150° теряет и химически связанную воду. Наибольшая потеря химической воды происходит при 450° и заканчивается при 750°. При этой температуре каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ переходит в безводный каолинитовый ангидрид $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. В результате потери воды глина теряет свою пластичность и становится пористой. При дальнейшем нагревании до 900° происходит распад $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2$, с образованием свободных окислов. При температуре выше 1000° эти окислы вновь соединяются, образуя алюмосиликаты.

После того как глина потеряла при обжиге химически связанную воду и газы, она становится очень пористой. При дальнейшем повышении температуры частицы глины начинают размягчаться, расплавляться и связывать всю массу. Это называется спеканием глины. Полное спекание глины наступает при заполнении всех промежутков расплавленным материалом.

Таким образом, при обжиге глины наблюдаются значительные физико-химические изменения и образование кирпича, т. е. получение алюмосиликатов происходит при температуре 950—1200°. Это указывает на то, что кирпич может сопротивляться температуре пожара. Другое и главнейшее изменение глины во время обжига, это превращение ее в камнеподобный материал, в достаточной степени прочный и не размокающий от воды. Эти качества красного кирпича позволяют признавать его огнестойким материалом.

Отрицательными качествами кирпича можно считать его большой объемный вес (1700—1800 кг/м³) и высокую теплопроводность. Поэтому, наряду с обыкновенным красным кирпичом изготовляют и применяют более легкие кирпичи, обладающие меньшим объемным весом (500—1500 кг/м³) и коэффициентом теплопроводности. Легкие кирпичи могут быть пустотелые и пористые. За счет устройства внутри кирпича пустот и пор уменьшается их объемный вес и теплопроводность.

Легкий кирпич (пористый и пустотелый), будучи менее теплопроводным и более теплостойким, чем обыкновенный, менее нагревается при пожаре, так что огнестойкость его выше, чем обыкновенного кирпича. Однако прочность пористого и пустотелого кирпичей ниже и применяются они для менее ответственных конструктивных элементов. Кирпич имеет следующие размеры: длина 250 мм, ширина 120 мм, высота 65 мм.

Огнеупорный кирпич получается обжигом специальной глины. Он обладает большой сопротивляемостью действию тепла и способен выдерживать нагрев до 1800°. Однако нагретый он разрушается от действия воды, следовательно, не может быть приравнен к нормальному красному кирпичу. Огнеупорный кирпич идет для кладки производственных печей; для конструктивных элементов его не применяют.

Метлахские плитки представляют собой облицовочный материал, изготавливаемый из глины путем обжига ее до спекания. Благодаря обработке при высокой температуре (спекание происходит при температуре около 1200°) они вполне огнестойки. Плитки изготовляют различной формы и применяют для настила полов и облицовки стен.

Черепицу изготовляют из особой черепичной глины, обладающей значительной пластичностью и умеренной общей усадкой. Отформованную черепицу просушивают и подвергают обжигу до той же температуры, что и красный кирпич. Черепица бывает разнообразной формы и применяется для покрытия кровель. Отрицательное ее качество — значительный вес, что требует специальной конструкции крыш.

К л и н к е р — искусственный камень, получаемый из глины обжигом ее до полного спекания массы без остеклования поверхности. Клинкер, по сравнению с красным кирпичом, обладает большей прочностью и применяется для мощения дорог и тротуаров и для настила полов, но встречается иногда и в строительстве для устройства конструктивных элементов, несущих особо значительную нагрузку (колонн, стен, сводов, фундаментов).

8. Стекло армированное. Для увеличения механической прочности и огнестойкости изготовляют литое стекло, с залитой внутрь железной сеткой. Такое стекло называется стеклом Монье или армированным стеклом и употребляется для остекления проемов в брандмауэрах и огнестойких световых фонарях. В случае растрескивания стекла Монье сетка предупреждает выпадение частей стекла и задерживает распространение пожара. Кроме того, наличие внутри стекла металлической теплопроводной сетки при пожаре дает возможность теплоте более равномерно распределяться по стеклу и тем самым, до некоторой степени, препятствует быстрому его разрушению.

К огнестойким материалам, помимо рассмотренных, относятся также кровельные сланцы, шлак, щебень горных пород, шлаковая и минеральная вата и др.

§ 5. Полуогнестойкие строительные материалы

1. Гранит и изделия из него. Гранит — горная порода, имеющая наибольшее распространение в строительном деле. Состоит из механической смеси кварца (20 — 40%), полевого шпата (40 — 70%) и слюды (5 — 20%).

Каждая из составных частей гранита обладает удовлетворительной огнестойкостью. Поэтому и гранит можно было бы считать достаточно огнестойким материалом. Но изменение физических качеств при нагревании составных частей гранита неодинаково: кварц при нагревании до 780° сильно увеличивается в объеме, а слюда, находясь в массе материала в виде листочков, способствует при нагревании раскалыванию породы по направлению этих листочков. В силу неоднородности состава гранит не может обладать во всех своих частях одинаковыми физическими свойствами (теплопроводностью, теплоемкостью, удельным весом, прочностью), и при различных коэффициентах расширения отдельных его составных частей может при нагревании трескаться и разрушаться, в особенности при поливке его на пожаре холодной водой. Поэтому гранит считается полуогнестойким материалом.

2. Базальт. Базальт представляет собой наиболее тяжелую поверхность (излившуюся) породу вулканического происхождения и обладает большой механической прочностью, но хрупок и сравнительно легко раскалывается.

Другая поверхностная порода **диабаз** отличается от базальта присутствием в своем составе стекла. Огнестойкость диабазы и базальта выше огнестойкости гранита, так как состав их менее разнороден.

3. Некоторые осадочные породы

Известняки. К известнякам (кальцитам) относятся породы, состоящие в главной своей массе из углекислого кальция (CaCO_3).

Известняки довольно распространенный в строительном деле материал. Известняки бывают в виде мрамора, плотного известняка, известняка-ракушечника, мела (рыхлый известняк) и известковых туфов.

Все известняки неогнестойки, потому что при нагревании до 800—900° подвергаются разрушению, в особенности при попадании на них воды в условиях пожара.

Мрамором называют особо плотный известняк, способный принимать полировку. Как строительный материал — очень прочен, но подвергается выветриванию. Применяется, главным образом, как отделочный (декоративный) материал для наружной и внутренней облицовки зданий, для перил, лестничных маршей и площадочных плит, подоконников и колонн.

Плотный (или обыкновенный) известняк довольно широко применяется в строительстве. Его употребляют в виде штучных (обработанных) и бутовых (необработанных, имеющих неправильную форму) камней для стен и фундаментов, а также в виде щебня для бетона.

Известняк-ракушечник состоит из раковин, соединенных углекальциевым цементом. По своим техническим свойствам ракушечник представляет хороший стеновой материал. Ракушечник весьма порист, что указывает на его низкую теплопроводность (в 2—3 раза меньшую, чем красного кирпича). Ракушечник весьма распространенный строительный материал на юге СССР.

Магнезит в природе встречается редко, состоит в главной своей массе из углекислого магния $MgCO_3$. Как строительный материал он не употребляется и служит сырьем для производства магнезиальных цементов (например, «цемента Сореля»). Магнезит считается полугогнестойким потому, что начало разложения его наступает уже при 300°.

Доломит состоит в основном из двойной соли $CaMg(CO_3)_2$. Применяется как сырье для производства вяжущих веществ и как щебень для бетона. По прочности превосходит известняк.

Гипс представляет собой двухводный сернокислый кальций $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ — рыхлый материал, растворимый в воде, и обладающий малой прочностью. Применяется для изготовления вяжущих веществ.

Ангидрид — безводный сернокислый кальций $CaSO_4$ — материал более твердый, чем гипс, применяется тоже как сырье для получения вяжущих веществ.

4. Пенобетон, газобетон и изделия из них. Пенобетон и газобетон принадлежат к категории ячеистого теплого бетона. Пенобетон и газобетон отличаются друг от друга лишь способом получения. Газобетон получается химическим путем, а пенобетон — механическим.

Для изготовления пенобетона берут раствор цемента с кварцевым песком, служащим заполнителем, и специальную эмульсию, из которой сбивают пену. От смешивания полученной пены с цементным раствором получается масса пенобетона, которую заливают в формы для изготовления камней. В цементный раствор вводят специальные добавки, большей частью металлическую пыль: алюминиевую, цинковую. При взаимодействии цементного теста с металлической пылью в массе цементного раствора образуется газ (водород), который и придает ей ячеистое пористое строение. С течением времени водород в ячейках вследствие диффузии заменяется воздухом.

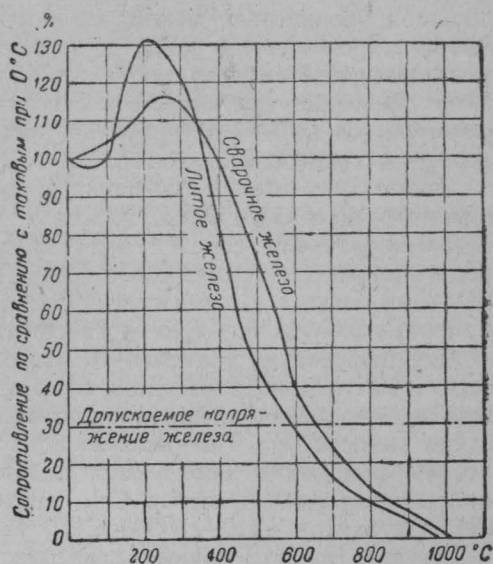
Применяются пено- и газобетон, главным образом, как теплоизоляционный материал, так как, имея малый объемный вес, обладают малой теплопроводностью.

Пено- и газобетон вследствие своей малой теплопроводности могут в некоторой степени сопротивляться действию огня, но при высокой температуре пожара (900°) пенобетон начинает терять свою прочность. При температуре 1100° происходит разрушение пенобетона вследствие нагревания воздуха, находящегося в ячейках. Нагретый воздух расширяется и разрывает цементные стенки ячеек. Разрушение начинается с поверхности, обращенной к огню, и постепенно проникает вглубь. По этой причине пенобетон и газобетон нужно считать полугогнестойкими материалами.

5. **Металлы и изделия из них.** Металлы обладают значительно большей прочностью на растяжение и сжатие, нежели все другие строительные материалы. Но металлы не могут быть признаны огнестойкими материалами потому, что при пожаре металлические конструкции, нагреваясь, деформируются и теряют в значительной степени свою прочность (фиг. 3).

При пожаре значительное влияние на нарушение целостности конструкций, выполненных из железа или стали, оказывает линейное расширение.

В условиях нагрева при одной и той же температуре одни материалы расширяются больше, другие меньше. Для сравнения результатов расширения отдельных твердых материалов имеются коэффициенты линейного и объемного расширения. При практических подсчетах коэффициенты линейного расширения берутся из таблиц. Линейное расширение, например, металлических конструкций, может быть вычислено по формуле:



Фиг. 3. График потери прочности железа при нагревании.

$$L_t = L_0 (1 + \alpha t),$$

где:

L — длина материала после нагревания;

L_0 — длина материала до нагревания;

α — коэффициент линейного расширения;

t — изменение температуры по сравнению с начальной.

Пример. Железная балка (затяжка) длиной 20 м при пожаре подверглась нагреванию до 800°C . Вычислить удлинение балки, если начальная температура $= 20^\circ$.

Решение. При температуре $800^\circ \alpha = 0,000016$.

$$t = 800 - 20 = 780^\circ;$$

$$L_t = L_0 (1 + \alpha t) = 20 (1 + 0,000016 \times 780) = 20248 \text{ или } 20 \text{ м } 24,8 \text{ см.}$$

Итак, при пожаре с $t = 800^\circ$ 20-метровая балка (затяжка) удлинилась на 24,8 см. Такое значительное увеличение длины балки может нарушить прочность узлов ее заделки и привести к деформации всей конструкции.

Прочность теряется не сразу, сначала она как будто возрастает, но затем при температуре около 400° начинает резко падать и уже при 800° доходит до нуля; нагретое до этой температуры железо не может выдерживать никакой нагрузки. Поэтому железо относят к полугонестойким материалам.

6. **Стекло литое типа «Фальконье».** Стекло типа «Фальконье» по своей огнестойкости ниже стекла Монье; оно представляет пустотелый дутый стеклянный кирпич из простого стекла; при высоких температурах, вследствие расширяющегося внутри его воздуха, подвержено разрушению. Однако менее теплопроводно, чем простое стекло, менее нагревается при пожарах, а потому и признается полугонестойким.

Кроме рассмотренных, к полугонестойким строительным материалам относятся шлаковые безцементные камни, мел, шлаковая вата и др.

§ 6. Сгораемые строительные материалы

1. **Дерево и изделия из него.** Дерево, как строительный материал, обладает ценными техническими качествами: малым объемным весом, большой прочностью, малой теплопроводностью, легкостью обработки и имеет широкое применение в строительстве.

Химический состав дерева или древесины весьма сложен. На 50—55% древесина состоит из клетчатки, представляющей собой углевод формулы $C_6H_{10}O_5$. Клетчатка эта пропитана лигнином, содержание которого в древесине достигает 28—32%.

Кроме клетчатки и лигнина, древесина содержит другие углеводы (сахары, крахмал), смолы, белковые вещества, незначительное количество минеральных солей и воду. В свежесрубленном дереве количество воды (влажность) достигает 50%, в воздушно-сухом от 10 до 20% (вода не входит в химический состав древесины и влажность указана в процентах общего веса древесины).

Если древесину подвергнуть нагреванию до 125—140°, то она быстро теряет воду. При дальнейшем повышении температуры начинается сложный процесс разложения входящих в состав древесины веществ. Чем выше температура, тем быстрее идет процесс разложения. В результате этого разложения образуются газообразные вещества (водород H_2 , окись углерода CO , метан CH_4 , этан C_2H_6) и жидкие (древесный спирт CH_3OH , ацетон $CH_3-CO-CH_3$, уксусная кислота CH_3COOH , деготь и другие). Все эти вещества весьма горючи.

Горение древесины начинается с загорания летучих продуктов разложения. При их сгорании образуется теплота, которая нагревает соседние части древесины, вызывая их разложение.

Вследствие высокой температуры загорается образовавшийся уголь и огнем охватывается все большая и большая часть дерева.

О сгораемости дерева более точно можно судить, если знать, при какой температуре выделится достаточное количество горючих паров и газов, способных вспыхнуть при соприкосновении с огнем или искрой (температуру вспышки), при какой температуре вспыхнувшие, выделившиеся из древесины пары и газы не затухают, а продолжают гореть (температуру воспламенения) и при какой температуре наступает самовоспламенение продуктов распада древесины (температуру самовоспламенения).

В таблице 4 приведены данные, характеризующие способность горения продуктов распада некоторых древесных материалов.

Таблица 4

Вид материала	Температура в °C		
	вспышки	воспламенения	самовоспламенения
Бук	250	275	340
Дуб	245	270	350
Ель	260	290	400
Ольха	245	275	380
Пробковые плиты	245—280	300—325	370—575
Пробковые опилки	275—280	315—325	380—505
Сосна	230	270	360
Фанера клееная	255	285	350
Ясень	240	270	330

Указанные в табл. 4 температуры ниже температуры пламени свечи (650—700°) и, следовательно, выделения из древесины могут воспламениться даже от кратковременного действия на них огня.

Дерево, нагретое до так называемой инициальной температуры (между 230—270°), может самовозгораться.

Вследствие образования при этой температуре особого пирофорического угля, обладающего способностью поглощать кислород воздуха, начинается процесс окисления, сопровождающийся повышением температуры до момента самовозгорания.

Дерево может самовозгораться также и в том случае, если не доводить его до инициальной температуры ($230-270^{\circ}$), а в течение длительного времени подвергать действию относительно низкой температуры ($120-140^{\circ}$). Причина этой опасности заключается в том, что дерево под действием температуры $120-140^{\circ}$ С высыхает, теряет различные летучие составные части и, постепенно делаясь пористым по всей массе, может поглотить большие количества воздуха (кислорода). Длительное нагревание вызывает окислительный процесс и образование пирофорического угля. Особенно способствует самовозгоранию присутствие в дереве смолистых веществ и масел.

Деревянная балка, постоянно подвергающаяся действию теплоты печи, паровой трубы, дымохода, может при указанной высокой температуре образовать пирофорический самовоспламеняющийся уголь.

Если действие умеренного источника тепла на дерево происходит только периодически (например, балка подвергается нагреванию лишь во время топки), то возможность образования пирофорического угля не устраняется, а только замедляется.

Сгораемость дерева в значительной степени зависит от состояния и размеров сечения древесины. Например, при действии огня на толстое бревно загорание и затем горение будет происходить не энергично. Объясняется это тем, что разложение древесины в силу плохой теплопроводности будет происходить только на поверхности, а внутренний объем длительное время не будет подвергаться разложению.

Следовательно, для горения будет лишь небольшое количество продуктов разложения; в первый момент действия огня на дерево они сгорят и загорится образовавшийся уголь, который, не обладая хорошей теплопроводностью, не пропустит во внутренний объем древесины достаточного количества тепла. Если на бревно не будет действовать посторонний источник тепла, то начавшееся горение прекратится.

Если подвергнуть действию огня дрань или фанеру, то загорание и горение их будет происходить энергично. В силу незначительной толщины они быстро прогреются, произойдет разложение и быстрое их сгорание. Древесная стружка сгорает еще быстрее. Таким образом, сгораемость древесины увеличивается или уменьшается в зависимости от ее массивности. Но так как разложение древесины и горение происходит по поверхности, то, очевидно, массивность или объем должен быть увязан с величиной поверхности. Пусть бревно имело диаметр d см и длину l ; объем его будет:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} l,$$

боковая поверхность

$$S = \pi d l,$$

тогда

$$\frac{S}{V} = \frac{4\pi d l}{\pi d^2 l} = \frac{4}{d},$$

или, обозначив $\frac{S}{V} = \varepsilon$, получим для круглого деревянного изделия $\varepsilon = \frac{4}{d}$. Будем ε называть «показателем сгораемости» деревянного строительного материала или конструктивного элемента.

Для материала прямоугольного сечения показатель сгораемости определится следующим образом.

Пусть дан брусок сечением $a \times b$ и длиной l .

Тогда

$$S = 2(a + b)l;$$

$$V = abl;$$

$$\frac{S}{V} = \varepsilon = \frac{2(a + b)}{a \times b};$$

при $a = b = d$, т. е. для бруска квадратного сечения

$$\varepsilon = \frac{4 dl}{d^2 l} = \frac{4}{d},$$

где d — толщина бруска.

Таким образом, для круглого или квадратного сечения лесного материала сгораемость зависит от толщины материала и коэффициент сгораемости $\varepsilon = \frac{4}{d}$, где d — толщина в см.

Для других форм сечений ε имеет более сложное выражение.

Для простоты определения сгораемости лесного материала разных сечений можно базироваться на меньшем измерении сечения, — на толщине, и не принимать во внимание ширину материала. В таком случае можно принять, что $\varepsilon = \frac{4}{d}$, или так как ε — величина, используемая

для сравнения, $\varepsilon = \frac{1}{a}$.

Коэффициент ε может служить характеристикой при определении сгораемости лесного материала (табл. 5).

Таблица 5

Наименование	Размер и сечение	Коэффициент ε , характеризующий сгораемость ма- териала
Бревна	диаметр 20 см	0,05
Гонт кровельный . . .	толщина 1,0 см	1,00
Фанера	» 0,2 см	5,00
Дрань	» 0,1 см	10,00
Стружки древесные . .	» 0,1 мм	100,00

Наблюдая загорание дерева, можно заметить, что то дерево загорается труднее, которое имеет более гладкую поверхность. Если поверхность шероховатая и имеются трещины, то увеличивается действие кислорода на дерево и количество выделяющихся при разложении горючих веществ. При негладкой поверхности увеличивается и коэффициент ε . Различные породы дерева при действии на них тепловым источником воспламеняются с различной скоростью. Например, если взять дуб, березу, ель и сосну с влажностью 10%, то оказывается, что дуб выдерживает в течение 40—45 сек. $t = 1000$ — 1200° не загораясь, береза при данной температуре воспламеняется через 25—30 сек., а ель и сосна от данной температуры воспламеняются почти моментально.

При горении дерево легко поддается тушению водой, при этом уголь, который образовался на поверхности, впитывает воду и создается слой, защищающий несгоревшую древесину от соседнего источника тепла. Тепло сначала расходуется на испарение воды, находящейся в порах угля, а затем, уже после того как вода испарится, может идти опять на разложение древесины и горение.

Так как деревянные конструктивные элементы обычно имеют значительный запас прочности, то частичное их обгорание с поверхности не всегда приводит к их разрушению.

2. Битумные материалы. Битумными и битумоподобными строительными материалами называются вязущие вещества жидкой, полужид-

кой и твердой консистенции, получаемые из естественных материалов, дерева и различных видов ископаемого топлива, целиком или частично растворимые в сероуглероде или подобных растворителях.

В отличие от вяжущих веществ, твердеющих вследствие химической реакции, битумы твердеют вследствие остывания и потери легко испаряющихся частей.

Битумные материалы подразделяются на: а) природные битумы (асфальт, асфальтовые породы, асфальтиды); б) продукты переработки (мазут, гудрон, твердые нефтяные битумы, остаточные асфальтовые битумы, продувочные, крекинговые); в) битумоподобные материалы (смола, деготь, шек, вар).

Битумные материалы признаются сгораемыми материалами потому, что составные их части — горючие вещества. Битумные материалы употребляются при производстве толя, рубероида, а также для настила полов и в качестве теплоизоляционного материала.

Толь представляет собой картон, пропитанный смесью каменноугольных смоляных продуктов или смесью нефтегазовых смоляных продуктов и посыпанный с обеих сторон песком.

Если после изготовления толь не посыпать песком, а пропустить через обжимные вальцы с узкой щелью, то при скатывании в рулон он также не будет слипаться. Такой материал называется толь-кожа и применяется в качестве прокладочного материала при покрытии крыш в два слоя, для изоляции междуэтажных перекрытий, концов балок.

Рубероид отличается от толя тем, что картон пропитывают более жидкой битумной смесью и после этого покрывают с обеих сторон тугоплавкой битумной смесью.

Рубероид называют иначе битумированным или асфальтированным картоном. В качестве пропиточной массы для рубероида применяется выпускаемый Союзнефть битум. В состав массы, помимо нефтяных битумов, могут входить естественные битумы, асфальты и асфальтиды.

Для приклейки толя и рубероида при покрытии крыши по деревянной опалубке, а также для наклеивания этих материалов на бетонную или каменную поверхность применяется специальный состав — клеемасса и гольццемент. Толевая клеемасса — смесь из препарированных каменноугольных или нефтегазовых продуктов; рубероидная клеемасса — смесь нефтяных битумов или смесь их с природными битумами и жировыми (стеариновыми) пеками.

Гольццемент — продукт каменноугольных или нефтегазовых смол или смесей из них, подвергшихся обработке серой.

Периодическую окраску толевых крыш производят толевым лаком, представляющим собой также каменноугольные и нефтегазовые смоляные продукты.

Для многослойных кровель и для изготовления шевелина как упаковочного материала применяют бумагу «Геркулес», производство которой аналогично получению толь-кожи. Как подкладочный и изоляционный материал, пропитанный нефтяными битумами, применяется «Пергамин»; он обладает большей прочностью, чем толь-кожа, большей водонепроницаемостью и хорошо склеивается с рубероидом.

3. Теплоизоляционные материалы без огнестойких вяжущих веществ.

Соломит и камышит. Соломит и камышит изготавливают в виде плит или щитов, прессованием камыша или соломы между вертикальными рядами проволоки, без химической обработки, а также и с применением вяжущих веществ минерального происхождения.

Солома и камыш в рыхлом состоянии представляют легко горючий материал. При прессовании из массы соломы или камыша удаляется воздух, а тем самым и понижается их горючесть; чем плотнее они будут спрессованы, тем менее горючий материал будут представлять готовые соломитовые (камышитовые) плиты. Плотнo спрессованная поверхность плиты в присутствии огня медленно тлеет. Малоспрессован-

войлоку, вымоченному в глиняном растворе, или обшивкой огнестойкими плитами (см. выше).

2. Защита деревянных конструкций от огня при помощи окраски и обмазки. Этот способ защиты наиболее приемлем для готовых конструкций и выполняется при помощи сложных и простых составов.

Сложные составы изготавливаются из:

а) сухого аммофоса, сухого технического диаммонийфосфатного или водного раствора аммофоса, состоящего из диаммонийфосфата $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и моноаммонийфосфата $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$;

б) технического сернокислого аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

в) керосинового контакта II сорта по ГОСТ 463—41.

Суммарное содержание диаммонийфосфата и моноаммонийфосфата в аммофосе должно быть не более 70%; более высокое содержание указанных солей не повышает огнезащитных качеств пропитки.

Перед употреблением керосиновый контакт следует очистить от содержащихся в нем масел.

Рецепт состава (в весовых процентах):

аммофос сухой	24%
сернокислый аммоний	5%
керосиновый контакт	3%
вода	68%

или:

технический диаммонийфосфат сухой	20%
сернокислый аммоний	5%
керосиновый контакт	3%
вода	72%

Состав приготавливают следующим образом. В воде растворяют сухой аммоний (или сухой технический диаммонийфосфат). После тщательного перемешивания раствору дают отстояться в течение суток. Отстоявшийся раствор осторожно сливают в приготовленную тару (бочку, ведро), следя за тем, чтобы осадок не попал в сливаемый раствор. В раствор добавляют сернокислого аммония и керосиновый контакт. Смесь перемешивают, после чего состав можно применять для пропитки (окраски).

Рецепт обмазки «Ч-1». Для приготовления состава берут (по весу):

водный раствор аммофоса	58%
сульфитный щелок	14%
технический сернокислый магний	14%
каменноугольный пек	14%

Состав приготавливают следующим образом. Смесь сульфитного порошка, сернокислого магния и размельченного каменноугольного пека растворяют в растворе аммофоса и перемешивают, после чего состав следует считать готовым.

Простые составы изготавливаются на основе силикатных красок и заполнителей.

Для приготовления силикатных составов может быть применено натриевое, калийное, а также натриево-калийное (смешанное) жидкое стекло.

В силикатные составы красителей следует добавлять только пигменты, устойчивые к щелочи: охра, мумию, железный сурик, окись хрома,

ультрамарин, перекись марганца. Наиболее распространены (в весовых процентах) следующие составы:

№ 1	{	стекло жидкое 50° Вё	43—44%
		мел молотый	15—14%
		тальк молотый	30%
		вода	12%
№ 2	{	стекло жидкое 50° Вё	45%
		тяжелый шпат молотый	12%
		тальк молотый	28%
		вода	15%
№ 3	{	стекло жидкое 50° Вё	44%
		мел молотый	12%
		тальк молотый	27%
		сурик железный	5%
		вода	12%
№ 4	{	стекло жидкое 25° Вё	70%
		мел молотый	5%
		шлам бокситовый	8%
		асбест молотый	17%

Простейшие составы (в объемных процентах) изготавливаются:

№ 1	{	известь гашеная	40 частей
		сурик железный	4 части
		10%-ный раствор хлористого кальция	40 частей
№ 2	{	гипс молотый	2 части
		глина	2 части
		поваренная соль	1 части
		портланд-цемент	0,25 части
№ 3	{	суперфосфат	3 части
		вода	1 часть

Общие указания об окраске (пропитке)

Пропитанные изделия не должны подвергаться дополнительной механической или ручной обработке.

В случаях обнажения конструкций от огнезащитного слоя при монтаже все поврежденные места следует пропитать вторично.

Поверхности, ранее покрытые масляными, клеевыми, силикатными и другими красками, должны быть предварительно очищены от них.

Пропиточные составы наносят на нестроганные, очищенные от коры поверхности древесины. При нанесении обмазки на строганные конструкции и изделия поверхности последних должны быть сделаны шероховатыми при помощи цинубеля.

Перед пропиткой поверхности дерева должны быть тщательно очищены сухими тряпками от грязи и пыли.

Пропитку древесины нельзя производить при температуре воздуха ниже 0°.

Повышение температуры воздуха благоприятно отражается на процессе пропитки и сушки древесины.

Пропиточные составы перед использованием должны быть перемешаны. Огнезащитные составы наносят на поверхности дерева малярными кистями или гидропультами. Пропитка производится трехкратным нанесением состава на поверхности. Каждый последующий слой нужно наносить по вполне просохшему предыдущему слою — не ранее, чем через 3—5 часов.

С особой тщательностью должны быть пропитаны места сопряжений конструкций, а также торцы, ребра, щели, трещины и сучки.

Пропиточные составы нужно наносить на поверхности ровными слоями, без пропусков и наплывов. Покрытые места должны иметь однородный цвет, без пятен.

Наиболее ответственный огнезащитный слой — первый. Во всех случаях его наносят незначительной толщины и с особой тщательностью. Последующие слои наносят легкими мазками, без повреждения нижних слоев. Общая толщина защитного слоя должна быть не менее 1—1,5 мм.

Общие сведения

об испытании огнезащитных составов

Огнезащитные свойства составов зависят от качества компонентов, правильности приготовления составов, тщательности пропитки и характера древесины (порода, влажность).

Эффективность огнезащитных составов различна и устанавливается в каждом отдельном случае опытным путем.

Методы испытаний огнезащитных составов основаны на сравнении огнестойкости пропитанных и непропитанных образцов древесины одинаковой породы и влажности при непосредственном действии на них пламени или нагрева до высокой температуры. Непропитанные образцы быстро загораются, а после удаления горелки сгорают полностью; пропитанные образцы загораются с трудом или вовсе не загораются, а после удаления горелки гаснут.

Одним из методов испытания служит сжигание образцов пропитанной и непропитанной древесины в бесцветном пламени горелки Бунзена (или паяльной лампы) при температуре 600—700°. При этом отмечают в сек.:

а) момент появления окрашенного пламени со стороны горелки, что характеризует начало горения продуктов сухой перегонки древесины;

б) появление темного пятна на обратной от горелки поверхности образца;

в) появление с этой поверхности дыма;

г) появление пламени;

д) продолжительность горения образца пламенем и его тления после того, как горелка будет удалена;

е) степень разрушения образца.

3. Защита дерева от огня при помощи пропитки (вымачиванием и под давлением). Древесина может быть пропитана в горяче-холодной ванне и под давлением в специальных цилиндрах.

Древесину вымачивают в горяче-холодной ванне с огнезащитными составами 2—3 суток.

Пропитка под давлением производится следующим образом: в цилиндре создается вакуум на 30—40 мин., затем в него впускают огнезащитный раствор; при этом одновременно в течение 15—20 мин. поднимают давление до 6—8 ат. При этом поддерживается температура 80°.

ЦНИИПО предложен следующий огнезащитный состав для пропитки:

аммофос сухой	20%
сернокислый аммоний	5%
керосиновый контакт, нейтрализованный щелочью	3%
вода	72%

Рецепт проверен при испытаниях отдельных материалов и конструкций на воспламеняемость. При этом состав показал большую огнезащитную эффективность.

Недостаток рассмотренных рецептов заключается в том, что они пригодны для окраски материалов и конструкций, находящихся вне действия атмосферных осадков.

4. Защита тканей и прочих волокнистых материалов от огня при помощи пропитки. Защита тканей от воспламенения также имеет большое значение для ограничения возможных пожаров, например, в театрах имеется большое количество различных тканей. Для пропитки тканей имеется много рецептов составов, но они по солям однородны применяемым для пропитки древесины.

Для примера приведем следующие составы:

1-й состав:	6 весовых частей двухосновного фосфата аммония, растворенного в весовых частях воды	100
2-й состав:	сернокислый аммоний	50 кг
	хлористый аммоний	25 кг
	борная кислота	30 кг
	бура	17,5 кг
	крахмал	20 кг
	вода	1000 л
3-й состав:	хлористый аммоний	8 кг
	гипосульфит	2,25 кг
	сульфат аммония	10 кг
	вода	75,25 л

Перед пропиткой ткань предварительно смачивают в воде и сильно отжимают, а затем погружают в приготовленный раствор на 5—10 мин. После пропитки ткань высушивают и разглаживают.

Г л а в а И I I I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСТРОЙСТВЕ И ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

§ 9. Общие положения. Сведения об устройстве основания и фундаментов зданий

Здание представляет собой совокупность отдельных конструктивных элементов.

По своему значению конструктивные элементы в здании могут быть разбиты на главные и второстепенные. К главным конструктивным элементам относятся те, которые несут на себе, кроме собственного веса, нагрузку других элементов здания и его оборудования; нарушение прочности одного из этих элементов может вызвать разрушение здания.

К главным конструктивным элементам следует отнести: 1) фундаменты, 2) стены наружные и внутренние капитальные, 3) опоры или колонны, 4) междуэтажные перекрытия, 5) верхние перекрытия (стропила, фермы) и кровли, 6) лестницы и лестничные клетки.

К второстепенным конструктивным элементам относятся такие, которые, будучи разрушены или повреждены, не нарушают целостности здания, как, например, полы, перегородки, двери, окна.

Огнестойкость здания в целом зависит от огнестойкости его основных, несущих конструктивных элементов, с незначительным учетом огнестойкости некоторых второстепенных.

Огнестойкость любого конструктивного элемента зависит не только от огнестойкости строительного материала, из которого он сделан. Выше было указано, что этернит, изготовленный из огнестойких материалов (цемента и асбеста), проявляет при пожаре отрицательные свойства: ломается, трескается. Причина этого заключается в незначительной толщине материала (4 мм), вследствие чего он быстро прогревается и подвергается разрушению. Это относится к каждому конструктивному элементу: если его выполнить из огнестойких материалов, но незначительной толщины, то он не окажет надлежащего сопротивления дей-

ствию огня. Конструктивный элемент можно считать огнестойким, если он выполнен из огнестойких материалов и имеет размеры, минимально необходимые для сопротивления действию огня во время пожара.

Если конструктивный элемент представляет собой не монолитное устройство, а выполнен, например, из отдельных кирпичей или камней, то в нем имеется раствор, который оказывает влияние на степень огнестойкости элемента.

Конструктивный элемент может представлять собой пустотелое устройство, не всей своей массой сопротивляющееся действию огня.

Следовательно, огнестойкость любого конструктивного элемента зависит от: а) огнестойкости основного строительного материала, б) огнестойкости раствора, если элемент не имеет монолитной структуры, в) принятой толщины материала, г) особенностей устройства, д) качества выполненных работ.

В каждом конструктивном элементе могут быть части несущие и не несущие (заполнения). При определении огнестойкости элемента в первую очередь нужно обращать внимание на огнестойкость и монолитность несущих частей, а затем уже на заполнение.

Основания и фундаменты. Здание должно быть возведено на прочном естественном или искусственном основании.

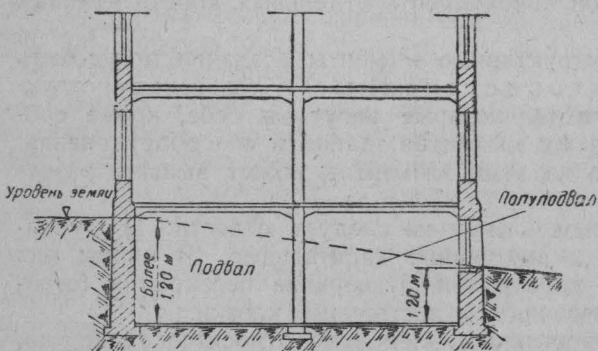
Естественным основанием называется плотный крепкий грунт, выдерживающий нагрузку здания без специального укрепления.

Если грунт слабый, рыхлый, то он требует искусственного укрепления — засыпки песком, щебнем, забивки свай. Такой укрепленный грунт носит название искусственного основания.

Фундаментом называется подземная часть здания, воспринимающая и передающая собственный вес и вес здания основанию. По роду материала фундаменты бывают деревянные и каменные (бетонные, железобетонные, кирпичные и бутовые), а по конструкции ленточные, сплошные и в виде столбов.

Так как фундаменты, находясь в земле, при пожарах почти не подвергаются воздействию высоких температур и не разрушаются, то вопрос об их огнестойкости не имеет значения.

Только в подвальных и полуподвальных этажах, где фундамент служит одновременно и стеной, есть возможность ожидать при пожаре от огня и от действия воды разрушения фундамента, а следовательно, и здания в целом. Поэтому фундаменты в подвальных и полуподвальных этажах должны быть огнестойкими.



Фиг. 4. Разрез подвального и полуподвального этажей.

Подвальным этажом считается такой этаж, пол которого находится ниже, чем на 1,20 м от прилегающей поверхности земли (фиг. 4).

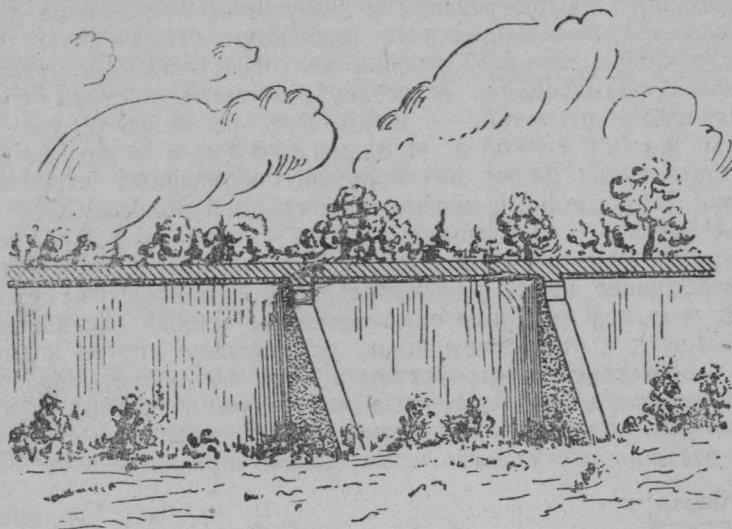
Полуподвальным или иначе цокольным этажом считается такой, пол которого находится не более чем на 1,20 м ниже прилегающей поверхности земли.

§ 10. Устройство стен и их оценка в пожарном отношении

1. Общие сведения. Стены служат основным конструктивным элементом, определяющим степень огнестойкости здания в целом.

Стены подразделяются на: а) наружные и внутренние; б) несущие

и ограждающие; в) монолитные и составные; г) пустотелые и сплошные; д) огнестойкие, полуюгнестойкие, полусгораемые и сгораемые.



Фиг. 5. Контрфорсы.

Наружные и внутренние капитальные стены, будучи несущими элементами здания, должны иметь одинаковую огнестойкость.

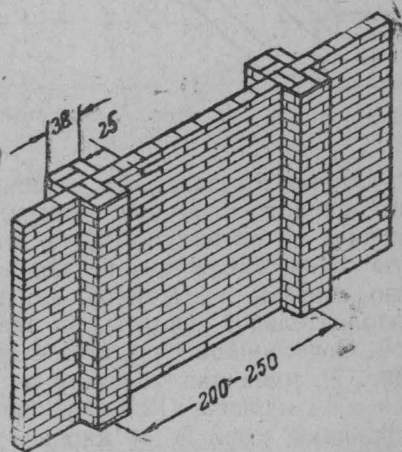
При пожаре разрушение несущей стены вызывает разрушение и других частей зданий, а также и оборудования.

Ограждающая стена не несет нагрузки, кроме своего собственного веса. Ее возводят между столбами или колоннами, служащими несущими конструктивными элементами для ограждения помещений.

При пожарах разрушение ограждающей стены не вызывает разрушения других конструктивных элементов здания. Несущая стена служит в то же время и ограждающей.

В монолитных (набивных, литых) стенах учитывается огнестойкость только того материала, из которого сделана стена. В составных стенах (кирпичных, каменных, штучной кладки) следует учитывать не только огнестойкость основного материала, но и примененного раствора.

Огнестойкость конструктивного элемента, как было указано, зависит от его толщины. Для сплошной стены за толщину при определении огнестойкости можно принимать полную ее толщину, для пустотелой же — только ту часть толщины, на которую действует теплота во время пожара. Для прочности некоторые стены укрепляются контрфорсами (фиг. 5) и пилястрами (фиг. 6).



Фиг. 6. Пилястры.

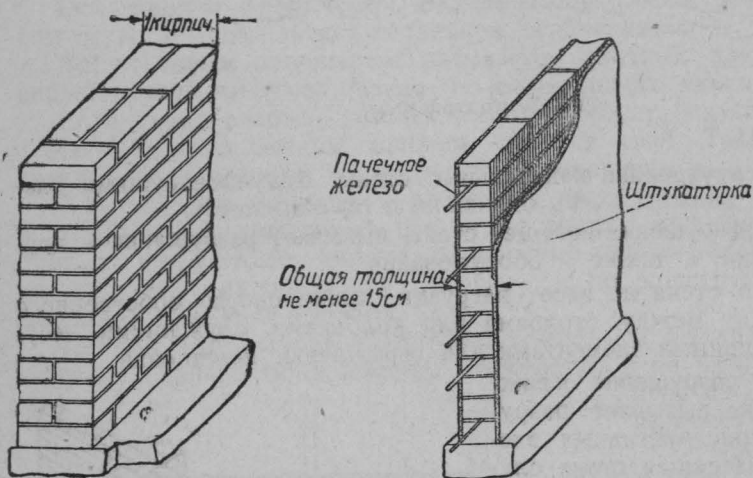
Контрфорсы и пилястры имеют значение и с пожарной точки зрения, как специальные устройства, поддерживающие стены.

2. Стены огнестойкие и полуюгнестойкие. Стены из естественного камня. Огнестойкую стену можно сложить из любого есте-

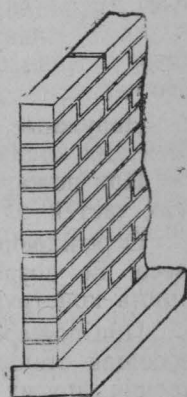
ственного камня, за исключением известняков, как материала неогнестойкого. Благодаря значительной теплопроводности естественных камней и возможного их прогревания и разрушения при пожаре для огнестойких или полугонестойких стен принимают увеличенную толщину: для огнестойких не менее 40 см, для полугонестойких не менее 20 см.

Толщина брандмауера из естественного камня, — стены, служащей противопожарной преградой, — должна быть не менее 50 см.

Стены из красного и силикатного кирпича. Кирпичные стены выкладывают из кирпичей, соединенных строительными растворами. До последнего времени для средней полосы СССР кирпичные стены выкладывали толщиной в 2—2½ кирпича. Кладка производилась на обыкновенных цементных или известковых холодных растворах. В настоящее время для удешевления строительства стены выкладывают меньшей толщины с применением теплых растворов (менее теплопроводных), с уширением швов, оставлением внутри кладки стен воздушных пространств, устройством в швах воздушных зазоров. Кирпичные стены могут быть сплошные и пустотелые. Стены из красного или силикатного кирпича, в зависимости от их толщины и степени огнестойкости раствора, могут быть огнестойкими или полугонестойкими.



Фиг. 7. Огнестойкая стена.



Фиг. 8. Полугонестойкая стена.

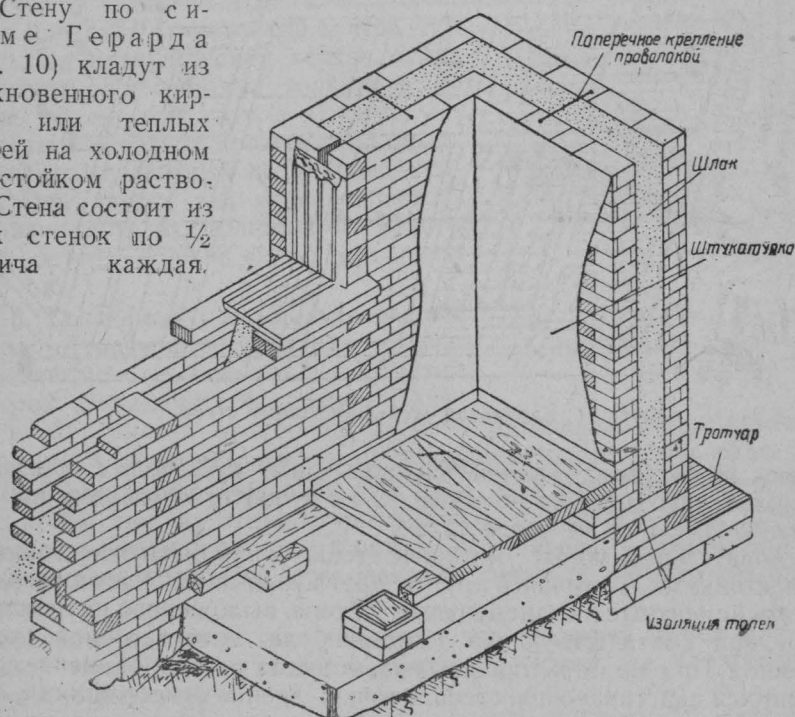
Опыты показали, что кирпичные стены, подвергавшиеся действию интенсивного огня при пожаре, обнаруживали разрушение нормального кирпича на глубину до 6 см от поверхности. Следовательно, не всякую стену, сделанную из кирпича, хотя и огнестойкого материала, можно считать огнестойкой, так как слишком тонкая стена, не имеющая дополнительной защиты, во время пожара может оказаться разрушенной. Огнестойкой считается стена из красного или силикатного кирпича (фиг. 7), имеющая толщину не менее 1 кирпича (25 см). Стена толщиной в ½ кирпича (12,0 см), считается полугонестойкой (фиг. 8). Чтобы кирпичную стену в ½ кирпича можно было считать огнестойкой, требуется дополнительная защита поверхности цементной штукатуркой слоем 1,5 см и увеличение прочности стены за счет прокладки через каждые 3—4 ряда полосового железа. Такой же конструкции стена при толщине в ¼ кирпича (6,5 см) называется железо-кирпичной и считается полугонестойкой. Для железо-кирпичных огнестойких или полугонестойких стен применяется красный кирпич. В нормах обычно не учитывается огнестойкость раствора и только дается минимальная, необходимая для огнестойкости, толщина стены из данного материала. Однако поправку на огнестойкость раствора нужно вводить, особенно если здание предназначается для размещения в нем огнеопасных про-

цессов, например, отнесенных к категориям А, Б и частично В¹. Известковые растворы понижают огнестойкость стены, портланд-цемент — повышает. Применяемые для уменьшения толщины стены теплые растворы и в особенности бесцементные понижают огнестойкость стены, так как при теплых растворах (к тому же менее прочных и огнестойких) 25—30 % объема стены занимают швы и такие стены следует покрывать защитным слоем цементной штукатурки.

На фиг. 9 изображена кладка наружных стен в 1½ кирпича на теплом растворе и виден значительный объем, занимаемый раствором.

При пожаре наиболее нагреваются стены изнутри здания, поэтому защищать кирпич штукатуркой от действия высокой температуры следует в особенности с внутренней стороны. Внутренние же капитальные стены должны иметь защиту с двух сторон.

Стену по системе Герарда (фиг. 10) кладут из обыкновенного кирпича или теплых камней на холодном огнестойком растворе. Стена состоит из двух стенок по ½ кирпича каждая.



Фиг. 10. Элемент стены Герарда.

Пространство между стенками, равное 17—18 см, заполняют утеплителем (котельный или паровозный шлак). При кладке полустен через каждые 3—5 рядов прокладывают полосовое железо. Между собой стенки скрепляют железными стержнями, проволокой 5 мм, или кирпичами.

Если внутри зданий со стенами Герарда возникнет пожар, то действию теплоты будет сопротивляться только полустена, обращенная к очагу пожара, так как вторая полустена, отделенная от первой нетеплопроводным слоем, нагреванию подвергаться почти не будет. При действии огня с двух сторон, полустены Герарда сопротивляются ему

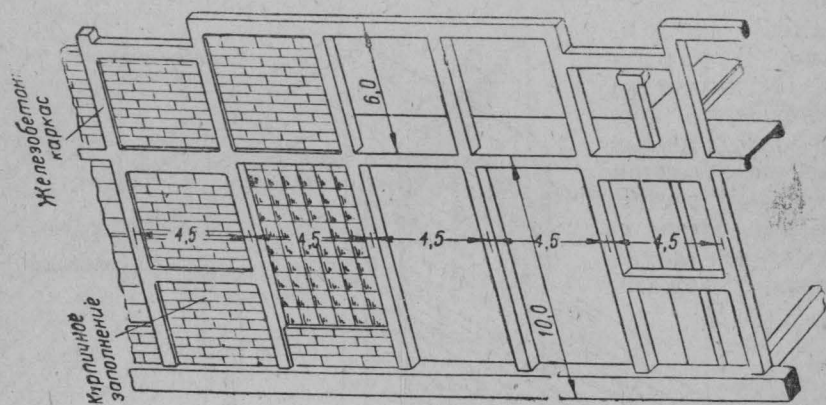
¹ См. главу IV, § 19.

независимо друг от друга. Принимая во внимание, что общая устойчивость стены Герарда в целом зависит от устойчивости каждой полустены в отдельности, можно сказать, что и огнестойкость стены Герарда зависит от огнестойкости каждой полустены.

Если каждую половину стены Герарда сделать в виде железо-кирпичной стены из обожженного кирпича, толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича, и оштукатурить снаружи, то в целом такую стену можно считать огнестойкой.

Стены бетонные и железобетонные, монолитные и сборные. Огнестойкость монолитных бетонных и железобетонных стен зависит не только от огнестойкости основного материала (бетона), но и от толщины принятой конструкции и стены из монолитного железобетона марки не ниже 90 (учитывая и прочность), толщиной не менее 10 см считаются огнестойкими, толщиной менее 10 см и не менее 6 см — полуогнестойкими.

Стены монолитного бетона или из сплошных блоков марки не ниже 70 признаются огнестойкими при толщине не менее 15 см и полуогнестойкими при толщине менее 15 см, но не менее 10 см.



Фиг. 11. Каркасная железобетонная стена.

Стены из бетонных камней, сплошных или пустотелых, считаются огнестойкими при толщине не менее 20 см и полуогнестойкими при толщине менее 20 см, но не менее 12 см.

Следовательно, любые бетонные стены могут быть огнестойкими и полуогнестойкими, отличаясь друг от друга толщиной. Растворы можно применять цементные и безцементные. Стена, выложенная на цементном растворе, при соответствующей толщине будет в достаточной степени огнестойкой. При применении же безцементных растворов, менее сопротивляющихся действию огня, стена, с точки зрения огнестойкости, будет удовлетворительной лишь для зданий, занятых производствами категорий Г и Д.

Каркасные стены. Каркасной считается стена, состоящая из несущей части — заполнения, находящегося между стойками и перемычками каркаса. Для огнестойких стен каркас может быть железобетонный, железный и кирпичный. Заполнение состоит из тех же материалов, которые применяют для кладки стен. Огнестойкость каркасной стены зависит, прежде всего от огнестойкости каркаса, как несущей части, а затем от огнестойкости заполнения.

На фиг. 11 показана стена из железобетонного каркаса и заполнения. Каркас состоит из железобетонных стоек и перемычек между ними, расположенных над окнами каждого этажа, и представляет собой огнестойкую конструкцию. На перемычках укладывается заполнение и покоятся междуэтажные перекрытия.

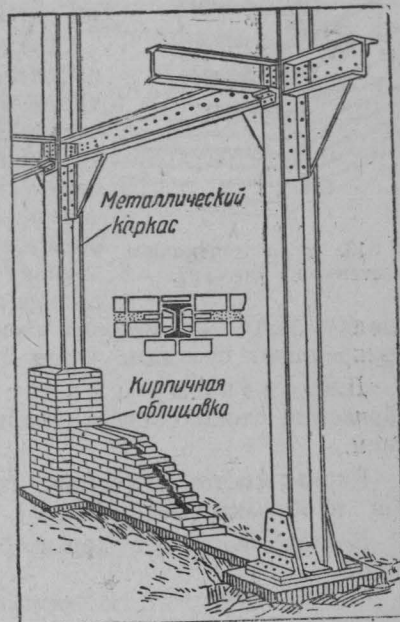
Таким образом, каркас воспринимает вес заполнения междуэтажных перекрытий и крыши. Заполнение, хотя и не служит несущим конструктивным элементом, однако для огнестойкой или полуюгнестойкой стены не должно содержать сгораемых материалов.

Согласно нормам, огнестойкой признаётся стена с железобетонным каркасом толщиной не менее 20 см и огнестойким заполнением.

Если железобетонный каркас имеет толщину менее 20 см и заполнение полуюгнестойкое, то и стена считается полуюгнестойкой.

К заполнению нет необходимости предъявлять в отношении огнестойкости те же требования, что и к несущим стенам. Например, ОСТ 90015—39 устанавливает достаточной толщину заполнений для огнестойких и полуюгнестойких каркасных стен в 0,75 толщины соответственно огнестойких или полуюгнестойких стен из того же материала.

На фиг. 12 показана полуюгнестойкая стена с металлическим каркасом и кирпичным заполнением. Она может быть признана огнестойкой в том случае, если металлический каркас будет защищен слоем бетона толщиной не менее 2,5 см, при этом в качестве заполнителя в бетоне должен быть кварцевый или гранитный щебень или гравий. При других же, менее огнестойких заполнителях, толщина защитного слоя бетона должна быть увеличена до 5 см.



Фиг. 12. Стена с металлическим каркасом и кирпичным заполнением.

3. Сгораемые и полусгораемые стены. Деревянные рубленые стены.

Деревянные стены из бревен, пластин и досок считаются сгораемыми. Однако, в зависимости от породы лесного материала, воздействие пожара на стены, а следовательно, и на все здание может быть различно.

Наиболее сопротивляются действию огня крепкие породы дерева — дуб, ясень, но их редко употребляют для рубки стен; наиболее же распространённые породы строительного дерева: сосна и ель, хорошо поддающиеся обработке, сравнительно легко и быстро загораются и сгорают.

Бревна и пластины, как имеющие значительный объем при незначительной поверхности, сгорают медленно, доски же (дошчатые щиты) сгорают быстро.

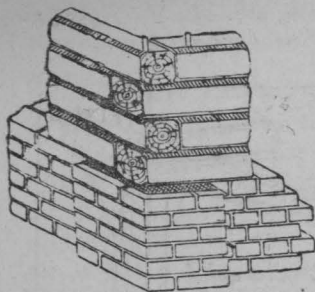
Бревенчатая стена, хотя и сгораемая, будучи массивной, может некоторое время сопротивляться действию огня, в особенности, если бревна гладко обструганы. Опасное место в стене, это пазы, как более тонкие части, содержащие к тому же выступающую наружу паклю (или мох), могущую сравнительно легко затлеть при попадании искр и тем самым поджечь стену.

Во избежание загорания в пазах, паклю (или мох) рекомендуется смазывать глиной или пропитывать огнезащитными составами.

Бревенчатая стена, обшитая тесом, более подвержена загоранию, так как между стеной и обшивкой создаются воздушные пространства, по которым огонь может распространиться и дойти до чердака и крыши. Тесовая обшивка, плотно подогнанная, труднее загорается нежели обшивка фасонным тесом (рустиком, полурустиком, вагонкой),

так как в последнем случае доски в соединениях имеют незначительную толщину.

Стена из брусьев (фиг. 13) наиболее рациональна. Брусья кладут один на другой с прокладкой между ними пакли. В углах чередуется перевязь без врубки, но с применением круглых шипов. Сопротивляемость действию огня такой стены несколько более сопротивляемости бревенчатой рубленой стены, вследствие несколько меньшей поверхности ее и отсутствия тонких частей, пазов в бревенчатых стенах.



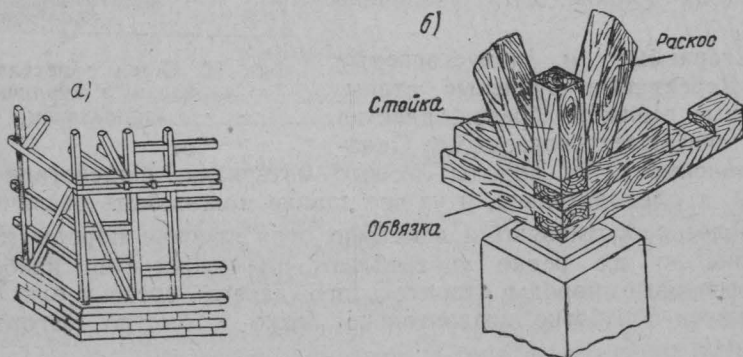
Фиг. 13. Угол деревянной стены из брусьев.

Деревянные бревенчатые или брусчатые стены, защищенные с обеих сторон слоем штукатурки в 2 см, считаются полусгораемыми. В качестве защиты применяют также облицовку в $\frac{1}{2}$ кирпича. Облицовывают уже отстоявшиеся стены, давшие осадку в пазах, в противном случае может быть оставание и даже разрушение облицовки. Облицовку кладут на фундамент, начиная ее с цоколя. Стены перед облицовкой промазываются глиной или глиной с песком и кладку ведут на жирном известковом растворе. Облицовку к стене прикрепляют гвоздями через 5—6 рядов.

Деревянные каркасные (фахверковые) стены. Деревянные каркасные стены состоят из деревянного остова-каркаса с заполнением.

Каркас состоит из стоек, горизонтальных брусьев (ригелей), раскосов и обвязки (фиг. 14-а, б).

В зависимости от характера заполнения каркасные стены могут быть:



Фиг. 14. Деревянный каркас:

а—общий вид, б—узел.

а) каркасно-обшивные, если остов обшит с обеих сторон досками. Такие постройки, как холодные, могут применяться для хранения не возгорающихся материалов (строительных материалов, металла);

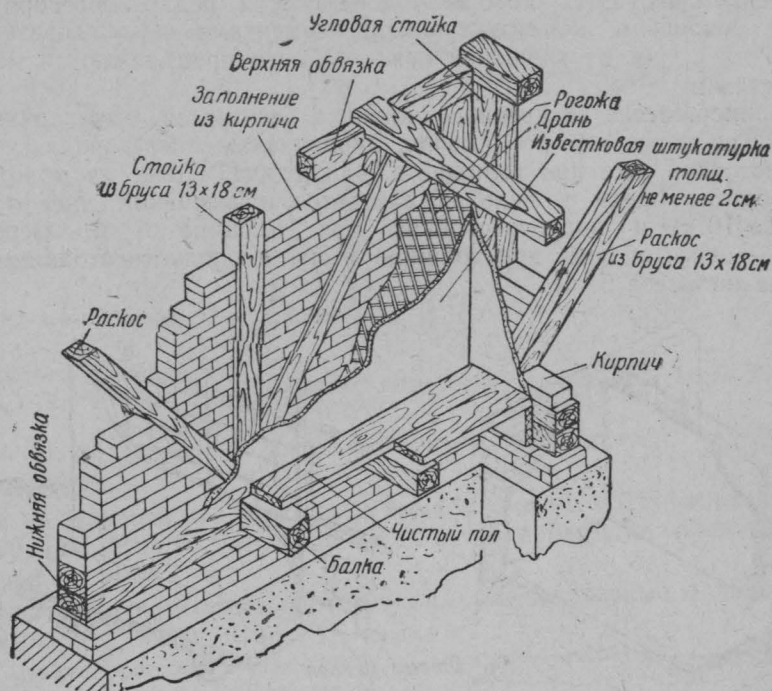
б) каркасно-засыпные, если пространство между обшивкой каркасно-обшивной стены засыпано утеплителем;

в) каркасно-щитовые (стандартные), если каркас заполняется фибролитовыми, соломитовыми и иными тепло-изоляционными щитами или стандартными щитами, в виде плоских дощатых коробок, заполненных опилками или стружками.

Все каркасные стены, представляя собой соединение значительного количества мелкой древесины с большой способностью возгораться, из

деревянных стен наиболее легко сгораемы. Наличие пустот или сгораемых заполнителей еще более способствует сгораемости.

Каркасные сгораемые стены могут быть переведены соответствующей обработкой в полусгораемые.



Фиг. 15. Полусгораемая стена.

Например, полусгораемой стеной считается стена с деревянным каркасом, заполненным фибролитовыми плитами, покрытая с двух сторон слоем штукатурки не менее 2 см, или оштукатуренная каркасно-засыпная стена при засыпке шлаком. Также полусгораемой стеной признается стена с деревянным защищенным каркасом и кирпичным заполнением (фиг. 15). При незащищенном деревянном каркасе, хотя и при кирпичном заполнении, стена считается сгораемой, так как несущей частью служит деревянный каркас (фиг. 16).

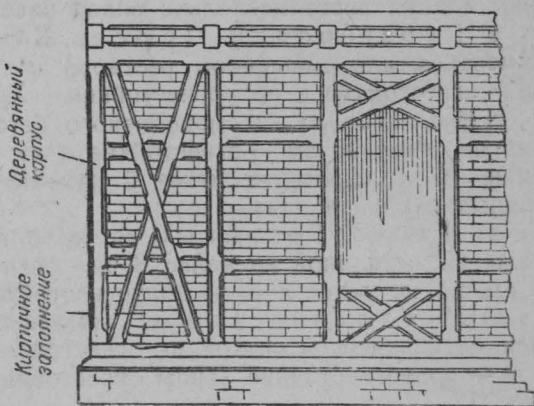
§ 11. Устройство перегородок

1. Определения. Перегородками называются тонкие внутренние стены, предназначенные для разделения помещений.

Перегородки бывают:

а) обыкновенные, устраиваемые по балкам перекрытий, с передачей им собственного веса;

б) висячие, передающие вес стенам и опорам. Устройство висячих перегородок дает возможность избежать передачи веса на междуетажные перекрытия;

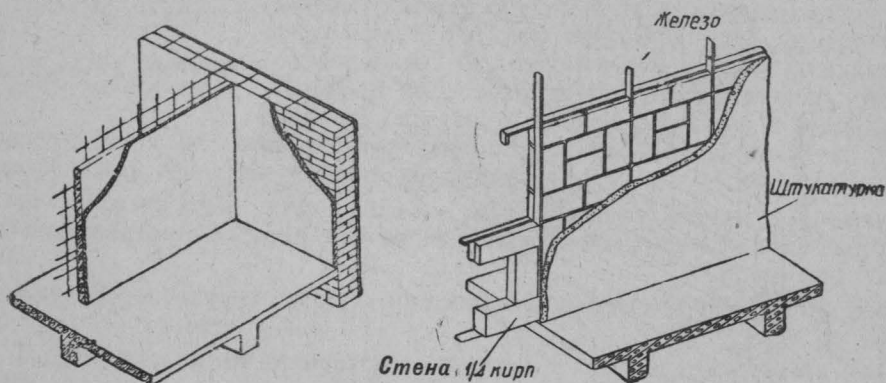


Фиг. 16. Сгораемая стена.

в) несущие, воспринимающие тяжесть вышележащих перекрытий.

По степени огнестойкости перегородки бывают: огнестойкие, полуюгнестойкие, полусгораемые и сгораемые. За исключением несущих, которые применяются редко, перегородки не служат основными конструктивными элементами, а, следовательно, и требования к ним в отношении огнестойкости предъявляются меньшие, чем к стенам.

Например, стена из красного кирпича считается огнестойкой при толщине не менее чем в 1 кирпич, кирпичная же перегородка считается огнестойкой уже при толщине в $\frac{1}{4}$ кирпича. Стена из монолитного железобетона марки не ниже 90 считается огнестойкой при толщине не менее 10 см и полуюгнестойкой при толщине 6 см. Перегородки же — огнестойкими при толщине 8 см и полуюгнестойкими — при толщине не менее 5 см.



Фиг. 17. Огнестойкие перегородки.

2. Огнестойкие и полуюгнестойкие перегородки. К огнестойким и полуюгнестойким перегородкам относятся:

а) Кирпичные в $\frac{1}{4}$ кирпича — огнестойкие.

б) Железо-кирпичные в $\frac{1}{2}$ кирпича — огнестойкие и в $\frac{1}{4}$ кирпича — полуюгнестойкие на цементном растворе с прокладкой в швы кладки через несколько рядов пачечного железа.

в) Перегородки Прюсса. Кирпичные в $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{2}$ кирпича на цементном или смешанном растворе с арматурой из пачечного железа — огнестойкие и полуюгнестойкие.

г) Бетонные из монолитного бетона марки не ниже 90, толщиной не менее 10 см — огнестойкие и из монолитного бетона марки не ниже 70, толщиной не менее 6 см — полуюгнестойкие, а также из бетонных камней и плит.

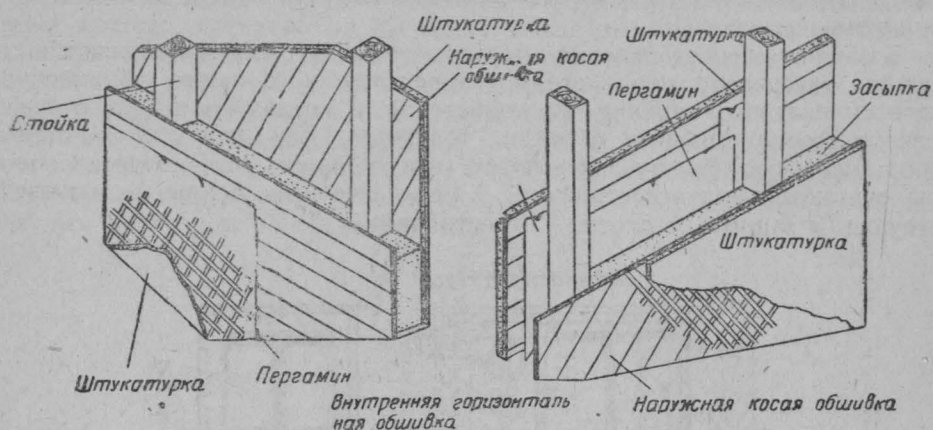
д) Железобетонные из монолитного железобетона марки не ниже 90, толщиной не менее 8 см — огнестойкие и толщиной менее 8 см, но не менее 5 см — полуюгнестойкие.

е) Металлические из железных переплетов с остеклением или металлической сеткой на огнестойкой панели высотой не менее 1 м — полуюгнестойкие. Типы огнестойких перегородок приведены на фиг. 17.

3. Сгораемые и полусгораемые перегородки. К сгораемым перегородкам относятся деревянные, как, например, дощатые, каркасные, фанерные, филентчатые.

Каркасные или каркасно-обшивные перегородки состоят из деревянного каркаса (фиг. 18), обшитого досками. Пространство между каркасом и обшивкой заполняют нетеплопроводным материалом или оставляют пустоту. Каркасные перегородки иногда устраивают шпренгель-

ной (висячей) конструкции. Особо неблагоприятны в пожарном отношении перегородки со сгораемыми засыпками и пустотные, так как в случае пожара огонь по ним распространяется очень быстро и пере-



Фиг. 18. Каркасно-обшивная перегородка.

дается на перекрытия, чердаки и крышу (фиг. 19). Применение таких перегородок недопустимо в зданиях с огнеопасными производствами или хранилищами.

Дощатые и каркасные перегородки, оштукатуренные с двух сторон, считаются полусгораемыми.

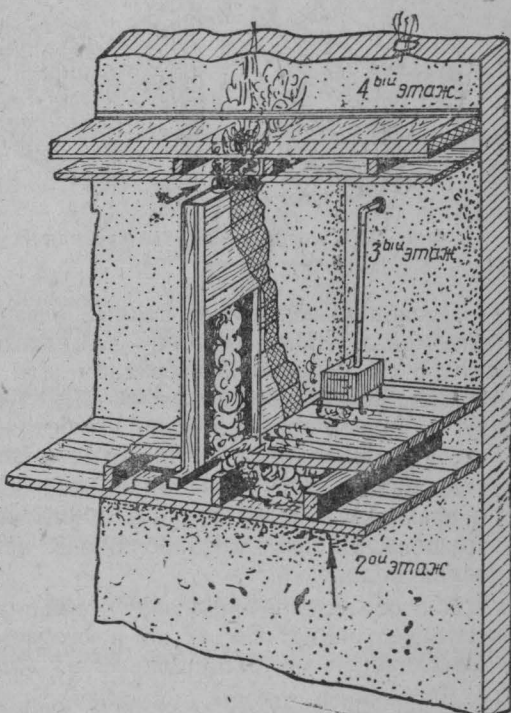
К полусгораемым относятся также перегородки в виде деревянных переплетов, с остеклением или металлической сеткой над полуогнестойкой панелью высотой не менее 1 м.

Кроме того, к полусгораемым перегородкам относятся перегородки из фибролитовых или шлако-алебастровых плит и из плит «дифферент».

§ 12. Оценка огнестойкости опор

Опоры, так же, как и капитальные стены, несут на себе вес междуэтажных перекрытий, покрытия и кровли и имеют вид столбов, стоек и колонн. На огнестойкость опор, ввиду их ответственного значения, необходимо обращать особое внимание.

Стена при пожаре подвергается двухстороннему или одностороннему действию огня. Опора же подвергается всестороннему действию огня. Поэтому и требо-

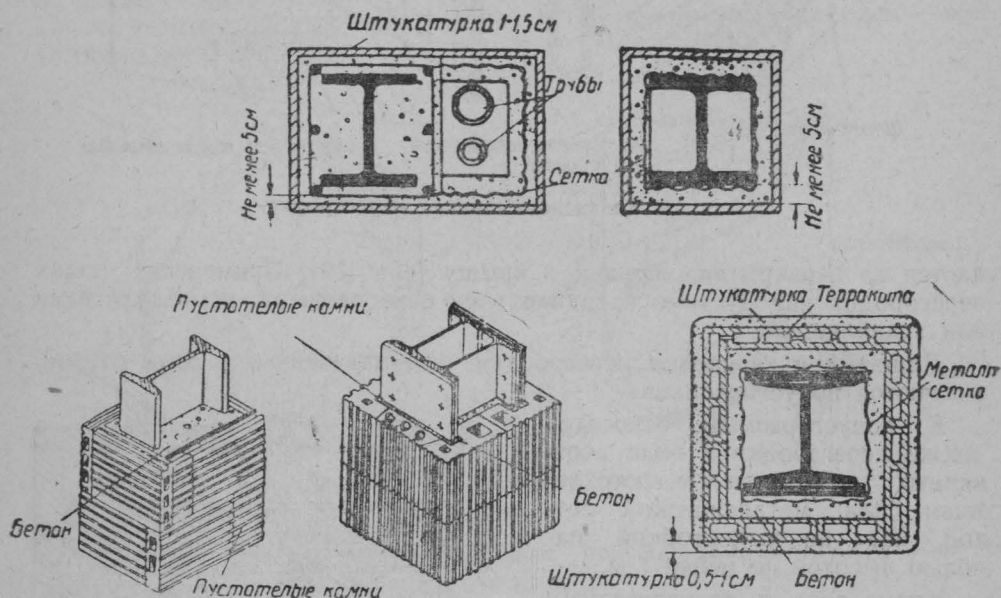


Фиг. 19. Распространение огня по пустотной перегородке.

вания к опорам в отношении огнестойкости предъявляются более высокие, чем к стенам. Например, кирпичная стена из красного или силикатного кирпича считается огнестойкой, если имеет толщину не менее

1 кирпича, опора из того же материала признается огнестойкой, если имеет толщину не менее $1\frac{1}{2}$ кирпичей; стена монолитного железобетона (марки не ниже 90) признается полужогнестойкой при толщине не менее 6 см, опора из того же материала признается полужогнестойкой при толщине не менее 10 см.

Каменные огнестойкие и полужогнестойкие опоры выполняются из тех же материалов, что и стены (из естественного камня, обожженного и силикатного кирпича, железобетона) и отличаются по степени огнестойкости, главным образом, толщиной. Так же, как и стены, опоры из известняка не признаются огнестойкими. Металлические опоры считаются полужогнестойкими, а металлические, покрытые соответствующим защитным слоем, — огнестойкими.



Фиг. 20. Способы защиты металлических колонн, применяемые в США.

Приведем некоторые данные о защите металлических колонн, применяемой в США. Толщину защитного слоя внутренних колонн принимают 5 см и более. Материалом для защиты колонн служит красный кирпич, бетон, клинкер, различные пустотелые бетонные и керамиковые камни. Наилучший материал это бетоно-терракот, ибо он лучше остальных выдерживает действие огня и воды при пожаре.

Колонны многоэтажных зданий воспринимают большие нагрузки, и во время пожара ни при каких условиях прочность их не должна быть нарушена. На фиг. 20 изображены надежные способы защиты металлических колонн.

В строительной практике применяются не только огнестойкие или полужогнестойкие опоры, но и сгораемые (деревянные) или полусгораемые (деревянные, защищенные от возгорания).

Деревянные опоры, находясь в вертикальном положении, обычно подвергаются при пожаре действию огня снизу вверх. Опоры большей частью лишь омываются огнем, скользящим по вертикальной их поверхности, в результате чего происходит обугливание наружных слоев древесины. Образовавшийся слой угля создает до известной степени защитную корку, под которой может происходить только медленное горение.

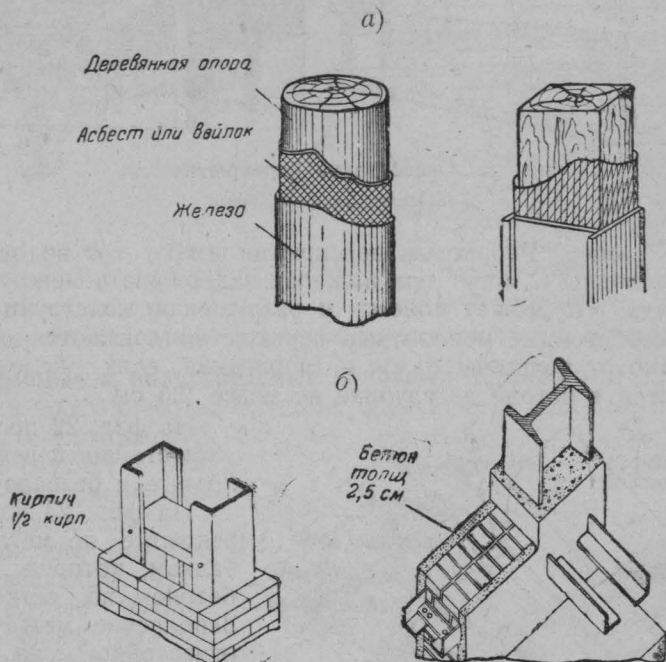
Вода при поливке горячей опоры входит в поры угля, и угольная

корка еще более защищает внутреннюю часть опоры от действия огня.

Если при расчете поперечного сечения деревянных опор учесть возможное ослабление от обугливания наружных слоев древесины во время пожара, то такие опоры могут быть допущены для производственных зданий, занятых неогнеопасными производствами.

Действию огня более длительно сопротивляется деревянная опора, защищенная от возгорания, т. е. полусгораемая.

Защита может быть произведена: обивкой стойки кровельным железом по войлоку, смоченному в глине, или асбестовому картону с тщательным соединением стыков железа в замок или оштукатуркой цементным раствором по сетке Рабица.



Фиг. 21. Колонны:

а— полусгораемые, б—огнестойкие.

На фиг. 21 изображена защита огнестойких и полусгораемых металлических и деревянных опор.

Применение огнезащитных красок пока еще не дает должных результатов и химическая защита может быть использована только для опор, расположенных в сухих помещениях. Для наружных опор химическая защита вследствие слабой водостойкости не применяется.

§ 13. Междуетажные и чердачные перекрытия

Перекрытия подразделяются на балочные, ребристые и безбалочные, а также на плоские и сводчатые.

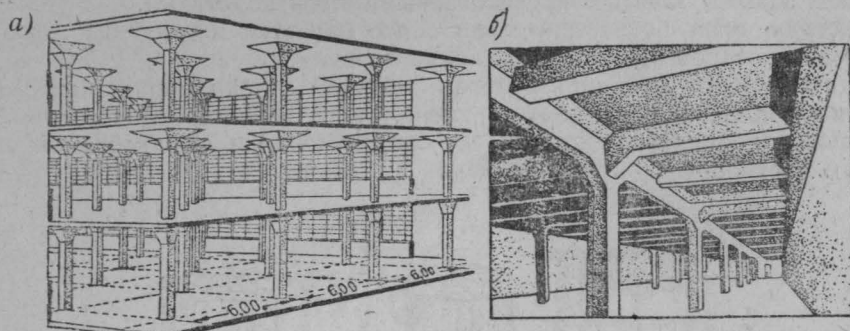
Огнестойкость балочного перекрытия в первую очередь зависит от огнестойкости балок и затем от огнестойкости заполнения.

Безбалочное перекрытие представляет собой плиты, уложенные на опоры или стены. Огнестойкость его зависит от огнестойкости плит. При этом стены и опоры, на которые кладут плиты, должны иметь не меньшую степень огнестойкости.

1. Огнестойкие и полуогнестойкие перекрытия. Огнестойкие и полуогнестойкие перекрытия устраиваются плоские и сводчатые, балочные

и безбалочные. Балочные огнестойкие и полуогнестойкие перекрытия состоят из железобетонных и металлических балок и из огнестойкого или полуогнестойкого заполнения.

Балочные железобетонные перекрытия называются ребристыми, если балки, идущие от опоры к опоре, выступают с нижней части перекры-

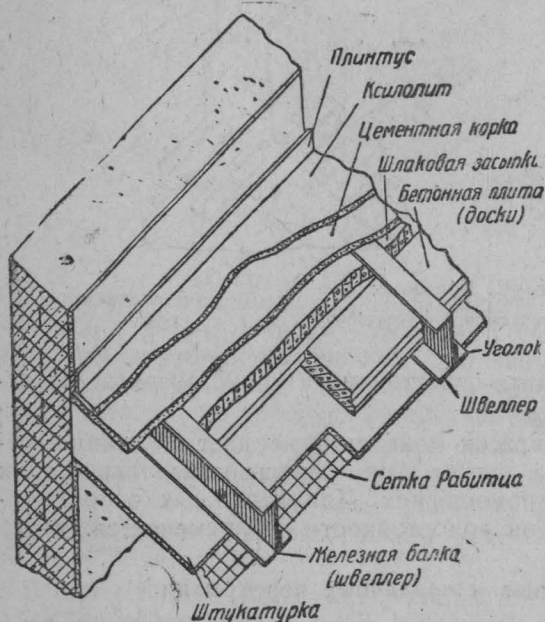


Фиг. 22. Огнестойкие перекрытия:

а—безбалочные, б—балочные.

тия в виде ребер. Ребристые перекрытия имеют тот недостаток, что они звукопроводны и могут при пожарах задерживать между ребер нагретый воздух, что может повести к разрушению конструкции.

Все железобетонные монолитные перекрытия считаются огнестойкими независимо от толщины балок и заполнения, если железная арматура находится в бетоне на глубине не менее 2,5 см.



Фиг. 23. Огнестойкое перекрытие по защищенным балкам.

На фиг. 22 представлены огнестойкие перекрытия: балочные и безбалочные.

На фиг. 23 показано перекрытие по металлическим балкам, которые защищены бетоном по сетке Рабитца. Заполнение между балками огнестойкое из бетонных пустотелых камней и огнестойкой изоляции.

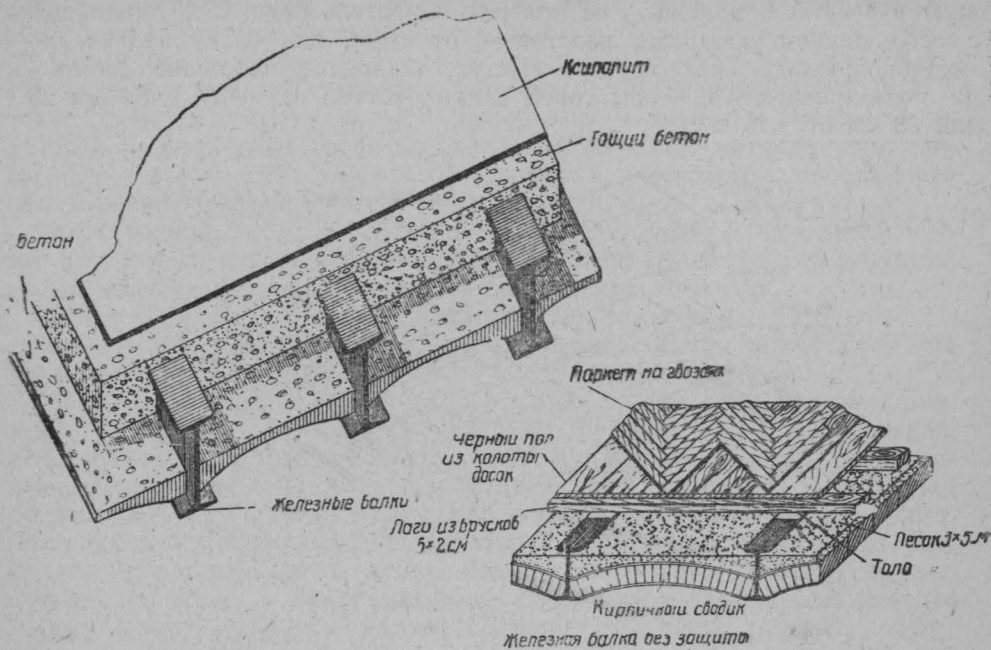
К полуогнестойким перекрытиям относятся, главным образом, такие, несущей частью которых служат незащищенные металлические балки с огнестойким или полуогнестойким заполнением.

Огнестойкие и полуогнестойкие сводчатые перекрытия устраивают из любого стенового материала (кирпича, камня, бетона, железобетона); применяют их, глав-

ным образом, для крытых проездов и над подвалами.

На фиг. 24 и 25 представлены различные типы перекрытий. Огнестойкость их зависит от тех же условий, что и огнестойкость стен,— от огнестойкости основного материала и строительного раствора, а также от толщины. Огнестойкие и полуогнестойкие сводчатые перекрытия отличаются друг от друга только толщиной.

Сводчатые перекрытия из известняков не признаются огнестойкими.



Фиг. 24. Кирпичные и железобетонные сводчатые перекрытия.

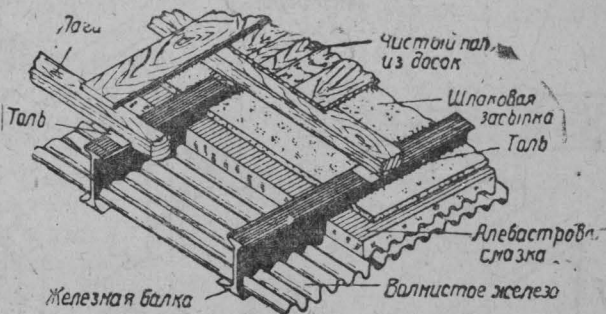
2. Сгораемые и полусгораемые балочные перекрытия. Для балочных перекрытий употребляются круглые, брусчатые и дощатые балки. С точки зрения огнестойкости, круглые и брусчатые балки лучше благодаря массивности древесины.

При ширине помещений, превышающей 4,5—5 м, в случае укладки дощатых балок или балок из пластин, а при круглом лесе или брусках в зависимости от их сортамента (при пролете не более 6 м) укладывают прогоны, на которые и кладут балки.

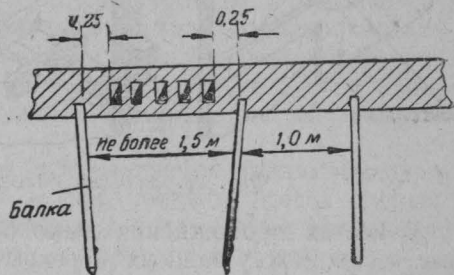
Прогоны, так же, как и балки, изготавливаются из круглого леса, брусьев, досок; применяются также металлические и железобетонные прогоны.

Согласно действующим правилам деревянная балка любой своей точкой должна отстоять от внутренней поверхности дымохода (от дыма) не менее, чем на 25 см при печах периодической топки и не менее, чем на 38 см при печах непрерывной топки и производственных.

Если при проектировании перекрытий укладка деревянных балок совпадает с дымоходом, то надо: раздвинуть балки так, чтобы расстояние между их поверхностями и «дымом» было не меньше указанных выше размеров (фиг. 26), или балку, попадающую

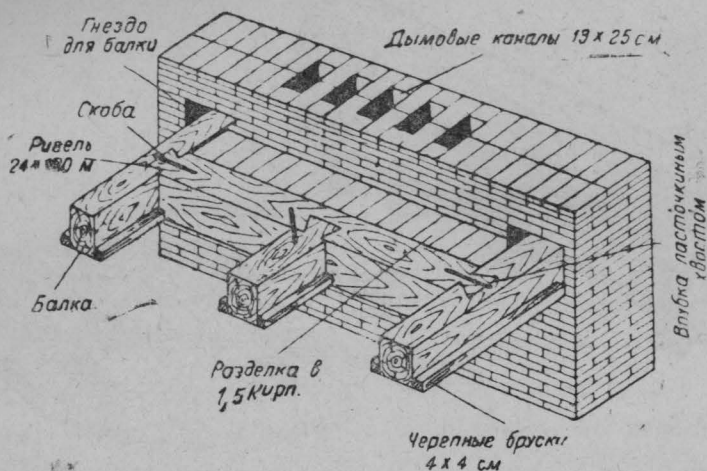


Фиг. 25. Полуогнестойкое перекрытие.

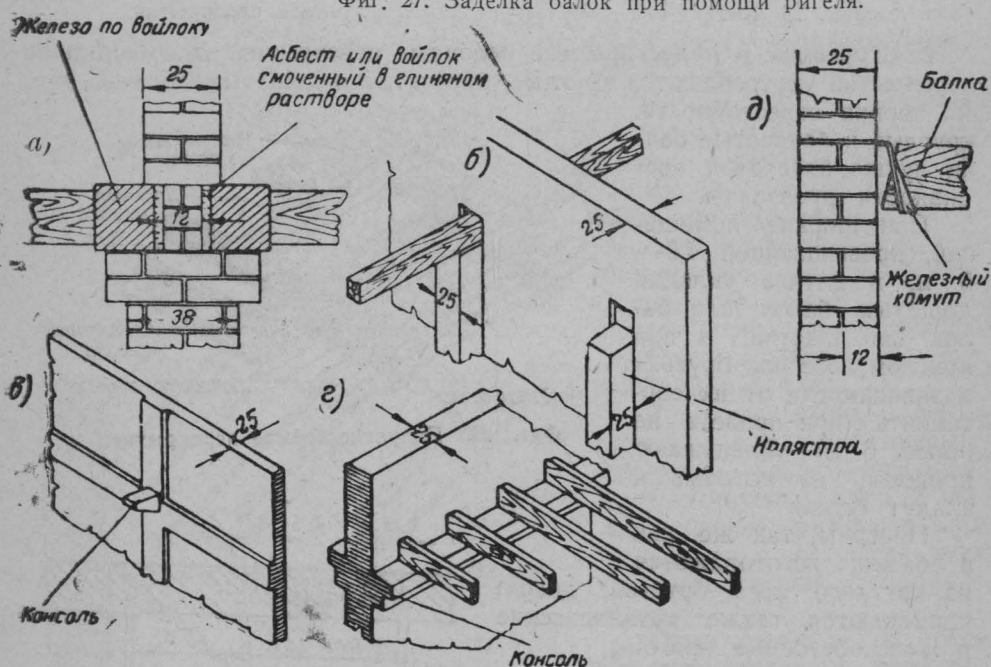


Фиг. 26. Укладка балок при наличии дымоходов.

щую в дымоход, положить на поперечный ригель (фиг. 27), уложенный с соблюдением указанных расстояний от дыма, или балку против дымохода положить на кирпичный выступ, сделанный на стенке дымохода с таким расчетом, чтобы торец балки отстоял не менее, чем на 25 или 38 см от «дыма».



Фиг. 27. Заделка балок при помощи ригеля.



Фиг. 28. Заделка балок в brandmauerные стены.

В местах прохождения дымоходов и коренных труб через деревянные части междуэтажных перекрытий необходимо увеличить толщину стенки дымохода или трубы настолько, чтобы расстояние от дерева до «дыма» было не менее размеров, указанных на фиг. 26 и 27.

В brandmaуерах балки можно заделывать непосредственно в гнездах стен при условии, что между торцами балок толщина стены будет не менее 12 см, а торцы балок будут изолированы (фиг. 28-а).

Кроме того, балки можно укладывать на консоли (фиг. 28-в, г), на пиластры (фиг. 28-б) или прикреплять при помощи железных хомутов (фиг. 28-д).

Заполнение деревянного балочного перекрытия состоит из черного пола, подшивки, тепловой и звуковой изоляции (засыпка и смазка). Поверх перекрытия укладывают чистый пол.

Черный пол укладывают между балок; он служит для поддержания смазки и засыпки, делающих перекрытие более непроницаемым для тепла, воздуха, влаги, звука. Деревянный черный пол может быть устроен наборным, из досок или горбылей (подбор), а также простильным из целых досок, пластин. В чердачных перекрытиях простильный пол заменяет чистый.

На чердачный пол укладывают смазку из глины. В последнее время для смазки стали применять пенобетон и газобетон, обладающий малой звукопроводностью и достаточной огнестойкостью.

Сверху смазку покрывают алебастровым раствором.

На смазку кладут засыпку, увеличивающую нетеплопроводность перекрытия.

Засыпка состоит из строительного мусора, шлака, гари, мелочи. Применение сгораемой засыпки, как, например, опилок, торфа, как правило, не допускается. В крайнем случае можно применять опилки, пропитанные известковым или глиняным раствором в пропорции 1:10. Над смазкой для уменьшения звукопроводности и для проветривания оставляют воздушную прослойку, над которой укладывают чистый пол. Для получения ровной горизонтальной поверхности чистый пол обычно кладут не на балки, а на специальные подкладки — бруски, называемые лагами. Снизу к балкам делают подшивку из досок, которая может быть покрыта штукатуркой.

В деревянных перекрытиях опасное место, это воздушная прослойка, по которой огонь может распространяться в различных направлениях. Для меньшей циркуляции воздуха по воздушной прослойке, а тем самым и уменьшения площади распространения огня, целесообразно воздушные прослойки пересекать уложенными на ребро досками (устанавливать диафрагмы).

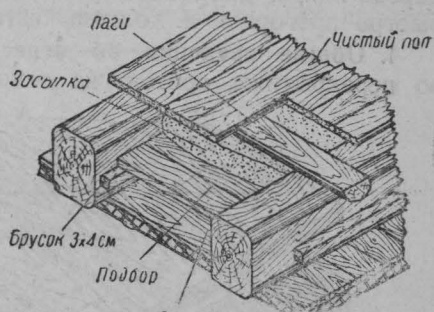
Балочные перекрытия могут быть однопустотные и двухпустотные, когда вторая пустота находится между подшивкой и черным полом. Двухпустотные перекрытия (фиг. 29) наиболее опасны при пожаре.

Чтобы балочному сгораемому перекрытию придать характер полусгораемого, необходимо засыпку и смазку применять из полугонестойких или полусгораемых материалов (причем смазка должна закрыть полностью боковые грани балки), а снизу подшивку перекрытия оштукатурить. Кроме того, для полусгораемого перекрытия требуется и более огнестойкий черный пол, состоящий из массивного материала — накатника (фиг. 30).

Кроме того, для уменьшения пустот и ограничения распространения пожара по перекрытию нижнюю пустоту ликвидируют, врезая черный пол в опорные брусья (фиг. 31). Подшивку в данном случае прибивают к черному полу или же непосредственно производят штукатурку.

3. Сгораемые и полусгораемые безбалочные перекрытия. Безбалочное деревянное перекрытие, это — перекрытие из дерево-плиты (фиг. 32). Такое перекрытие представляет собой вплотную уложенные на ребро доски или бруски, укрепленные на выступах в стене.

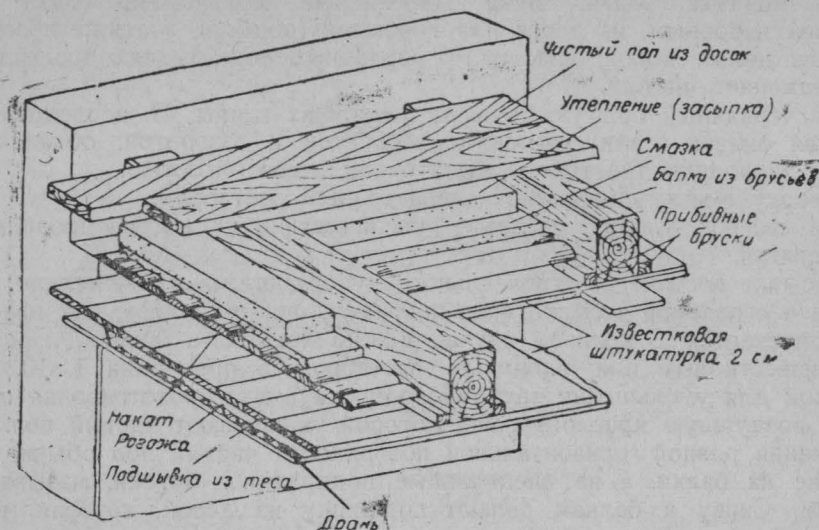
Дерево-плита, незащищенная штукатуркой, считается сгораемой, но по сравнению с балочным пустотным и двухпустотным перекрытием, она более огнестойка. При пожаре распространение огня затруднено,



Фиг. 29. Двухпустотное балочное перекрытие.

поэтому горение всего объема перекрытия одновременно невозможно, а могут происходить лишь выгорания отдельных участков.

Дерево-плита толщиной не менее 9 см, защищенная слоем штукатурки и покоящаяся на полусгораемых или полуогнестойких и огнестойких конструкциях, считается полусгораемой. При меньшей толщине



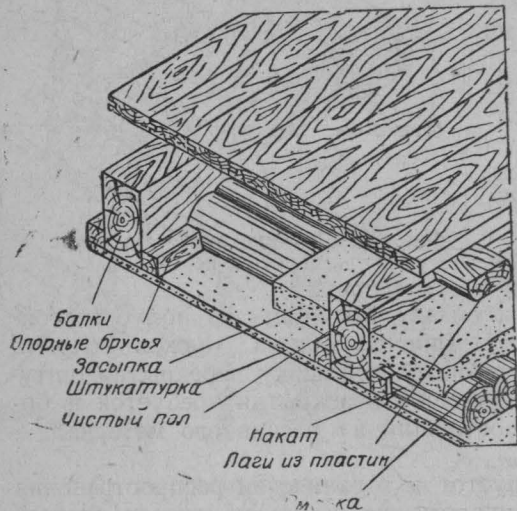
Фиг. 30. Перекрытие с накатником.

дерево-плита, имея защиту только снизу, в верхней части при пожаре быстро прогорает и должна быть отнесена к сгораемым перекрытиям.

4. Общие сведения об огнестойкости полов. Полы, укладываемые по перекрытиям, состоят из основания и пологового настила. Огнестойкость пола зависит, прежде всего, от огнестойкости основания, а затем от огнестойкости настила.

Пол не принадлежит к несущим конструктивным элементам здания, поэтому к его огнестойкости предъявляются меньшие требования, чем к огнестойкости перекрытий.

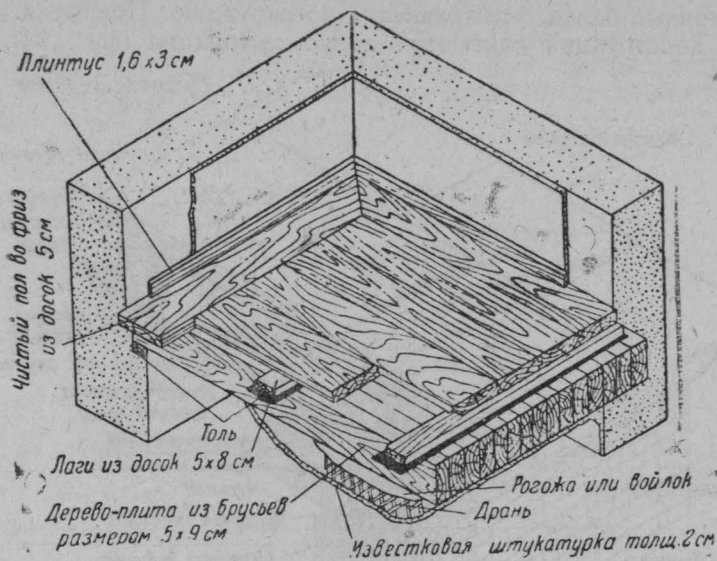
Огнестойкие полы имеют огнестойкое основание в виде бетонной или цементной корки, а настил — огнестойкий, полуогнестойкий и даже полусгораемый: цементные плитки, монолитный бетон, кирпич, камень, асфальт, магнолит, кислolit.



Фиг. 31. Перекрытие с врезанным черным полом.

полуогнестойком перекрытии; они могут быть деревянными, торцовые по огнестойкому основанию или из металлических плит по металлическим балкам.

Полусгораемые полы — деревянные, дощатые, обшитые железом и деревянные без пустот между полом и основанием, например, полы, уложенные по дерево-плите. Полы обыкновенные дощатые, с пустотами между полом и основанием, считаются сгораемыми.

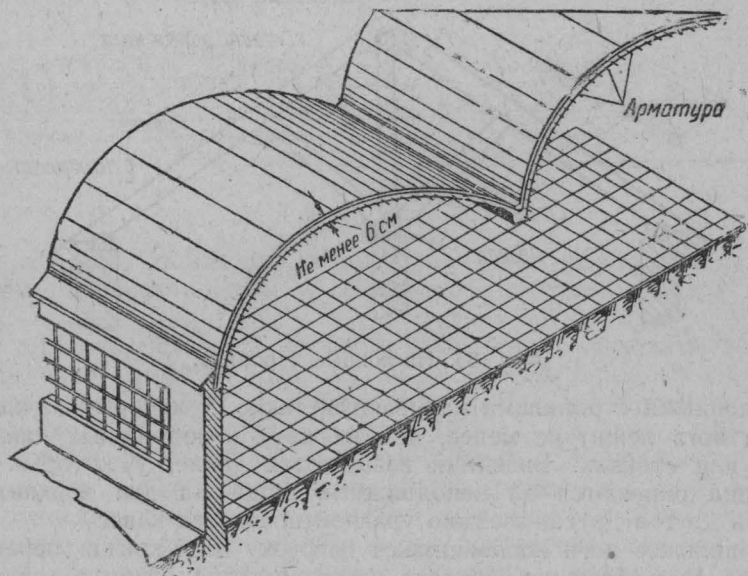


Фиг. 32. Перекрытие из дерево-плиты.

§ 14. Устройство и огнестойкость покрытий

Покрытие или крыша служит для защиты здания от действия атмосферных влияний и состоит из двух частей: несущей конструкции — стропил, ферм и несомой — кровли.

1. Огнестойкие и полугонестойкие покрытия. Огнестойкими покрытиями считаются железобетонные. Для перекрытия больших пролетов



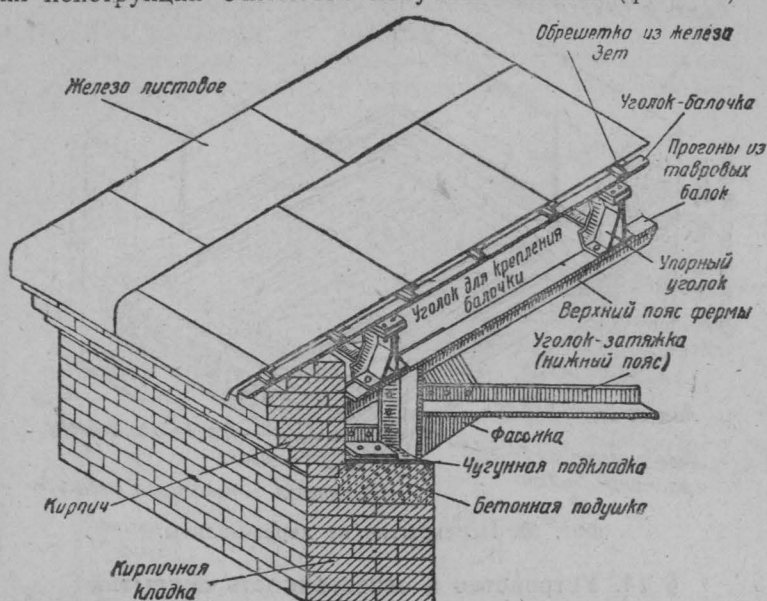
Фиг. 33. Свод Кольба.

фабрично-заводских зданий применяют железобетонные рамные конструкции, состоящие из стоек и балок.

Рамные конструкции имеют различные формы с наклонными и вертикальными стойками и наклонными криволинейными и ломаными ригелями; они бывают одно- и многопролетными.

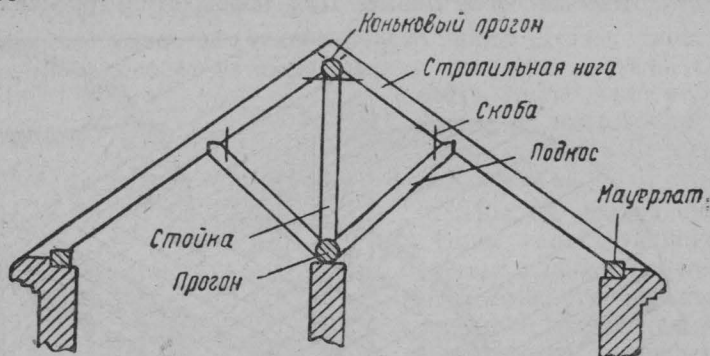
Из огнестойких покрытий легкого типа можно отметить тонкостенный железобетонный свод Кольба (фиг. 33), в котором отсутствуют

промежуточные балки, утяжеляющие конструкцию. Покрытия из металлических конструкций считаются полуюгнестойкими (фиг. 34).



Фиг. 34. Полуогнестойкое покрытие.

2. Сгораемые и полусгораемые покрытия и фермы. Простейшая сгораемая конструкция покрытия это — стропила: наслонные (фиг. 35) и висячие (фиг. 36).



Фиг. 35. Наслонные стропила.

Наслонными стропилами называются такие, у которых каждая стропильная нога лежит не менее, чем на двух неподвижных опорах: на стенах или стойках. Висячими называются такие, у которых нижние два конца опираются на неподвижные опоры, а два верхних конца, упираясь друг в друга, взаимно уравниваются навесу.

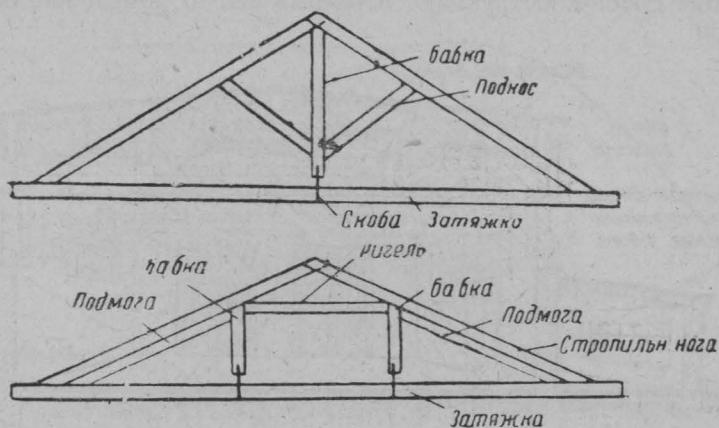
Стропильные ноги воспринимают нагрузку всей крыши, передавая ее на стены. Во избежание передачи нагрузки крыши лишь в точки соприкосновения стропильных ног со стенами, а не по всей длине стен, под стропильные ноги вдоль стен закладывают горизонтальные брусья (мауэрлаты), в которые и врезают стропильные ноги.

Для укрепления стропил и равномерной передачи давления их на опоры, укладывают прогоны, а также устанавливают подкосы и стойки.

Чтобы уничтожить горизонтальный распор стропильных ног, ставят дополнительные связи, называемые ригелями.

С точки зрения пожарной безопасности наслонные стропила, имеющие для каждой ноги несколько точек опор, надежнее висячих, так как

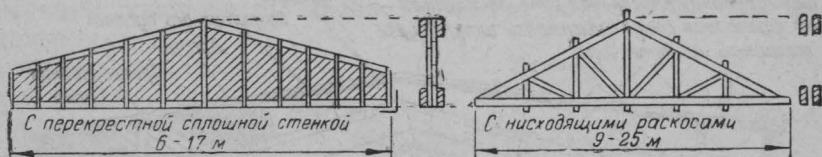
в случае перегорания одной стропильной ноги другая нога может остаться неповрежденной. При перегорании же стропильной ноги висячих стропил возможен их обвал.



Фиг. 36. Висячие стропила.

Висячие стропила, имея опоры на стенах, стремятся расправить стены здания. Во избежание этого ставят затяжку, в которую врубают концы стропильных ног (см. фиг. 36).

При пожарах внутри здания высокая температура и огонь обычно устремляются кверху и стропильные затяжки, находясь на пути движения огня, могут перегореть. Нарушение прочности затяжек может



Фиг. 37. Фермы.

повлечь за собой увеличение распора стен и их разрушение. Поэтому необходимо принимать меры к сохранению во время пожара целостности затяжек.

При установке стропил на место необходимо обращать внимание, чтобы ни одна из частей стропил не проходила близко к дымоходу. Наименьшее допускаемое расстояние от стропил до наружной поверхности дымохода должно быть не менее 10 см, а до дыма — 25—38 см.

Стропильные фермы из брусьев или бревен громоздки, а потому в промышленных зданиях часто встречаются фермы из досок. К таким фермам относятся плоскостные системы: сплошные и сквозные (фиг. 37).

Сплошные конструкции обычно имеют двутавровое сечение со сплошной или составной стенкой между брусьями; заполнение из досок или фанеры.

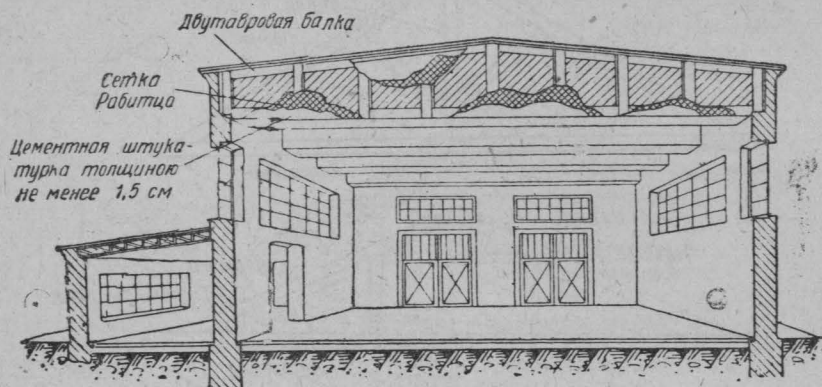
Сквозные конструкции разделяются на балочные (фиг. 38) и рамные (фиг. 39).

Плоскостные фермы из досок и брусьев представляют собой опасную в пожарном отношении конструкцию. Они не массивны; элементы их (стойки, раскосы, пояса) тонки и их имеется значительное количество. Следовательно, такая конструкция содержит значительное количество древесины с большой по сравнению с объемом поверхностью.

Кроме того, каждый элемент несет определенную нагрузку, и перегорание любого из них отрицательно отражается на прочности фермы в целом. Особенно опасно перегорание в узлах. Плоскостные фермы

могут быть и полусгораемыми, если они, например, оштукатурены по сетке Рабицца.

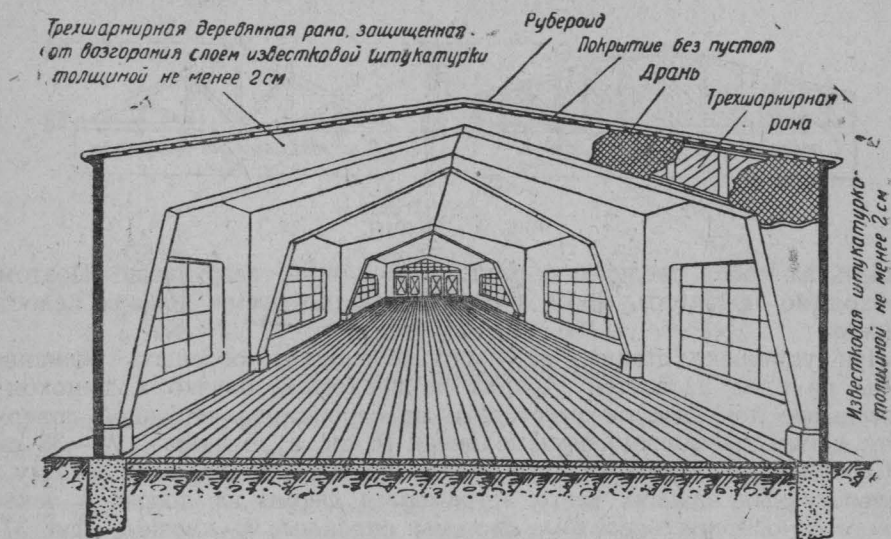
Из брусьев и досок устраивают и пространственные системы, представляющие собой конструкцию, перекрывающую помещение без каких-либо ферм.



Фиг. 38. Полусгораемое покрытие по балочным фермам.

К пространственным системам относится: а) двойной гнутый свод Шухова-Брода, б) кружально-сетчатый свод Цолингера (Цольбау) и в) своды-оболочки.

Свод Шухова-Брода (фиг. 40) состоит из продольных прогонов, к которым прибивают верхний и нижний рабочий настил из гнутого лес-

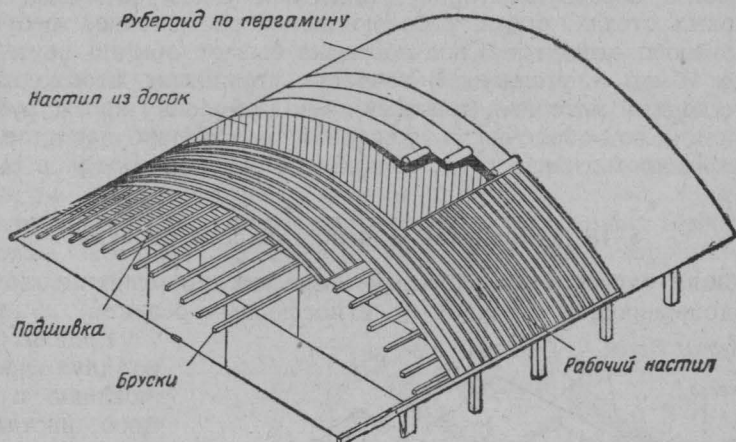


Фиг. 39. Рамное полусгораемое покрытие.

ного материала, служащего несущей частью свода. Верхний рабочий настил кладут вразбежку и к нему под углом в 45° пришивают кровный настил, по которому выкрывают кровлю (железом или толем). Чтобы получить утепленную кровлю в пространство между верхним и нижним настилом кладут утепление из фибrolита или легких огнестойких или полуюгнестойких термоизоляционных материалов. Для устранения распора из-за гнутой конструкции настилов свод Шухова-Брода стягивают металлическими затяжками.

Недостаток этого свода заключается в наличии воздушной прослойки между настилами, которая не устраняется даже при устройстве

утепления, так как последнее со временем обычно дает осадку и образует внутренние пустоты. Верхний рабочий настил, положенный вразбежку, создает возможность распространения огня не только вдоль прогонов, но и в поперечном направлении. Наличие прослойки и раз-



Фиг. 40. Свод Шухова-Брода.

бежки вызывает и распространение дыма, что вводит в заблуждение пожарную команду при тушении пожара и иногда заставляет вскрывать кровлю там, где огня нет. Вскрытие свода Шухова-Брода затруднительно и вызывает значительные разрушения.

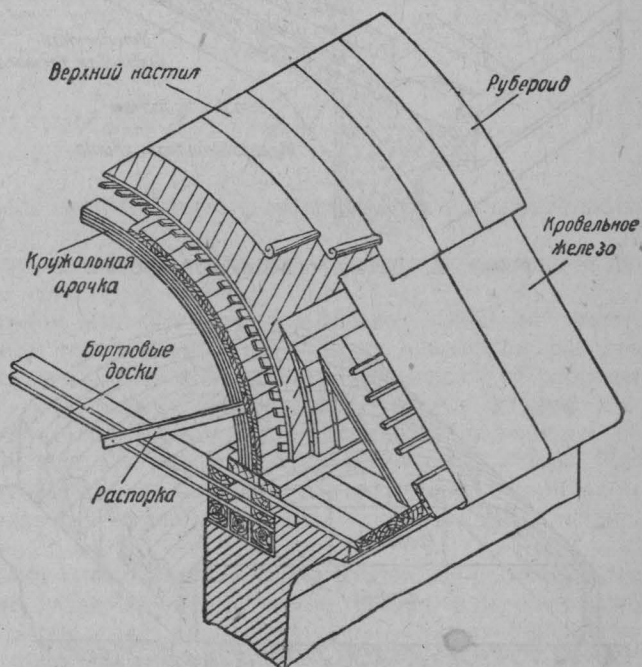
Кружально-сетчатый свод Цолингера состоит из дощатых косяков, соединенных ромбообразно в виде сетки при помощи болтов или скоб.

Кружально-сетчатый свод так же, как и двойной гнутый, дает распор, который передается на мауерлатные брусья и воспринимается затяжкой.

Свод Цолингера делается с утеплением и без утепления. В утепленном своде имеется нижний настил и ромбы заполняют утеплением. По кружальной сетке пришивают верхний настил и по нему еще защитный под углом 45° .

Несущей частью в своде Цолингера служат соединенные между собой косяки, представляющие сетку свода. Для

уменьшения пожарной опасности целесообразно защищать ее от возгорания подшивкой, с дальнейшей оштукатуркой поверхности. Внутреннее же распространение огня в этом своде ограничено.



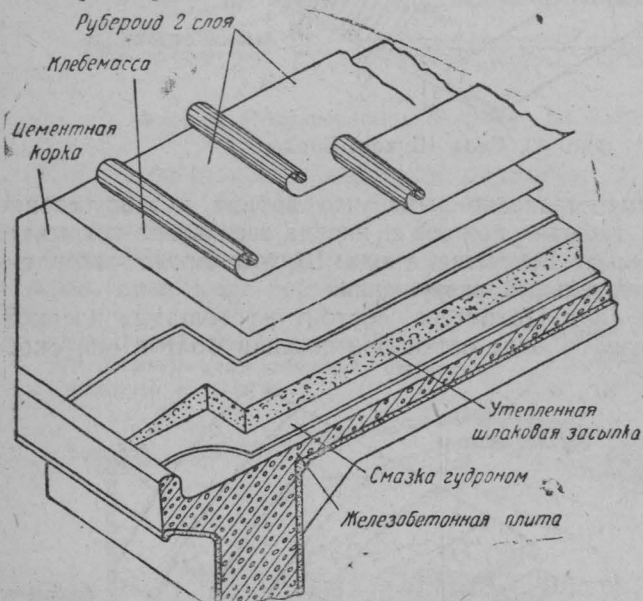
Фиг. 41. Свод-оболочка.

Свод-оболочка (фиг. 41) представляет конструкцию, в которой несущей частью служат арочки, состоящие из досок, уложенных друг на друга плашмя и скрепленных гвоздями.

По арочкам под углом 45° кладут дощатый настил, а по нему второй настил в обратную сторону, тоже под углом 45° . Свод покоится на торцовых стенах; борта, работающие на растяжение, требуют сильного бортового элемента. Свод-оболочка бывает обычно неутепленной; но может быть и утеплен. В качестве утеплителя необходимо употреблять твердый материал (плитный). Свод-оболочку кроют рубероидом или толем. Свод-оболочка в пожарном отношении представляет такую же опасность, как и система покрытий Шухова-Брода и Цолингера (Цольбау).

§ 15. Устройство и огнестойкость кровель

1. Общие определения. Кровлей называется верхняя оболочка крыши, предохраняющая строение от атмосферных осадков.



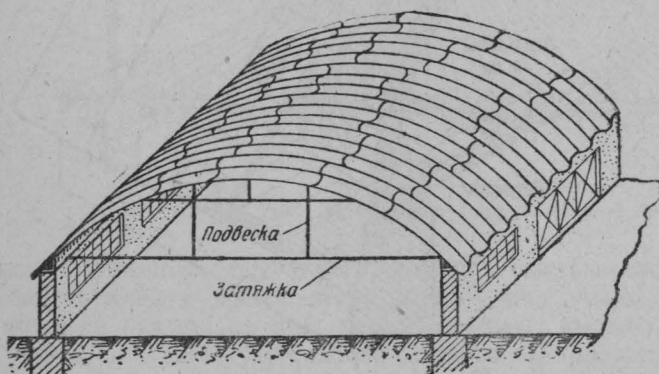
Фиг. 42. Деталь огнестойкой кровли.

Кровля состоит из двух частей: основания и кровельного настила (покрова). Огнестойкость кровли зависит от огнестойкости основания (в первую очередь, как несущей части) и от огнестойкости покрова (кровельного материала).

Кровля должна быть покрыта таким материалом, чтобы она не воспламенялась от падающих на нее искр.

Кровли бывают железные, толевые, рубероидные, гольцементные, шиферные, сланцевые, черепичные.

2. Огнестойкие и полугогнестойкие кровли. Огнестойкой кровлей считается, например, конструкция из железобетонных плит. Утепление огнестойкой кровли должно быть выполнено из огнестойких материалов, но покрыто может быть толем или рубероидом. Эти материалы не снижают



Фиг. 43. Полуогнестойкая кровля.

огнестойкости утепленной железобетонной кровли в целом (фиг. 42).

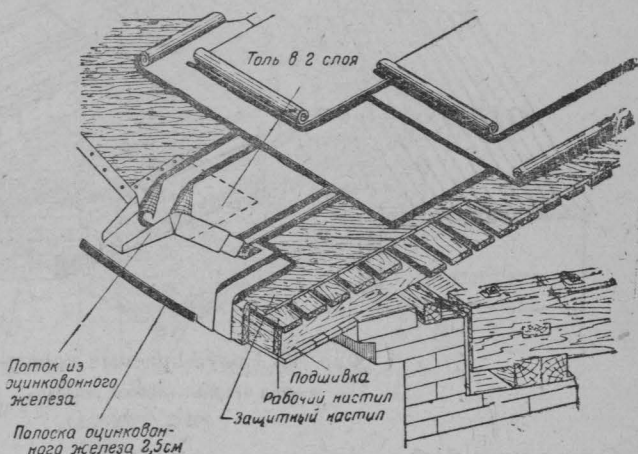
Полугогнестойкие кровли (фиг. 43) должны иметь полугогнестойкие основания и полугогнестойкий или огнестойкий кровельный материал:

железные, черепичные, асбестоцементные кровли, крытые по железному основанию.

Утепление поверх полуогнестойкой кровли также должно быть полуогнестойким и может быть сверху покрыто толем или рубероидом, причем пониженная их огнестойкость не уменьшает огнестойкости кровли в целом.

Например, конструкция, состоящая из металлических ферм, поверх которых уложено волнистое железо и пенобетонные плиты с толевым или рубероидным настилом, считается полуогнестойкой, но пенобетон слишком хорошо впитывает в себя влагу, а потому поверх его приклеивают в два слоя толь. Покрытие толем мало влияет при такой конструкции на огнестойкость кровли в целом.

3. Сгораемые и полусгораемые кровли. К сгораемым кровлям относятся такие, которые имеют сгораемое основание, например, в виде дощатой опалубки или обрешетки и покрыты сгораемым кровельным материалом. Сгораемые кровли — тесовая, драночная, гонтовая, толевая и рубероидная по сгораемым основаниям. Они не удовлетворяют основному противопожарному требованию — падающие на них искры зажигают их. Толевые, драночные и гонтовые кровли применяются в промышленном и городском строительстве на временных постройках, а также в сельском строительстве.



Фиг. 44. Устройство сгораемой кровли.

Из сгораемых кровель наиболее часто встречаются в строительстве толевая и рубероидная.

Эти кровли кроют по сплошной опалубке, с плотной пригонкой досок и простругиванием стыков и кромок.

По стропилам, фермам или балкам укладывают рабочий настил (опалубку) из досок (или теса), расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Верхний защитный настил пришивают к рабочему под углом в 45° (фиг. 44). Опалубку покрывают двумя слоями толя или рубероида по клеемассе. Клеемасса применяется в горячем состоянии; при остывании она крепнет и прочно приклеивает толь. Первый слой толя или рубероида приклеивают параллельно карнизному краю кровли, второй слой — перпендикулярно предыдущему, начиная от конька.

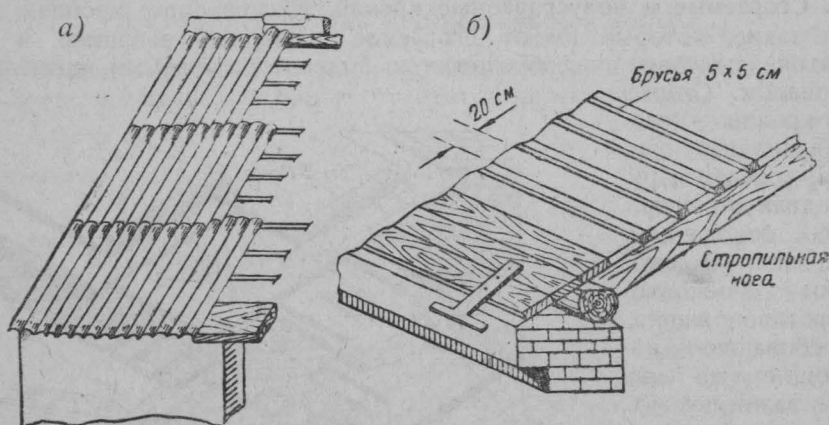
Однослойное покрытие крыш толем или рубероидом производится по одиночной опалубке, устроенной вчетверть, шпунт или с хорошей прифуговкой досок. По опалубке перпендикулярно коньку пришивают бруски, к которым и прибиваются гвоздями листы толя.

Временные строения иногда покрывают толем в один слой параллельно коньку внахлестку и прибивают гвоздями. Поверхность кровли покрывают смолой и посыпают крупным песком.

Полусгораемая кровля должна иметь полусгораемое основание, полусгораемый или полуогнестойкий кровельный материал. Однако полусгораемое основание применяют не часто. Обычно встречается

сгораемое основание (деревянное) и полугостойкий кровельный материал (например, железная, черепичная, этернитовая и другие кровли по деревянной обрешетке). Кровля не принадлежит к несущим конструктивным элементам, поэтому требования в отношении ее огнестойкости могут быть пониженные и так как назначение кровли — защищать здание от пожара с наружной стороны, то кровля, состоящая из огнестойкого или полугостойкого кровельного материала, уложенного по сгораемому основанию, может считаться полусгораемой. К полусгораемым кровлям относятся:

Железная кровля делается по обрешетке из брусков 5×5 см, расположенных друг от друга на расстоянии 20 см, или из горбылей.



Фиг. 45. Полусгораемые кровли:

а — под этернит, б — под железо.

Этернитовая кровля — по обрешетке или сплошной опалубке. Покрытие ведут от карнизного края. Пластины прибивают к опалубке оцинкованными гвоздями с широкими шляпками и укрепляют от действия ветра особыми медными кнопками.

Асбофанерная кровля производится по обрешетке сплошной или брусчатой. Покрытие асбофанерой мало отличается от этернитового.

Покрытие волнистой асбофанерой производится по обрешетке. Листы асбофанеры необходимо укладывать внахлестку.

На фиг. 45 изображены полусгораемые кровли.

Этернитовые кровли (также и асбофанерные) с точки зрения огнестойкости при воздействии огня снаружи надежнее железных, в силу меньшей их теплопроводности. При пожаре же внутри здания, когда горит опалубка, этернит трескается и отлетает, и горение усиливается.

Черепичная и сланцевая кровли удовлетворительнее этернитовой. Они обладают большой огнестойкостью, прочностью и долговечностью.

Обрешетка под черепичную и сланцевую кровли делается из деревянных брусков.

Гольцементная кровля состоит из слоя пергамина и двух или нескольких слоев изоляционной бумаги «Геркулес», наклеенных друг на друга при помощи мастики.

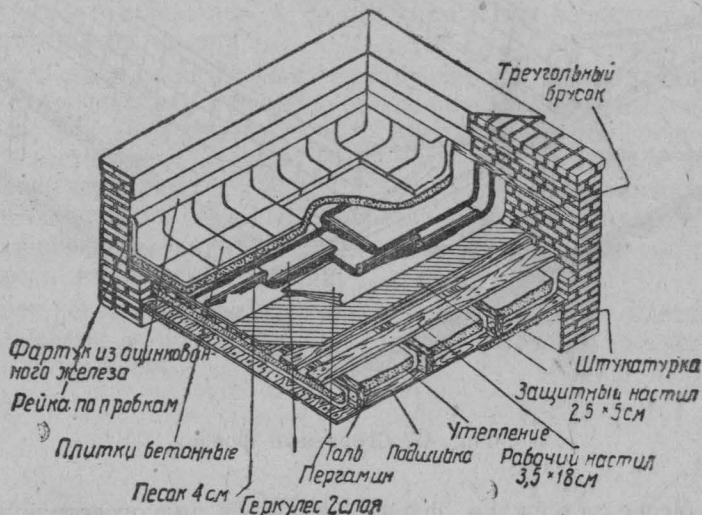
Основанием под полусгораемую гольцементную кровлю может служить деревянная опалубка.

При устройстве гольцементной кровли по деревянному основанию наносят по защитному настилу горячую массу, на которую наклеивают слой пергамина. Листы пергамина нужно наклеивать внахлестку. После

этого наклеивают таким же образом бумагу «Геркулес», перпендикулярно слоям пергамина, затем наносят слой песка в 4—5 см, а сверху укладывают тонкие бетонные плитки (фиг. 46), которые служат защитным слоем для деревянного основания сверху.

При устройстве утепленной кровли следует обращать внимание на то, чтобы она была в достаточной степени безопасной в пожарном отношении.

Утепленные кровли нужно устраивать по возможности без соединений с атмосферой воздушных прослоек. Если, ввиду особой необходимости, и устраиваются сообщения с атмосферой (продухи), то допускать их применение можно только для цехов с неогнеопасными производствами. При этом необходима разбивка всей площади крыши на



Фиг. 46. Гольцементная кровля.

отдельные узкие 8—10-метровые участки путем устройства внутренних противопожарных преград (диафрагм) в виде насыпки отдельных слоев шлака или пемзы или установки на ребро деревянных досок, защищенных от возгорания. Утепленные кровли со свободной циркуляцией воздуха по всем направлениям нежелательны, так как огонь при пожаре быстро распространяется и пожарным командам трудно вести с ним борьбу. Кроме того, дым во время пожара показывается почти во всех вентиляционных продухах и затрудняет отыскание очага огня.

4. Фонари. Фонарями называют части конструкций верхнего покрытия зданий, устраиваемые для создания верхнего освещения при больших размерах зданий и сооружений, в особенности промышленного характера.

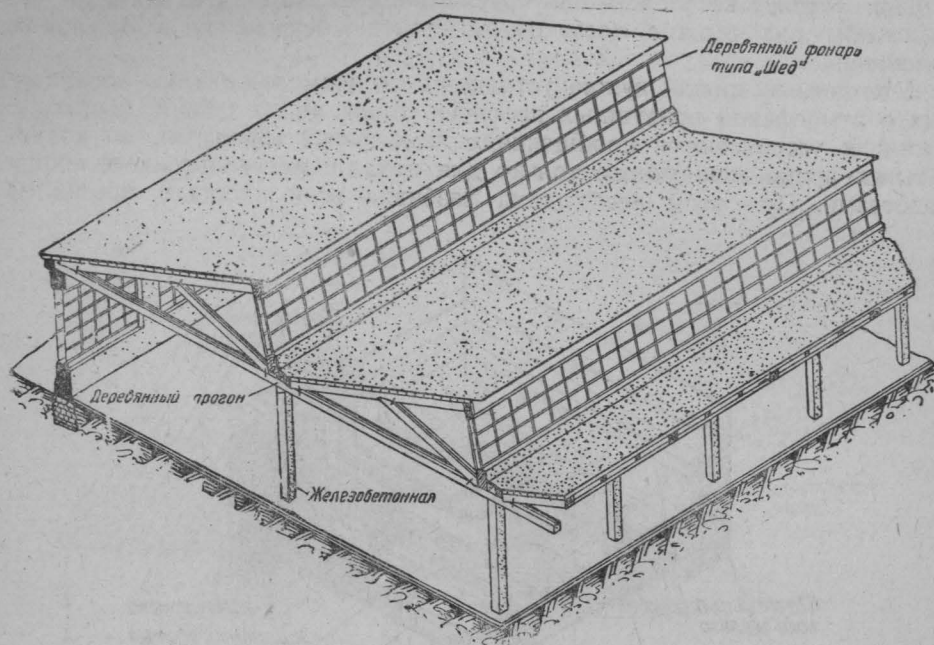
Фонари бывают вертикальные и наклонные, продольные и поперечные.

Основные типы фонарей: обыкновенные, вертикальные, прямоугольные, треугольные, односторонние, вертикальный шед, наклонный шед, двусторонние трапециевидные, комбинированные типа «Понд», смешанные типа «Баттерфлей».

Каждый фонарь состоит из несущей части (стоек, ригелей, обвязок), переплетов и остекления. Следовательно, и огнестойкость фонаря зависит от огнестойкости его несущей части, переплетов и остекления и должна соответствовать огнестойкости покрытия.

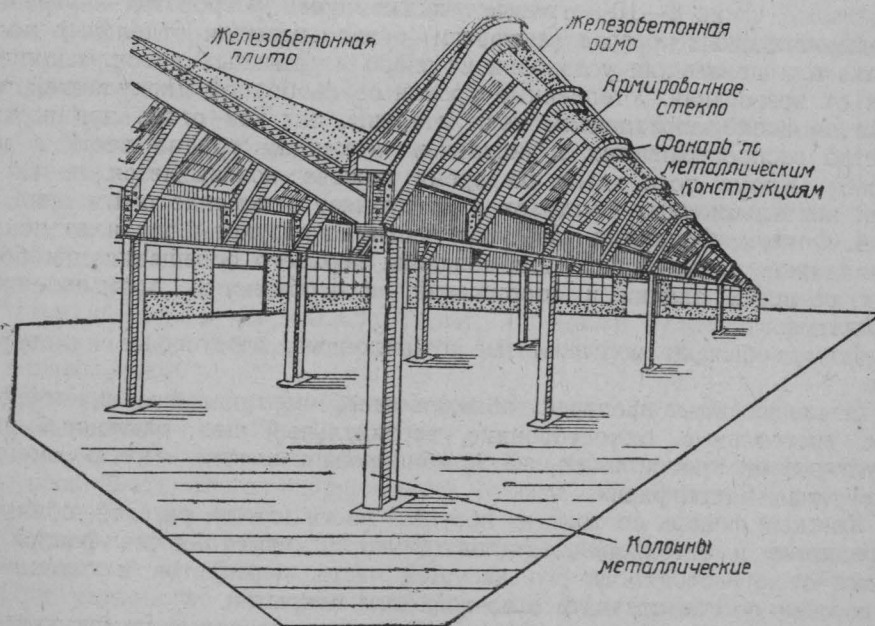
Сгораемые фонари (фиг. 47) имеют сгораемую несущую часть, сгораемые переплеты и остекление обычным оконным стеклом.

Полусгораемые фонари имеют сгораемую несущую часть и переплеты с остеклением обыкновенным оконным стеклом. Основанием служит покрытие огнестойкой, полугонестойкой или полусгораемой конструкции.



Фиг. 47. Сгораемые фонари.

Полугонестойкие фонари имеют полугонестойкую (например, металлическую) несущую конструкцию и полугонестойкие переплеты, остекленные обычным оконным стеклом. Фонари установлены на огнестойком или полугонестойком покрытии (фиг. 48).



Фиг. 48. Полугонестойкие фонари.

Огнестойкие фонари состоят из огнестойкой несущей части и огнестойких переплетов; остекляются армированным стеклом и устанавливаются на огнестойком покрытии.

При значительной длине фонаря через него должен быть устроен переход для быстрого передвижения по крыше пожарных при тушении пожара.

§ 16. Лестничные клетки и лестницы

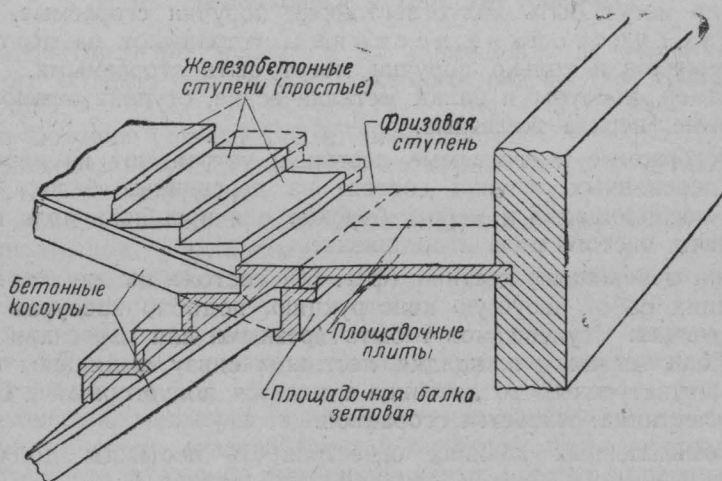
1. Общие сведения. Лестничной клеткой называется ограниченное стенами и верхним покрытием пространство, в котором расположена лестница.

Лестница состоит из маршей (наклонных плоскостей со ступенями) и горизонтальных площадок и располагается или в лестничной клетке или без лестничной клетки.

Лестница, это ответственная конструктивная часть здания, служащая средством загрузки этажей и сообщения между этажами, а также путем эвакуации находящихся в здании людей при возникновении пожара. К лестницам пожарная профилактика предъявляет требования как в отношении огнестойкости, их размеров и размещения, так и в отношении защиты их от задымления для безопасности эвакуации.

2. Лестничные клетки. Огнестойкость лестничных клеток зависит от огнестойкости их стен и покрытий.

Например, сгораемой лестничной клеткой считается клетка со сгораемыми стенами и покрытием, а полусгораемой — с полусгораемыми стенами и покрытием.



Фиг. 49. Огнестойкая сборная лестница на косоурах.

Огнестойкие и полуогнестойкие лестничные клетки должны иметь соответственно огнестойкие и полуогнестойкие стены и покрытия.

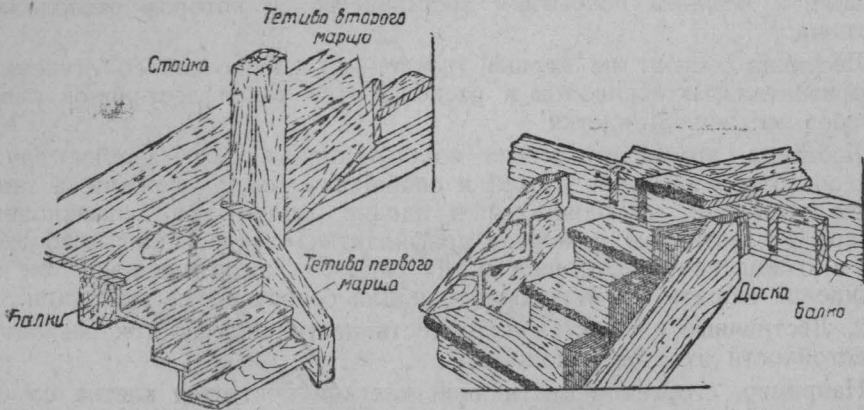
В зданиях огнестойких и полуогнестойких лестничная клетка должна быть огнестойкая, в зданиях полусгораемых — полуогнестойкая и в сгораемых — полусгораемая.

3. Лестницы. Ступени лестницы укладывают на косоурах, прикрепленных к балкам лестничных площадок, или же одним концом заде-

львают в стену лестничных клеток. Ступени изготавливают из бетона, кирпича, железа, мрамора, чугуна и дерева. Косоуры и площадочные балки — железобетонные, железные, деревянные.

Ступени, косоуры и площадки это основные элементы лестницы и ее огнестойкость зависит от огнестойкости этих элементов. Второстепенными конструктивными элементами лестниц служат перила и поручни.

Огнестойкие лестницы имеют все несущие части (косоуры, балки, ступени) из огнестойких материалов, например, железобетона или бетона (фиг. 49).



Фиг. 50. Детали устройства деревянных лестниц.

Перила могут быть полуогнестойкие, поручни сгораемые.

Полуогнестойкие лестницы устраивают из полуогнестойких материалов и только поручни могут быть сгораемыми.

Например, косоуры и балки металлические, ступени мраморные или известковые, перила железные.

Полусгораемые и сгораемые лестницы устраивают из дерева. Площадки деревянных лестниц состоят из деревянных балок, воспринимающих вес площадки и марша, брусков для пришивки пола площадки и подшивки, чистого пола и подшивки.

Марши деревянных лестниц (фиг. 50) состоят из двух тетив, представляющих собой несущую конструкцию, подобно косоурам в каменных лестницах. Ступени могут быть врезными или нарезными (накладными). Если марши и площадки лестницы снизу защищены от возгорания (оштукатурены), то лестница считается полусгораемой. Без оштукатурки лестница считается сгораемой.

В промышленных зданиях огнестойкость лестницы должна быть такая же (не ниже), как и огнестойкость здания.

§ 17. Огнестойкость зданий в целом

Огнестойкость здания, как было указано, определяется огнестойкостью его конструктивных элементов. Для зданий промышленного типа установлена классификация (ОСТ 90015—39) по степени огнестойкости, приведенная в табл. 6.

Из табл. 6 видно, что для огнестойкости здания необходимо, чтобы все несущие конструктивные элементы его были огнестойкими; степень огнестойкости второстепенных конструктивных элементов (полов, перегородок) не влияет на отнесение здания к категории огнестойких.

№ п/п.	Наименование основных элементов здания	Степень огнестойкости здания			
		огнестой- кие	полуогне- стойкие	полусгорае- мые	сгораемые
1	Стены	огнестой- кие	полуогне- стойкие	полусго- раемые	сгорае- мые
2	Лестничные клетки	то же	огнестой- кие	полуог- нестойкие	полусго- раемые
3	Лестницы	"	полуогне- стойкие	полусго- раемые	сгорае- мые
4	Опоры	"	то же	то же	то же
5	Междуэтажные перекрытия	"	"	"	"
6	Покрытия:	"	"	"	"
	а) Несущие кон- струкции	огнест. или по- луогне- стойкие	полуогне- стойкие	сгорае- мые	сгорае- мые
	б) Обрешетка кро- ме кровли				
7	Фонари				

Глава IV

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ ЗДАНИЙ
И ИХ ПЛАНИРОВКЕ НА ТЕРРИТОРИИ§ 18. Требования к устройству зданий¹

При проектировании зданий и их размещении на территории промышленного объекта необходимо соблюдать ряд противопожарных требований.

Эти требования установлены в зависимости:

а) от огнеопасности и характера предполагаемого в данном здании технологического процесса;

б) от характера и порядка эксплуатации здания (производство, клуб, театр, жилой дом, учреждение).

Основные профилактические меры при проектировании и устройстве зданий следующие:

1) выбор надлежащей огнестойкости и прочности конструктивных элементов зданий или здания в целом с учетом огнеопасности производства, склада и т. п.;

2) ограничение размеров зданий (по горизонтали и по вертикали) в зависимости от их огнестойкости и категории производства;

3) устройство в здании противопожарных преград, препятствующих распространению пожара или взрыва;

4) снабжение зданий или отдельных помещений путями эвакуации (выходы, лестницы);

5) выбор рациональных, в соответствии с характером здания, санитарно-технических устройств и специального оборудования (отопления, вентиляции, освещения, силовых установок, транспортных устройств).

Чтобы внести единообразие и рационализировать выбор зданий для промышленных предприятий, с различными пожарными характеристиками, «Общесоюзными противопожарными нормами строительного про-

¹ Противопожарные требования к устройству зданий рассмотрены преимущественно в разрезе промышленных предприятий, как наиболее характерных с пожарной точки зрения.

ектирования промышленных предприятий» все производства по степени пожарной опасности разделены на 5 категорий: А, Б, В, Г и Д.

Категория А. Производства, связанные с выработкой, обработкой или применением:

а) газообразных веществ, дающих в смеси с воздухом вспышку или взрыв;

б) легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки паров до 45° С (по прибору Апель-Пенского) при нормальном давлении (эфир, сероуглерод, бензин, ацетон и др.).

К этой категории относятся, например, цехи химических производств с применением легковоспламеняющихся жидкостей, бензо-экстракционные, производственные лаборатории спичечных фабрик (приготовление зажигательной массы); баратные и ксантановые цехи фабрик искусственного волокна и т. п.

Категория Б. Производства, связанные с выработкой, обработкой или применением:

а) горючих жидкостей с температурой вспышки паров выше 45° С (по прибору Мартенс-Пенского) при нормальном давлении;

б) твердых веществ, при обработке которых выделяется взрывоопасная пыль (мучная, сахарная и др.);

в) волокнистых веществ: хлопка, пеньки, ваты и др. (первичная обработка).

Категория В. Производства, связанные:

а) с выработкой и обработкой твердых стораемых веществ и материалов (дерева, бумаги и др.);

б) с последующей обработкой волокнистых веществ.

Категория Г. Производства, связанные с выработкой и обработкой невозгорающихся веществ и материалов в горячем, раскаленном и расплавленном состоянии.

Категория Д. Производства, связанные с выработкой и обработкой невозгорающихся веществ и материалов в холодном состоянии.

К этой категории относятся цехи и мастерские: слесарно-механические, механосборочные, колесные, холодной штамповки, токарные, инструментальные; процессы добывания и холодной обработки минералов, руд, асбеста, соли и т. п.; водонасосные и насосно-пневматические станции; кожевенные и маслодельные заводы; мясокомбинаты, сахарное производство, за исключением цехов со взрывоопасной пылью и т. п.

Хранение материалов и продукции в закрытых складах относится, как правило, к тем же категориям, что и производства, связанные с их изготовлением и обработкой.

Зная характер, пожарную опасность и поточность предполагаемого технологического процесса, можно решать вопрос о выборе соответствующей конфигурации, планировки и огнестойкости здания.

Здание нужно строить с таким расчетом, чтобы была возможность его расширения без нарушения существующего хода (потока) технологического процесса.

При этом, чем пожароопаснее технологический процесс, тем конфигурация здания должна быть проще, так как из зданий сложной формы затруднительнее эвакуация как людей, так и имущества.

§ 19. Размеры зданий

Горизонтальные размеры промышленных зданий не ограничиваются при наличии надлежащего количества внутренних противопожарных преград и выходов наружу.

Вертикальные размеры зданий ограничиваются в зависимости от огнестойкости зданий и огнеопасности размещаемых в них процессов.

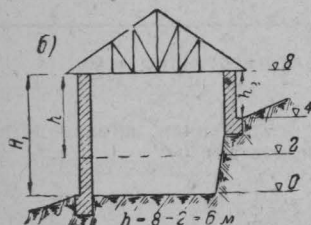
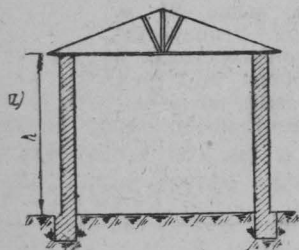
Вертикальные размеры характеризуются или высотой зданий или числом этажей.

За высоту здания h (фиг. 51-а) принимают расстояние от уровня земли, прилегающей к периметру здания, до линии пересечения наружной поверхности стены с кровлей. Если здание расположено на косогоре (фиг. 51-б), то за уровень земли берут среднюю отметку

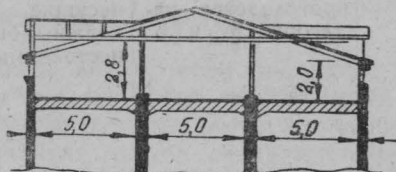
$$h = \frac{H_1 - H_2}{2}.$$

При определении максимального числа этажей нужно иметь в виду, что этажи могут быть:

- а) подвальные или полуподвальные;
- б) обычные или нормальные, расположенные выше уровня прилегающей к периметру здания территории и представляющие собой про-



Фиг. 51. Вертикальные размеры здания.



Фиг. 52. Чердачный этаж.

странство, ограниченное вертикальными внешними стенами и горизонтальными наклонными или сферическими поверхностями междуэтажного или верхнего перекрытия;

в) чердачные (фиг. 52), которые ограничены внутри внешними вертикальными стенами высотой менее 2,8 м (но не менее 1,5 м) и горизонтальными, наклонными или сферическими поверхностями таким образом, что в пределах 75% площади пола, заключенного между внешними стенами, имеется свободная высота помещения не менее 2,8 м, причем помещение чердачного этажа на указанную

высоту не должно быть занято конструктивными элементами перекрытия;

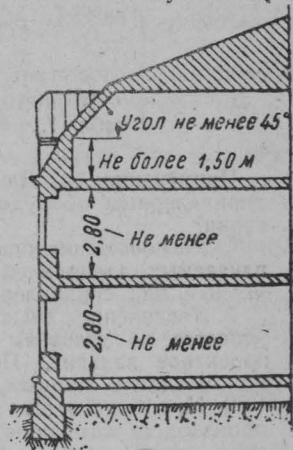
г) мансардные (фиг. 53), которые имеют вертикальные внешние стены высотой не более 1,5 м, а наклонные части верхнего перекрытия, прилегающие к верхним стенам, составляют с горизонтом угол не менее 45°.

Ограничение высоты зданий и числа этажей в зависимости от огнестойкости показано в табл. 7.

Указанные в табл. 7 нормы этажей или высот строений не обязательны для специальных технических сооружений, как, например, градирен, башен, силосов.

Этажность зданий, помимо огнестойкости их, зависит еще от степени пожарной опасности располагаемых в здании производств. Например, для производства категории А здание может быть только одноэтажное. Степень огнестойкости здания должна также соответствовать степени пожарной опасности находящихся в них производств.

Этажность и огнестойкость зданий в зависимости от степени пожарной опасности производства устанавливаются согласно табл. 8.



Фиг. 53. Мансардный этаж.

№ п/п.	Этажность здания	Степень огнестойкости здания		
		огнестойкие	полуюгнестойкие	полусгораемые
1	Одно-этажные	Высота не ограничивается		Высота до 25 м (при полусгораемых опорах до 15 м)
2	Много-этажные	Этажность не ограничивается за исключением зданий, в которых размещаются производства категорий А и Б	До шести этажей, но не выше 40 м; в зданиях выше трех этажей опоры и несущие стены должны быть огнестойкими	До двух этажей. При огнестойких стенах и опорах до четырех этажей, но не выше 24 м. При полуюгнестойких стенах и опорах до трех этажей, но не выше 18 м

Таблица 8

Категория производства	Максимальное число этажей	Огнестойкость здания
А	1	Огнестойкие или полуюгнестойкие
Б	5	Огнестойкие
	3	Полуюгнестойкие
	1	Полусгораемые (за исключением производств легко горючих жидкостей)
В	Не ограничивается.	Огнестойкие
	6	Полуюгнестойкие
	2	Полусгораемые
	1	Сгораемые (см. примечание 2)
Г	Не ограничивается	Огнестойкие
	6	Полуюгнестойкие
	2	Полусгораемые (см. примечание 4)
	1	Сгораемые (см. примечание 4)
Д	По нормам табл. 7.	Не ограничивается

Примечания: 1. Данные таблицы относятся как к зданиям, снабженным спринклерным оборудованием, так и к зданиям, не имеющим этого оборудования.

2. Расположение производства категории В в одноэтажных сгораемых отапливаемых зданиях допускается при условии снабжения этих зданий дренажным или спринклерным оборудованием.

3. Увеличение этажности зданий с производствами категории А допускается по условиям технологического процесса инстанции, утверждающей проектное задание. При размещении производств различных категорий в одном здании, производства категории А надо располагать в верхних этажах.

4. Не допускается устройство сгораемых или полусгораемых зданий для производств категории Г, связанных с наличием больших источников открытого огня (литейные, термические, прокатные, металлургические и прочие подобные цехи).

Из табл. 8 видно, что производства, отнесенные к категории А, можно располагать только в одноэтажных огнестойких или полуюгнестойких зданиях. Это объясняется тем, что при процессах производств категории А могут происходить взрывы, и нельзя подвергать опасности помещения, располагая их над взрывоопасными этажами.

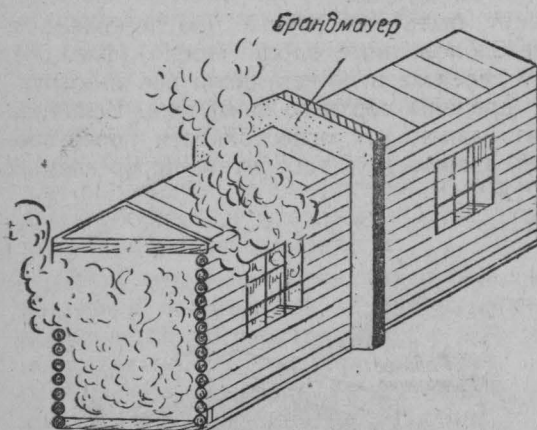
При производственных процессах категории Б возможны пожары, сопровождающиеся высокой температурой. Следовательно, здания должны быть огнестойкие или полугонестойкие, количество же этажей может быть не более 5 для огнестойких и не более 3 для полугонестойких, вследствие возможных разрушений и обвалов конструктивных элементов.

Для производств категории В и Г допускаются, при отсутствии в производствах больших источников огня, сгораемые одноэтажные и полусгораемые двухэтажные здания; полугонестойкие могут иметь до шести этажей, а огнестойкие не ограничиваются по высоте.

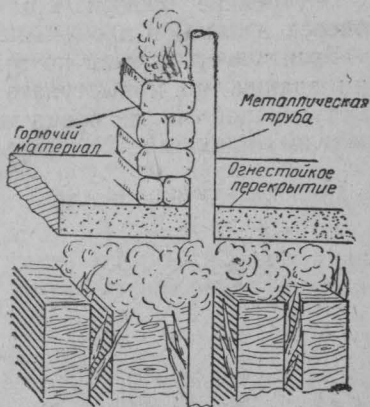
Для производства категории Д можно строить здания любой степени огнестойкости с любым числом этажей; ограничение зависит лишь от огнестойкости здания.

§ 20. Противопожарные преграды

Любое здание, промышленное и жилое, если оно имеет значительные размеры, должно быть разбито на более мелкие части специальными противопожарными преградами с таким расчетом, чтобы при возникновении пожара в одной из этих частей огонь не проник в прилегающие другие части здания (фиг. 54).



Фиг. 54. Действие брандмауера.



Фиг. 55. Распространение пожара путем теплопроводности.

Характер и форма противопожарных преград зависят от возможного в данном здании распространения пожара, а также степени пожарной опасности и характера производства.

Пожар может распространяться в горизонтальном и вертикальном направлениях по сгораемым и полусгораемым конструктивным элементам: стенам, опорам, перегородкам, перекрытиям. Путем передачи тепла через теплопроводные материалы, например, металлические трубы (фиг. 55).

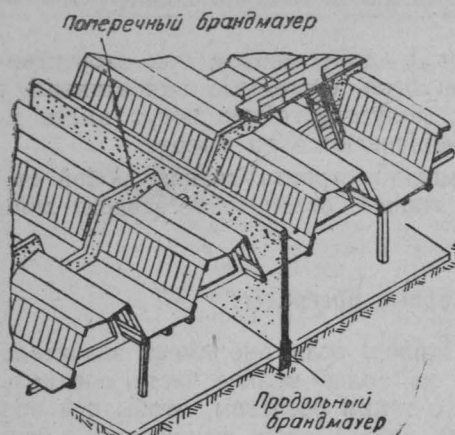
Возможность эта усугубляется при наличии в этих конструктивных элементах внутренних пустот и продухов.

Далее огонь может распространяться по находящимся в помещении горючим материалам, изделиям и предметам оборудования, по разлитым легковоспламеняющимся жидкостям, горячим парам, газам и пыли, по предметам домашней обстановки в жилых зданиях.

Против распространения пожара в горизонтальном направлении ставят вертикальные преграды: брандмауеры, как основной вид противопожарных преград, противопожарные стены (висячие бранд-

мауеры), противопожарные зоны, огнестойкие, автоматически закрывающиеся двери, водяные завесы, заслонки.

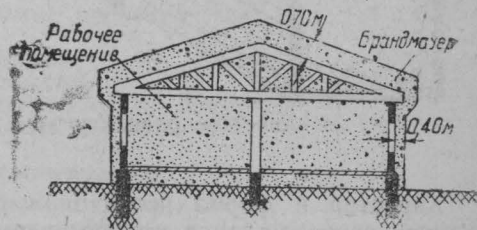
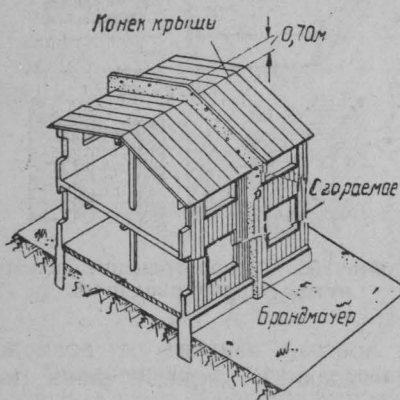
Против распространения пожара в вертикальном направлении применяют горизонтальные преграды: огнестойкие перекрытия и покрытия и устройства, защищающие от распространения огня через отверстия в перекрытиях.



Фиг. 56. Расположение брандмауеров.

Внутренние брандмауеры могут быть поперечные (расположенные поперек здания) и продольные (расположенные вдоль здания) (фиг. 56).

Брандмауер должен не только перерезать по вертикали все конструкции здания, но и выступать за пределы верхнего покрытия. Величина выступающей части брандмауера зависит от огнестойкости перерезаемых им покрытий. Над крышей здания или габаритом перерезаемых



Фиг. 57. Устройство брандмауеров.

световых фонарей брандмауеры должны выступать: при сгораемой или полусгораемой кровле на 0,70 м; при полуюгнестойкой кровле на 0,40 м (фиг. 57).

Возвышения брандмауера над огнестойкой кровлей не требуется.

Поперечный брандмауер может и не перерезать световые фонари, а находиться между торцами фонарей. Если эти фонари сгораемые или полусгораемые, то для защиты одного из них, в случае горения другого, брандмауер должен выходить за габариты торцов. В этом случае, если торец находится от брандмауера не далее 6 м, то последний должен выходить на 0,7 м и за габарит фонарей (фиг. 58).

Продольный брандмауер, расположенный между сгораемым или полусгораемым покрытиями, должен возвышаться не менее чем на 0,7 м над коньком более высокого покрытия, если конек отстоит от бранд-

мауера далее 5 м, брендмауер должен возвышаться на 0,70 м над линией кровли или фонаря, отстоящей от него по горизонтали на 5 м.

В зданиях со сгораемыми или полусгораемыми наружными стенами брендмауеры должны выступать за поверхность наружных стен, а также за карнизы, свесы крыши не менее чем на 0,40 м (см. фиг. 57).

Надежной защитой от передачи огня служит брендмауер в виде глухой стены без проемов. По производственным или же бытовым условиям проемы бывают необходимы и избежать их порой невозможно. Поэтому проемы могут быть допущены, но должны быть защищены от распространения через них огня.

Проемы могут быть как в наружных, так и во внутренних брендмауерах.

В промышленных зданиях в наружных брендмауерах разрешается устраивать в первом этаже наружные выходы из помещения и в любом этаже глухие неоткрывающиеся световые проемы, остекленные армированным стеклом в огнестойких (железобетонных) переплетах.

Общая площадь таких проемов не должна превышать 0,25 площади брендмауера. Если при этом устроено двойное остекление, то применение армированного стекла обязательно только для одного остекления.

При устройстве проемов желательно устраивать над ними дренчерную защиту для орошения стекол при пожаре и создания водяной завесы над дверями. Двери должны быть огнестойкие, свободно открывающиеся наружу.

В брендмауерах зданий допускается устройство оконных проемов для освещения вспомогательных помещений: передних, коридоров, ванных, уборных и кладовых. Остекление также должно быть произведено армированным стеклом.

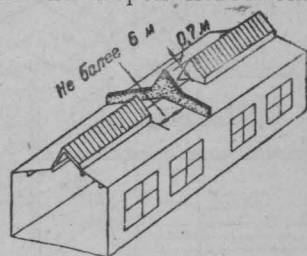
Если наружный брендмауер отделяет часть одного жилого здания различной высоты или здания различных смежных владений, то в нем допускается устройство окон с армированным стеклом при наличии огнестойкой или полуогнестойкой кровли на пониженной части здания, причем окна в таких стенах могут быть только из нежилых помещений: передних, коридоров, ванных.

Устройство окон, выходящих на соседние крыши, в стенах лестничных клеток не разрешается ввиду возможного задымления лестничной клетки.

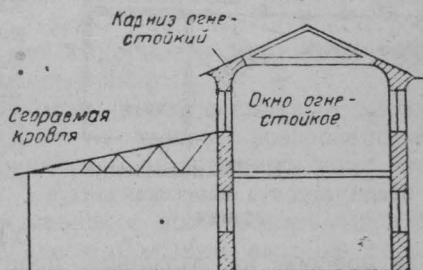
Если в стене находятся окна, расположенные выше кровли прилегающего здания, то при полусгораемом или сгораемом покрытии окна должны иметь огнестойкие переплеты с армированным стеклом, карниз же вышележащей кровли должен быть огнестойкий или полуогнестойкий (фиг. 59).

При огнестойком или полуогнестойком покрытии нижележащих зданий со сгораемыми или полусгораемыми фонарями, фонари, перпендикулярные стене с оконными проемами, должны отстоять от стены не менее, чем на 5 м и, кроме того, на длину не менее 5 м должны иметь глухие переплеты (фиг. 60-а).

Фонари, параллельные стене с оконными проемами, на прилегающей к стене полосе покрытия шириной менее 10 м должны быть глухими



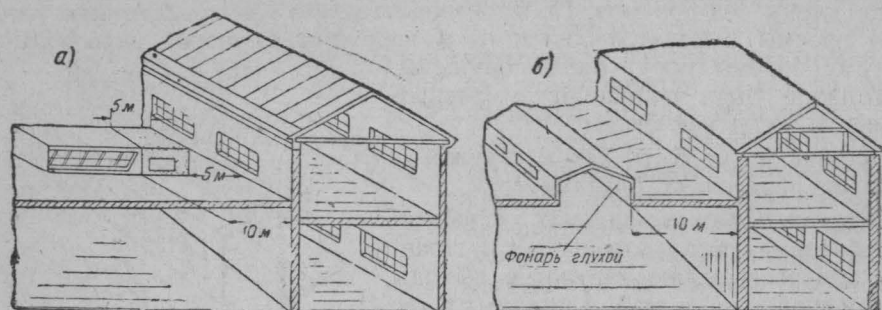
Фиг. 58. Расположение брендмауера в крышевой части.



Фиг. 59. Расположение окон над крышей пристроек.

(фиг. 60-б), причем в этой десятиметровой зоне не разрешается устройство вытяжных шахт.

Если брандмауер разделяет здания, примыкающие одно к другому под углом, то горизонтальное расстояние между ближайшими транями проемов, расположенных в пересекающихся стенах этих зданий, должно



Фиг. 60. Расположение фонарей в пристройках зданий.

быть не менее 4,0 м (фиг. 61), или же световые проемы должны иметь железобетонные переплеты, остекленные армированным стеклом.

Пристройки, а также бытовые помещения со сгораемыми или полусгораемыми стенами надлежит отделять от огнестойких или полугонестойких основных производственных зданий брандмауерами, которыми могут служить капитальные стены (огнестойкие или полугонестойкие).

Брандмауеры нужно устраивать из огнестойких материалов, и толщина их должна соответствовать требованиям, предъявляемым к огнестойким стенам, причем при выборе материала следует учитывать ха-



Фиг. 61. Расположение брандмауера в пересекающихся стенах.

актер возможного пожара в зависимости от огнеопасности производства. При возможности пожара, сопровождающегося высокой температурой, придется отказаться от применения таких огнестойких материалов, как силикатный кирпич, легкобетонные камни, хотя стены из них признаются огнестойкими. Наиболее надежны брандмауеры бетонные, железобетонные и кирпичные на цементном холодном растворе.

При устройстве брандмауеров необходимо следить, чтобы деревянные балки или прогоны не оказались пропущенными через него, так как такой брандмауер не достигает своей цели.

В брандмауерных стенах допускается устройство вентиляционных и домовых каналов при условии наличия разделки между каналом и примыкающими полусгораемыми и сгораемыми конструкциями здания (перекрытиями, перегородками) не менее: для дымовых 25 см и вентиляционных 12,5 см.

Количество частей (отсеков), на которые нужно разбить здание брандмауерами, и величина этих частей зависит от огнеопасности производства и степени огнестойкости здания. Чем опаснее производство и чем степень огнестойкости здания ниже, тем величина этого участка должна быть меньше.

Согласно ОСТ 90015—39 площади пола (в одном этаже) в м², ограниченные брандмауерами, не должны превышать величин, указанных в табл. 9.

Таблица 9

№ п/п.	Степень огнестойкости здания	При отсутствии спринклерных устройств					При наличии спринклерных устройств		
		Категория производства							
		А	Б	В	Г	Д	Б	В	Д
1	Огнестойкие	Не ограничиваются							
2	Полуогнестойкие:								
	а) одноэтажные . .	7:0	4000	6000	не ограничиваются		8000	10000	Не ограничиваются
	б) многоэтажные . .	—	2000	4000			4000	6000	
3	Полусгораемые:								
	а) одноэтажные . . .	—	1000	2000	2500	4000	2000	4000	8000
	б) многоэтажные . .	—	—	1500	2000	2000	—	2:00	4000
4	Сгораемые:								
	а) одноэтажные . . .	—	—	1200	1500	2000	—	2500	4000
	б) многоэтажные . .	—	—	—	—	1000	—	—	2000

В жилых зданиях брандмауеры размещают также в зависимости от огнестойкости зданий и числа этажей. Ввиду того, что жилые здания имеют всегда строго ограниченную ширину, в них устраиваются поперечные брандмауеры, которые должны отстоять друг от друга: для огнестойких и полуогнестойких зданий на 100 м по длине здания; для полусгораемых одноэтажных на 60 м; для полусгораемых двухэтажных на 50 м; для сгораемых одноэтажных на 50 м; для сгораемых двухэтажных на 35 м.

Длина зданий сгораемых и полусгораемых при постановке брандмауеров может быть увеличена лишь в два раза против допускаемой максимальной длины зданий сгораемых и полусгораемых (без брандмауеров).

2. Противопожарные двери. Двери служат второстепенными конструктивными элементами здания и по степени огнестойкости могут быть сгораемые, полусгораемые, полуогнестойкие и огнестойкие.

Сгораемыми считаются деревянные двери любой конструкции, вставленные в сгораемую колоду. Они имеют наиболее широкое распространение и устраиваются там, где нет надобности защищать дверной проем от возможного распространения пожара.

Выбор повышенной степени огнестойкости дверей зависит от характера помещения и его размеров, а также от степени возгораемости, количества горючих материалов, находящихся в помещениях, и их расстояний от дверей.

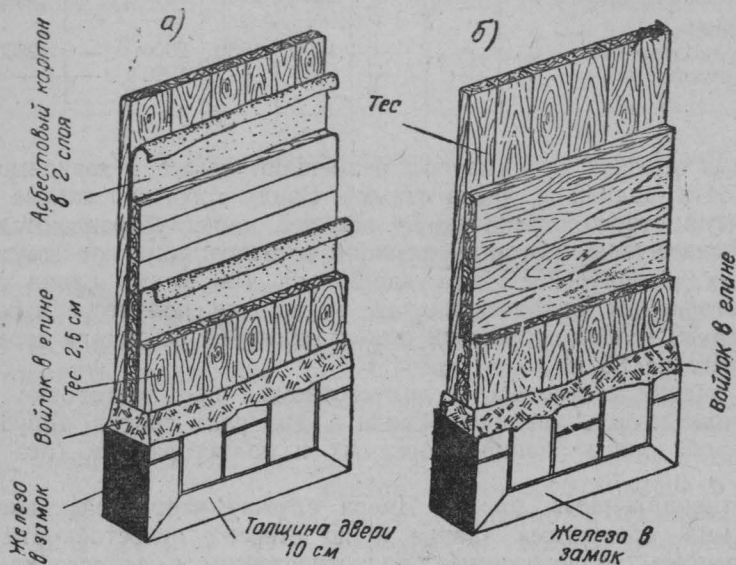
Например, в производственных помещениях с пожароопасными производствами: модельное, деревообделочное с большим запасом горючего материала огнестойкость двери должна быть повышенной. В помещениях с производствами, отнесенными к категориям Г и Д, где быстрого распространения пожара ожидать трудно, требования к огнестойкости дверей могут быть понижены.

Для складских помещений степень огнестойкости дверей выбирают в зависимости от горючести хранимых материалов и их количества.

Долгое время в качестве противопожарных дверей употреблялись железные двери, сохранившиеся в некоторых местах и до настоящего времени. Но на практике железные двери оказались неудовлетворительными. Они слишком тяжелы и неудобны; при пожарах они быстро напреваются, деформируются. Между рамой и полотнищем двери образуются отверстия, через которые огонь проходит в соседнее помещение. Поэтому в последнее время в качестве огнестойких дверей применяют специально сконструированные деревянные двери, защищенные от действия огня.

Огнестойкой признается дверь из деревянных полотнищ, составленных из трех слоев просушенных досок, сшитых под углом, с прокладкой между слоями досок двух слоев асбестового картона. Полотнище обшивается железом взамок по войлоку, смоченному в глиняном растворе, или по асбесту (фиг. 62-а). Такая дверь в условиях пожара не коробится и не образует щелей в дверном проеме.

Обшивка железом создает воздухо непроницаемую оболочку, под которой дерево может обугливаться, но не возгораться. Прокладка асбестового картона между слоем дерева и обшивка дерева со всех сторон по войлоку, смоченному в растворе глины, придает двери малую теплопроводность. Обивать дверь железом следует взамок и таким образом, чтобы шляпка гвоздя не находилась на поверхности дерева и благодаря своей теплопроводности не разрушала древесины: обычно на



Фиг. 62. Двери:
а—огнестойкая и б—полуогнестойкая.

шляпку гвоздя помещают асбестовую шайбу. Огнестойкие двери и полотнища вставляют в металлическую или деревянную раму, обитую крутом железом взамок по войлоку, смоченному в глиняном растворе.

Полуогнестойкими признаются двери: из деревянных полотнищ, составленных из трех слоев просушенных досок (или теса), поставленных под углом один слой к другому, и с обивкой с двух сторон железом взамок по войлоку, смоченному в растворе глины, вставленных в полуогнестойкие коробки (фиг. 62-б).

Полуогнестойкими считаются также двери из металлических полотнищ.

Полусгораемой дверью признается дверь из деревянных полотнищ, составленных из просушенных досок в два слоя, с защитой снаружи железом взамок по войлоку, смоченному в растворе глины.

Противопожарные двери по своей конструкции можно подразделить на качающиеся, скользящие, задвижные и падающие (вертикально-скользящие).

Качающаяся дверь, это обычная дверь на петлях, чаще всего встречающаяся в различных производственных и жилых зданиях.

Если эта дверь не служит путем эвакуации, а лишь сообщением между двумя опасными в пожарном отношении помещениями, то с пожарной точки зрения важно, чтобы при возникновении пожара в одном из помещений дверь была закрыта. По соображениям производ-

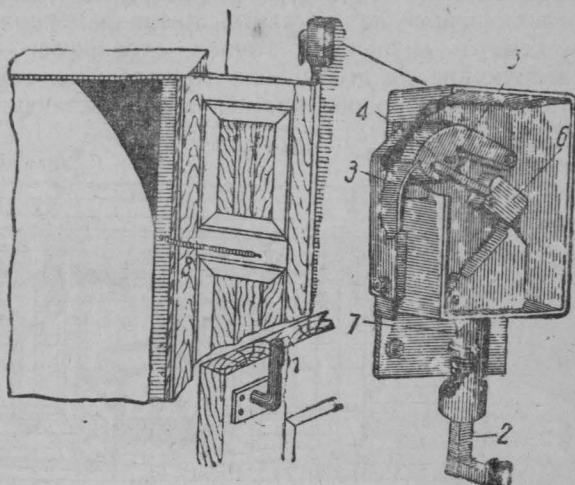
ственного характера эти двери часто держат открытыми, и может случиться, что при возникновении пожара никто ее не закроет и проем останется не защищенным от перехода огня. Существует ряд способов, при помощи которых дверь при пожаре автоматически закрывается действием высокой температуры пожара.

На фиг. 63 показана автоматически закрывающаяся дверь с замком. Когда дверь открыта, стержень 1 защемлен планками 2. Пластика 3, состоящая из двух разных металлов, поддерживает груз 4.

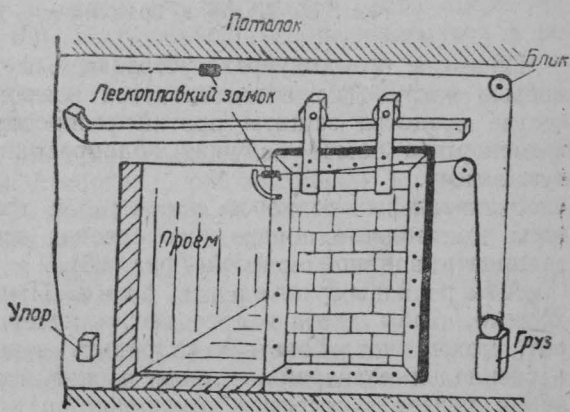
Как только температура от пожара повысится, пластинка 3 выпрямится, груз 4 упадет, и стержень 5 вышибет собачку 6. Тогда стержень 7 поднимется кверху вместе с планками 2 и освободит стержень 1. Дверь при помощи пружины 8 закроется и не пропустит огонь в соседнее помещение.

На фиг. 64 показана автоматически закрывающаяся скользящая дверь, действие которой основано на том, что замок из легкокоплавкого металла плавится при повышенной температуре.

Некоторые из наиболее употребительных в устройстве дверей легкоплавких сплавов приведены в табл. 10.



Фиг. 63. Автоматически закрывающаяся качающаяся дверь.



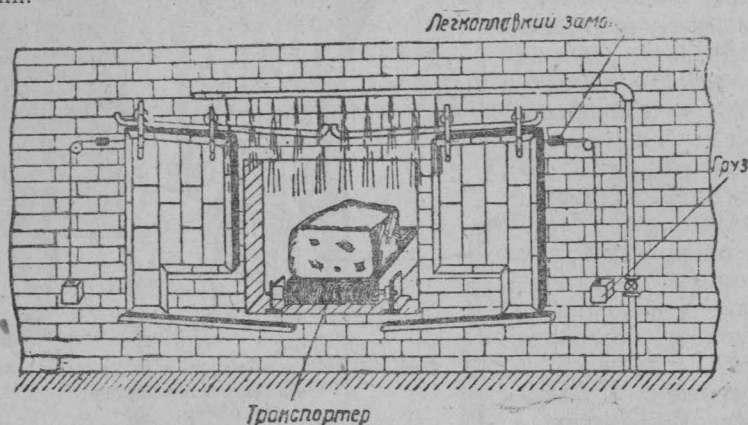
Фиг. 64. Автоматически закрывающаяся скользящая дверь.

Таблица 10

Наименование сплава	Содержание в весовых частях					Температура плавления °C
	Bi	Sn	Pb	Cd	Hg	
Сплав Розе	50	25	25	—	—	94
Сплав Вуда	40	10	10	7	—	70
Сплав д'Арсе	50	25	25	—	250	45
Сплав Гутри	50	21,1	20,5	14,3	—	ниже 45

Автоматически закрывающаяся скользящая дверь имеет большое распространение при защите проемов в брандмауерах. Дверное полотно обычно устраивают из одного, двух или трех слоев дерева и обивают железом по войлоку, смоченному в растворе глины. Для более надежной защиты над дверным проемом устраивается водопроводное оборудование для образования водяной завесы во время пожара.

Существенный недостаток скользящих дверей заключается в том, что они закрывают защищаемый ими проем в том случае, если пожар возник поблизости от них или распространился настолько, что тепло достигло дверей. Поэтому нашли применение двери, в которых легкоплавкая пластинка на самой двери заменена термостатами, устанавливаемыми в различных точках охраняемого помещения. Термостаты, реагирующие на повышение температуры, связаны системой тросов или катков, с приспособлениями, поддерживающими двери в подвешенном состоянии.

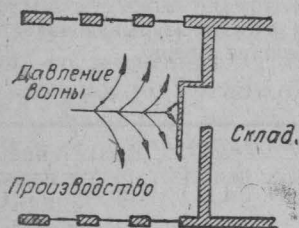


Фиг. 65. Дверь в брандмауере для транспортера.

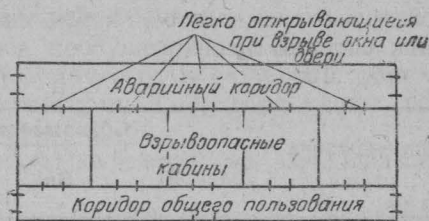
Проем в брандмауерах, устраиваемый для транспортера, защищать дверью наглухо не представляется возможным. В этом случае в качестве средства защиты против распространения пожара через проем транспортера обычно служит водопроводная труба, образующая водяную завесу.

Значительных размеров проемы для транспортера возможно уменьшить до габарита поперечного сечения конвейера, а оставшийся проем защищать водяной завесой (фиг. 65).

Аварийные двери и окна. При взрывах может быть необходимо, чтобы дверь в соседнее помещение была закрыта, или, наоборот, может потребоваться разрядить взрывную волну, дав ей выход в специальные аварийные двери и окна, чтобы не допустить распространения взрыва в соседнее помещение.



Фиг. 66. Отводчик взрывной волны.



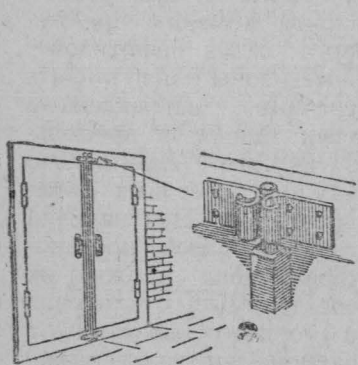
Фиг. 67. Аварийный коридор.

Для отвода взрывной волны от проема соседнего помещения рекомендуется устраивать отводчики взрывной волны (фиг. 66), представляющие собой подобие тамбура. Стенки отводчика должны быть прочные, например, железобетонные, способные выдержать давление взрывной волны.

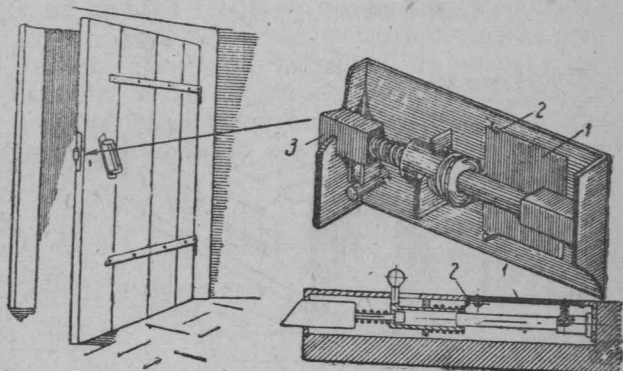
Высота отводчика должна быть больше высоты дверного проема.

При необходимости ослабить действие взрыва в помещении, где произошел взрыв, волну необходимо «выпустить», для чего служат

автоматические открывающиеся двери или окна в аварийный коридор (фиг. 67). Автоматическое открывание дверей может быть достигнуто устройством специальных замков. Простейший тип такого замка показан на фиг. 68. При закрытом положении стержень, прикрепленный неподвижно к двери, верхним и нижним концами зажат между двумя эластическими пластинками, укрепленными на дверной раме. При действии взрыва дверь легко открывается.



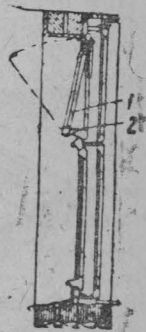
Фиг. 68. Дверной замок.



Фиг. 69. Замок Ройзена.

Замок Ройзена несколько сложнее. Во внутренней части двери устроена дверка-клапан 1 (фиг. 69). Под давлением образовавшихся в результате взрыва газов клапан 1 вдавливается внутрь и при поворачивании на шарнирах 2 освобождает пружину. Этой пружинной вытягивается язычок 3 и дверь открывается.

Конструкция аварийного окна изображена на фиг. 70. В верхней части окна имеется откидная створка 1, ось вращения которой находится на накладном выступе 2, помещенном на нижнем косяке створки. Сама створка находится в наклонном положении, прижимаясь к верхнему косяку своей собственной тяжестью. Нижняя часть двух рам застеклена; сверху против откидной створки застекление отсутствует. Нижняя стеклянная часть окна отделена от верхней теплоизолирующей перегородкой. При возникновении избыточного давления в помещении предохранительная створка откидывается наружу на длину удерживающих ее сверху цепочек, и газы могут свободно выйти наружу.



Фиг. 70.
Аварийное
окно.

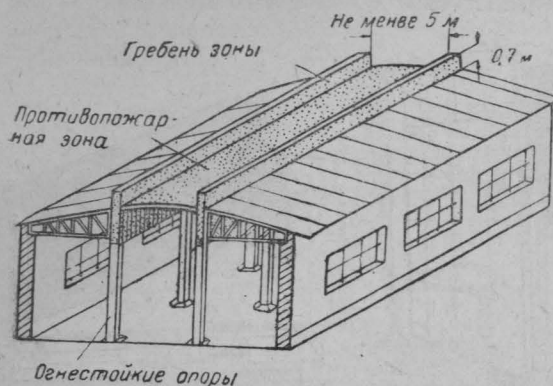
3. Противопожарные зоны. При современном методе производства с применением мостовых кранов, конвейеров и поточности процессов требуются большие свободные площади цехов, и устройство брандмауэров в таких случаях неприемлемо. К таким цехам относятся, главным образом, цехи горячей или холодной обработки металла. Здания для металлообрабатывающих цехов обычно строят одноэтажные, с освещением через световые фонари. Стены и опоры делаются в большинстве случаев огнестойкие или полугогнестойкие; верхние перекрытия с световыми фонарями часто сооружают из дерева. При таком устройстве здания в случае возникновения пожара огонь получит распространение не в нижней части, где нет большого сосредоточения горючих материалов, а по верхнему деревянному перекрытию.

Для создания преграды распространению огня устраивают противопожарные зоны.

Противопожарная (или огнестойкая) зона представляет собой полосу огнестойкого покрытия шириной не менее 5 м по железобетонным или по защищенным металлическим аркам или фермам, покоящимся на огне-

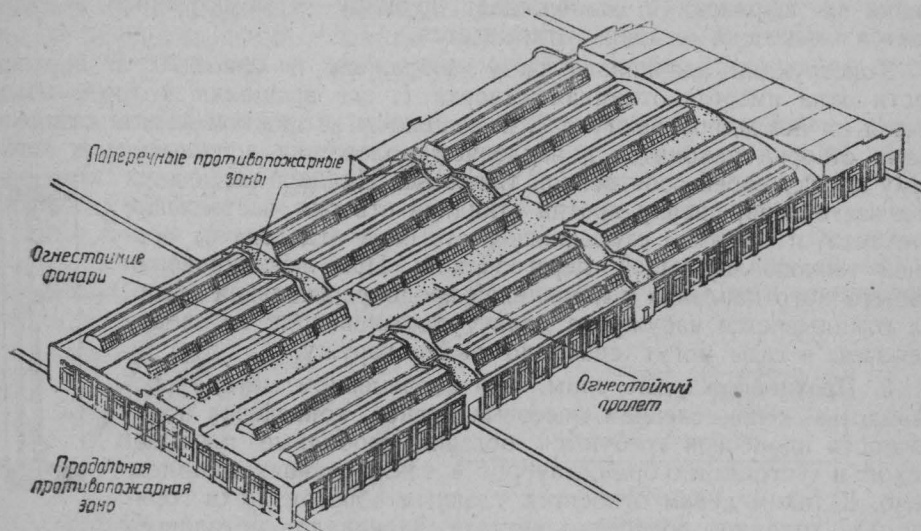
стойких опорах (фиг. 71). На участках противопожарных зон здания то же должны быть огнестойкими, а оконные переплеты могут быть полугонестойкими. Устройство в пределах противопожарных зон сгораемых конструкций воспрещается.

Цель противопожарной зоны — разделить сгораемое или полусгораемое верхнее покрытие здания на отдельные части, а также создать



Фиг. 71. Устройство противопожарной зоны.

надёжные площадки (тактические пункты) для работы пожарной команды при тушении пожара. Противопожарные зоны могут быть поперечные, направленные поперек здания, и продольные, идущие параллельно коньку или световых фонарей (фиг. 72). При наличии световых фонарей противопожарная зона должна их перерезать. Для отклонения тока горячего воздуха от сгораемой или полусгораемой кровли или световых



Фиг. 72. Расположение зон в промышленном здании.

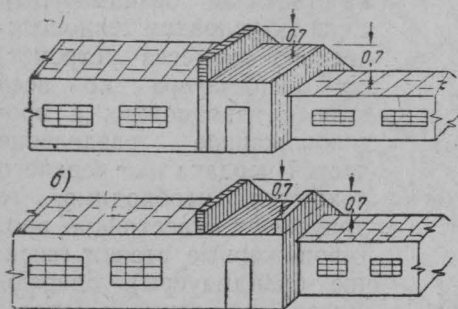
фонарей при пожаре по краям зоны над поверхностью крыши аналогично возвышению брандмауера должны быть устроены гребни в виде полугонестойких стенок, высотой не менее 70 см (фиг. 71). Гребни могут представлять собой железобетонную стенку толщиной 6 см, кирпичную стенку толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича, бетонную монолитную или сложен-

ную из бетонных камней стенку толщиной 12 см, из шлаковых цементных камней и монолитных шлаковых — толщиной 20 см. Противопожарная зона может находиться в уровне покрытия (фиг. 71 и 73) так, что огнестойкая полоса идет «заподлицо» со сгораемым или полусгораемым покрытием, и только выступающие гребни указывают границы между зоной и покрытием. В этом случае высота гребня должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к выступающей части брандмауера.

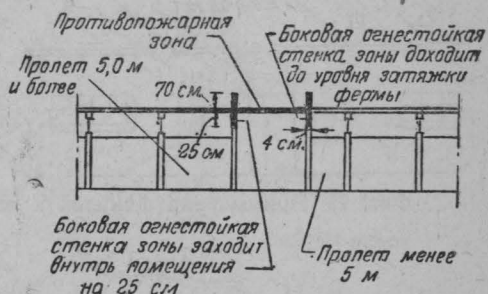
Противопожарная зона может быть устроена выше прилегающего сгораемого или полусгораемого покрытия или у края здания, к кото-

рому примыкает другое, имеющее меньшую высоту, чем первое. В этом случае противопожарная зона для второго здания возвышается над уровнем его покрытия (фиг. 73). В месте смыкания зданий остается открытым торец первого, более высокого здания, который должен играть роль гребня и иметь высоту 0,7 м (фиг. 73-а). Если же торец не будет иметь такой высоты, то его надо нарастить настолько, чтобы получился гребень высотой 0,7 м (фиг. 73-б).

При наличии сгораемых ферм огонь по ним может переброситься под зоной с одного участка на другой. Поэтому перпендикулярно зоне по ее краям нужно устраивать дополняющие ее противопожарные преграды в виде огнестойких стенок (диафрагм) толщиной не менее 4 см. Эти стенки служат продолжением гребня и должны быть опущены до нижней грани пояса или затяжки ферм покрытия, если сгораемая или полусгораемая ферма находится от зоны на расстоянии не более 6 м (фиг. 74).



Фиг. 73. Расположение зон в разных уровнях.



Фиг. 74. Стенки и гребни зоны.

Если сгораемая или полусгораемая ферма удалена от зоны на расстояние более 5 м, то между фермами, находящимися по обе стороны зоны, получается значительное расстояние. Например, если взять расстояние от края зоны до фермы по 6 м, то расстояние между фермами будет $6 + 5 + 6 = 17$ м. Такое расстояние может служить достаточным противопожарным разрывом между сгораемыми фермами, и опускающейся стенки до граней затяжки в этом случае не требуется, необходимо лишь устройство по краям зоны стенки, опускающейся на 25 см ниже прилегающих к зоне конструкций покрытия. Эти стенки имеют такое же назначение, что и гребни.

В противопожарных зонах допускается устройство фонарей, причем они должны быть огнестойкими и глухими, т. е. иметь не открывающиеся железобетонные переpleты, остекленные армированным стеклом. От края этой зоны фонари должны отстоять не менее чем на 1,5 м для удобства продвижения по крыше. К противопожарной зоне могут примыкать сгораемые или полусгораемые фонари, расположенные на прилегающих сгораемых или полусгораемых покрытиях. В этом случае торцы фонарей, обращенные к зоне, должны быть глухими, огнестойкими или полугогнестойкими и выступать за табарит фонарей не менее, чем на 20 см. Такой выступ также играет роль гребня и служит препятствием против перехода огня с одного фонаря на другой (фиг. 75). В торце примыкающего фонаря может быть устроен лаз для проникания во внутреннюю часть фонаря. Лаз должен иметь полугогнестойкую дверь.

Под противопожарными зонами должны быть расположены основные проходы. Во избежание перехода огня из одной части здания в другую по низу, пол зоны должен быть огнестойким. Противопожарные зоны в зданиях с производствами, в которых применяются или обрабатываются горючие материалы, должны быть снабжены по краям водо-

проводными трубами с дренажами, образующими водяные завесы (фиг. 76), препятствующие распространению огня по горючим материалам цеха. Размещение производств или складов под противопожарными зонами не допускается.

Противопожарные зоны размещают в зависимости от размеров покрытия в плане. Максимальные размеры горизонтальных проекций участков покрытия между зонами должны быть такими же, как и площади пола между брандмауерами.

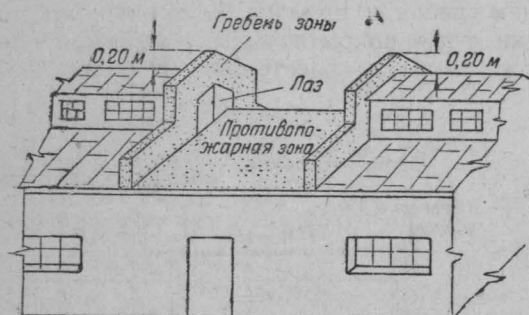
В зданиях с производствами категории А и Б противопожарные зоны не устраивают, так как там они не могут служить препятствием

распространению огня. В таких зданиях противопожарной преградой может быть только брандмауер.

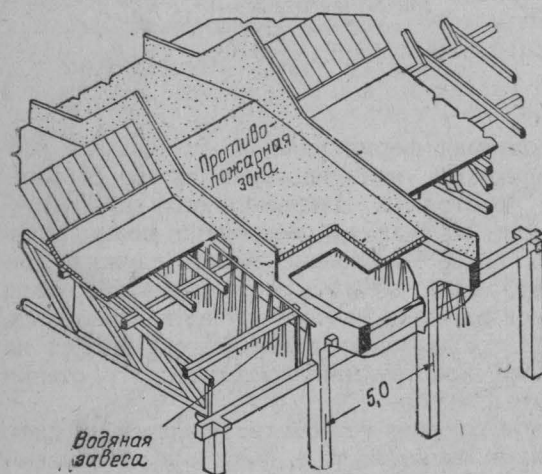
4. Противопожарные стенки (висячие брандмауеры). Если по условиям технологического процесса устройство брандмауера по всей высоте невозможно, а противопожарное разделение частей чердака или верхнего покрытия необходимо, то допускают огнестойкие противопожарные стенки (висячие брандмауеры), опирающиеся на стены и опоры (фиг. 77). Эти преграды применяются в том случае, если распространение огня возможно только в верхней части здания.

Возвышение висячего брандмауера над крышей здания и световыми фонарями, а также устройство в нем проема, должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к основным брандмауерам.

Если висячий брандмауер разделяет смежные проемы покрытия, то он должен опускаться на 25 см ниже затяжки или нижнего



Фиг. 75. Примыкание фонарей к зоне.



Фиг. 76. Зона с водяной завесой.

пояса ферм покрытия. По всей длине противопожарной стенки должно быть предусмотрено устройство для водяной завесы.

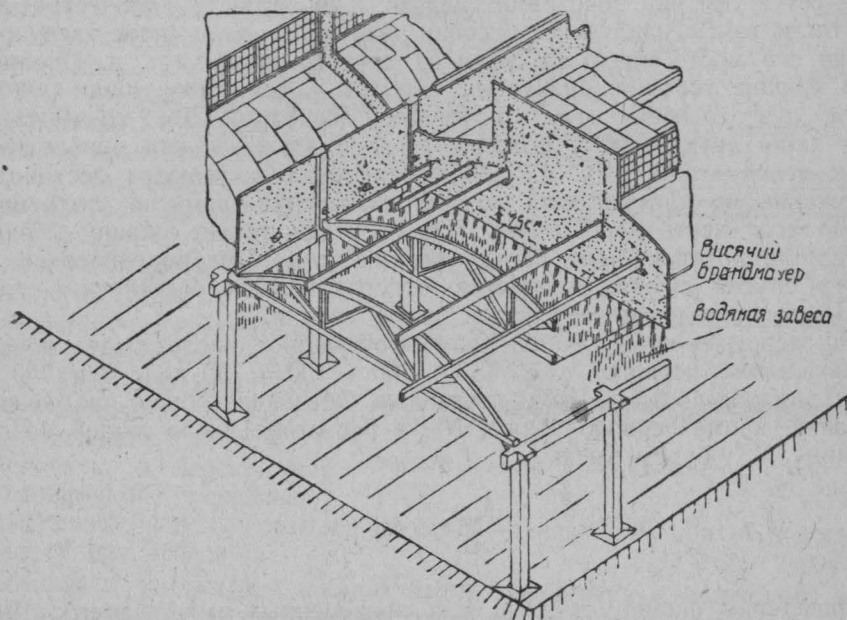
5. Горизонтальные преграды. Противопожарной преградой, препятствующей вертикальному распространению пожара, служит огнестойкое перекрытие, в котором не должно быть каких-либо отверстий и проемов, не защищенных огнестойкими крышками или другими ограждениями. При наличии трансмиссий, транспортных лент и других установок, проходящих через открытые проемы в перекрытии из одного этажа в другой, должны быть предусмотрены устройства, предотвращающие в случае возникновения пожара распространение огня. В промышленных зданиях устройство огнестойких перекрытий должно соответствовать огнестойкости зданий, установленной в зависимости от огнеопасности производств и хранений.

§ 21. Оборудование зданий путями эвакуации

Каждое здание должно быть снабжено надлежащим количеством путей эвакуации для быстрого и спокойного выхода из здания в случае возникновения пожара или взрыва. Основные виды путей эвакуации, это — лестницы с лестничными клетками, выходы из зданий, коридоры, проходы, галереи.

1. **Лестницы и лестничные клетки в зданиях.** В промышленных зданиях количество лестниц определяется по максимальной удаленности рабочей точки от лестницы и по количеству рабочих, подлежащих эвакуации.

Необходимо (ОСТ 90015—39), чтобы общее число рабочих, подлежащих эвакуации по одной лестнице одновременно из каждого этажа,



Фиг. 77. Противопожарная стенка (висячий брандмауер).

не превышало: в стораемых зданиях 100, в полустораемых 125, в полугогнестойких 200 и в огнестойких 250 чел.

При определении числа лестниц нужно учитывать обслуживание одной лестницей работающих в разных этажах; при этом количество людей, находящихся в первом этаже, не учитывается.

За расчетное число людей, которые могут одновременно спускаться по лестнице, следует принимать полное количество людей, которые могут находиться во всех вышележащих этажах.

Например, предположим, что в полугогнестойком здании во всех этажах находится 1 250 чел., из них в первом этаже 500 чел., в остальных этажах $1\,250 - 500 = 750$ чел. Для полугогнестойкого здания на одну лестницу можно допустить 200 чел., следовательно, число лестниц $n = 750 : 200 = 3,75$ или 4 лестницы. На каждую лестницу придется $N = 750 : 4 = 188$ чел.

При проектировании путей эвакуации согласно § 30 ОСТ 90015—39 требуется, чтобы от любого рабочего места, а в складских помещениях от любой точки пола по линии свободных проходов, максимальное расстояние до ближайшей лестницы было не более определенных величин¹. Поэтому число лестниц, полученное из расчета числа эва-

¹ Подробнее см. «Справочник по вопросам пожарной охраны». Изд. Наркомхоза, 1941.

куирующихся людей, должно быть проверено в зависимости от числа этажей и степени огнестойкости зданий.

Ширина лестничных маршей для быстрой и успешной эвакуации определяется по максимальному числу людей, которые могут проходить по лестнице. Согласно ОСТ 90015—39 для пропуска до 150 чел. ширина должна быть не менее 1,20 м; 500 чел. — 2,40 м.

Для промежуточного между указанными пределами количества людей ширина марша определяется интерполированием.

Ширина площадки должна быть не менее ширины маршей. Таким образом, необходимая ширина марша соответствует числу людей, приходящихся на одну лестницу. Однако при определении ширины лестничного марша пользоваться для расчета тем количеством людей, приходящихся на одну лестницу, которое было принято при определении количества лестниц, очевидно, нельзя. При расчете количества лестниц были взяты наилучшие условия эвакуации: один этаж эвакуируется, на его место приходят люди из другого этажа и т. д. Предположим худшие условия: эвакуация началась в 4-м этаже, люди подошли к 3-му и в это время оттуда начинается эвакуация. До 2-го этажа уже идут люди двух этажей, доходят до 2-го этажа, к ним прибавляются люди этого этажа и т. д. При определении количества лестниц это положение не учитывалось, но для назначения ширины лестничного марша его учесть необходимо. Нужно найти такую ширину марша и площадки, которая была бы достаточна для благополучного и быстрого спуска людей, независимо от создавшейся обстановки.

Продолжим решение начатой выше задачи.

За расчетное число людей примем суммарное число людей во всех этажах, кроме первого, т. е. $450 + 200 + 100 = 750$ чел. Эти 750 человек должны пойти по двум лестницам. Обозначив общее число людей в здании, кроме первого этажа, N , и расчетное число людей на одну лестницу N_p , будем иметь:

$$\frac{N_o}{n} = N_p.$$

Определим ширину лестниц для приведенных выше данных. Число лестниц $n = 4$; на каждую лестницу должно приходиться не более 188 чел.

По ОСТ на 150 чел. ширина лестницы должна быть 1,2 м, а на 500 чел. — 2,4 м.

Для 188 чел. придется произвести интерполяцию. Для первых 150 чел. из общего числа 188 чел. марш должен иметь ширину 1,2 м. На каждого же из остальных 38 чел. нужно прибавить столько, сколько приходится на каждого человека в промежутке от 150 до 500 чел. согласно нормам;

$$\frac{2,4 - 1,2}{500 - 150} = 0,003 \text{ м.}$$

Следовательно, необходимое на 38 чел. уширение марша равно $38 \times 0,003 = 0,114$ м. Общая ширина марша на 188 чел. будет $1,2 + 0,114 = 1,31$ м.

Указанный расчет можно производить по формуле:

$$S = 1,2 + 0,003 (N - 150),$$

где: S — ширина лестничного марша;

N — число людей на 1 лестницу.

В жилых зданиях, занятых квартирами, количество лестниц принимают согласно временным нормам строительного проектирования

(СТ НКХ РСФСР — 04) из расчета, чтобы в зданиях высотой более 6 этажей каждая квартира имела выход на две лестницы. Для зданий меньшей этажности допускается устройство выхода на одну лестницу.

Для зданий общественного назначения, вмещающих большие количества людей, для гостиниц, общежитий устройство лестниц, их число и расположение регламентируется соответствующими ОСТАми.

Кроме основных эвакуационного характера лестниц в зданиях устраивают вспомогательные лестницы, служащие для соединения двух этажей, а также для входа на рабочие площадки, обслуживающие машины или оборудование.

Эти лестницы, устраиваемые обычно без лестничных клеток, должны быть огнестойкие или полугонестойкие.

Лестничные клетки и лестницы должны быть доведены до чердаков, с устройством выходов на чердаки через двери и обладать той же огнестойкостью, что и стены. При плоских кровлях выход на крышу (фиг. 78) устраивают через тамбур (шлюз). В зданиях с чердачными помещениями, разделенными брандмауерами, необходимо, чтобы каждая часть чердака, между двумя брандмауерами, имела хотя бы одну чердачную лестницу.

В зданиях до трех этажей чердачные лестницы могут быть в виде железных приставных стремянок, с закрепленным верхним концом. В этих случаях в перекрытиях над стремянкой устраивают люк, закрываемый полусгораемой крышкой (деревянной, обитой железом по войлоку или асбесту).

Лестничные клетки не должны иметь сообщения с подвалами или полуподвалами, занятыми огнеопасными помещениями (производственными или складскими), так как в случае загорания в подвале или полуподвале возможно задымление лестничной клетки, а также и распространение огня.

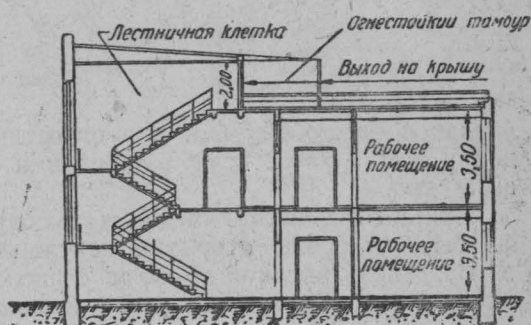
Котельные и все прочие огнеопасные помещения, располагаемые в подвале или полуподвале, должны иметь самостоятельный наружный выход.

В зданиях с квартирами, обслуживаемыми одной лестницей, спуск в расположенные в подвале дровяники или квартирные сараи можно устраивать в пределах лестниц общего пользования, но при обязательном отделении марша, идущего вверх, от марша в подвал огнестойкой стеной и при устройстве двух обособленных наружных выходных дверей при квартирах с одной лестничной клеткой.

В здании с квартирами, обслуживаемыми двумя лестницами, сходы в подвал или полуподвал, в котором имеются приквартирные кладовые, разрешается устраивать в пределах вторых лестниц, при условии наличия в подвале шлюза с двумя дверями и за ним коридора с окном наружу, гарантирующим лестницу от задымления.

Устройство световых фонарей над лестничными клетками не разрешается, так как при разбитии стекол при пожаре возможно падение их на эвакуирующихся людей.

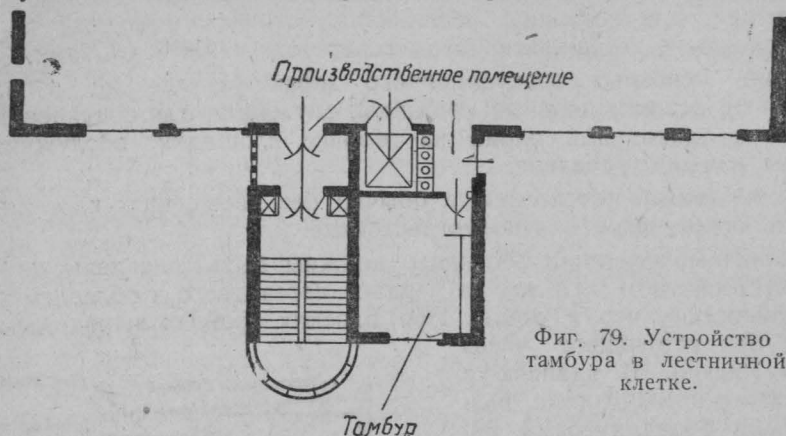
Лестничные клетки даже при незначительных пожарах быстро заполняются дымом. В качестве конструктивной меры против задымления можно устраивать в лестничной клетке между производственным



Фиг. 78. Лестница с выходом на крышу.

помещением и лестницей открытый с одной стороны тамбур (фиг. 79).

2. Пожарные лестницы. Большое значение имеет снабжение здания наружными стационарными пожарными лестницами. Эти лестницы используются пожарными во время пожара для подъема на крышу,



Фиг. 79. Устройство тамбура в лестничной клетке.

чердак и на любой этаж для оперативной работы и для спасания людей в том случае, если внутренними лестницами воспользоваться невозможно.

При всех зданиях, имеющих высоту более 10 м до карниза, должны быть устроены открытые наружные пожарные лестницы (фиг. 80).

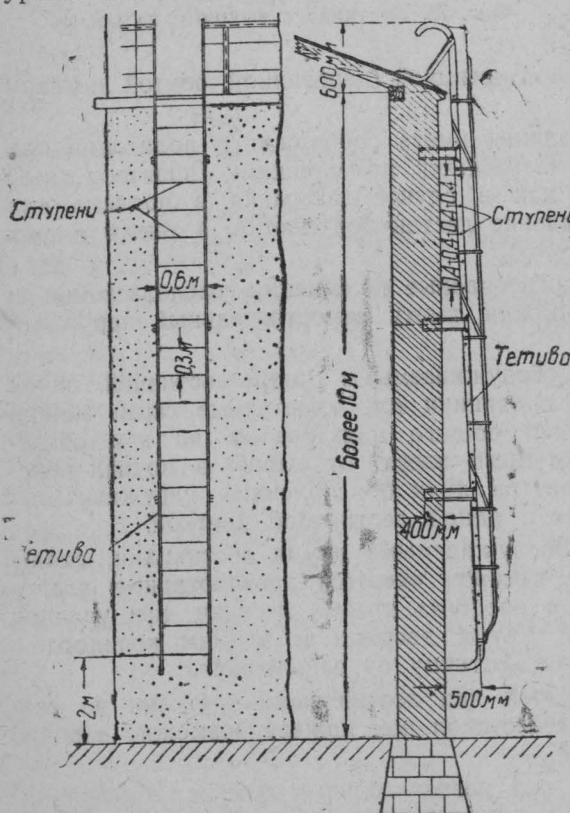
В зданиях высотой до 40 м, с числом этажей не более трех, пожарные лестницы могут быть вертикальными, с разбивкой площадок на уровне каждого этажа многоэтажного здания и через 15 м для высоких одноэтажных зданий (фиг. 81).

В зданиях большой высоты или с числом этажей более трех, пожарные лестницы должны быть наклонными, с отношением заложения марша к подъему не менее 3:7 (фиг. 82).

Если пожарная лестница служит запасным путем эвакуации людей, то из каждого этажа здания должен быть устроен выход на площадку пожарной лестницы через окно или дверь шириной не менее 0,7 м. Площадка должна быть ограждена перилами.

Пожарные лестницы должны находиться в простенках между проемами, начинаться на уровне не более 2,0 м от поверхности земли и доходить до крыши.

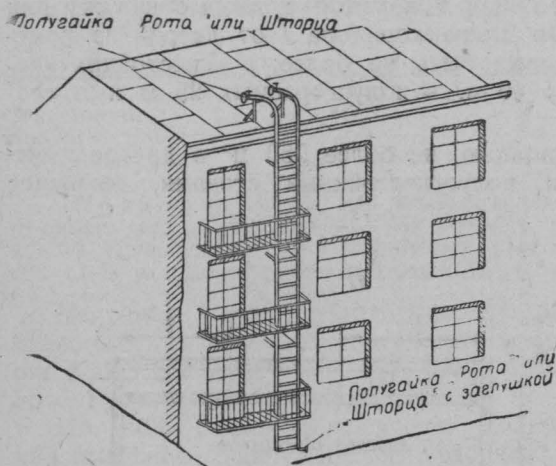
Число пожарных лестниц определяют из расчета: одна лестница на каждые 200 м длины здания, но не менее одной для каждого здания.



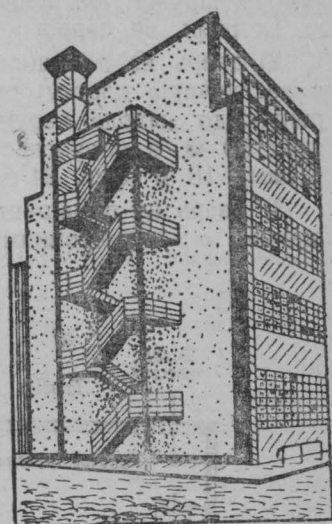
Фиг. 80. Пожарная наружная лестница.

Наклонные марши пожарных лестниц, а также площадки, должны быть ограждены металлическими перилами.

Рекомендуют одну тетиву наружных пожарных лестниц устраивать



Фиг. 81. Вертикальная пожарная лестница.

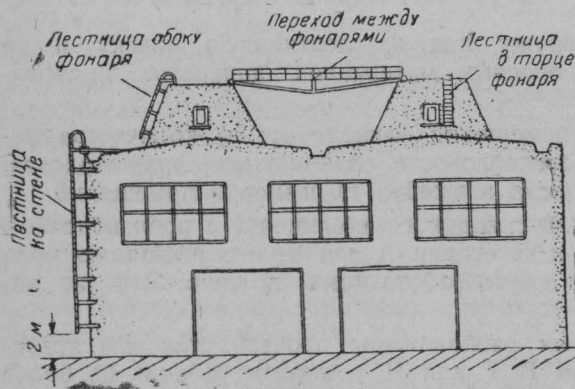


Фиг. 82. Наклонная пожарная лестница.

из труб, снабженных снизу и сверху полугайками Рота (или Шторца), для ускорения подачи воды при пожарах (см. фиг. 81).

При нормальных условиях полугайки должны быть закрыты заглушками. Оборудование промышленного здания пожарными лестницами показано на фиг. 83.

3. Выходы, их количество и размеры. Устройство выходов, служащих как и лестницы путями эвакуации, весьма важно. Количество выходов наружу должно соответствовать безопасной и быстрой эвакуации людей; количество же внутренних дверей для сообщения между помещениями не должно быть излишне во избежание распространения пожара из одного помещения в другое, в особенности при огнеопасных производствах. Если необходимо сообщение между двумя опасными в пожарном отношении помещениями, то требуется устройство специальных огнестойких или полуогнестойких дверей.



Фиг. 83. Расположение пожарных лестниц в промышленном здании.

При решении вопроса о выходах необходимо:

- 1) подобрать для эвакуации такие выходы, которые бы, согласно нормам, признавались «выходами из помещения наружу»;
- 2) определить количество «выходов наружу» из каждого помещения;
- 3) определить ширину выходов;

4) определить ширину проходов, ведущих к выходам.

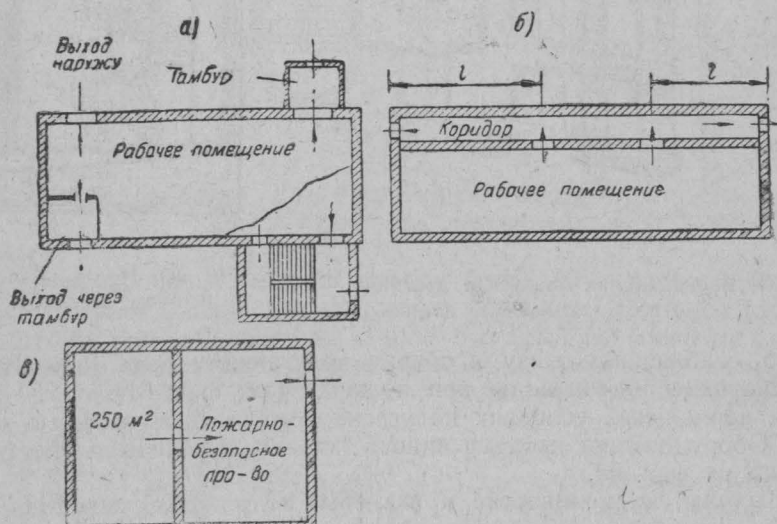
В промышленных зданиях выходом из помещения наружу могут служить:

тамбур наружу, или непосредственно на лестничную клетку (фиг. 84-1);

1) дверь из первого этажа, ведущая непосредственно или через

2) дверь из помещения, ведущая в коридор с дверью наружу или в лестничную клетку; при этом длина коридора l от дверей из помещения до выхода наружу должна быть не более: в огнестойких зданиях 50 м, в полуогнестойких 40 м, в полусгораемых 25 м и в сгораемых 18 м (фиг. 84-б);

3) дверь из помещения площадью не более 250 м^2 в другое помещение с огнестойкими или полуогнестойкими стенами, имеющее



Фиг. 84. Расположение выходов из рабочих помещений.

непосредственный выход наружу или на лестничную клетку и не содержащее огне- и взрывоопасных материалов, аппаратов и производств (фиг. 84-в).

Количество выходов из помещения зависит от: а) количества работающих в нем людей, б) огнеопасности размещенного производства, в) огнестойкости здания и числа этажей и г) размеров помещений.

Для производственного или складского помещения с производством или хранением, отнесенными к категории А или Б, и с площадью пола более 100 м^2 , независимо от числа работающих, должно быть не менее двух выходов наружу.

Для помещений, в которых расположены производства или хранения, отнесенные к категориям В, Г или Д, с числом рабочих не более 10 чел., разрешается иметь один выход наружу, при наличии второго — на наружную пожарную лестницу. При числе рабочих более 100 должно быть не менее двух выходов наружу.

Таким образом, из каждого помещения требуется, как правило, не менее двух выходов. Кроме того, количество и размещение выходов согласно ОСТ 90015—39 должно соответствовать определенному максимальному расстоянию от любого рабочего места в производственных помещениях и от любой точки пола в складских помещениях.

Для помещений, занятых производствами категорий А, максимальное расстояние до выхода наружу не должно превышать 30 м, а для

помещений, занятых производствами категорий Б, В, Г и Д, указано в табл. 11.

Таблица 11

Степень огнестойкости здания	Максимальное расстояние в м при числе этажей	
	до трех включительно	более трех
Огнестойкие	100	75
Полуогнестойкие	75	60
Полусгораемые	60	50

Примечания: 1. Для сгораемых зданий максимальное расстояние до одного из выходов наружу — 50 м.

2. Приведенные расстояния измеряются по линии свободных проходов.

3. В указанные расстояния не должна быть включена длина коридоров.

Например, надо определить количество выходов из помещения, находящегося в 3-м этаже 5-этажного полуогнестойкого здания. Помещение (фиг. 85) имеет размеры 100×40 м и в нем расположена деревообделочная мастерская.

По табл. 11 находим, что в полуогнестойком 5-этажном здании максимальное расстояние от рабочего места до выхода должно быть 60 м.

Из плана помещения видно, что выходы на лестницу нужно сделать через коридор. Минимально нужно два выхода. Расположим каждый выход на расстоянии не более 40 м от выходов на лестницу, тогда они будут признаваться как выходы наружу.

Полагая, что а, это самая удаленная точка от выходов, определим, на каком расстоянии от выхода она находится; при этом прибавим сюда и длину коридоров от намеченных выходов из коридора на лестницу. По линии свободных проходов это расстояние равняется 90 м, т. е. больше максимально допускаемого расстояния, следовательно, двух выходов недостаточно.

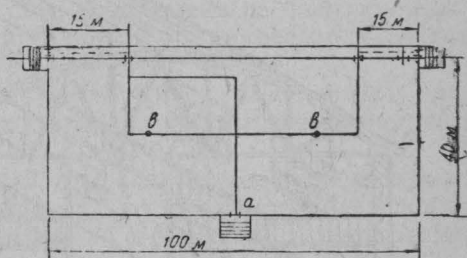
Устроим еще одну лестничную клетку около точки а, тогда в помещении будет три выхода и наиболее удаленные точки от каждого выхода будут точки b.

Расстояния от точки b до выходов равно 40—45 м, что не превышает допускаемого расстояния, следовательно, три выхода для данного помещения достаточно.

Если в одноэтажных зданиях значительных размеров невозможно соблюсти расстояния, указанные в табл. 11, то выходы следует располагать по периметру здания через каждые 100 м. Это не распространяется на здания с производствами категории А.

Ширина дверей, предназначенных для массовой эвакуации, определяется в зависимости от количества людей, которое по расчету должно пройти через эту дверь (выход). При этом ширина дверей должна быть для пропуска: до 120 чел. не менее 0,8—1,2 м; 120—150 чел. — 1,6 м; 150—200 чел. — 1,8 м; 200—250 чел. — 2,0 м; 250—325 чел. — 2,2 м.

Если количество людей, приходящихся на один выход, превышает 325 чел., то их необходимо распределить на 2—3 двери.



Фиг. 85. Определение количества и расположения выходов из рабочих помещений.

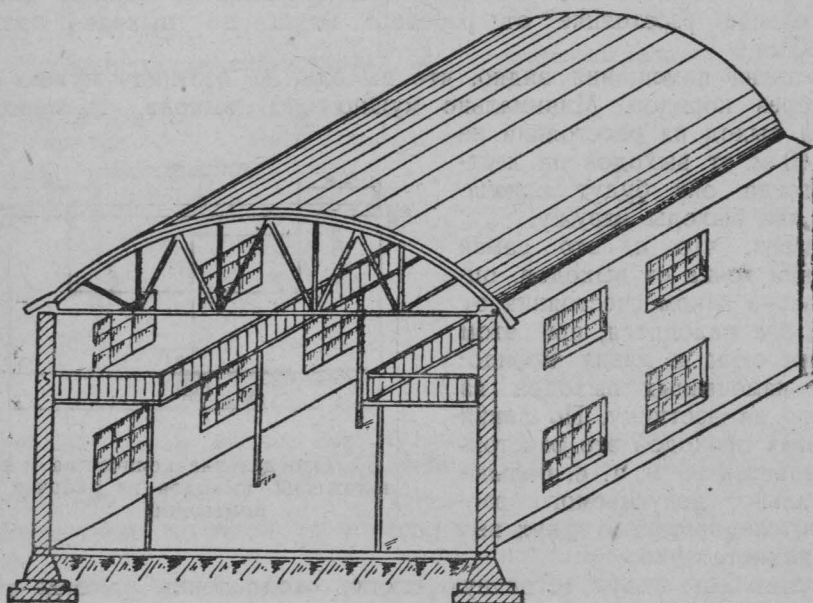
Проходы между производственным оборудованием нужно устанавливать по условиям технологического процесса, организации транспорта в цехе и удобства передвижения людей.

Минимальная ширина прохода принимается 0,80 м. В зависимости от направления и величины людских потоков проходы должны обладать пропускной способностью, достаточной для безопасной и быстрой эвакуации работающих, занятых в зоне, обслуживаемой данным проходом.

Ширину проходов для массового движения принимают: до 50 чел. не менее 0,8 м; до 120 чел. не менее 1,2 м; 120—200 чел. не менее 1,6 м; 200—300 чел. — 1,8 м; 300—400 чел. — 2,0 м; 400—500 чел. — 2,2 м.

Рассчитывать один проход для аварийной эвакуации свыше 500 чел., как правило, не разрешается. Внутренние дверные проемы в производственных и складских зданиях категорий А и Б должны иметь двери той же огнестойкости, что и стены или перегородки.

Дверные проемы в производственных и складских помещениях, связанных с обработкой или хранением легковоспламеняющихся жидкостей, во избежание разлива их, должны быть снабжены порогами с пандусами. Двери, служащие для эвакуации людей, должны открываться наружу.



Фиг. 86. Галереи внутри зданий.

4. Галереи и переходы. В фабрично-заводских зданиях междуэтажные перекрытия иногда устраивают не сплошные, а с вырезом, большей частью посередине здания, вследствие чего вдоль стен образуются открытые галереи или площадки. Галереи шириной более 2—3 м носят название антресолей (фиг. 86).

На этих галереях или антресолях могут быть расположены станки, механизмы и производится работа как и в обыкновенных производственных помещениях.

В производствах категорий А и Б галереи и площадки устраивают для обслуживания агрегатов (ректификационных колонн, скруберов). Особой специфичности в пожарном отношении открытые галереи и антресоли внутри зданий не представляют и должны по огнестойкости соответствовать степени огнестойкости здания, в котором они расположены.

Если галереи предназначены не для установки тяжелых механизмов, а для кратковременного обслуживания установок на высоте, или для перехода, то их основные конструктивные элементы (опоры) должны быть полуогнестойкими, обычно железные.

Лестницы, ведущие на галереи, антресоли и площадки, могут быть открытые и по степени огнестойкости должны соответствовать галлее или антресоли. В огнестойких зданиях можно устраивать металлические лестницы.

Если площадь пола антресолей, галлерей и площадок не превышает 150 м^2 и если они не предназначаются для постоянного пребывания людей, может быть устроена одна лестница. Если эта площадь превышает 150 м^2 , надлежит устраивать с каждого яруса не менее одной открытой лестницы в цех и не менее одного выхода на лестничную клетку или на наружную пожарную лестницу с соблюдением норм максимального удаления рабочей точки до выхода.

Для соединения двух отдельно стоящих зданий устраивают наружные галереи и переходы. Эти сооружения не благоприятны в пожарном отношении, так как могут служить путем перехода огня из одного здания в другое.

Соединительные сооружения для конвейеров, транспортеров, приводных ремней, труб могут быть не только горизонтальные, но и наклонные (фиг. 87).

Открытая эстакада из огнестойких или полуогнестойких материалов (бетонная, железная, каменная) опасности для распространения пожара не представляет. Открытая горизонтальная деревянная эстакада представляет угрозу в отношении переброски огня из здания в здание, но относительно незначительную, так как горючего материала сравнительно не так много и распространение огня будет медленное.

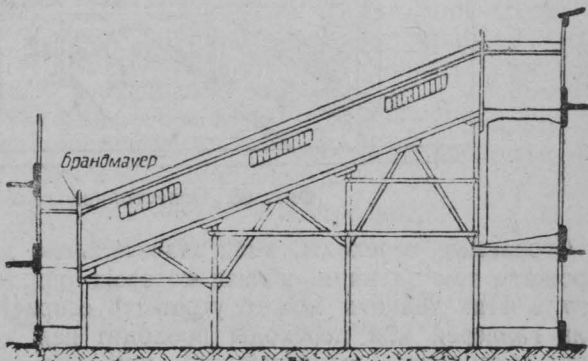
Опаснее наклонная открытая деревянная эстакада; если загорание произойдет в нижней ее части, то огонь будет быстро распространяться к верхней части.

Значительную опасность распространения пожара представляют закрытые галереи или переходы, так как внутри длинных галлерей создается сильная тяга воедуха, способствующая развитию пожара, в особенности в наклонных сооружениях.

Устройство соединительных переходов между зданиями допускается в том случае, если они служат для сообщения и транспорта, но не для эвакуации, и не содержат рабочих и складских помещений. Галереи и соединительные переходы могут быть огнестойкие и полуогнестойкие (фиг. 88), но допускаются и деревянные галереи и переходы при условии, чтобы в элементах конструкций не было пустот, по которым огонь мог бы незаметно переходить из одного здания в другое.

В местах примыкания к зданиям сгораемые переходы для создания противопожарной преграды должны иметь огнестойкие или полуогнестойкие звенья длиной по 5 м на огнестойких опорах (фиг. 89).

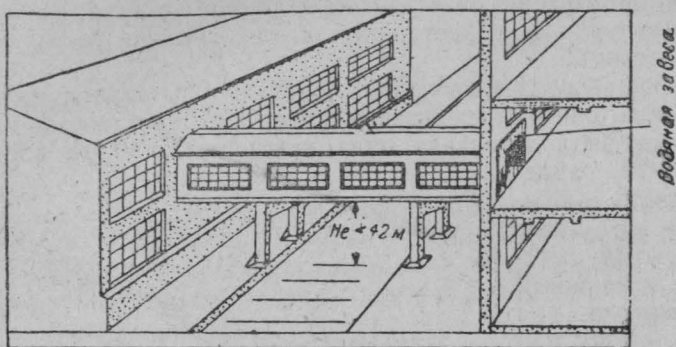
Такие же огнестойкие и полуогнестойкие промежуточные звенья (по 5 м) нужно устраивать через каждые 40 м по длине галлерей или перехода, если длина их превышает 40 м.



Фиг. 87. Наклонная галерея.

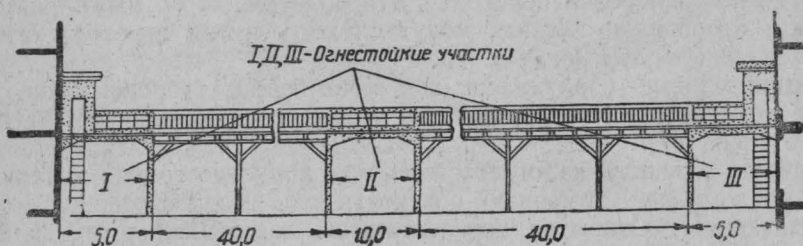
Если соединительные сооружения примыкают к зданиям, имеющим спринклерное оборудование, то вместо огнестойких звеньев допускается сплошное спринклерование соединительных сооружений.

Промежуточные звенья переходов и галлерей, расположенных на высоте более 5 м от земли, снабжаются металлическими лестницами.



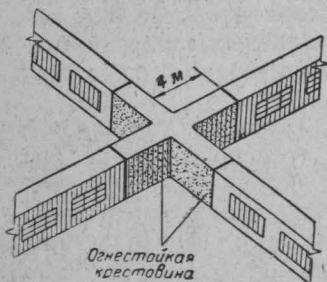
Фиг. 88. Огнестойкая галлерей.

Сгораемые переходы, имея значительную длину, могут при пожарах угрожать тем зданиям, вблизи которых они проходят и, наоборот, пожар в этих зданиях может угрожать сгораемым переходам. Поэтому, если галлерей или переходы проходят над зданиями, то они должны быть закрытыми — огнестойкими или полугогнестойкими. Такими же они должны быть и в том случае, если проходят около сгораемых зданий на расстоянии не более 10 м.



Фиг. 89. Устройство огнестойких участков в галлерей.

Переходы и галлерей через железнодорожные пути также должны иметь огнестойкие или полугогнестойкие звенья длиной, равной ширине пересекаемых путей, увеличенной с каждой стороны на 2 м (защита против загорания от искр паровоза).



Фиг. 90. Пересечение галлерей.

Переходы или галлерей, соединяющие различные здания, могут пересекаться и, если они сгораемые, то при пожаре угрожают друг другу.

Возможны следующие случаи:

1. Галлерей пересекаются на одном уровне под прямым углом (фиг. 90). При возникновении пожара в одном из зданий по галлерейам возможно распространение огня и в трех остальных. Чтобы воспрепятствовать этому, устраивают в месте пересечения преграды в виде огнестойкой или полугогнестойкой крестовины на огнестойких опорах. Длина звеньев крестовины должна равняться ширине галлерей, увеличенной с каждой стороны на 4 м.

2. Галлерей пересекаются под прямым углом в разных уровнях. При горении нижней галлерей будет загораться верхняя; если горит

верхняя, то угли, искры, головни будут падать на нижнюю. В местах пересечения таких галлерей необходимо устраивать огнестойкие или полугонестойкие звенья, длиной, равной ширине галлерей, увеличенной с каждой стороны на 4 м.

В звеньях могут быть устроены оконные проемы с огнестойкими переплетами и остеклением армированным стеклом.

§ 22. Противопожарные требования к планировке промышленных объектов

1. Общие положения. Рациональное размещение промышленных зданий на участке, необходимое для правильной организации производства, одновременно служит мерой предупреждения распространения пожара с одного здания на другое и дает возможность пожарной команде успешно бороться с возникшим пожаром.

При планировке промышленных объектов следует принимать за основу: наивыгоднейшее и экономически целесообразное расположение всех зданий на участке с учетом в первую очередь:

- 1) рельефа местности для предполагаемой застройки;
- 2) поточности и пожарной характеристики технологического процесса;
- 3) направления господствующих ветров для данного района;
- 4) огнестойкости и огнеопасности зданий и складов;
- 5) разрывов между зданиями, складами и сооружениями;
- 6) наличия и необходимости дорог, проездов, подъездов и дворов;
- 7) принятых размеров зданий и их конфигураций;
- 8) наличия в зданиях противопожарных преград;
- 9) наличия естественных водоисточников и древонасаждений;
- 10) наличия соседних предприятий и их пожарной опасности.

2. Рельеф местности. На расположение построек значительное влияние оказывает рельеф местности.

Например, нельзя располагать цехи с горючими жидкостями на возвышенных местах территории, так как при пожаре разливающаяся горящая жидкость может вызвать пожар в ниже расположенных цехах. Нельзя располагать в низинах цехи, выделяющие легкие горючие газы, так как газы будут подниматься кверху и могут служить путем для передачи огня из здания в здание.

3. Поточность технологического процесса. В основу планировки промышленного предприятия кладется поточность технологического процесса. При современной организации производств без рационально продуманной системы потоков технологического процесса невозможна организация четких противопожарных мер. Чем проще и короче пути потоков и меньше пересечения этих путей, тем меньше загромождений, завалов, а следовательно, и меньше пожарная опасность.

К технологическим потокам и размещению аппаратуры предъявляются требования:

а) пути передвижения материалов и полуфабрикатов должны быть кратчайшими и где возможно прямолинейными;

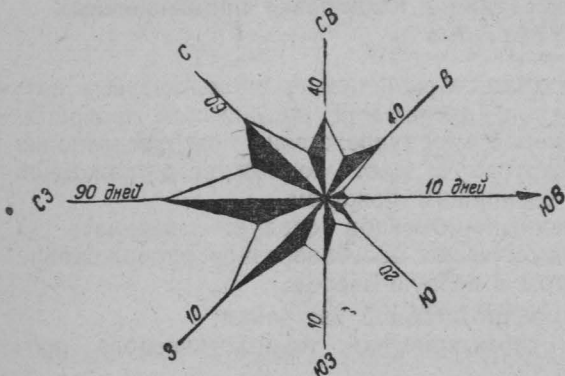
б) производственные потоки не должны пересекаться, причем перемещение сырья, вспомогательных материалов и полуфабрикатов должно совершаться в одном направлении, хотя бы без частичного обратного их передвижения; встречные движения могут вызвать задержки в технологическом процессе.

Планировка здания должна производиться с расчетом устройства гибких цехов.

Чем пожароопаснее технологический процесс, тем конфигурация здания должна быть проще, так как из зданий сложной формы затруднительнее эвакуация людей и имущества.

4. Направление господствующих ветров. При взаимном расположении цехов на участке нужно учитывать направление господствующих ветров. Сведения можно получить в местной метеорологической станции в виде «розы ветров» (фиг. 91).

Огнедействующие цехи нужно располагать с подветренной стороны по отношению к другим цехам. Склады и опасные производства должны быть в стороне от огнедействующих (по линии направления господствующих ветров), во избежание взаимной угрозы. Имея на генеральном плане «розу ветров», не трудно разместить на территории отдельные группы цехов. С наветренной стороны располагать лучше группы цехов, представляющие меньшую огнеопасность.

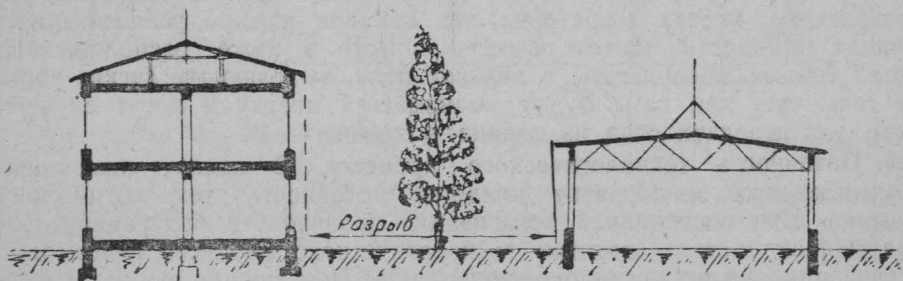


Фиг. 91. Роза ветров.

5. Огнестойкость и огнеопасность зданий. При установлении разрывов между зданиями в расположении зданий на участке исходят из условий огнестойкости и огнеопасности зданий.

Огнестойкость зданий зависит прежде всего от огнеопасности размещенных в нем производств.

6. Противопожарные разрывы. Ограничение размеров наружных пожаров — предотвращение перехода огня при пожаре с одного здания на другое соседнее — может быть достигнуто устройством соответствующего разрыва между смежными зданиями (фиг. 92). Отсутствие достаточного разрыва, особенно между стораемыми зданиями, при пожаре влечет быстрое распространение огня с одного здания на со-



Фиг. 92. Разрыв между смежными зданиями.

седнее. При ветрах и от лучистой теплоты горящего здания нередко пожары перебрасываются на большие расстояния.

Величину разрыва между смежными зданиями принимают исходя из:

- а) огнеопасности и вредности технологических процессов, проводимых в зданиях;
- б) степени огнестойкости и конфигурации зданий;
- в) протяженности смежных зданий и наличия в стенах проемов;
- г) экономической обоснованности для каждого предприятия в отдельности;
- д) учета пожарной аэрации.

Эффективность разрывов увеличивается, если в пределах их имеются дополнительные преграды против действия лучистой теплоты переброски огня с горящего здания (лиственные деревья, брандмауеры, огнестойкие постройки).

Разрывы между зданиями помимо своего основного назначения, как противопожарной преграды, служат проездами для пожарно-хозяйственного транспорта и площадками для пожарных подразделений при тушении пожара.

Ширина разрыва считается между свесами крыш или между наиболее выступающими в сторону противостоящего сооружения элементами (например, выступающие тамбуры, контрфорсы, колонны).

Между смежными зданиями, в которых расположены производственные предприятия, отнесенные к категориям Г и Д, при длине противостоящих стен не более 100 м, разрывы должны быть не менее указанных в табл. 12.

Таблица 12

Степень огнестойкости здания	Сгораемые или полусгораемые	Полуогнестойкие или огнестойкие
	разрывы в метрах	
Сгораемые или полусгораемые	20	15
Полуогнестойкие или огнестойкие	15	12

Приведенные данные служат основой для определения величины разрывов, но к этим цифрам нужно вводить поправки в зависимости от протяженности зданий и их огне- и взрывоопасности.

При длине одного из зданий более 100 м на каждые следующие 100 м (полные и неполные) разрывы увеличиваются на 3 м, но не более чем на 20 м — для огнестойких или полуогнестойких зданий и не более чем на 30 м — для сгораемых или полусгораемых зданий.

Если в одном из противостоящих зданий имеется производство другой категории огневзрывоопасности, указанные в таблице разрывы должны быть увеличены для зданий с производствами: категории В — на 5 м; Б — на 7 м; А — на 10 м.

Если одна из противостоящих наружных стен двух смежных зданий служит брандмауером, то разрыв между ними может быть уменьшен на 5 м.

Пример. Требуется определить разрыв между двумя зданиями: полусгораемым с производством категории В длиной 375 м, с проемами в наружных стенах и сгораемым, длиной 120 м, с производством категории Г; стена, выходящая в сторону полусгораемого здания, — брандмауер.

По табл. 12 находим, что разрыв между сгораемыми и полусгораемыми зданиями должен быть 20 м.

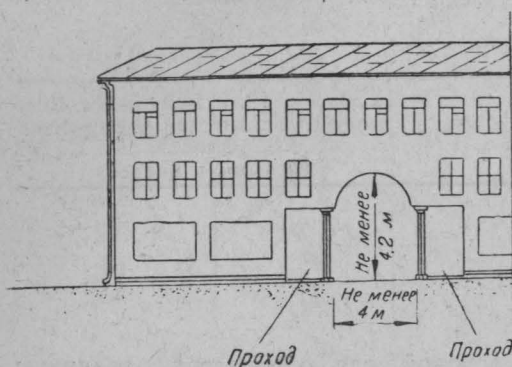
Наиболее длинное здание имеет 375 пог. м. Величина 375 содержит три полных сотни и одну неполную, которая считается для увеличения разрыва как полная. На каждые последующие полные и неполные 100 м (после первых) прибавляем по 3 м. Следовательно, разрыв надо увеличить на 9 м. В одном из зданий расположено производство категории В, т. е. более огнеопасное, чем указанные в основной таблице Г и Д, на которую прибавляем 5 м.

Одна из стен брандмауерная, следовательно, можем разрыв уменьшить на 5 м. Окончательная величина разрыва: $20 + 9 + 5 - 5 = 29$ м.

7. Дороги, проезды, дворы. Для противопожарных целей используются пути сообщения (дороги, проезды, выезды, въезды), устраиваемые по требованиям технологического процесса и для удобства передвижения работающих. Все здания должны быть оборудованы удобными подъездами для пожарных команд.

Ко всем имеющимся на территории предприятия водоемам, с запасами воды для тушения пожаров, должны быть устроены сквозные подъезды. Если это невозможно, то у водоема должны быть устроены мощные площадки размерами 10×10 м для установки и разворота пожарных машин и передвижения насосов.

Все дороги на территории объекта должны быть запроектированы по кольцевой системе, чтобы к любому зданию можно было подъехать не менее, чем с двух сторон. Магистральные дороги должны пересекать всю территорию и иметь выезды на дороги общего пользования.

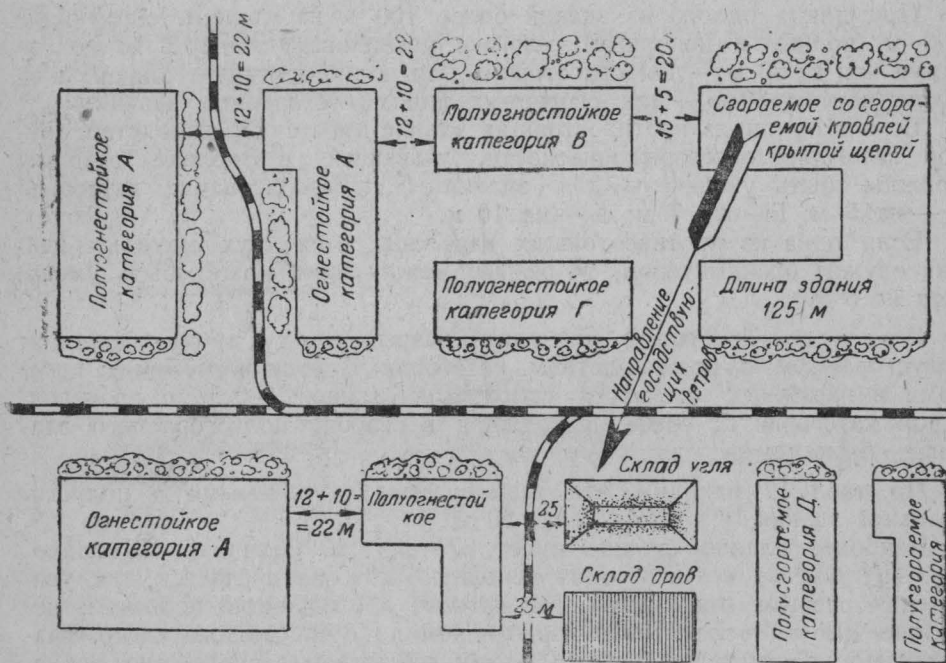


Фиг. 93. Проезд в здании.

От зданий с производствами категории А дороги должны отстоять на 15—20 м ввиду возможности взрывов.

Въезды на территорию объекта могут быть или в виде открытых проездов, шириной не менее 5 м, или в виде проездных ворот (крытого проезда) в первых этажах.

Крытыми проездами считаются проезды, огражденные глухими огнестойкими стенами и такими же перекрытиями (фиг. 93).



Фиг. 94. Пример планировки промышленного объекта.

Для удобства и быстроты следования пожарных команд проездные ворота должны быть прямолинейными, иметь ширину не менее 4 м, высоту — 4,25 м и располагаться под углом не менее 60° по отношению к фасадной стене пересекаемого здания. Ближайшее сооружение перед проездом должно находиться не ближе 10 м.

При ширине проездов более 4 м и устройстве помимо этого особых тротуаров шириной не менее 1,5 м разрешается в проездных воротах устраивать выходы на лестничные клетки или в служебные помещения.

В проездах шириной до 4 м нельзя устраивать двери или окна потому, что в случае пожара в помещениях, выходящих под проездные ворота, огонь и дым могут затруднить пользование проездом.

При возведении промышленных зданий длиной более 200 м (а жилых зданий длиной более 100 м) через каждые 200 м (или 100 м для жилых зданий) по периметру здания должны быть устроены внутренние проезды, удовлетворяющие указанным требованиям. Дворы на территории объекта должны быть таких размеров, чтобы на их площади пожарная команда могла легко развернуться.

Свободная от застроек площадь замкнутого двора должна иметь размер не менее 500 м², при наименьшем измерении не менее 20 м.

Дворы (при наличии двух и более) на территории объекта должны быть соединены открытыми или крытыми проездами.

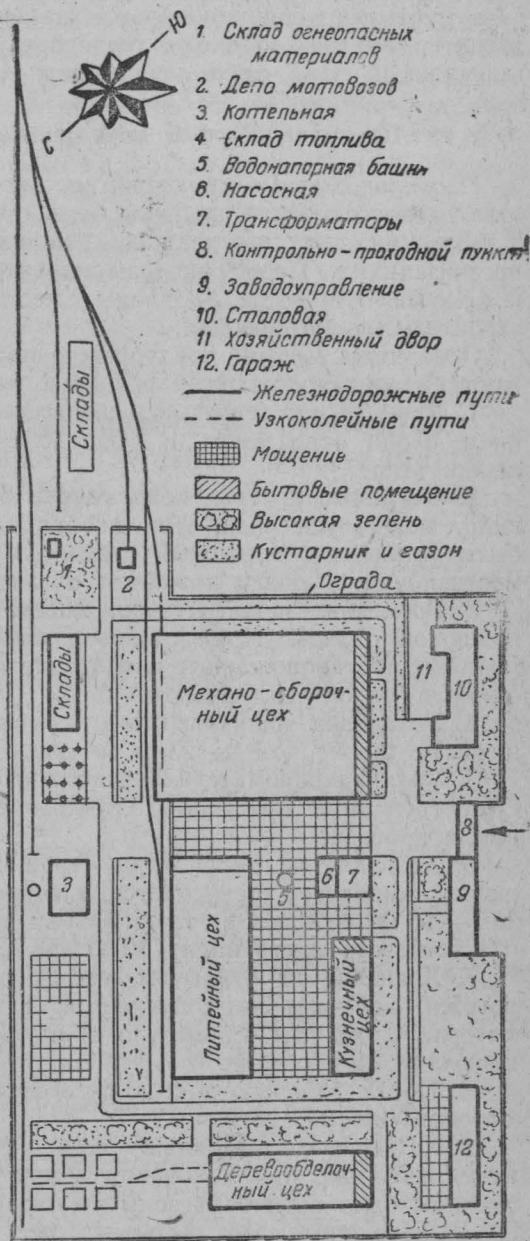
Устройство световых двориков, которые служат только для освещения помещения естественным светом и не имеют сообщения с территорией объекта, не разрешается.

Дороги и проезды следует устраивать до начала строительства на участке с таким расчетом, чтобы самому строительству можно было подать своевременную помощь при пожаре.

Решить вопрос о рациональной и пожаробезопасной планировке объекта или квартала можно лишь при учете всех противопожарных требований к устройству зданий и их размещению на участке.

Прежде всего, предполагаемые к размещению здания необходимо подразделить по признаку огнеопасности находящихся в них производств и хранений на отдельные группы, например: а) здания с огнеопасными производствами, в

которых употребляются или вырабатываются горючие материалы, легковоспламеняющиеся жидкости или газы; б) здания с огнедействующими производствами, связанные с применением огня, выделением искр, возможным выбросом пламени, горячей жидкости; в) цехи энергетического характера; г) склады горючих материалов. Затем для намеченных групп необходимо определить на генеральном плане их взаимное расположение, учитывая направление господ-



Фиг. 95. Генеральный план предприятия.

ствующих ветров в данном пункте и рельеф местности. Примерное размещение производственных зданий, с учетом огнеопасности отдельных процессов и огнестойкости зданий, в соответствии с требованиями ОСТ 90015—39, дано на фиг. 94.

Кроме чисто противопожарного зонирования, при планировке объекта учитывают функциональное назначение здания или сооружения, характер внутривозовского транспорта и другие условия. Примерный генеральный план размещения предприятия приведен на фиг. 95.

§ 23. Противопожарные мероприятия при строительных работах

Противопожарные мероприятия, проводимые в процессе строительства на новостройках, должны быть определены заблаговременно представителями государственного пожарного надзора со строительными организациями. Перед началом строительства площадку осматривают и намечают проезды, водоемы, места рационального расположения строительных материалов.

Основными мерами предупреждения пожаров на постройках служат жесткий противопожарный режим и усиленная охрана.

1. Курение на территории постройки не допускается, за исключением особо отведенных и оборудованных в противопожарном отношении мест.

2. Открытые костры, печи, сварка в неотведенных местах, как правило, не допускаются. При необходимости сварки на лесах должен быть установлен пожарный пост и о данном виде работ уведоимена местная или районная пожарная охрана.

3. Временные печи, тепляки можно устраивать лишь с разрешения пожарной охраны. При установке временных печей должны быть соблюдены противопожарные требования (ОСТ 1748—42 — «Печи нетеплоемкие и малой теплоемкости»).

4. Установка кипятильников, кузнечных горнов может быть допущена не ближе чем на 25 м от лесов, складов лесоматериалов.

5. Укладка пиломатериалов должна производиться в соответствии с существующими правилами, с соблюдением всех необходимых разрывов и проездов.

6. Хранение на территории стройки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей допускается в огнестойких зданиях или в землянках — в металлической таре. Объем хранимого горючего должен соответствовать инструкции ГУПО НКВД.

7. Хранение на открытых местах легкогорючих материалов (пакли, рогожи, войлока) не допускается. Также не разрешается указанные материалы хранить совместно с олифой, маслами, лаками и другими горючими жидкостями.

8. После рабочего дня должна производиться уборка строительных отходов (щепы, стружек).

9. Сгораемые деревянные леса и опалубки должны быть убраны немедленно же при миновании в них надобности. Все эти материалы должны быть срочно увезены со стройки.

10. Наружные леса должны быть оборудованы сходнями через 40 м по периметру здания. При многоэтажных постройках сходни должны иметь поэтажное сообщение.

11. В летнее время, особенно в южных районах, деревянные леса нужно поливать водой.

12. На стройках многоэтажных зданий основные лестницы нужно возводить одновременно со стенами. Применение в лестничных клетках деревянных стремянок не допускается.

13. Временное использование недостроенных зданий может быть допущено по согласованию с органами государственного пожарного надзора и при условии удовлетворения производственных нужд строи-

тельной организации (п. 17 правил о подрядных договорах на строительство, утвержденных постановлением СНК СССР от 26 февраля 1938 г.).

14. Представители государственного пожарного надзора имеют право требовать от начальников строительных проектов постройки для контроля выполнения установленных нормами противопожарных мер.

15. Требования к водоснабжению, расходы воды, установка усилителей должны соответствовать обычным эксплуатируемым зданиям. Основное внимание должно быть обращено на устройство водоемов.

16. Противопожарные мероприятия при устройстве и монтаже электросети при электросварочных работах на стройках должны производиться в соответствии с существующими «Правилами устройства электротехнических установок промышленных предприятий»¹.

17. На стройках должны быть вывешаны инструкции о пожарной безопасности и аншлаги о запрещении курения.

Глава V

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И К КОТЕЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ

ОТОПЛЕНИЕ

§ 24. Системы отопления. Характеристика видов топлива с точки зрения пожарной опасности

Существует две основные системы отопления: 1) центральная, с общим образователем тепла (например, котел или калорифер), откуда тепло в виде нагретого пара, воды или воздуха (теплоносителя) по трубам (теплопроводам) передается по всем помещениям здания и 2) местная, с отдельными образователями тепла (печами) для каждого помещения.

Системы отопления по их пожарной безопасности можно разделить на шесть классов:

I класс — воздушное отопление при нагревании воздуха вне помещений в калориферах паром или горячей водой;

II класс — центральное водяное отопление низкого давления при нагреве труб и батарей не выше 95° С;

III класс — центральное паровое отопление низкого давления с нагревом труб и батарей в 100—110° С при давлении не более 0,5 ати;

IV класс — центральное паровое отопление высокого давления с давлением до 2 ати и водяное с перегретой водой до 180° С;

V класс — местное отопление стационарными печами с открытыми топками, в том числе тазовыми и электрическими;

VI класс — местное отопление переносными печами.

Из этой классификации видно, что пожарная опасность отопления зависит от температуры теплоносителя и наличия открытого огня. Помимо этого, на опасность того или иного отопления влияет конструкция генераторов тепла и нагревательных приборов и род топлива (в особенности для местной системы). Для отопления может быть применено топливо твердое, жидкое и газообразное. В последнее время в крупных котельных установках с успехом применяется пылевидное топливо (угольная пыль).

Показателем ценности топлива с экономической точки зрения служит его теплотворная способность. Характеристика же топлива с

¹ Госэнергоиздат, 1944.

точки зрения пожарной опасности зависит от температуры воспламенения и температуры горения топлива, от способности его самовозгораться и от способа его применения.

Теплотворной способностью называется количество калорий, которое выделяется при сжигании одной весовой или объемной единицы топлива (1 кг, 1 м³). Это определение относится к высшей теплотворной способности.

Более реальной считается низшая теплотворная способность, которая получается, если из числа калорий высшей теплотворной способности вычесть число калорий, потраченных на испарение воды, находящейся в топливе, и воды, получающейся в результате горения водорода: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$.

Различные виды топлива при сгорании дают разное количество тепла, а, следовательно, устройства для сжигания должны соответствовать их теплотворной способности. Большей частью, чем выше теплотворная способность топлива, тем выше температура его горения, поэтому при применении различного топлива необходимо принимать различные противопожарные меры.

Температура горения различных видов топлива, характеризующая их пожароопасность, приведена в табл. 13.

Таблица 13

Наименование вида топлива	Температура горения °C	Наименование вида топлива	Температура горения °C
Дрова естественной сушки с влажностью 20—21%	1000	Антрацит	1300
Дрова естественной сушки с влажностью 30—35%	900	Кокс каменноугольный	1200
Торфяные брикеты	1000	Кокс торфяной	1100
Торф кусковой воздушной сушки	970	Нефтяные остатки	1500
Подмосковный уголь	900	Естественный и светильный газы	1500
Бурый уголь (богхед)	1000	Солома разная	800
Каменный уголь	1200	Подсолнечная лузга	800
		Горючие сланцы	1000

Твердое топливо. Теплотворная способность и температура горения твердого топлива ниже теплотворной способности и температуры горения жидкого и газообразного топлива; оно безопаснее в употреблении, так как для его воспламенения требуется значительный предварительный нагрев.

При сжигании твердого топлива, в особенности в производственных печах, в результате неполного сгорания из труб вылетают искры, могущие вызвать пожар в соседних сгораемых зданиях. Искры, в зависимости от силы ветра, могут залетать на далекое расстояние.

Для борьбы с этой опасностью дымовые трубы таких печей оборудуют специальными искроуловителями и искрогасителями.

Действие существующих искроуловителей основывается на принципе уменьшения скорости движения искр и газов и разделения их по удельному весу, с последующим собиранием искр в специальных устройствах.

В искрогасителях применяется принцип пропускания искр и газов через распыленную воду, отчего искры потухают и осаждаются.

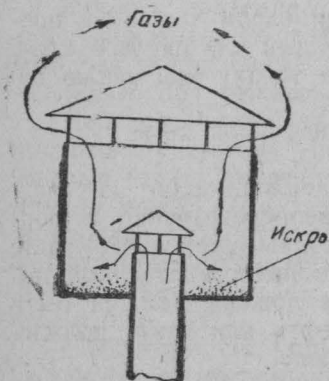
На фиг. 96 изображен искроуловитель, действующий по принципу потери скорости при движении газов: дымовую трубу наверху делают шире, поэтому газы и искры, переходя из трубы узкого сечения в более широкую, теряют скорость и, ударяясь о колпак над трубой, падают вниз, а газы, расходясь по сторонам, выходят наружу.

Вылет мелких искр не представляет существенной опасности, так

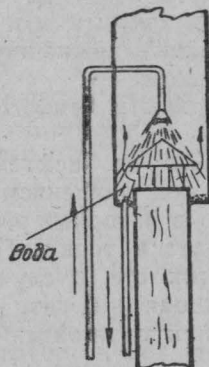
как, пролетев в воздухе незначительное расстояние, они быстро догорают.

Подобные искроуловители просты по своему устройству и дают хорошие результаты.

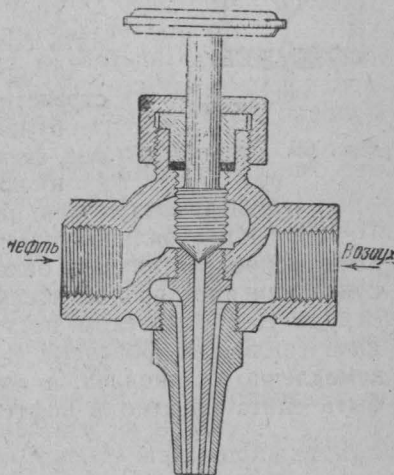
Искрогасители. На фиг. 97 показан искрогаситель, внутри которого вода падает на грибообразный колпак и стекает в виде завесы (сквозь которую проходят газы и искры) в желобок, окружающий устье трубы. В искрогасителях такого типа вода тушит горящие искры и улавливает их, унося с собой в отводную трубу. Искрогасители устанавливают внутри помещения во избежание замерзания их в зимнее время.



Фиг. 96. Искроуловитель.



Фиг. 97. Искрогаситель.



Фиг. 98. Форсунка.

Жидкое топливо. По сравнению с твердым топливом жидкое обладает рядом преимуществ: может быть легко подано к печам посредством трубопроводов; обладает высокой теплотворной способностью; удобно и быстро разжигается; сгорает без золы и остатков. В пожарном отношении жидкое топливо опасно вследствие высокой температуры горения, а также возможной утечки, разливания, испарения и образования взрывчатых смесей с воздухом.

Распространенное жидкое топливо — нефтяное — мазут. Мазут дает почти такой же эффект, как и нефть, но менее огнеопасен. Если дать нефти отстояться, то она постепенно лишается легколетучих частей и делается также менее опасной.

Нефть почти полностью состоит из углерода и водорода. В среднем ее состав: углерода 86%, водорода 13%, серы, воды, золы 1%. Удельный вес ее от 0,73 до 0,97.

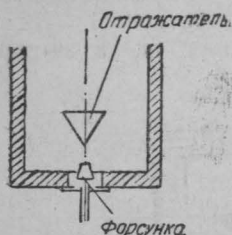
Температура вспышки нефти, применяемой для сжигания в топках, должна быть не ниже 60° С.

Удельный вес мазута от 0,80 до 0,95, температура вспышки около 100°. Мазут содержит: углерода 87%, водорода 12%, прочих остатков 1%.

Нефть или мазут сжигают обычно при помощи форсунок (фиг. 98), представляющих собой особый вид пульверизаторов или распылителей. Форсунки распыляют жидкое топливо в топке печи давлением пара или воздуха. Существует много конструкций форсунок. Сущность их работы состоит в следующем. Соединяют две трубки: по одной поступает нефть, по другой — пар (или воздух) под давлением. Воздух, выходящий из трубки, увлекает за собой жидкое топливо из соседней трубки. Получается мелко распыленная струя, дающая большое и сильное

тламя. Приток воздуха и топлива регулируется особыми кранами. Эти краны должны быть размещены так, чтобы во время регулирования форсунки можно было находиться в стороне от пламени.

Если форсунка потухнет, а мазут будет продолжать поступать (и это не будет своевременно замечено кочегаром), то неизбежны накопление паров, их воспламенение и взрыв. Для предотвращения таких случаев устраивают или световой сигнал (фотоэлемент) или клинообразный отражатель (фиг. 99) из огнеупорного кирпича против форсунки. Отражатель в течение некоторого времени после того, как потухла горелка, остается достаточно нагретым, чтобы вновь разжечь форсунку.

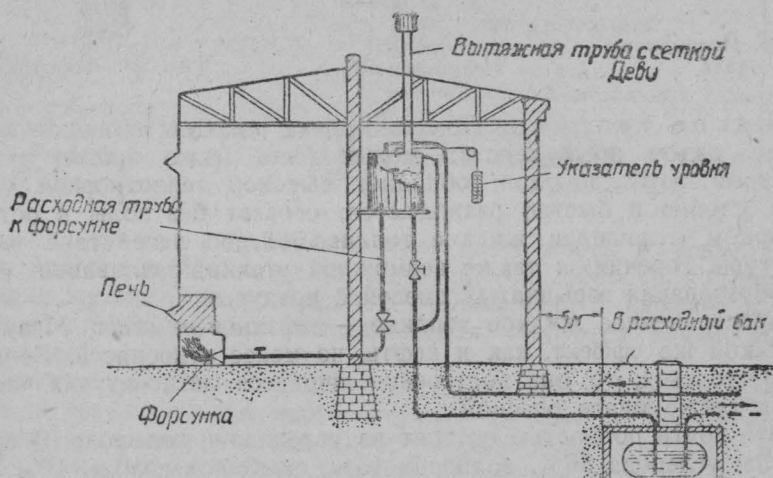


Фиг. 99. Отражатель перед форсункой;

При зажигании нефтяных форсунок надо соблюдать следующие правила:

- а) продуть воздухом или паром топочное пространство и закрыть воздушный или паровой кран;
- б) положить зажженную тряпку или паклю перед форсункой;
- в) приоткрыть немного нефтяной кран;
- г) пустить воздух или пар.

Нефтяное топливо поступает из нефтехранилища или из главных распределительных баков под давлением непосредственно к форсунке или идет предварительно в напорные расходные (дежурные) баки, откуда уже самотеком поступает в топку. При непосредственной подаче топлива к форсунке приток его в случае пожара должен быть немедленно остановлен, а имеющаяся в сети нефть или мазут должна быть слита обратно в нефте- или мазутохранилище.



Фиг. 100. Напорный расходный бак.

Напорные расходные баки (фиг. 100) бывают клепанные из котельного железа. Крышка герметически притягивается болтами. Расходные баки в зданиях с производствами категории Г и Д допускаются при общей их емкости не более 5 т для горючих жидкостей и не более 1,0 т для легковоспламеняющихся. Баки должны быть установлены на металлических стойках, кронштейнах или на огнестойких или полуюгнестойких площадках. В котельных, работающих на жидком топливе, допускается установка расходных баков для каждого топлива емкостью не более суточной потребности. При огнестойком или полуюгнестойком покрытии котельной такие баки можно устанавливать внутри котельной, а при сгораемом и полусгораемом покрытии — в отдельном

помещении со стенами и покрытием из огнестойких или полуетнестойких материалов.

Бак во избежание взрыва паров и газов, во время пожара, нужно снабжать вытяжной трубой, выходящей выше крыши на 0,7 м и имеющей сетку Деви.

В случае возникновения в цехе пожара жидкое топливо из расходных баков должно быть спущено в подземный аварийный резервуар, защищенный от проникания огня и удаленный от здания не менее, чем на 5 м. При горючих жидкостях расходные баки соединяют с резервуарами основной емкости, если возможно самотечные опорожнения их в эти резервуары. В качестве защиты против проникания огня из бака в аварийный резервуар, необходимо применять гидравлический затвор или огневой предохранитель. Для горючих жидкостей предпочтительнее затвор, так как слив при этом произойдет скорее.

Емкость подземного резервуара должна равняться сумме емкости обслуживаемых им расходных баков. На трубе, соединяющей напорный бак и подземный резервуар, около вентиля должна быть надпись: «Открыть при пожаре».

Для определения количества топлива в напорном баке ставят специальный указатель уровня жидкости. Ставить для этой цели нефтеммерные стекла запрещается, так как при пожаре и во время работы стекло может быть разбито, и топливо будет выливаться. Обычно для контроля количества топлива в баке устраивают поплавок со шнуром, проходящим в бак через сальник: шнур оканчивается стрелкой и по блокам идет к шкале. Стрелка на шкале показывает уровень жидкости в баке.

Несмотря на устройство уровня, бак может переполниться, и жидкость по вытяжной трубе начнет выливаться на крышу.

Во избежание этого, от напорного бака, сверху вниз, должна идти переливная труба, по которой жидкость может быть направлена или в аварийный резервуар, или в установленное в цехе под баком ведро, или противень. Чтобы не было перетекания жидкости из аварийного резервуара в расходный бак, переливная (аварийная) труба в месте ее выхода из бака должна быть снабжена обратным клапаном, который открывается только при переполнении, в остальное же время закрыт.

Труба, подающая жидкость в расходный бак, доводится до дна и оканчивается обратным клапаном, открывающимся только при наполнении бака.

На магистрали, входящей в цех, должен быть установлен вентиль. В случае пожара в цехе можно закрыть вентиль и прекратить поступление жидкости. Такие же вентили должны быть установлены на каждом отводе к печи не ближе 3 м и не далее 5 м от нее. Цех и нефтекачка должны быть связаны сигнализацией. По сигналу о пожаре из цеха нефтекачка прекращает подачу нефти и принимает меры к освобождению трубопровода от топлива.

Для обслуживания нефтяного хозяйства цеха должны быть выделены специальные рабочие, которые действуют на основании составленной для них инструкции. В инструкции указывается, что необходимо делать, чтобы не создать опасных в пожарном отношении моментов, и какие должны быть приняты меры в случае возникновения пожара. Рабочих должны периодически инструктировать работники пожарной охраны.

При пользовании нефтяным топливом должны соблюдаться следующие противопожарные правила.

1. В цехах, работающих на жидком топливе, для управления нефтехозяйством цеха (налив главных резервуаров, напорных расходных баков, наблюдение за исправным состоянием и действием системы) должно быть выделено специальное ответственное лицо в каждой смене.

2. Не допускать перелива при наполнении расходных баков из главных резервуаров.

3. Строго следить за исправностью сеток Деви на вытяжных трубах подземных (распределительных) резервуаров и напорных баков у печей в цехах.

4. Строго следить за исправностью работы предохранительных клапанов на нагнетательных линиях нефте- или мазутопровода (давление в нефтепроводе не должно быть больше 3 ат) и не допускать работы насосов вхолостую.

5. Не допускать подогрева нефти-мазута (начиная от вагонных цистерн и кончая напорными баками) выше 35—40°. Для этой цели у баков с нефтью должны быть установлены постоянные термометры. По показаниям термометра производиться периодически запись температуры нефти.

6. Не допускать курения у нефтехранилищ, в помещениях при подземных главных резервуарах и насосных помещениях. В указанных местах должны быть вывешены соответствующие объявления.

7. В случае пожара немедленно вызвать пожарную команду, открыть пожарные спускные вентили из напорных баков и спустить топливо в аварийные резервуары.

8. В помещениях при подземных резервуарах и в насосных устраивать только электрическое освещение с безопасной от взрыва арматурой и с пусковой арматурой, расположенной вне помещения в специальном, защищенном от влаги, железном ящике.

9. Перед очисткой резервуаров и баков от грязи тщательно провентилировать и продуть их острым паром, открыв люки. Работы внутри резервуара производить только после тщательной вентиляции резервуаров, продувки острым паром и промывки водой из ствола.

10. При наливке мазута непосредственно через главный нефте- или мазутопровод, а также из железнодорожных цистерн в подземные распределительные резервуары, не допускать налива их до верха. Оставлять свободный объем в подземных резервуарах на случай спуска в них мазута из напорных цеховых баков обратно по нагнетательной линии во время пожара, или же иметь пустые запасные резервуары.

11. В случае образования в нагретых магистральных пробки мазута усилить подачу пара в паровую магистраль, подогревающую мазут, остановить насос, сделать соответствующее переключение и продуть паром или воздухом мазутную магистраль (для этого на магистрале устанавливаются продувники).

Строго следить, чтобы магистраль мазутопровода и нефтепровода после остановки печи всегда были порожними. Для этого дать основной магистрали уклон от расходных баков в сторону главных распределительных резервуаров, а также установить продувник, при пользовании которым предварительно закрыть расходные вентили.

12. При образовании течи жидкости топлива из магистралей (через муфты, фланцы) срочно принять все меры к устранению течи, вплоть до остановки насосов.

Часто причиной пожара служит пролитая нефть. Иногда нефть разливается около расходных баков из соединений нефтепровода. Нефть, разлитая на земляной пол, впитывается в него, а поскольку земляной пол содержит иногда в себе остатки строительного мусора, шлака, может произойти загорание.

Мусор, шлаки, пропитанные нефтью, часто загораются около подземного боровка печи, если он сильно нагревается.

Во избежание этих пожаров требуется аккуратное обращение с нефтью. Прежде всего следует воспретить пользование переливной трубой для получения из расходного бака нефти или мазута. Если замечено, что где-то налита нефть, ее нужно убрать, а на земляном полу землю, пропитанную нефтью, снять, насыпать новую и утрамбовать. Ис-

правность нефтепроводной сети, это — также одно из требований противопожарной безопасности цеха. При неисправности в подаче воздуха или пара к форсунке также возможно разлитие и воспламенение нефти около печи. Значительное количество пролитой нефти даст большое пламя с высокой температурой, способное зажечь ближайшие деревянные части.

Пылевидное топливо. С пожарной точки зрения пылевидное топливо — угольную пыль — можно характеризовать следующим образом:

а) угольная пыль при хранении способна к самовозгоранию и в этом отношении представляет большую опасность, нежели обыкновенный каменный уголь. Опасность эта увеличивается, если угольная пыль получена из низкосортных углей, более подверженных самовозгоранию, чем высокосортные;

б) угольная пыль, находящаяся в воздухе во взвешенном состоянии, представляет опасность ввиду возможности взрыва или воспламенения. Особенно опасно, если взвихрению подвергается тлеющая пыль, так как имеются налицо все условия для ее взрыва. Содержащаяся в угольной пыли влага уменьшает ее взрывоопасность, но не уменьшает ее склонности к самовозгоранию.

§ 25. Системы местного отопления, их пожарная опасность, противопожарные мероприятия

1. Определения и классификация. К местным системам отопления относятся разнообразные комнатные печи огневого действия.

Местное отопление более пожароопасно, чем центральные системы. Причинами пожаров при местных системах отопления служат: неправильное устройство, неисправность и небрежность при эксплуатации печей. Вопрос предупреждения пожаров от приборов местного отопления должен занимать главное место в пожарной профилактике, поэтому на нем следует остановиться подробнее.

По теплоемкости печи разделяются:

а) большой теплоемкости — печи, аккумулирующие при одной топке количество тепла, необходимое для 24-часового периода теплоотдачи;

б) средней теплоемкости — печи, аккумулирующие при одной топке количество тепла, необходимое для 12-часового периода теплоотдачи;

в) малой теплоемкости — печи огневого действия, способные массой заключенного в них материала аккумулировать тепло в течение 3—4 часов;

г) нетеплоемкие (временные) — печи огневого действия, неспособные массой заключенного в них материала аккумулировать тепло.

По способу отвода дыма печи большой, средней и малой теплоемкости подразделяются на печи:

а) с насадными трубами — труба установлена непосредственно на самой печи;

б) с коренными трубами — труба устанавливается самостоятельно на своем фундаменте;

в) печи, присоединенные железной трубой к дымоходу;

г) с отводом дыма при помощи каналов, заложенных в кладке стен здания.

Расчетная теплоотдача $Q_{расч}$ печей в к/кал принимается:

для печей большой теплоемкости $Q_{расч} = 24 Q_{час}$;

для печей средней теплоемкости $Q_{расч} = 12 Q_{час}$.

Исходя из теплоотдачи, максимальную температуру на наружных стенках печи $t_{макс}$ принимают по табл. 14.

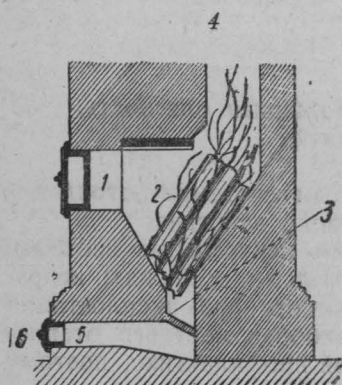
2. Основы устройства и типы печей. Основной частью печи служит топливник, где происходит сгорание топлива. Топливник должен иметь

Таблица 14

Открытые поверхности печей	$t_{\text{макс}}$ в °С
Печи в железном футляре	80
Оштукатуренные печи	80
Изразцовые печи	90

достаточный объем и высоту, чтобы процесс сгорания топлива происходил и заканчивался именно в нем, а не в дымовых каналах, где нет достаточного притока кислорода, и горение прекращается, вызывая недожог топлива и значительные отложения сажи. В топливнике (фиг. 101) имеются:

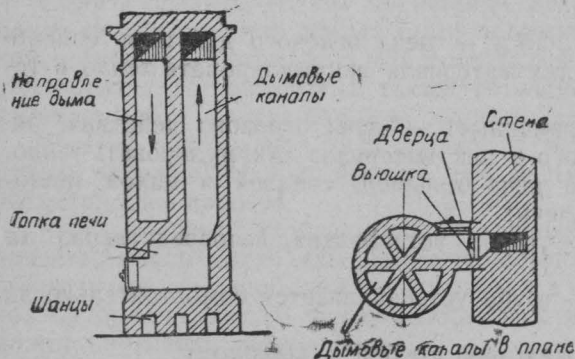
1 — топочное отверстие с дверцей; 2 — место, куда загружают топливо; 3 — колосниковая решетка; 4 — хайло, — отверстие в верхней части топливника для прохода газов в дымовые каналы; 5 — зольник; 6 — поддувальное отверстие для



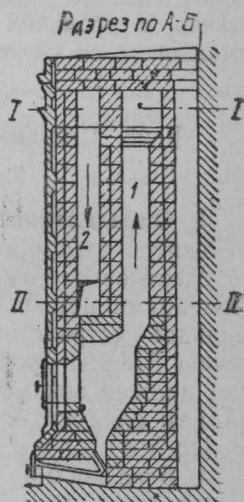
Фиг. 101. Топливник.



Фиг. 102. Голландская печь.



Фиг. 103. Утермарковская печь.



Фиг. 104. Печь с параллельными дымооборотами.

притока свежего воздуха. Некоторые старые системы не имеют колосниковой решетки и зольника. В таких печах нельзя сжигать торф, уголь и кокс, а при сжигании дров понижается коэффициент полезного действия печи из-за плохого распределения подаваемого воздуха.

Над топливником начинаются дымообороты или дымовые каналы, назначение которых отнять теплоту от проходящих по ним газов (продуктов горения) и тем самым нагреть печь и помещение.

Для кладки печей применяют нормальный глиняный красный кирпич или специальный печной. Недожженный или пережженный кирпич для печей не употребляется, точно так же, как и силикатный.

Те части печей и нагревательных приборов, которые подвергаются действию высоких температур (1000° и выше), нужно выкладывать из огнеупорного кирпича на огнеупорной глине.

Если печь предназначается для отопления помещения углем, коксом, антрацитом или деревом с теплоотдачей более 100 кал/час., то в топливниках устраивают футеровку (обкладку) из огнеупорного кирпича.

По устройству печи можно подразделить на печи с последовательными и параллельными дымовыми каналами.

К печам с последовательными дымовыми каналами относятся голландские и утермарковские печи.

Голландская печь (фиг. 102) состоит из топливника, где сжигается топливо, и дымооборотов, которые в зависимости от направления дыма бывают подъемные и опускные. Из дымооборотов дым направляется в дымоход и затем наружу.

Недостаток голландской печи заключается в неравномерности обогрева боковых поверхностей, ввиду того, что первые обороты печей нагреваются быстрее следующих.

Стенки дымооборотов, будучи нагреты с обеих сторон, быстро накаляются, а затем перестают поглощать выработанное топливником тепло, которое бесполезно уносится в трубу.

Утермарковские печи бывают большой и средней теплоемкости. Они имеют круглую форму и заключены в кожухи из кровельного железа (фиг. 103).

По конструкции утермарковские печи похожи на голландские и отличаются от них лишь устройством дымооборотов и наружным видом.

У утермарковских печей благодаря более тонким стенкам дымооборотов происходит сильный нагрев наружных поверхностей печи.

Печь с параллельными дымооборотами показана на фиг. 104.

Топочные газы через хайло, поднявшись по среднему каналу 1, расходятся по опускающимся каналам 2 и затем направляются в дымоход и наружу.

При таком устройстве печи наружные стенки ее нагреваются более равномерно и отсутствуют недостатки голландских и утермарковских печей. Опускные дымоходы (каналы) этих печей, при наличии деревянных полов в помещениях, следует внизу оканчивать на высоте 20 см от уровня пола. При огнестойких и полугонестойких полах и перекрытиях каналы доводят до уровня пола.

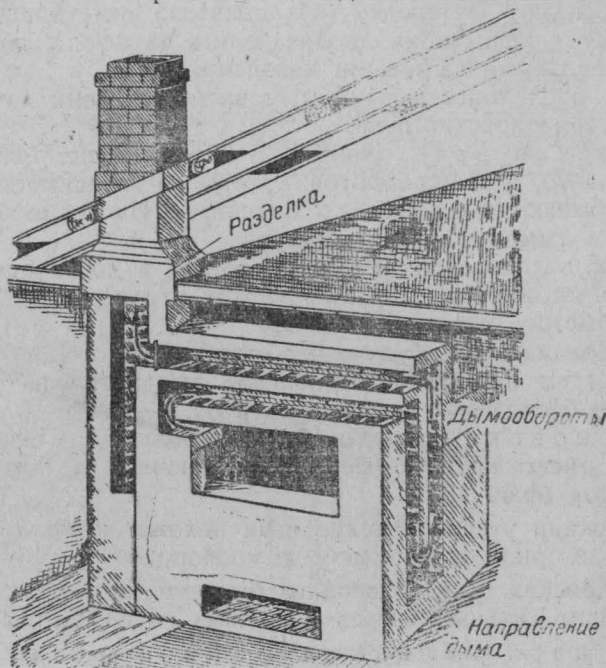
Бесканальная печь Грум-Гржимайло отличается устройством внутренней камеры. Камера укрепляется на внутренних контрфорсах и способствует увеличению поверхности нагрева. Пламя через хайло направляется к своду, откуда, поворачиваясь, опускается вниз по каналам и затем отводится в дымовую трубу. Таким образом, конструкция печи основана на принципе свободного движения газов разной температуры и, следовательно, различного удельного веса; в центре печь наполнена горячими и легкими газами, стремящимися вверх, а у наружных стен — остывшими, падающими вниз.

Большое распространение в сельской местности имеют русские печи (фиг. 105).

3. Противопожарные требования к устройству печей большой и средней теплоемкости. Основные условия безопасного в пожарном от-

ношении устройства комнатных печей следующие: а) прочность основания, б) правильность и прочность печной кладки и дымоходов, в) защищенность сгораемых частей зданий от нагреваемых поверхностей печей и дымоходов, г) удобство эксплуатации.

Фундаменты и основания под печи и дымовые трубы. Печь, сложенная из кирпича на глиняном растворе, не представляет собой прочного монолитного сооружения, а потому должна быть защищена от возможных сотрясений, расстраивающих кладку печи, отражающихся на качестве ее работы и вызывающих пожарную опасность. Если печь поставить непосредственно на чистый пол, то разрушение ее может произойти вследствие зыбкости балок; установ-



Фиг. 105. Русская печь.

ленная таким образом печь может прогнуть междуэтажные перекрытия и при этом дать крен, что вызывает появление трещин, а следовательно, и пожарную опасность. Поэтому как печь, так и коренные трубы должны иметь под собой прочное основание, независимое от междуэтажных перекрытий.

Печь первого этажа здания (без подвала) или коренную трубу устанавливают на бутовые или кирпичные фундаменты, не связанные с фундаментом стен.

Печь верхнего этажа должна быть установлена на консолях из железных балок, заделанных в капитальные стены. Для печи, устанавливаемой в углу, образуемом капитальными стенами, консольная балка кладется на стены, образующие угол.

Установка печей непосредственно на пол допускается для печей весом 750 кг и менее, расположенных вблизи капитальных стен.

Основание для печи по консольным балкам может быть деревянное, огнестойкое или полуюгнестойкое.

В первом случае (фиг. 106) по балкам укладывают дощатый настил, который защищают двумя слоями войлока, пропитанного в глиняном растворе, и обшивают кровельным железом. По такому настилу выкладывается три ряда кирпичей сплошной кладки, с обязательной перевязкой швов.

Общая толщина, от «дыма» до уровня деревянного настила, должна быть не менее 21 см.

Установка печи на огнестойкое железобетонное основание (консольную плиту) показана на фиг. 107.

В деревянных двухэтажных зданиях печь второго этажа может быть установлена или на кладку печи первого этажа или на консольные плиты, заделанные в коренной трубе (фиг. 108).

Дымовые каналы и коренные трубы. Для выпуска дыма из печей наружу могут служить:

а) дымовой канал (стенная труба), проведенный в каменной стене здания; отдельные дымовые каналы могут перед выходом через чердачное перекрытие соединяться в один стояк, установленный на капитальной стене;

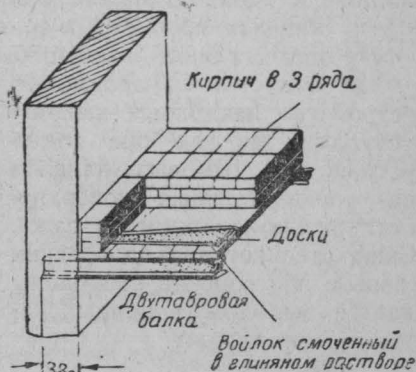
б) коренная труба, устроенная в виде самостоятельного стояка с каналами и связанная с конструкцией печи;

в) насадная труба, при которой трубный стояк устанавливается непосредственно на печь.

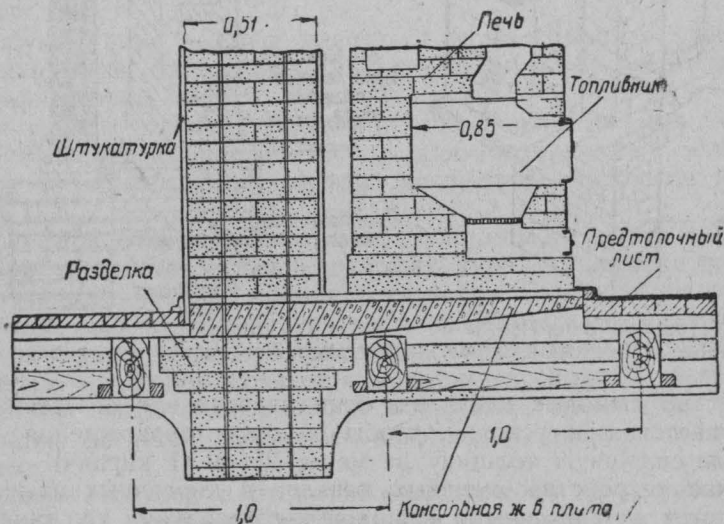
На фиг. 109 показана общая схема установки печи на собственном фундаменте с насадной трубой.

Не допускается устройство двухэтажных насадных труб над одноэтажными печами.

Дымовая труба от печей и очагов выводится над крышей на высоту: а) 0,5 м выше конька крыши, если труба отстоит от конька не



Фиг. 106. Устройство основания под печь.



Фиг. 107. Установка печи на железобетонную консольную плиту.

далее 1,5 м; б) до уровня конька крыши, если труба отстоит от конька на 1,5—3 м; в) ниже конька крыши до прямой, проведенной под углом 10° к горизонту, при расстоянии трубы до конька более 3 м.

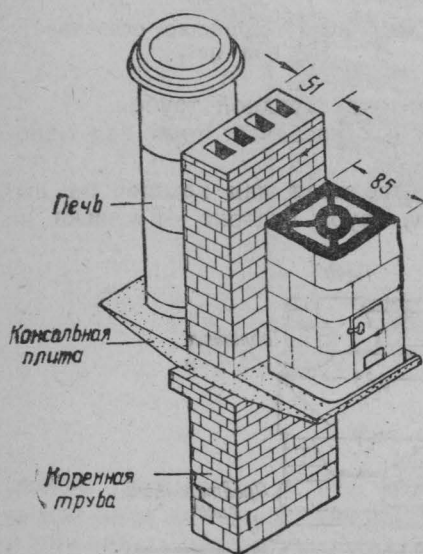
Каждая печь должна быть присоединена к отдельному дымовому каналу. При специальном устройстве (рассечка) могут быть присоединены к одному каналу две печи, находящиеся в одном этаже. В насадных трубах от каждой печи можно выводить только один дымоход без вентиляционных каналов.

Параллельно расположенные дымовые каналы разделяют перегородкой, толщиной не менее $\frac{1}{2}$ кирпича; между дымовым и вентиляционным каналом перегородка должна быть толщиной тоже не менее $\frac{1}{2}$ кирпича.

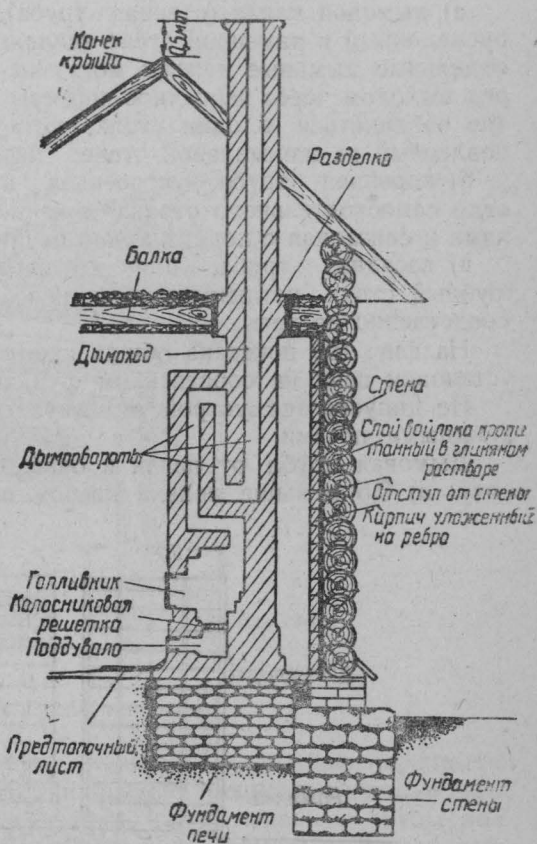
Дымовые каналы должны иметь вертикальное направление. Однако при необходимости отвода дыма в сторону могут быть допущены наклонные каналы (уводы). Относ увода должен быть не более 1 м, при наклоне к горизонтальной плоскости в 60° и при условии устройства в этих каналах прочистных плотно закрываемых отверстий.

На одном канале должно быть не более одного ответвления.

Не допускается прокладка горизонтальных дымовых каналов или устройство наклонных каналов уступами, так как при таком устройстве дымовых каналов на горизонтальных поверхностях сильно осаждается сажа. Сажа стесняет проход горячих газов и при горении сопровождается выходом топочных газов и искр наружу.



Фиг. 108. Установка печи на плиты, заделанные в коренной трубе.



Фиг. 109. Установка печи в первом этаже.

Устройство дымовых каналов в брандмауерах или огнестойких стенах допускается при условии, чтобы в месте прохождения каналов стена имела сплошную толщину не менее 25 см (1 кирпич).

В случае устройства дымовых каналов в кирпичных стенах лестничных клеток с деревянными маршами и площадками толщина стенок каналов в сторону деревянного марша должна делаться не менее 1 кирпича с изоляцией деревянных частей войлоком, пропитанным глиняным раствором, или асбестовым картоном толщиной 2—3 мм или не менее $\frac{1}{2}$ кирпичей без изоляции.

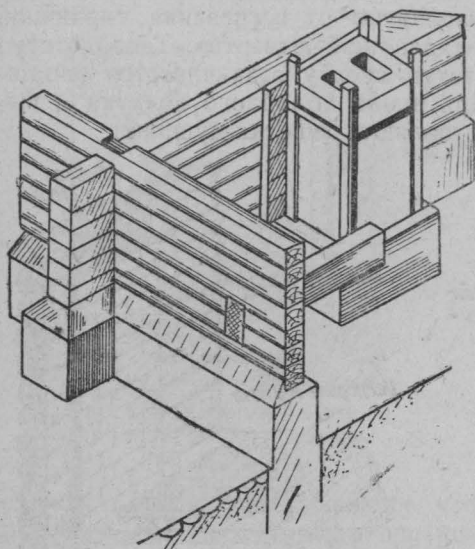
При стенах из силикатного кирпича кладку дымовых каналов необходимо вести из обыкновенного красного кирпича.

В сейсмических районах коренные дымовые трубы должны быть заключены в сплошной кожух из кровельного железа, укрепленный по углам уголовым железом (фиг. 110).

При устройстве дымовых каналов кладку необходимо вести с дере-

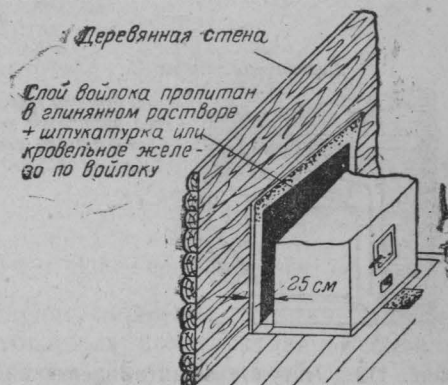
вязкой швов как по вертикали, так и в горизонтальном направлении. Дымоходы кладут на том же растворе, что и стены. Стенки каналов должны быть гладкими.

Прокладка горизонтальных труб — боровов (лежаков) — на чердаке представляет большую пожарную опасность, так как борова легко повреждаются, трескаются и служат причиной пожаров. Поэтому в пределах чердака каждую группу каналов необходимо сводить в общий стояк, без боровов и выводить выше, как было указано.



Фиг. 110. Устройство коренной трубы в сейсмических районах.

Воспрещается соединять вытяжные каналы (газоотводы), идущие от газовых приборов, с дымоходами, так как при случайной утечке газа возможно образование в дымоходе взрывчатой смеси и взрыва.



Фиг. 111. Устройство отступа.

Продукты газа должны удаляться через самостоятельный газоотвод, выходящий над крышей здания и снабженный сверху для лучшей тяги дефлектором.

Для защиты дымовых каналов от попадания в них дождя или снега над трубами устраивают зонтики, а для усиления тяги — дефлекторы. Если же возможен вылет из труб искр, трубы снабжают искроуловителями.

Защита сгораемых частей здания (разделки и отступы). При устройстве печей и дымовых труб необходимо между ними и деревянными частями здания устраивать разделки или отступы, защищающие дерево от действия теплоты. Разделками называются утолщения в кладке печи или дымоходов, вследствие чего между нагретой частью и деревом создается малотеплопроводный слой.

Отступы представляют собой воздушный промежуток между поверхностью нагретой части печи или дымохода и прилегающей конструкцией.

Размеры разделок и отступов определяются на основании требования, чтобы от внутренней поверхности дымохода или печных каналов (от «дыма») до деревянных конструкций было определенное расстояние. Для печей с кратковременной топкой (комнатные печи большой и средней теплоемкости) это расстояние должно быть не менее 0,25 м, а для печей с продолжительной топкой (хлебопекарные, кондитерские печи, комнатные печи малой теплоемкости) — не менее 0,38 м.

Принимая толщину стенок дымоходов и печей не менее $\frac{1}{2}$ кирпича, при устройстве печей с длительной топкой (печи малой теплоемкости, кухонные, хлебопекарные печи), а также дымовых труб при них около деревянных стен или перегородок, надо оставлять отступ шириной не менее 1 кирпича — 25 см (фиг. 111), а для комнатных печей с кратко-

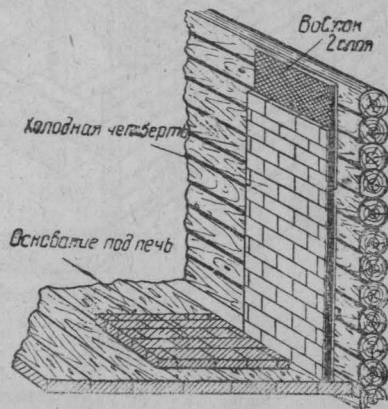
временной топкой — не менее 13 см, с изоляцией стены штукатуркой по войлоку, пропитанному в глиняном растворе, или обивкой кровельным железом по пропитанному войлоку (фиг. 112).

Отступы могут быть открытые и закрытые. Отступ называется открытым, если с боков нет заделки.

Открытый отступ менее желателен, так как может быть использован для сушки дров, обуви, которые могут воспламениться. Поэтому отступ с боков закрывают стенками из кирпича толщиной 13 см, а деревянную стену более тщательно изолируют от нагревания кирпичной обкладкой, которая носит название «холодной четверти». Такой отступ называется закрытым. Закрытый отступ сверху заканчивается сводом или плитой в два ряда кирпичей. Для входа холодного воздуха и выхода теплого в закрытый отступ вставляют решетки-душники.



Фиг. 112. Отступ с защитой деревянной стены.



Фиг. 113. Холодная четверть.

Отступы шириной менее 25 см оставлять открытыми не рекомендуется.

Для надежной защиты деревянных конструкций от действия высоких температур при работе печей устраивают холодную четверть (фиг. 113).

При печах длительной топки холодная четверть имеет толщину в $\frac{1}{2}$ кирпича, при печах кратковременной топки — в $\frac{1}{4}$ кирпича.

В индивидуальных квартирах при непродолжительной топке кухонных очагов отступы от деревянных стен принимают не менее 20 см и делают закрытыми, с устройством по деревянной стене холодной четверти в $\frac{1}{4}$ кирпича по войлоку, пропитанному в глиняном растворе.

Холодная четверть основывается во всех случаях на полах или перекрытиях, но отнюдь не на фундаментах печей. Деревянные полы закрытых отступов также изолируют укладкой одного ряда кирпичей (плашмя) на глиняном растворе.

Высота и ширина холодной четверти не должны быть меньше высоты и ширины печей и очагов (у кухонных очагов высота холодной четверти должна быть на 50 см выше очага).

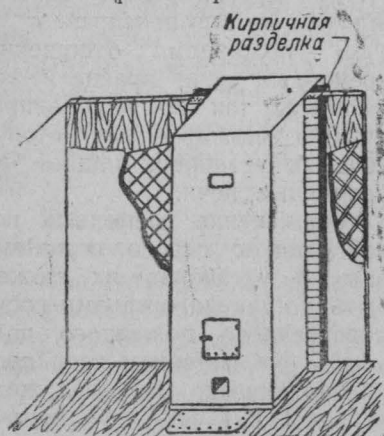
Для большей прочности холодная четверть прикрепляется к стене проволокой и гвоздями.

Если печь установлена в проеме сгораемой или полусгораемой стены или перегородки, то между печью и стеной устраивают вертикальную разделку, представляющую собой утолщение в виде кирпичной кладки, толщиной не менее $\frac{1}{2}$ кирпича, на глине или известковом растворе (фиг. 114).

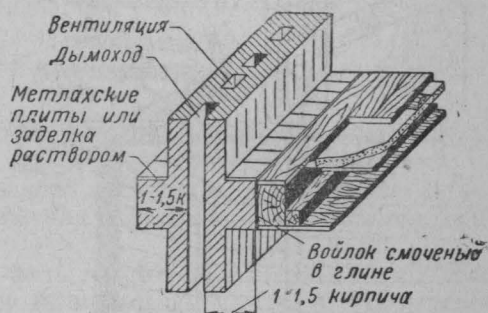
Торцы деревянных частей стены, примыкающие к разделке, защищают войлоком, пропитанным в глиняном растворе. Перевязка кладки вертикальной разделки с кладкой печи или дымовой трубы не допускается.

Температура отходящих газов в дымовых каналах сравнительно невелика (от 110 до 150°), однако, при горении сажи в дымоходе развивается температура до 800—900°. Такая температура может значительно нагреть стенки дымохода, вызвать трещины и возгорание близрасположенных сгораемых частей перекрытия.

Поэтому при прохождении дымовых труб или дымовых каналов в стенах через сгораемые или полусгораемые междуэтажные перекрытия, а также при примыкании к ним деревянных лестниц или других сгораемых предметов, устраивают горизонтальную разделку. Разделка пред-



Фиг. 114. Установка печи в проеме сгораемой перегородки.



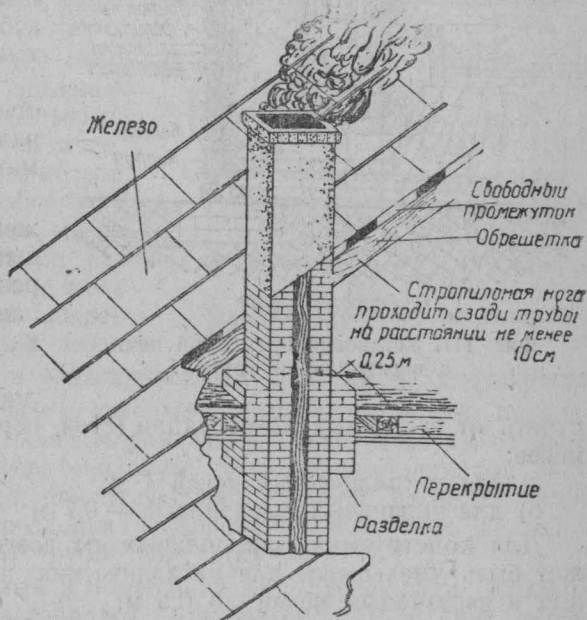
Фиг. 115. Горизонтальная разделка.

ставляет собой горизонтальное утолщение кирпичной кладки дымоходов или дымовых каналов против сгораемых конструктивных элементов. Это утолщение образуется выпуском рядов кирпичей (фиг. 115) или закладкой железобетонной плиты. Размеры утолщения зависят от рода печи (длительной или кратковременной топки).

Железные балки также нужно защищать от нагрева печами и дымоходами, во избежание их деформации, и расстояние их от дыма должно быть не менее 12 см.

Деревянный пол около дымовых каналов доводят только до края разделки, а над ней делают пол из огнестойких материалов (метлахские плитки, цементный пол).

На чердаках между дымовыми трубами и деревянными частями зданий (стропила, обрешетка, мауэрлаты) разделок не устраивают, а оставляют свободный промежуток шириной не менее 10 см, покрытый на крыше вокруг трубы железом (фиг. 116).

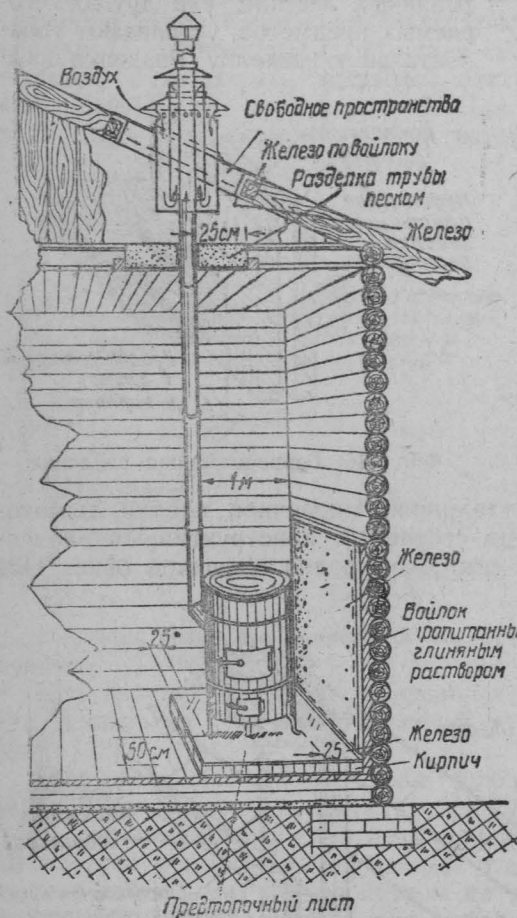


Фиг. 116. Прохождение дымохода через сгораемые кровельные конструкции.

При устройстве разделок для печей, устанавливаемых в проемах, а также в междуэтажных или чердачных перекрытиях, следует преду-

смагивать возможную осадку зданий и оставлять небольшие зазоры.

4. Меры пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации печей нетеплоемких и малой теплоемкости (временок). По материалу временные печи делятся на стальные, чугунные, кирпичные, керамиковые и смешанные. Применяются для отопления землянок, палаток, барачков, ка-раульных помещений и временных зданий. Их используют также для просушки помещений, сгогрева теляков и для других целей, где по-стоянное отопление еще не пущено в эксплуатацию или неисправно.



Фиг. 117. Установка временной печи с вертикальной трубой.

В пожарном отношении временные печи крайне неже-лательны, так как наибольший процент пожаров от отопи-тельных установок падает на временные печи.

Применение временных пе-чей следует строго ограничи-вать и установка их может быть допущена органами госу-дарственного пожарного над-зора с соблюдением всех про-тивопожарных мер, изложен-ных в ГОСТ 1748—42, прило-жение 2.

При установке кирпичных и изразцовых печей малой теп-лоемкости на деревянном полу основание их должно быть сделано из трех рядов кирпи-ча на глиняном растворе, по-предварительно уложенному асбесту или войлоку, пропи-танному в глиняном растворе.

При отсутствии изоляции основание делается из четырех рядов кирпича или из слоя мятой глины толщиной 25 см.

Перед фронтом печи дол-жен быть прибит предпочный лист кровельного железа размером 50 × 50 см или сде-лана того же размера выстил-ка в один ряд кирпича.

Печи нетеплоемкие и ма-лой теплоемкости должны от-

стоять от сгораемых конструкций (стен, перегородок) на расстоянии не менее:

- а) для металлических печей 1 м;
- б) для кирпичных, изразцовых — 0,7 м.

Для конструкций, защищенных от возгорания, это расстояние мо-жет быть уменьшено; для металлических печей до 0,7 м, для кирпич-ных и изразцовых печей до 0,5 м.

Металлические печи устанавливают на основание непосредственно или на ножках.

При установке металлических печей на ножках деревянный пол под печью изолируют одним из следующих способов:

- а) обивают кровельным железом по войлоку (2 слоя), пропитанному в глиняном растворе;
- б) выкладывают один ряд кирпича плашмя на глиняном растворе.

Во всех случаях изолируемая площадь пола должна выступать за периметр печи перед топкой на 50 см и с боков — не менее 25 см.

Общий вид примерной установки печи при вертикальном расположении дымовой трубы дан на фиг. 117. Высота ножек печи должна быть не менее 15 см.

При установке металлических печей без ножек на деревянном полу основание под печь делают из четырех рядов кирпича на глиняном растворе, причем два нижних ряда кладки допускается делать с шанцами (пустотами). Внутренняя часть кирпичного основания может быть наполнена песком или шлаком.

Допускается также устройство основания для подобного рода печей из кирпича-сырца или из мятой глины при толщине слоя не менее 25 см.

Для печей нетеплоемких и малой теплоемкости допускаются трубы из кровельного листового железа.

При установке металлических дымовых труб необходимо соблюдать следующие правила:

а) трубы должны быть тщательно соединены и вдвинуты одно звено в другое по направлению движения дымовых газов не менее чем на половину диаметра трубы;

б) металлическая труба должна быть плотно соединена с кирпичной дымовой трубой и входить в кладку не менее чем на 10 см; место соединения металлической трубы с кирпичной кладкой должно быть тщательно промазано глиной;

в) при наличии дымовых каналов в кирпичных стенах или кирпичных труб, вывод металлических труб от печей наружу через окна запрещается;

г) при выводе труб через окно в последнее должен быть вставлен заменяющий разделку асбестовый или из кровельного железа лист, размером не менее трех диаметров трубы; конец трубы должен быть выведен за стену здания не менее чем на 0,7 м и заканчиваться направленным вверх патрубком с колпаком для предохранения от искрения и попадания атмосферных осадков;

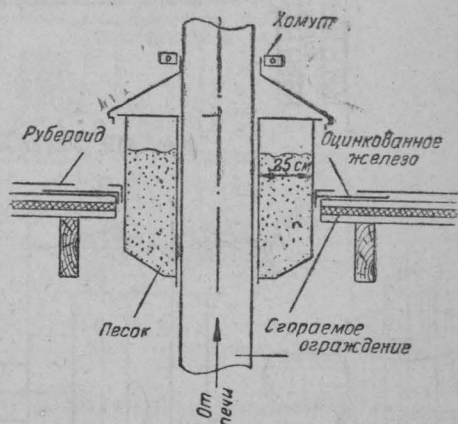
д) присоединение труб к вентиляционным каналам не допускается;

е) при проходе труб через сгораемые стены, перегородки, потолки и кровлю должна быть устроена кирпичная разделка в 25 см от дыма до дерева, с изоляцией дерева войлоком, смоченным в глиняном растворе, или разделка из песка; при отсутствии изоляции разделка должна быть в 38 см; размер разделки из песка должен быть не менее 25 см в каждую сторону от трубы (фиг. 118);

ж) трубы, прокладываемые в помещении под деревянным потолком или у сгораемых стен и перегородок, должны отстоять от них не менее чем на 0,7 м, а при применении изоляции — не менее 0,5 м;

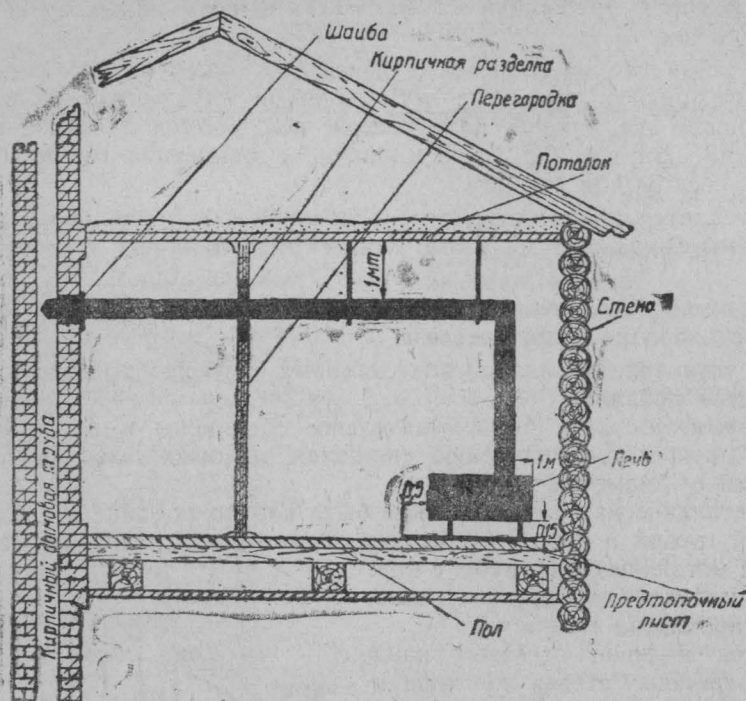
з) трубы, располагаемые горизонтально под потолком помещения, должны быть прочно укреплены на подвесках из проволоки; в сторону движения дымовых газов трубам должен быть придан подъем в $\frac{1}{40}$ их длины; общая длина труб допускается до 10 м.

Расположение временной печи в сгораемом помещении сельского типа с выводом труб в коренную дымовую трубу дано на фиг. 119.

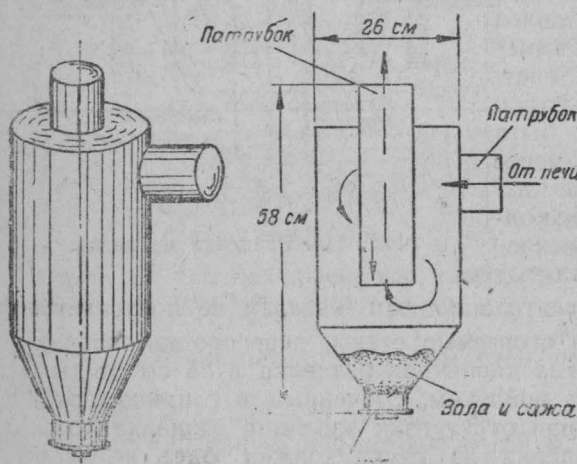


Фиг. 118. Разделка из песка.

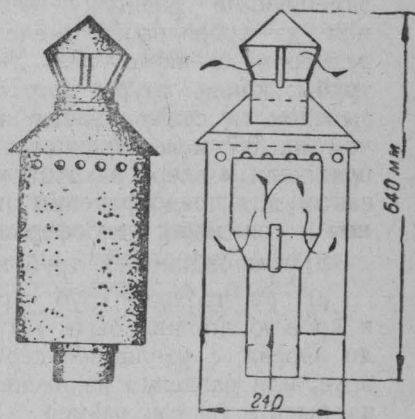
Важнейшая мера борьбы с возможными пожарами от временных печей заключается в уничтожении искр, вылетающих из печи. Для временных печей рекомендуются следующие системы искроуловителей



Фиг. 119. Установка временной печи.



Фиг. 120. Искроуловитель «Циклон».



Фиг. 121. Искроуловитель с уширенной частью.

(ГОСТ 1748—42). (Искроуловители следует особо рекомендовать при установке печей на стройках предприятий):

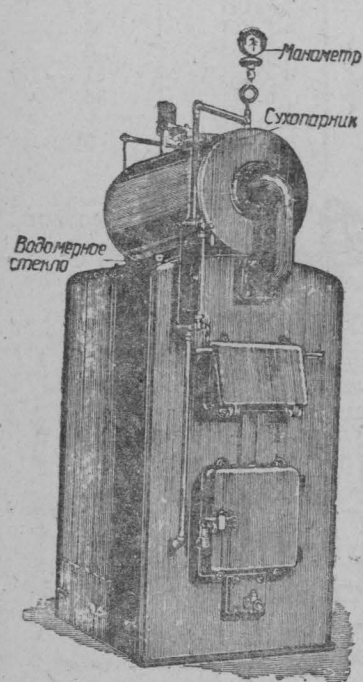
а) искроуловитель «циклон», одним концом («патрубком») присоединенный к печи, а вторым к дымовой трубе на выход дыма (фиг. 120);

б) искроуловители, работающие на принципе падения скорости при выходе газов из узкой трубы в уширенную часть (фиг. 121).

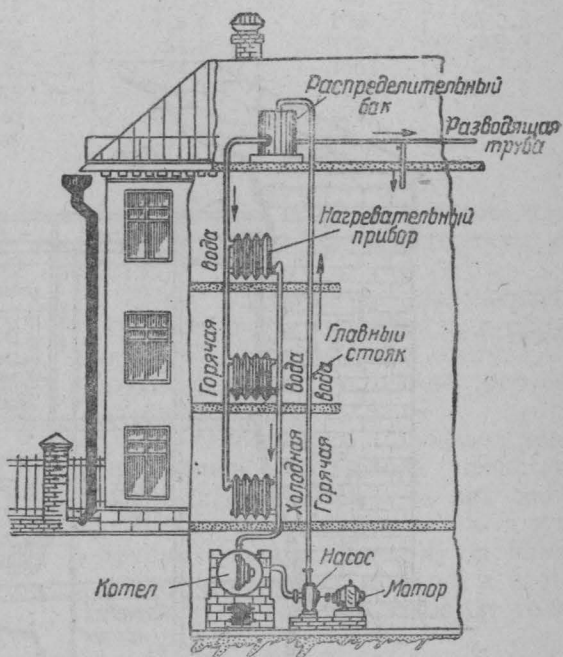
§ 26. Центральные системы отопления и их пожарно-техническая оценка

В системах центрального отопления тепловая энергия вырабатывается в одном месте и подается в отапливаемые помещения теплоносителями: горячей водой, водяным паром и горячим воздухом. В зависимости от теплоносителей различают три основных системы центрального отопления: 1) водяную, 2) паровую и 3) воздушную.

Системы центрального отопления по сравнению с системой местного отопления представляют значительно меньшую опасность в пожарном отношении.



Фиг. 122. Паровой котел.



Фиг. 123. Схема водяной системы центрального отопления.

Теплообразователями (генераторами) в водяной и паровой, а также частично и в воздушной системах служат котлы: а) водогрейные, для нагрева воды при водяной системе, и б) паровые, дающие пар при паровом отоплении.

Простейшие водогрейные котлы цилиндрические с жаровыми трубами корнваллийской системы — с одной жаровой трубой — или ланкаширской системы — с двумя жаровыми трубами.

На фиг. 122 представлен паровой котел низкого давления, отличающийся от водогрейного котла устройством сухопарника, который установлен для того, чтобы увеличить поверхность испарения воды и забирать пар более сухой — с меньшим количеством водяных брызг и пузырьков.

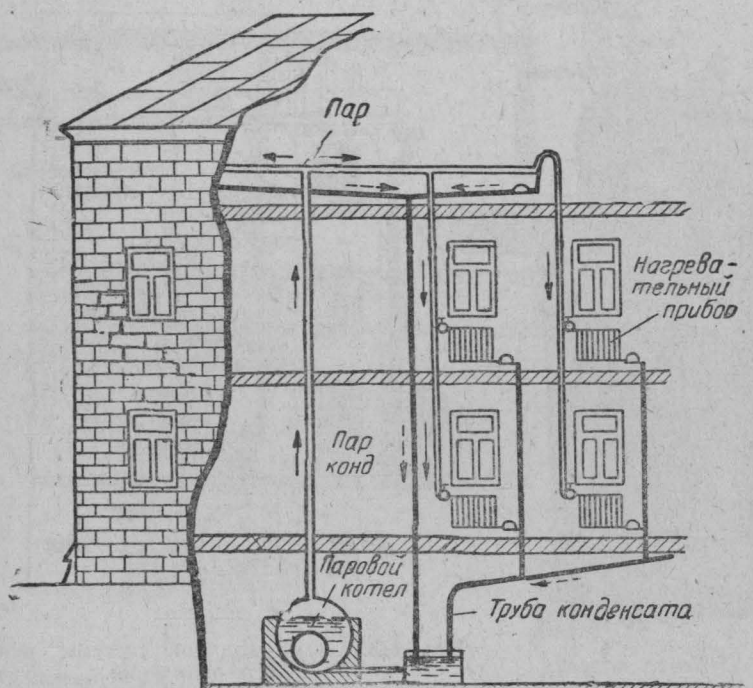
Водогрейные и паровые котлы низкого давления, будучи помещены в огнестойком или полугонестойком помещении с огнестойкими или полугонестойкими полами и перекрытием, не представляют опасности в отношении взрыва и пожара.

Схема водяной системы центрального отопления представлена на фиг. 123. Горячая вода от котла поднимается по главному стояку в распределительный бак и затем по питающим стоякам в нагревательные приборы. Пройдя нагревательные приборы, горячая вода отдает свое тепло и по обратному стояку (обозначенному на рисунке

«холодная вода») возвращается в котел. На чердаке установлен расширительный сосуд, назначение которого вмещать прирост воды, получающийся при ее нагреве, и служить местом для выпуска воздуха из системы.

Горячая вода идет к нагревательным приборам по одним трубам, а охлажденная — обратно по другим, причем предварительно вода поднимается кверху, а оттуда уже распределяется по помещениям. Такая система носит название «двухтрубной системы с верхней разводкой».

Устройство паровой системы центрального отопления мало отличается от водяной (фиг. 124).



Фиг. 124. Схема паровой системы центрального отопления.

Для отопительных целей более распространена система водяного отопления низкого давления; температура поверхности нагревательных приборов при этом не выше 95° .

Паровое отопление применяется главным образом в промышленных зданиях для специальных целей, например, сушилок, где требуется высокая температура.

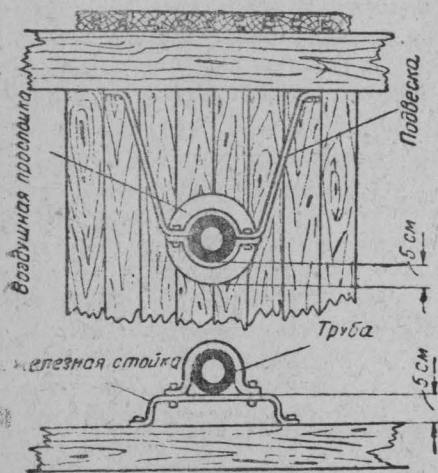
Температура на поверхности неизолированных паропроводов зависит от давления и температуры насыщенного пара. В табл. 15 указана температура насыщенного пара при разных давлениях по манометру.

Металлические трубопроводы обладают хорошей теплопроводностью, следовательно, на их поверхности возможны температуры свыше 300° С.

Поэтому паровое отопление представляет большую опасность. При прокладке трубопровода около сгораемых частей здания или через стены, перегородки, перекрытия, необходимо устраивать изоляцию. Это требование относится к трубам и нагревательным приборам и менее опасного водяного отопления, — непосредственная близость дерева к нагретым частям системы может вызвать с течением времени его само-

Давление по манометру, ати	Температура насыщенного пара, °С	Давление по манометру, ати	Температура насыщенного пара, °С	Давление по манометру, ати	Температура насыщенного пара, °С
0	99,1	11	187,1	50	263,9
1	119,6	12	190,7	60	275,3
2	132,9	13	194,1	70	285,4
3	142,9	14	197,4	80	294,5
4	151,1	15	200,4	90	302,7
5	158,1	20	219,9	100	310,2
6	164,2	25	225,0	125	326,2
7	169,6	30	234,6	150	341,0
8	174,5	35	243,1	175	354,0
9	179,0	40	250,6	200	364,0
10	183,2	45	257,6	—	—

возгорание. Поэтому неизолированные трубы и приборы центрального отопления должны отстоять от сгораемых и полусгораемых конструкций здания не менее чем на 5 см (фиг. 125).



Фиг. 125. Прокладка паровых труб через сгораемые стены.

ко гладкие нагревательные приборы. Во всех вообще помещениях требуется, чтобы к нагревательным приборам был свободный доступ для очистки их от пыли.

На нагревательные приборы иногда попадают промасленные тряпки или на них кладут для просушки промасленные рукавицы, спецодежду,

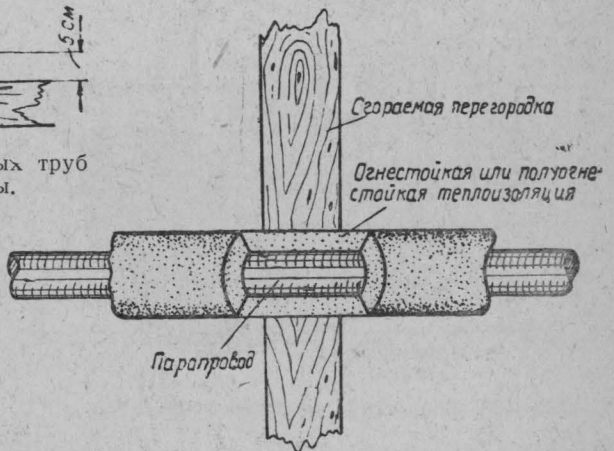
что может повлечь самовозгорание этих предметов и пожар.

Рекомендуется нагревательные приборы помещать в ниши и закрывать сетками.

Воздушная система центрального отопления (фиг. 127) состоит из камеры, в которой находится калорифер. В эту камеру вентилятор вдувает холодный воздух, который, проходя нагретые каналы,

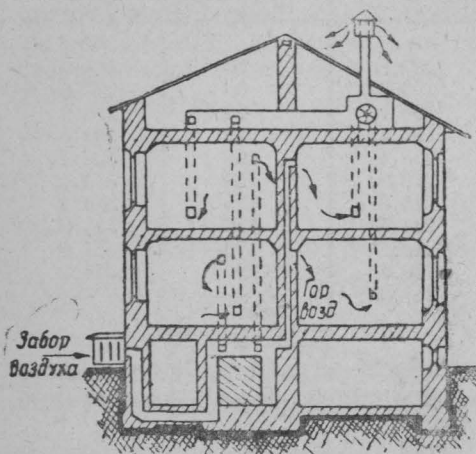
При наличии на паропроводе изоляции из огнестойких или полугонестойких материалов отступа от сгораемых конструкций не требуется (фиг. 126).

В огнеопасных производствах нагревательные приборы представляют опасность, если на них собирается горючая пыль, которую трудно удалять. Поэтому в помещениях с наличием пожаро- и взрывоопасной пыли допускаются толь-



Фиг. 126. Огнестойкая изоляция паровых труб.

сам нагревается и поступает далее по каналам в помещения сверху. Более тяжелый холодный воздух находится внизу помещения и постепенно вытесняется теплым, направляясь по вытяжным каналам к вентилятору. При такой системе холодный воздух в помещении все время сменяется теплым. Камера с нагревательными батареями называется



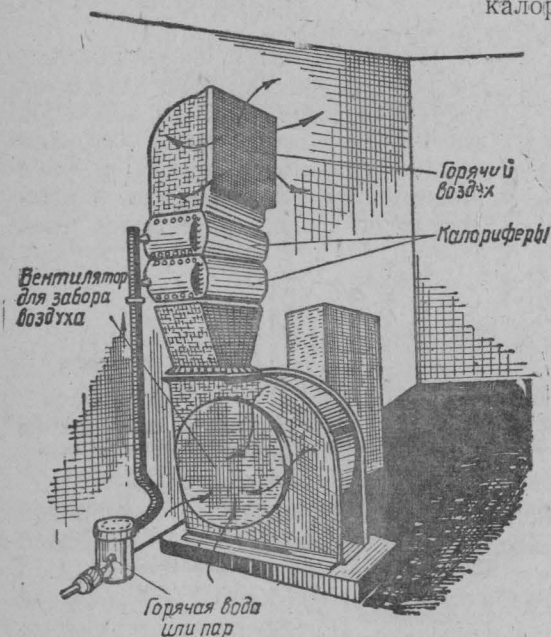
Фиг. 127. Схема воздушной системы центрального отопления.

калорифером, а система отопления — калориферной или воздушной. Такая система отопления безопасна в пожарном отношении, если не считать возможности распространения пожара по каналам и усиления начавшегося пожара из-за поступающего теплого воздуха.

Большое распространение в пожароопасных производствах получила система без каналов — с местным агрегатом подогрева воздуха (фиг. 128).

Температура воздуха, подаваемого в помещения, занятые производством категории А и Б, должна быть ниже температуры воспламенения находящихся там материалов.

Вместо парового или водяного калорифера может быть применен

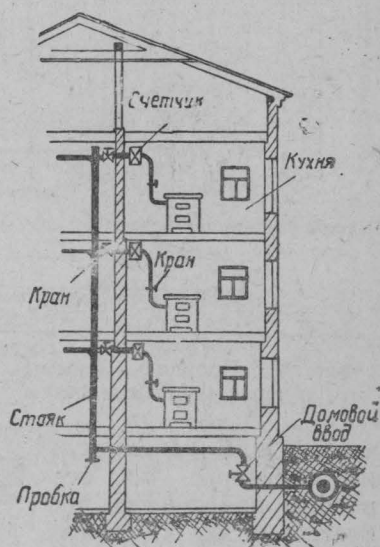


Фиг. 128. Воздушное местное отопление.

огневой калорифер, представляющий собой печь для нагревания воздуха. Такое огневоздушное отопление небезопасно, так как в случае повреждения калорифера в каком-либо месте огонь, искра и газы будут вентилятором вдуваться в помещение, вызывая возникновение пожара.

За последнее время для отопления помещений и, в основном, для бытовых нужд (приготовления пищи) нашло применение газовое отопление. Газовые установки в промышленности имеют большое распространение.

Устройство газовой сети в жилом доме показано на фиг. 129. Не-



Фиг. 129. Схема газовой сети в жилом доме.

правильная эксплуатация газовых установок приводит к аварии, пожару или взрыву.

При устройстве газовой сети в жилых зданиях должны соблюдаться следующие меры пожарной безопасности.

Домовый газопровод должен быть из черных газовых труб, соединенных фасонными частями из ковкого чугуна. Ввиду опасности образования трещин по продольному шву, гнутье газовых труб допускается лишь в отдельных, неизбежных случаях.

Стояки газопроводов располагают на лестничных клетках, в коридорах или кухнях, но отнюдь не в жилых комнатах или в подсобных запираемых помещениях.

Газовые краны на внутренней сети применяются, как правило, медные пробочные, с меткой на головке и с остановом для точного определения открытого или закрытого их положения. На вводах в здание при отсутствии медной арматуры допускаются чугунные краны.

Газопровод внутри здания прокладывают открыто, его нельзя закрывать штукатуркой и коробами. Уклон трубопровода начинается от стояков в сторону ввода и от счетчиков в сторону стояка, и в сторону приборов. Во всех низших точках устанавливают спускные тройники с железными пробками на резьбе.

Трубы к стенам прикрепляют железными крючьями через 2—2½ м. Ниже потолка трубы прикрепляют железными подвесками размером не менее 20 × 3 мм.

Газовые стояки прокладывают, по возможности, прямолинейно и снабжают в верхнем и нижнем концах для прочистки железными пробками на резьбе.

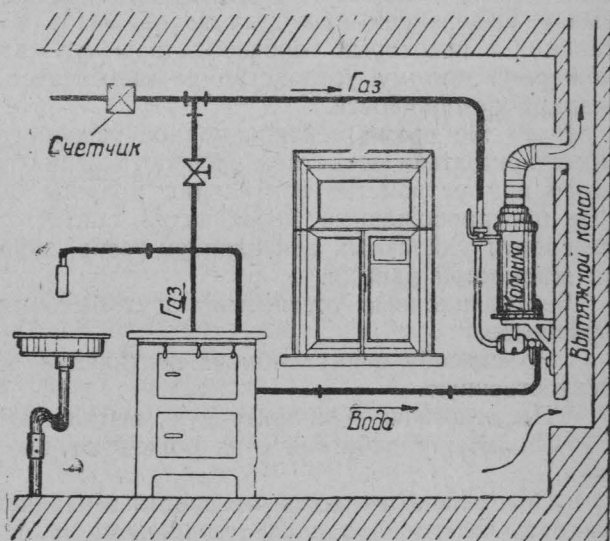
Прокладка газовых труб через недоступные каналы, ходы производится в футляре из железной или чугунной трубы большого диаметра, открытой с обоих концов. Внутри футляра не должны помещаться фасонные части (муфты, фторки).

При пересечении междуэтажных перекрытий газовые трубы прокладывают в футлярах из железных труб большого диаметра, с выпуском выше пола не менее 10 см. Пространство между трубами должно быть залито цементным раствором. При пересечении же безпустотных железобетонных перекрытий или площадок постановки футляра не требуется.

Газовые двух- и четырехконфорочные плиты не требуют соединения с вытяжными каналами. Кухни должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией. Газовые колонки снабжают вытяжными трубами диаметром не менее 110 мм и соединяют с вытяжными каналами на расстоянии, по возможности, не далее 5 м от колонки (фиг. 130).

Вытяжные каналы (дымоходы) устраивают отдельные для каждой колонки и располагают в теплых стенах здания.

Вытяжные каналы от колонок не должны иметь сообщения ни с какими другими вытяжными каналами, дымоходами или вентиляцион-



Фиг. 130. Устройство газовой колонки.

ными каналами, а также и между собой. Каналы выводят выше крыши — до уровня конька и снабжают дефлектором из кровельного железа, окрашенного масляной краской.

Деревянные оштукатуренные стены, отстоящие от газовых плит менее 10 см, и неоштукатуренные деревянные стены ближе 25 см изолируют смоченным в глиняном растворе войлоком, покрытым сверху листовым железом на высоту не менее 40 см выше плиты. Так же изолируют деревянные оштукатуренные стены у колонок против горелки.

Вытяжные трубы от нагревателей или других газовых приборов (кипятильников) должны отстоять от деревянных стен не менее чем на 50 мм, причем неоштукатуренные стены позади вытяжных труб покрывают изоляцией из войлока и железа, как указано выше.

В местах пересечения деревянных перегородок или потолков вытяжными дымоходами должна быть установлена соответствующая разделка.

Для притока свежего воздуха в ванные комнаты с газовыми колонками дверь не доходит до пола, а имеется щель шириной не менее 30 мм.

При эксплуатации газовых установок (плит, колонок) должны строго соблюдаться противопожарные правила, указанные в специальных инструкциях.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

§ 27. Классификация вентиляционных установок

Вентиляцию зданий устраивают с целью охраны здоровья трудящихся и создания наиболее благоприятных условий для работы и быта. Она особенно необходима для воздухообмена в производствах, связанных с выделением ядовитых паров, газов и пыли. Одновременно вентиляция в некоторых производствах служит мерой предупреждения пожаров, поэтому устройство ее вызывается также требованиями пожарной безопасности.

В то же время вентиляционное устройство в известных условиях может оказаться средством распространения пожара или взрыва. Ввиду этого при устройстве вентиляции должны быть проведены необходимые противопожарные мероприятия, соответствующие огне- и взрывоопасности удаляемых вентиляцией газов, паров, легковоспламеняющихся жидкостей и пыли.

Вентиляционные установки могут быть классифицированы по ряду признаков.

По способу воздухообмена вентиляция делится на естественную и искусственную.

По действию — на приточную, вытяжную и приточно-вытяжную.

По району действия — на общеобменную и местную (локализующую).

По степени пожарной опасности вентиляционные установки делятся на пять категорий в последовательном по опасности порядке.

I. Приточные и вытяжные вентиляционные установки, перемещающие воздух, не содержащий пожаро- или взрывоопасных примесей.

II. Вытяжные установки для удаления сгораемых, но не взрывоопасных производственных пылей и отходов (древесные опилки и стружки, шерсть, хлопок).

III. Вытяжные установки для удаления воздуха или дыма с температурой свыше 60° (дымососные установки, отсосы от горнов, печей).

IV. Вытяжные установки для удаления взрыво- и пожароопасных пылей и отходов (сахарная пыль, целлюлозная пыль).

V. Вытяжные установки для удаления или перемещения воздуха, содержащего взрывоопасные и легковоспламеняющиеся газы и пары (спирт, эфир, бензин, бензол, сероуглерод).

Степень пожарной опасности вентиляционной установки зависит от огнеопасности перемещаемого вещества. Наиболее опасны установки IV и V категории. Установки III категории представляют опасность для соседних сгораемых частей и веществ.

Классификация вентиляционных установок по степени пожарной опасности позволяет предъявить к каждой данной системе вентиляции соответствующие противопожарные требования.

§ 28. Пожарно-техническая оценка естественной вентиляции

Естественной вентиляцией называется такая, при которой обмен воздуха в помещениях происходит в силу естественных физических условий без особых дополнительных устройств.

Простейшим и во многих случаях удобным видом естественной вентиляции служит открывание окон, дверей, фрамуг, форточек. Такая вентиляция вообще не представляет пожарной опасности, но иногда наличие открытых отверстий и воздушной тяги может способствовать развитию пожара. С другой стороны, создавая незначительные потоки воздуха, такая вентиляция не может быть признана противопожарной мерой для удаления большого количества огнеопасных паров, газов и пыли.

Для использования силы ветра применяют специальные приборы, называемые дефлекторами.

Существует большое количество конструкций дефлекторов; наибольшее распространение получил дефлектор системы «Шанар» (фиг. 131), представляющий собой в поперечном разрезе семиконечную звезду, на концах которой устроены щели.

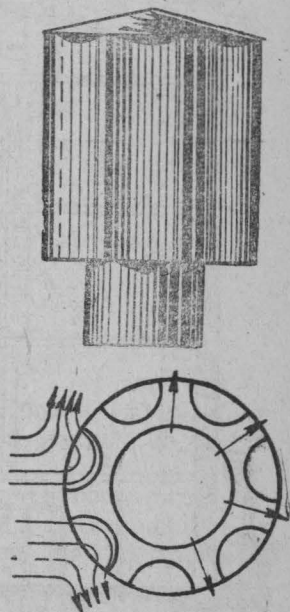
Дефлектор способен производить воздухообмен как в больших производственных помещениях (при установке дефлекторов в необходимом количестве), так и в малых (для удаления паров или газов из бензохранилищ, газохранилищ).

Принцип действия дефлектора следующий. Поступающие под действием ветра струи воздуха образуют внутри дефлектора разрежение. Под влиянием разрежения внутренний воздух движется по направлению поступающей струи воздуха, которая, ударяясь о поверхность под некоторым углом, не отражается, а скользит по ней, образуя вакуум с обратной стороны этой поверхности.

Дефлекторы действуют удовлетворительно в зависимости от силы ветра. Они не могут быть рекомендованы для помещений, в которых постоянно выделяются огнеопасные или вредные вещества, так как при отсутствии ветра они не работают.

Дефлекторы, как и вытяжные трубы, должны быть поставлены выше конька крыши. При низком расположении они не только слабо работают, но и происходит обратная тяга, задувание ветра во внутрь.

Аналогично дефлекторам работают жалюзи, представляющие собой конструкцию, состоящую из прямых или вогнутых плоскостей, расположенных друг от друга на некотором расстоянии в два ряда, с таким расчетом, чтобы плоскость наружного ряда была против щели внутреннего.



Фиг. 131. Дефлектор «Шанар».

§ 29. Пожарно-техническая оценка искусственной вентиляции

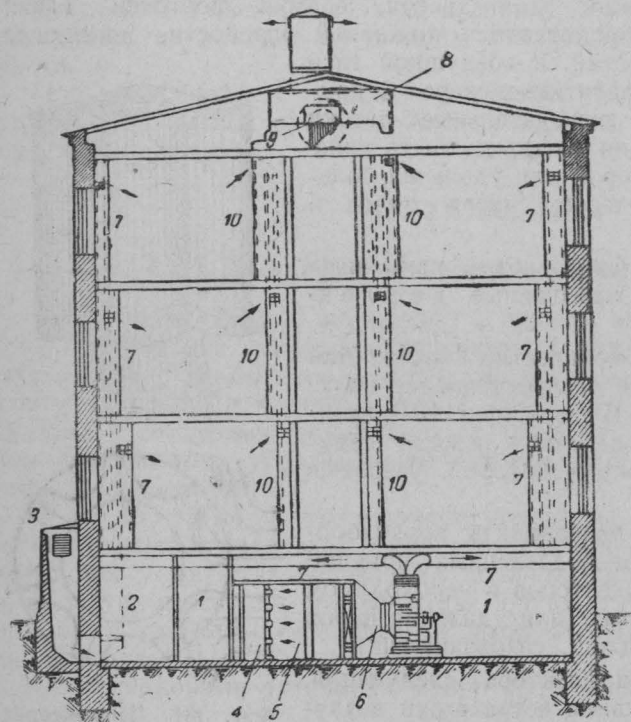
Искусственной вентиляцией называется такая вентиляция, при которой воздухообмен в помещениях происходит принудительно при помощи вентиляторов.

Если устройство предназначено для удаления загрязненного воздуха, то вентиляция называется *вытяжной*. Устройство для нагнетания воздуха внутрь помещений носит название *приточной* вентиляции. Установка для подачи чистого воздуха и для удаления загрязненного представляет собой *приточно-вытяжную* вентиляционную систему.

Общеобменной считается вентиляционная установка, которая имеет центральное устройство для подачи или удаления воздуха, для его

очистки, нагревания. Это центральное устройство системой воздуховодов соединяется с отдельными вентилируемыми помещениями.

Вентиляция называется *местной* (локализирующей), когда ею удаляется воздух, загрязненный пылью, горючими отходами, парами или газами из определенных производственных точек, непосредственно с места их образования. Примером локализирующей вентиляции может служить вентиляция для удаления пыли, опилок и стружек из деревообрабатывающей мастерской, где к каждому станку устроены подводы вен-



Фиг. 132. Схема приточно-вытяжной вентиляции.

тиляционных труб. Местная система вентиляции состоит из ряда вентиляционных устройств, предназначенных для отдельных помещений или группы помещений, одинаковых по характеру удаляемого воздуха.

1. Устройство общеобменной вентиляции. Приточно-вытяжная вентиляция весьма сходна с рассмотренным выше воздушным (калориферным) отоплением.

Схема центральной системы приточно-вытяжной вентиляции изображена на фиг. 132.

В нижнем этаже здания (в подвале или полуподвале) помещена вентиляционная приточная камера 1, в которой помещается пылесборная камера 2, служащая для очистки от пыли забираемого через приемник 3 извне воздуха. Калорифер 4 служит для подогревания воздуха, а водораспылитель (форсунка) 5 для его увлажнения.

Воздух вентилятором 6 засасывается через приемник, очищается от пыли в пылесборной камере, затем подогревается и увлажняется; пос-

ле этого он направляется по приточным вентиляционным каналам 7 в помещения, причем для каждого этажа устроены самостоятельные каналы, не связанные с каналами других этажей.

Для удаления загрязненного воздуха из помещений имеется вытяжная система. На чердаке устроена вытяжная камера 8, в которой установлен вентилятор 9 мотором. Этот вентилятор засасывает и выводит воздух наружу. Удаление его из помещений также производится по отдельным вытяжным каналам 10 из каждого этажа.

С пожарной точки зрения эта вентиляция представляет опасность ввиду возможного распространения пожара по вентиляционным каналам, в особенности, если эти каналы устроены из сгораемых материалов. Поэтому вертикальные вытяжные каналы, короба и воздуховоды нужно устраивать для каждого этажа отдельно.

К вентиляционным камерам, воздуховодам, коробам, вентиляционным каналам предъявляются соответствующие требования.

Ограждения (стены, перекрытия) вентиляционных камер для установки III, IV и V категорий должны быть из огнестойких и полужоустойких материалов, а для I и II категорий — из полужоустойких материалов; при этом моторы должны иметь огнестойкие основания.

Калориферы, нагреваемые паром или перегретой водой, и теплопроводы к ним должны отстоять от деревянных конструкций не менее чем на 10 см.

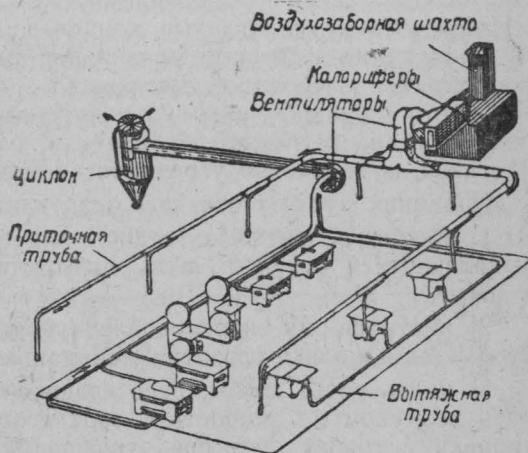
Через вентиляционные воздуховоды не допускается пропуск трубопроводов с легковоспламеняющимися жидкостями, теплопроводов с температурой теплоносителя выше 100° (например, паропроводов и электропроводов).

Монтаж электропроводов на стенках воздуховодов не допускается. Отверстия для забора наружного воздуха должны быть ограждены от попадания в них посторонних предметов.

Описанная вентиляционная установка общеобменного типа недостаточна, так как она не удаляет пыли, газов или взрывоопасных паров из места их образования и в дополнение к ней необходимо еще устройство локализующей вентиляции.

2. Устройство местной (локализующей) вентиляции. Местная (локализующая) вентиляционная установка (фиг. 133) имеет применение в цехах, где на отдельных агрегатах выделяются огнеопасные пары, газы, пыль, стружки, опилки, и имеет целью удалять огне- и взрывоопасные (и вредные для здоровья) газы, пары и отходы непосредственно с места их образования. Эта вентиляция, как отсасывающая концентрированные газы, пары и пыль, должна иметь такое устройство и оборудование, чтобы распространение пожара по ней было невозможно.

Основные условия надежности действия и противопожарной безопасности местной приточно-вытяжной установки следующие: а) правильный расчет скорости движения воздуха в трубах, б) правильный подбор диаметров труб и в) правильное устройство установки. При слишком малой скорости удаление отходов будет происходить недостаточно интенсивно, слишком же большая скорость создает резкие пото-



Фиг. 133. Местная приточно-вытяжная вентиляция.

ки воздуха и сквозняки около обслуживаемых установкой станков и машин, что может оказать вредное влияние на здоровье рабочих.

Скорость движения воздуха в вытяжных трубах рассчитывается в зависимости от рода газа, паров, пыли и отходов; чем крупнее частицы и чем больше их влажность и удельный вес, тем больше должна быть скорость движения в вытяжных трубах.

Скорость зависит от типа станков и машин и от количества отходов, даваемых этими станками в единицу времени.

Размеры вытяжных труб и воронок около станков зависят также от качества и количества газов, паров, пыли и отходов. При расчете трубопроводов количество засасываемого воздуха следует давать такое, чтобы вместе с выделяющимися газами, парами и пылью не могли образоваться взрывоопасные концентрации.

Следующим фактором правильной работы установки служит целесообразное устройство капслюляции — приемников у станков. Неправильность подводки приемника (воронки) к станку влечет за собой неполное удаление газов, паров, пыли, отходов, которые накапливаются у станка, представляя угрозу возникновения пожара.

Приемник должен отвечать следующим условиям:

1) плотно обхватывать станок или аппарат со всех сторон, чтобы выделяющиеся стружки, пыль, пары или газы попадали исключительно в него;

2) иметь форму, приспособленную к направлению выхода отходов, чтобы была полная гарантия попадания их в трубопровод;

3) иметь устье трубы, рассчитанное так, чтобы отходы подхватывались воздухом со скоростью, соответствующей скорости их транспортировки в трубах, для предотвращения накопления отходов в приемнике.

При устройстве вентиляции цехов, где в процессе производства выделяются взрывчатые газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, на капслюляцию агрегатов, выделяющих газы или пары, следует обращать особое внимание и закрывать агрегаты возможно плотнее кожухами. Если стружка или пыль выбиваются из-под воронки или кожуха вентиляционной трубы, то это менее опасно, чем если выбиваются в атмосферу горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, могущие при определенных условиях (при малейшем искрении) вызвать взрыв и пожар.

Места выделения из аппаратов горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей, в зависимости от удельного их веса, должны быть накрыты сверху, снизу и с боков глубокими и широкими кожухами, воронками или зонтами.

В особо же опасных случаях, когда аппараты выделяют значительное количество огнеопасных паров или газов, эти аппараты помещают в вытяжные шкафы или кабины, от которых устраивают ответвления в общий вентиляционный трубопровод. Такие вытяжные кабины применяют в малярно-лакировочных мастерских, при производстве покраски или лакировки, механизированным способом, при помощи пульверизаторов, дающих в большом количестве масляную пыль и пары растворителей лака, образующие с воздухом в мастерской взрывчатые смеси.

Работа каждой вентиляционной установки должна все время находиться под контролем; особенно это относится к местной вентиляции, где в воздуховодах находятся взрывоопасные пары, газы и пыль.

Основное требование пожарной безопасности к паро-газо-пылевоздушной смеси, как уже отмечалось, заключается в том, чтобы по воздуховоду шла невзрывчатая смесь.

Работу вентиляции и качества удаляемых смесей контролируют при помощи специальных приборов.

- 1) пневмометров — трубок Пито — изогнутых трубок с жидкостью, уровень которой показывает давление в воздуховоде;
- 2) анемометров — приборов, показывающих скорость движения смеси;
- 3) манометров;
- 4) психрометров, гигрометров для определения влажности.

§ 30. Противопожарные требования к устройству отдельных частей вентиляционных установок

1. Воздуховоды. Применение для вытяжных труб (воздуховодов) сгораемых материалов допускается только в огнестойких или полуго-нестойких помещениях без открытых очагов огня и лишь для переме-щения воздуха, не содержащего пожаро- и взрывоопасных примесей.

Воздуховоды из сгораемых материалов должны быть проложены в открытых, доступных со всех сторон для наблюдения, местах на рас-стоянии не менее 50 см от теплоизлучающих поверхностей с темпера-турой от 80 до 200° и не менее 1 м при температуре свыше 200°.

Температура воздуха, пере-мещаемого по воздуховодам из сгораемых материалов, дол-жна быть не выше 50° для су-хого воздуха и 80° для влаж-ного с относительной влажно-стью не менее 80%.

При установке вытяжных труб нужно избегать крутых поворотов; внутренний радиус закругления должен быть ра-вен двойному диаметру трубы. Кроме того, все ответвления должны примыкать к магист-ралям под возможно меньшими углами, желательно, не более 10—15°.

2. Заслонки. Устройство отверстий для проведения каналов в бранд-мауерах и перекрытиях, разделяющих различные по взрыво- и пожаро-опасности производственные помещения, не допускается.

При необходимости же пропуска вентиляционного канала через та-кие преграды, внутри канала, в месте прохода его, должна быть уст-роена огнезадерживающая заслонка (фиг. 134), закрываемая автома-тически, а также ручным способом, и управляемая с обеих сторон пре-грады.

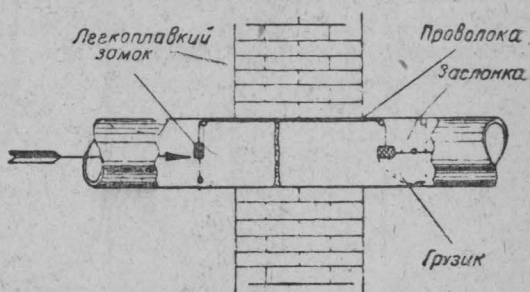
Неавтоматические заслонки устанавливают у воронки каждого стан-ка для отделения его от общей сети воздухопровода, если станок не работает. Закрытие при помощи заслонок тех ответвлений воздухопро-вода, которые идут к станкам неработающим, имеет большое значение в отношении экономии энергии.

На фиг. 135 изображены автоматические заслонки у входа вентиля-ционного канала в помещение.

Для некоторой гарантии закрывания заслонки до того момента, ког-да и к ней подойдет огонь, легкоплавкий замок не нужно делать в непосредственной близости к заслонкам, а относить его на некоторое расстояние (5—10 м) в сторону, противоположную направлению движе-ния воздуха (см. фиг. 134).

На надежность действия автоматических заслонок в полной мере рассчитывать нельзя; необходимо при возникновении пожара остано-вливать действие вентиляции и закрывать имеющиеся неавтоматические заслонки.

Основной мерой против распространения пожара по вентиляционной установке следует считать ограничение ее района действия. Особенно это относится к вентиляционным системам IV и V категории.

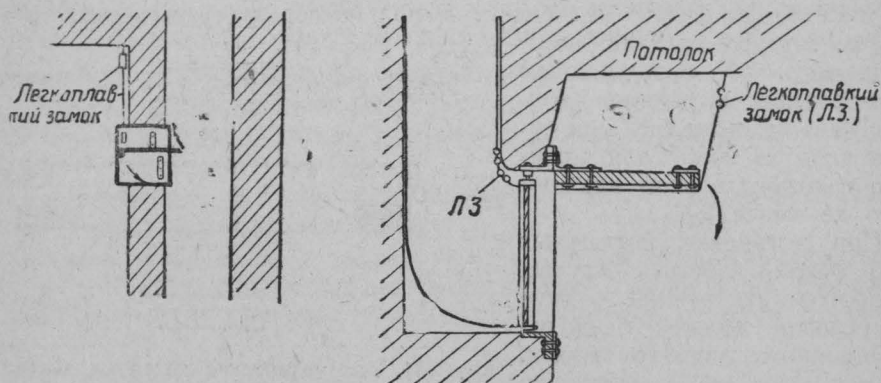


Фиг. 134. Автоматическая заслонка дистан-ционного действия.

Воздуховоды, обслуживающие вентиляционные установки III, IV и V категорий, следует крепить по вертикали к огнестойким или полугонестойким конструкциям здания.

При устройстве вытяжной вентиляции не допускается отсасывание одним и тем же воздуховодом газа, пыли и паров, химическое соединение или механическая смесь которых сопровождается повышением температуры и может вызвать вспышку, возгорание или взрыв.

Если вентиляция служит для отсоса дыма или воздуха с повышенной температурой, то ее нужно относить к III категории. Поэтому воздуховоды должны быть огнестойкие и полугонестойкие и изолированы от близрасположенных сгораемых частей. При пропуске таких воздуховодов с горячим воздухом через сгораемые и полусгораемые перекрытия или стены должны быть устроены разделки. От наружной поверхности воздуховода с температурой до 200° до сгораемых или полусгораемых конструкций должно быть расстояние не менее 25 см, а при



Фиг. 135. Автоматическая заслонка у входа в канал.

температурах свыше 200° — 40 см. Воздуховоды с температурой поверхности наружных стенок от 80 до 200° должны быть удалены от сгораемых конструкций зданий и оборудования не менее, чем на 0,5 м, и от полусгораемых — не менее 0,25 м, а воздуховоды с температурой свыше 200° , соответственно, на 1 и на 0,5 м.

К вентиляционным установкам IV и V категории, удаляющим взрывчатые газы, пары и пыль, предъявляются повышенные требования.

Воздуховоды, обслуживающие взрывоопасные помещения, не разрешается проводить через помещения другого назначения. В случае полной невозможности выполнения этого требования воздуховоды необходимо делать герметичными на сварке с пропайкой швов и без разъемных соединений. На воздуховоде перед и после ввода его в другое помещение необходимо устанавливать огнезадерживающие заслонки. Вместо заслонок для воздуховодов вентиляционной установки IV категории устанавливают безопасные фильтры, а для воздуховодов V категории — огне-взрывопреградители.

Приточные и вытяжные воздуховоды должны отстоять друг от друга не менее, чем на 100 мм. Устройство для них общих кожухов не допускается, так как при неплотности воздуховодов возможно образование взрывчатых смесей в воздуховоде или в кожухе.

Воздуховоды вытяжных систем должны быть преимущественно круглого сечения. Все переключающие и регулирующие клапаны и задвижки (шиберы) должны быть выполнены из материалов и в конструкциях, не допускающих искрообразования. Воздуховоды и агрегаты, во избежание образования электростатических разрядов, должны быть заземлены. Места проходов воздуховодов через стены и перекрытия должны быть плотно заделаны. Вытяжные воздуховоды IV и V кате-

гории нужно прокладывать на расстоянии не менее 1 м от трубопроводов с легковоспламеняющимися жидкостями, горючими газами, паром. Горячие трубопроводы рекомендуется располагать над воздуховодами вентиляционных установок IV и V категорий.

Все магистральные вытяжные воздуховоды нужно располагать в доступных для наблюдения местах и в верхней зоне помещения. Размещение их под станками и оборудованием не разрешается. Рециркуляция воздуха в вентиляционных установках IV и V категорий не допускается.

3. Вентиляторы. Применяемые в вентиляционных установках центробежные вентиляторы опасны тем, что при неисправности лопастей они могут бить о кожух и давать искры. Особенно это нужно учитывать при установках IV и V категорий.

В этих установках конструкция и материалы вентиляторов должны быть таковы, чтобы исключалась возможность искрообразования (например, устройство медных лопастей и железного кожуха).

Установка моторов открытого типа допускается лишь в изолированном помещении на одном валу с вентилятором, с пропуском вала через двойной сальник, устанавливаемый в стене, отделяющей помещение, в котором установлен мотор, от помещения, в котором находятся вентиляторы. Применение ременных передач для вентиляционных установок допускается только в огнестойких или полугонестойких изолированных камерах.

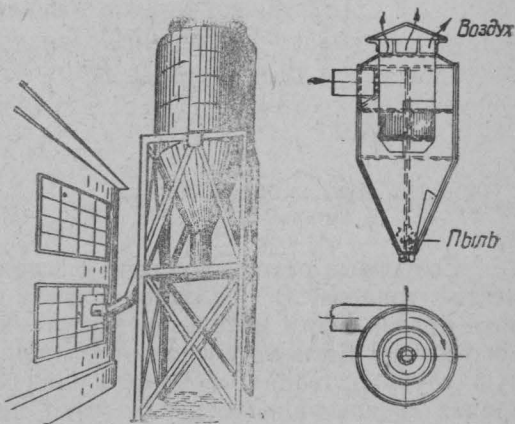
4. Воздухоотделители. Отходы производства (стружки, опилки, пыль, газы, пары) отсасываются вместе с воздухом. Необходимо воздух отделить от отходов и выпустить его наружу, а стружки, опилки, пыль собрать в специально отведенном для этой цели месте. Для этого на магистральной трубе ставят воздухоотделители, которыми могут быть: а) для крупных отходов стружек, опилок, крупной пыли — циклоны, б) для пыли — фильтры: камерные, матерчатые, мокрые, масляные, электрические и в) для паров легковоспламеняющихся жидкостей — рекуперационная установка.

Циклон или воздухоотделитель показан на фиг. 136. Верхняя часть циклона

имеет цилиндрическую, а нижняя — коническую форму. Внутри циклон снабжен винтовыми направляющими лопастями. Воздух и опилки попадают в верхнюю часть циклона по боковой питательной трубе. Воздух поступает в циклон с большой скоростью, имея сильное круговое движение вдоль стенок. Под влиянием центробежной силы опилки отжимаются к стенкам циклона и благодаря своей тяжести опускаются в нижнюю коническую часть, из которой их удаляют через открывающееся внизу отверстие.

Воздух, очищенный от опилок, устремляется в находящуюся внутри циклона по оси вертикальную трубу, открывающуюся снизу на уровне перехода цилиндрической части циклона в коническую, и уходит наружу.

Циклоны делают из огнестойкого или полугонестойкого материала (например, из листового железа толщиной $1\frac{1}{2}$ —3 мм) и располагают на огнестойких или полугонестойких опорах. Внешний диаметр циклона

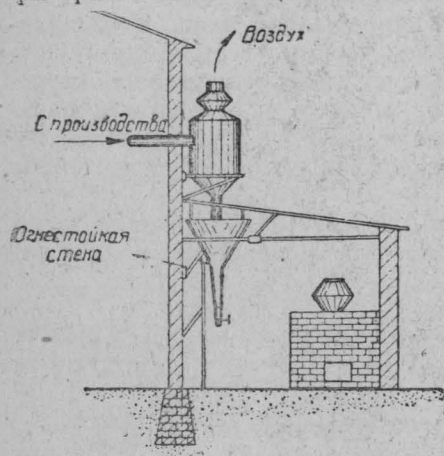


Фиг. 136. Циклон.

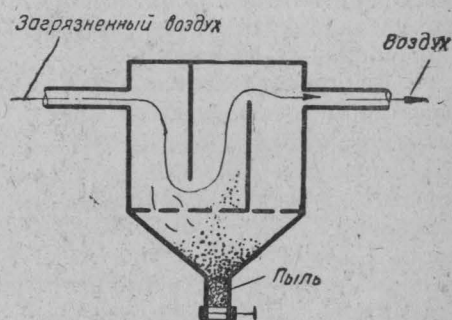
должен быть равным по крайней мере 4—6 диаметрам подводящей трубы. Циклонами можно отделять только крупную и тяжелую пыль, стружки и опилки. Для мелкой и легкой пыли они мало пригодны.

Ввиду того, что циклоны более или менее пылят, их нельзя ставить внутри помещения, так как пыль во взвешенном состоянии взрывоопасна. Циклоны для установки IV категории допускается располагать не ближе 15 м от сгораемых зданий.

Мокрые циклоны разрешается устанавливать внутри помещений. Наружный трубопровод к циклонам нужно изготавливать из огнестойких или полугогнестойких материалов и укреплять на любых опорах. Прокладка воздухопровода установок III и IV категории к циклону по сгораемым крышам зданий или под свесами сгораемых крыш не допускается. Лучше всего поставить циклон выше крыши. Но оседание большого количества пыли на крыше также небезопасно в пожарном отношении. Ввиду возможного образования статического электричества при трении пыли о циклон последний нужно заземлять.



Фиг. 137. Расположение циклона в котельной.



Фиг. 138. Пылеосадочная камера.

Собранные отходы вывозят с завода или используют на месте в качестве топлива. В последнем случае циклон лучше всего устанавливать вблизи места использования отходов, например, недалеко от парового котла. Если котельная отделена от здания мастерских, то отводную трубу проводят от одного здания к другому, а циклон ставят у здания котельной. Отходы сыпают не непосредственно в топку, а в приемный промежуточный бункер, устраиваемый между топкой и циклоном (фиг. 137). Нельзя сыпать отходы, идущие в топку, также и на предтопочную площадку. Во всех случаях должен быть устроен промежуточный бункер. Это предупреждает обратное движение горючих газов из топки в подающую отходы трубу, возможное при понижении в трубе давления (например, при остановке вентилятора).

При устройстве вентиляции для удаления пыли вместо циклонов применяют фильтры, улавливающие пыль и выпускающие чистый воздух наружу.

При выборе фильтров нужно руководствоваться следующим.

1. Для установок II категории допускается применение всех видов фильтров при условии периодической их очистки от пыли. В случаях возможности попадания искр от обеспыливаемого оборудования в воздухопроводы не допускается применение пылеотстойных камер без непрерывного удаления пыли из них.

2. Для установок III категории допускается применение фильтров из огнестойких и полугогнестойких материалов.

3. Для установок IV категории допускаются фильтры с непрерывным автоматическим удалением пыли и в конструкциях, исключающих возможность искрообразования.

Камерные (или пылеотстойные) фильтры по своему устройству несложны и дешевы, но с пожарной точки зрения наиболее опасны. В простейшем виде эти фильтры представляют камеры (пылеотстойные или пылеосадочные), через которые загрязненный пылью воздух пропускается с незначительной скоростью (не более 0,15 м/сек.), вследствие чего пыль осаждается, а воздух выходит наружу.

На фиг. 138 показан тип пылеосадочной камеры.

Камерный фильтр работает удовлетворительно при значительных размерах камеры. Однако для этого требуется большая площадь, что невыгодно; кроме того, большие камеры опаснее и с пожарной точки зрения. Большие количества крупной и мелкой пыли, которые могут осаждаться в камерах, при падении со стен во время чистки или по другим причинам могут создать взрывоопасную концентрацию. Некоторые виды пыли (например, серная пыль) при образовании взрывоопасной смеси способны взрываться под влиянием электростатических разрядов, образующихся между отдельными взвешенными в воздухе частичками пыли.

Целесообразно, чтобы пыль, собираемая в пылеосадочных камерах, не состояла только из горючих веществ. Рекомендуются, например, такой порядок работы на заводах резиновой промышленности, при котором приборы, служащие для измельчения и просеивания сажи, серы и других горючих веществ, работали бы всегда одновременно с сеялками для глета, мела и других негорючих материалов. Такую камеру можно делать с периодическим и постоянным удалением пыли.

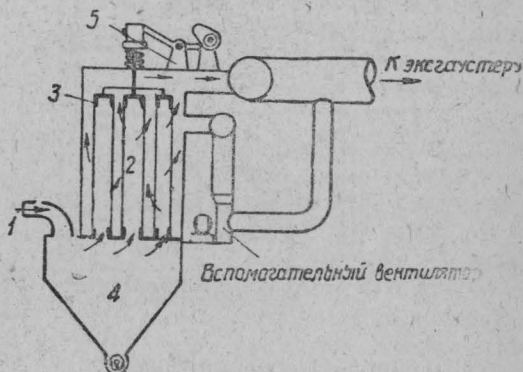
Рукавные фильтры (сухие фильтры) по своей конструкции разнообразны и сущность их устройства сводится к тому, чтобы через рукав материи (бумагу, миткаль) пропустить воздух, загрязненный пылью, причем пыль остается в рукаве, а воздух проходит через материю. Эти фильтры называют еще матерчатыми. На фиг. 139 показан рукавный матерчатый фильтр. Направление движения воздуха указано стрелками.

Загрязненный воздух входит в отверстие 1 и поступает внутрь фильтра, где продольно натянуты четыре матерчатых рукава 2, внизу полные, сверху закрытые и удерживающиеся на штанге 3.

Нижняя полая часть рукава прикреплена к отверстиям, через которые загрязненный воздух проникает в рукав. В рукавах пыль задерживается, а воздух выходит в цилиндр фильтра, а затем направляется к эксгаустеру и наружу. Нижняя часть фильтра 4 представляет сборник, куда собирается пыль из рукавов при помощи встряхивающего механизма 5.

Вместо рукавов иногда употребляют рамы, обтянутые материей. Такие фильтры называются рамными фильтрами.

Матерчатые сухие фильтры применяют в тех случаях, когда пыль ценная. Эти фильтры занимают мало места. С пожарной точки зрения матерчатые фильтры небезопасны. Очистка рукавов механическим способом требует иногда установки трансмиссий и моторов, которые сами



Фиг. 139. Матерчатый фильтр.

могут оказаться источниками пожарной опасности, как образователи искр.

Большие сопротивления в фильтре не дают уверенности, что концентрация пыли в трубопроводе не взрывоопасна.

Матерчатые фильтры сами по себе опасны, так как горючи и при фильтрации такой пыли, как например свинцовая, пыль сурьмы, способны самовозгораться. В этом случае хлопчатобумажную ткань следует заменять асбестовой.

За последние годы было несколько случаев возникновения пожаров фильтров, а потому при пыли, огнеопасной или способной воспламеняться, следует вообще применять асбестовые фильтры без встряхивающих механизмов или с последними, но исключающими возможность возникновения искр.

Мокрые фильтры безопасны в пожарном отношении и сравнительно просты по устройству. Их можно применять для улавливания

малоценной пыли или пыли, не меняющей своих качеств от действия воды и могущей быть вновь использованной в промышленности. Недостаток мокрых фильтров заключается в значительном расходе воды.

На фиг. 140 показан мокрый фильтр, представляющий собой цилиндр, наполненный хворостом; сверху через особые распылители поступает вода. Загрязненный воздух входит снизу. Проходя через мокрый хворост, пыль прилипает к нему, а чистый воздух уходит наружу. Течением воды прилипшая к хворосту пыль смывается и собирается в нижней части фильтра.

Масляные фильтры не имеют движущихся механизмов, компактны и наиболее надежны в пожарном отношении.

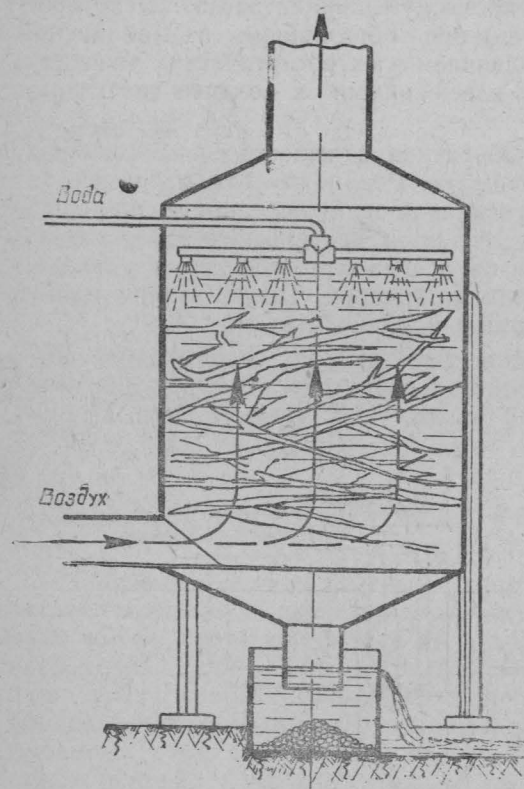
В них исключена возможность горения или взрыва в самом фильтре, так как в масляном фильтре не может быть вихрения пыли, создающего взрывоопасную концентрацию.

Этот фильтр представляет собой ящик (фиг. 141), у которого вместо дна и крышки вставлены сетки; ящик наполнен небольшими медными кольцами Рашига ($d = 12 - 25$ мм), смоченными невысыхающими и негорючими (или трудногорючими) маслами (глицерин, минеральные масла).

Висциновый фильтр вставляют в вентиляционные устройства.

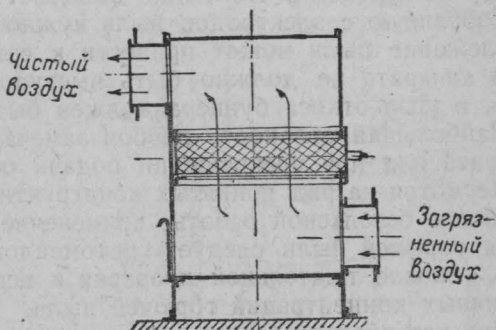
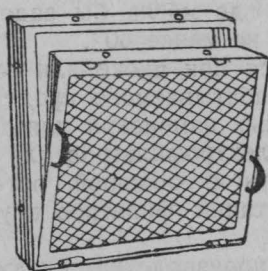
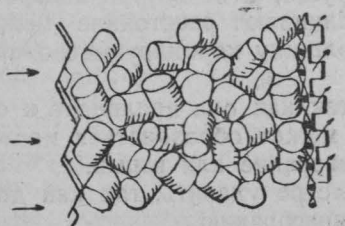
Стрелками на фиг. 141 показано движение воздуха. По мере заполнения фильтров пылью их сменяют, причем нужно тщательно следить за их своевременной очисткой.

Висциновый фильтр можно рекомендовать для установки на воздуховоде, если последний необходимо пропускать из одного помещения в другое. Заполненный кольцами Рашига, этот фильтр может служить и огнезадерживающей заслонкой.



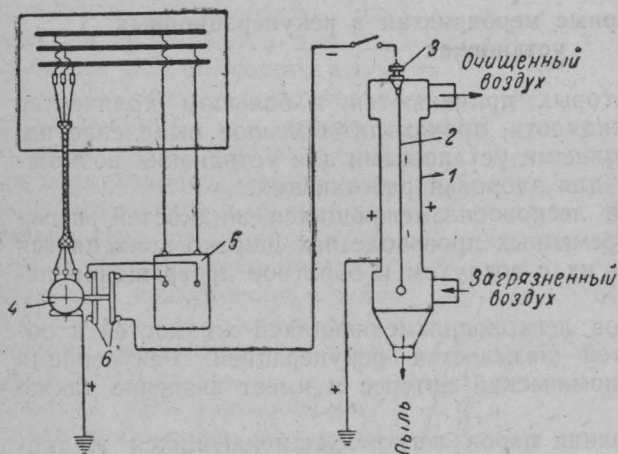
Фиг. 140. Мокрый фильтр.

Электрофилтры применяют, главным образом, для очистки от негорючей пыли, но в последнее время их используют и для горючей пыли. Принцип улавливания пыли при помощи электрического тока основан на том, что при проходе смеси газа с пылью через электрическое поле высокого напряжения происходит течение тока от отрицательного электрода по направлению к заземленному положительному электроду, причем находящиеся в газе пылевые частички заряжаются отрицательным зарядом, вследствие чего отталкиваются к положительному электроду, где и оседают, отдав свой электрический заряд.



Фиг. 141. Масляный фильтр.

Электрофилтр (фиг. 142) устроен следующим образом: вертикальная металлическая труба 1 (диаметром 200 мм) служит заземленным положительным электродом, внутри ее отталкивающий (коронирующий) электрод 2, представляющий собой тонкую металлическую проволоку (1 мм), соединенную с отрицательным полюсом тока высокого напряжения. Отталкивающий электрод изолирован от положительного электрода (трубы) изолятором 3. Таким образом, ток идет от источника тока к отрицательному полюсу, затем в отталкивающий электрод, через газопыльную среду, положительный электрод и через землю опять к источнику электрического тока.



Фиг. 142. Электрофилтр.

Пропускаемый через такую трубу воздух при напряжении тока между электродами в 50 000 вольт производит сильное отклонение частиц пыли и капель влаги по направлению к стенкам трубы, где они и оседают, при этом величина пылинок не играет роли. Наилучшая очистка достигается при постоянном токе.

Электрофилтры снабжают периодически действующими устройствами, стряхивающими пыль в сборник. Электрофилтры требуют сложной аппаратуры: синхронного мотора 4, трансформатора 5, выпрями-

теля б, распределительной доски и поэтому выгодны при большом количестве пропускаемого воздуха или газа.

Основная опасность электрофильтров — это возможность пробоя, могущего при горючей пыли привести к возгоранию и даже к взрыву ее. Пробои и разряды в аппаратах, приводящие к пожарам и взрывам, происходят, главным образом, у изоляторов и между электродами, поэтому изоляторы нужно устанавливать снаружи, а не внутри аппарата.

Для уменьшения опасности пробоя увеличивают расстояние между осаждающими электродами и уменьшают толщину коронирующего провода.

Не следует фильтровать мокрую пыль, так как она прилипает к отталкивающему электроду, вследствие чего может образоваться мостик между электродами, что также вызывает загорание или взрыв.

Собранную с электродов пыль нужно быстро удалять, так как долгое лежание пыли может привести к самовозгоранию.

В аппарате не должно быть выступов, где могла бы задержаться пыль, и угол откоса бункера должен быть не менее 60° .

Наибольшая опасность пробоя замечается при пуске или остановке аппарата или при прекращении подачи обрабатываемого продукта.

Несмотря на ряд принятых конструктивных изменений для достижения более безопасной работы, применение электрофильтров для улавливания горючей пыли следует рекомендовать с большой осторожностью, — после тщательной проверки и испытаний фильтров в условиях различных концентраций горючей пыли.

При устройствах вентиляции в пыльных производствах следует тщательно производить капсюляцию, подводку воронок и кожухов к станкам, заключая ими более широко и глубоко места выделения пыли.

При устройстве местной вентиляции для удаления огнеопасных паров или газов применяют те же системы, но с некоторыми дополнительными устройствами, направленными к уменьшению пожарной опасности.

§ 31. Противопожарные мероприятия в рекуперационных установках

В производствах, в которых применяются в большом количестве легковоспламеняющиеся жидкости, происходит большое выделение паров, удаляемых вентиляционными установками для устранения возможности взрыва и опасности для здоровья работающих.

Помимо удаления паров легковоспламеняющихся жидкостей, насыщающих помещение, в современных производствах широко применяется извлечение паров из смеси их с воздухом и обратное превращение паров в жидкость.

Такое улавливание паров легковоспламеняющихся жидкостей и обратное получение жидкостей называется рекуперацией. Рекуперация представляет большой экономический интерес и имеет значение также с пожарной точки зрения.

Установки для улавливания паров легковоспламеняющихся жидкостей называются рекуперационными.

Способы рекуперации различны: 1) конденсационный — вентилируемые пары жидкостей в специальных устройствах конденсируются в жидкость; 2) компрессионный — пары превращаются в жидкость при помощи высокого давления; 3) абсорбционный — удаляемые из помещения пары улавливаются жидким поглотителем и 4) адсорбционный — пары улавливаются твердыми поглотителями.

Первые два способа не получили распространения ввиду малой производительности, третий способ применялся значительное время, но от него отказались из-за больших расходов на поглотитель (масло, креозол).

Наибольшее распространение получили рекуперационные установки, работающие при помощи твердых поглотителей.

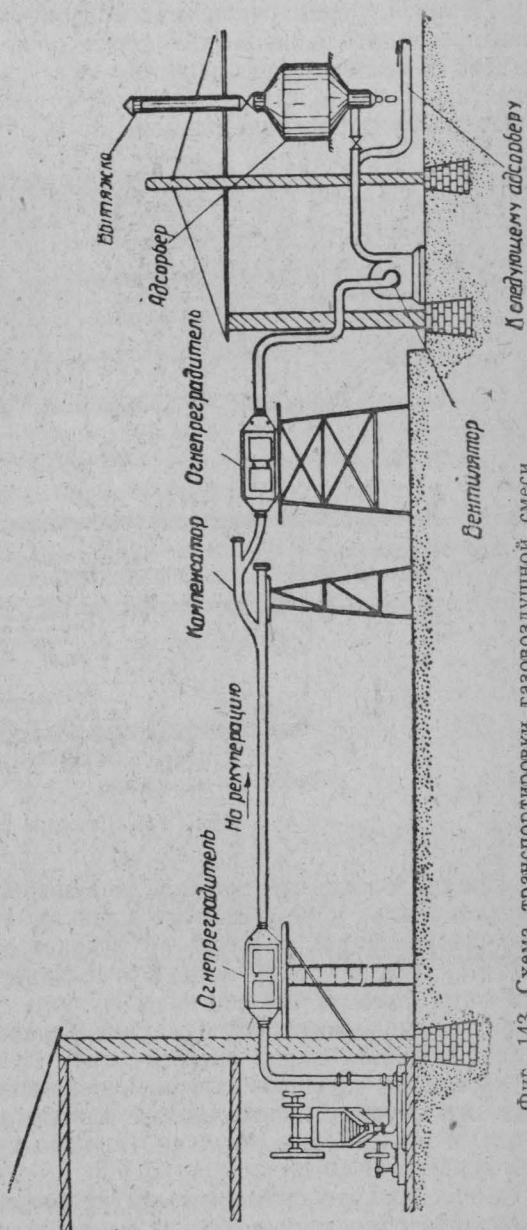
От закапсулированных машин пары растворителей (бензина, эфира) засасываются вентилятором вместе с воздухом и по трубопроводу направляются в здание рекуперации для превращения их в жидкость. Так как идущие от машины пары смешаны с воздухом, то эту смесь обычно называют паровоздушной или газоздушной. Если по воздуховоду проходит паровоздушная горючая или взрывчатая смесь, то возникший около машин пожар может быстро передаться по воздуховоду в другие помещения и прежде всего в здание рекуперации, располагаемое от производственного здания с разрывом, установленным для зданий категории А.

Автоматически закрывающиеся при пожаре заслонки могут быть годны в вентиляционных деревообделочных установках, сомнительно годны для обеспыливающих установок, так как там скорость распространения огня в трубопроводах повышенная, и абсолютно непригодны в трубопроводах, по которым транспортируется газоздушная смесь. Неавтоматические же заслонки — шиберы — применяются для отключения неработающих агрегатов. Так как автоматически закрывающиеся при пожарах заслонки мало действительны для воздуховодов, по которым транспортируется пар или газоздушная смесь, то в качестве огнезадерживающего устройства на воздуховоде между зданием цеха и зданием рекуперации применяют огнепреградители.

Схема транспортировки паровоздушной смеси из производства на рекуперацию показана на фиг. 143.

Вне здания на трубопроводе, покоящемся на эстакаде, установлены на металлических площадках два огнепреградителя: один у производственного здания, а другой у здания рекуперации.

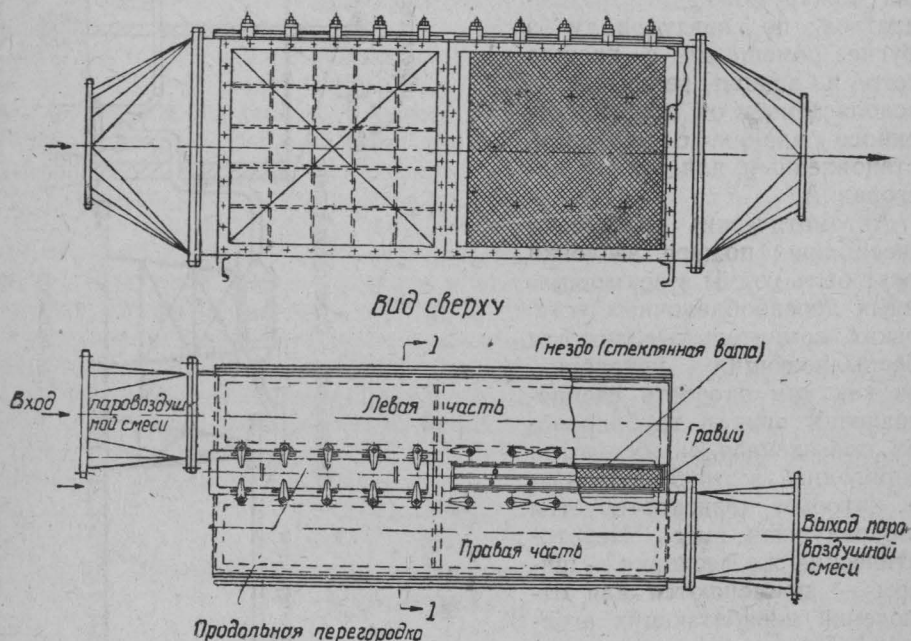
Огнепреградитель (или огневзрывопреградитель) представляет собой железный продолговатый кожух прямоугольного сечения, основанием которого служит каркас из углового железа (фиг. 144). В торцевых частях сделаны проемы и диффузоры для присоединения к воздуховоду. Внутри огнепреградитель разделен продольной перегородкой пополам. Эта перегородка состоит из двух гнезд, причем в одном гнезде



фиг. 143. Схема транспортировки газоздушной смеси.

имеется стеклянная вата, а в другом — гравий. Гнезда представляют собой сетчатые коробки, наполненные соответственно ватой толщиной 30 мм и гравием толщиной 40—50 мм и помещаемые для устойчивости в пазы железных стоек и располагаемые с небольшим зазором так, что общая толщина перегородки составляет около 80—82 мм. Вместо двух гнезд устраивают иногда просто перегородку толщиной около 80 мм, заполненную гравием.

Паровоздушная смесь, идя по воздуховоду, попадает в левую часть огнепреградителя, проходит через слой стеклянной ваты и гравия, попадает в правую часть и затем идет дальше по воздуховоду (движение газа указано стрелкой). Слои стеклянной ваты и гравия препятствуют распространению пламени по воздуховоду.



Фиг. 144. Огнепреградитель.

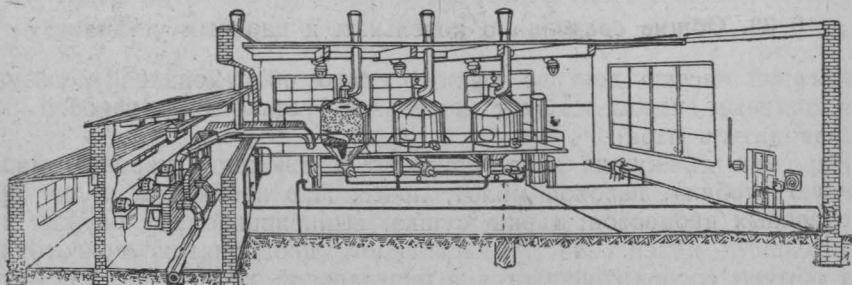
Предположим, что произошла вспышка паров около какой-то машины (например, у резательного станка). Пламя, распространяясь к зданию рекуперации, доходит до огнепреградительного слоя, через который ему нужно пройти между отдельными кусочками гравия и стеклянной ваты узкими, извилистыми путями. Так как в узких отверстиях фронт пламени выгибается и увеличивается его поверхность, то теплоотдача горящих паров свежему газу настолько повышается, что пары охлаждаются до температуры воспламенения, и пламя гаснет, тем более, что в узких пространствах кислорода для горения недостаточно, и пламя может быть потушено своими собственными продуктами горения (CO_2 и H_2O).

Допустим, что пламя все же проникло через один огнепреградитель и распространяется дальше, — на этот случай устанавливается второй огнепреградитель.

Теперь представим, что по воздуховоду вследствие каких-то условий, например, от повышенного выделения паров у машин или от слабой работы вентиляторов, идет взрывчатая смесь и при воспламенении ее в воздуховоде произойдет взрыв, способный разрушить не только огнепреградительный слой, тогда пламя проникнет и в рекуперационную установку. Во избежание этого в огнепреградителях и на самом воздуховоде имеются устройства — выхлопные мембры.

ны, локализирующие взрыв. При взрыве в первую очередь увеличивается давление в части воздуховода и в пространстве огнепреградителя между преградительными слоями и боковой стенкой. Наиболее слабым местом окажутся «выхлопные мембраны», которые открываются наружу, — давление взрыва уменьшится, и взрыв не распространится дальше.

Если все же окажется, что давление взрыва прорвет преграждающие слои гравия и ваты и взрыв будет распространяться дальше, то, чтобы воспрепятствовать этому, на воздуховоде между огнепреградителями

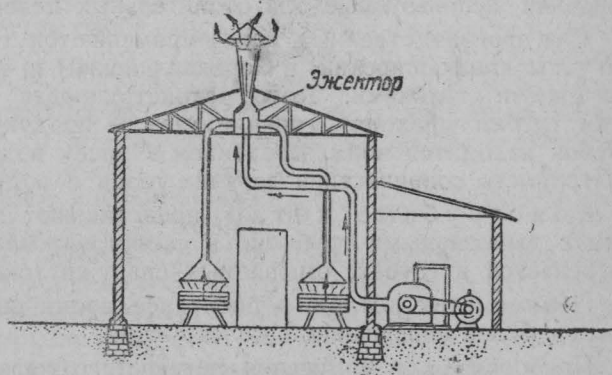


Фиг. 145. Рекуперационная установка.

устанавливают компенсатор взрывной волны. Компенсатор представляет собой устройство, показанное на фиг. 143 (см. стр. 131), с отрезками труб, в концы которых вставлены также «выхлопные мембраны».

Ввиду большой скорости взрывная волна распространяется прямолинейно и производит давление на «выхлопную мембрану» нижнего отрезка, которая прорывается, ослабляя мощность взрыва. Если же взрывная волна одновременно направилась и дальше по трубопроводу, она давит на мембрану верхнего отрезка, которая также прорывается

и также ослабляет мощность взрыва. Вследствие этих устройств взрыв или прекращается, или превращается в обычное горение, распространению которого препятствует второй огнепреградитель; если же взрывная волна и после прохождения компенсатора проникает во второй огнепреградитель, то ту-



Фиг. 146. Эжекционная вентиляционная установка.

да она проходит настолько ослабленной, что в состоянии прорвать только «выхлопные мембраны» второго огнепреградителя, без прорыва огнепреграждающего слоя.

По воздуховоду, защищенному предохранительными устройствами, паровоздушная смесь поступает на рекуперационную установку.

Общий вид рекуперационной установки показан на фиг. 145.

В небольших помещениях, опасных в пожарном отношении (хранилище или разливная легко воспламеняющихся жидкостей, хранилище газов), требуется иногда устройство вентиляции общей, но работающей более интенсивно и постоянно, чем вытяжки и вытяжные трубы с дефлекторами. В таких случаях применяют эжекционную систему вентиляции. Постоянное ее действие осуществляет вентилятор с мотором. Вентилятор и мотор для безопасности выносят из огнеопасного помещения (фиг. 146). В вентилятор по трубе попадает наружный воздух,

вследствие чего в начале трубы около колпака создается вакуум и начинается движение воздуха из помещения. Воздух из помещения подхватывается воздухом от вентилятора (эжектирующим) и получается постоянный отсос паров, газов или пыли из помещения.

Загрязненный воздух, выходящий по трубе, называют эжектируемым воздухом.

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

§ 32. Общие сведения о котельных и паровых установках

Главной частью всякого теплосилового оборудования, пользующегося водяным паром, служит котельная установка, — паровой котел (производитель пара).

Пар, как движущая сила, приводит в движение паровую машину, паровую турбину, паровой молот, пресс. Пар необходим и для производственных процессов: варка, сушка, выпаривание; пар служит и для отопительных целей. На промышленном предприятии приготовление пара обычно сосредоточивается в центральной котельной, из которой пар распределяется по отдельным мастерским или отапливаемым зданиям.

Котельная установка, это один из основных цехов завода или электростанции, и авария в котельной может отразиться на ходе производственных процессов.

Сжигание большого количества топлива и наличие запасов его вызывают необходимость принятия ряда противопожарных мер при эксплуатации котельных установок, в особенности, если применяется жидкое, газообразное или пылевидное топливо.

Выше были рассмотрены водогрейные и паровые котлы низкого давления, используемые для отопительных целей.

Для производственных целей применяются также жаротрубные котлы (ланкаширский и корнваллийский) и, кроме того, котлы с дымогарными трубками. Котел сконструирован так, что при топке по этим трубам проходят горячие газы, — продукты горения, а снаружи трубок находится вода. Введением в массу воды трубок увеличивается поверхность соприкосновения горячих газов с водой.

Водотрубные котлы представляют противоположность котлам с дымогарными трубками и сконструированы так, что в них вода нагревается в трубах, омываемых снаружи топочными газами.

Помимо этих котлов в последнее время применяется ряд систем котлов более совершенной конструкции.

Приборами для получения перегретого пара служат пароперегреватели; их устанавливают отдельно от котла или помещают внутри самой кладки котла. Пароперегреватели имеют ряд труб, по которым пропускается пар от котла; трубы обогреваются продуктами горения.

Обычно в современных котельных установках пользуются подогретой водой, причем подогревание ее производится мягким паром или отходящими газами. Приборы для подогревания воды называются *экономайзерами*.

Поверхностью нагрева называется часть поверхности котла, которая с одной стороны омывается водой, а с другой — топочными газами; паровым пространством — часть внутреннего объема котла, которая при работе заполнена паром; водяным пространством — часть объема котла, которая заполнена постоянно водой и зеркалом испарения — поверхность между водяными и паровыми пространствами.

§ 33. Взрывы паровых котлов и меры их предупреждения

Взрывы паровых котлов, как правило, явление физическое, за исключением случаев, когда пар в перегревателях, соприкасаясь с раскаленным металлом, разлагается на водород и кислород, образуя гремучий газ.

Взрыв котла может произойти по разным причинам, например.

1. Опускание воды в котле ниже установленного уровня. Стенки котла, не омываясь водой, подвергаются непосредственно действию огня топки и горячих газов, вследствие чего железо сильно нагревается, теряет свою прочность, и происходит взрыв котла. Низший уровень воды должен быть на 100 мм выше огневой линии, — высшей линии соприкосания стенок котла с продуктами горения. Уровень воды в котле наблюдают по водомерной трубке, сообщающейся с котлом. К котлу должен быть прикреплен неподвижный металлический указатель,ходящий до водомерного стекла и, установленный на высоте наинизшего уровня воды в котле и снабженный надписью: «Наинизший допускаемый уровень воды в котле».

Чтобы лучше видеть высоту стояния воды, вместо круглых трубок из простого стекла применяют трубки из отражательного стекла Клинтера. В этих трубках вода, вследствие преломления света, принимает черную окраску.

Кроме того, для контроля уровня воды устанавливают пробные краны. Нижний пробный кран должен находиться на горизонте наинизшего уровня воды в котле, а верхний пробный кран — непосредственно над горизонтом наивысшего уровня воды. В тех случаях, когда на котле установлены два водомерных стекла, пробных кранов может и не быть. Водомерные стекла должны быть настолько хорошо освещены, чтобы кочегар мог ясно видеть их показания. Кочегар обязан несколько раз делать проверку водомерных стекол, чтобы убедиться, не засорены ли каналы, соединяющие их с паровым и водяным пространством котла.

Для предупреждения опасности от недостатка воды устанавливают предохранительные приборы. Из них одни приборы сигнальные — предупреждают кочегара звуковыми сигналами об опасности в случае опускания уровня воды до допускаемого предела, другие — автоматически производят питание котла.

2. Неправильное питание котла водой. Вода может опуститься ниже огневой линии и произойдет взрыв котла.

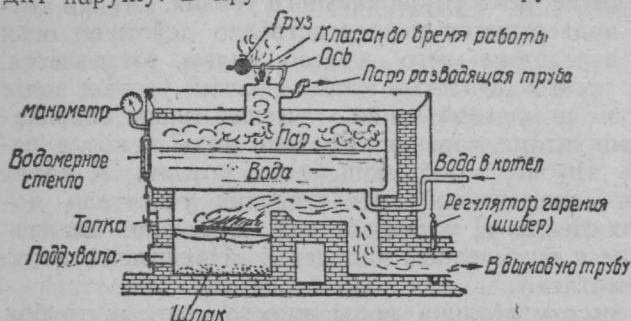
Для питания паровых котлов с поверхностью нагрева более 10 м² или работающих при давлении свыше 6 атм должно быть установлено не менее двух питательных приборов, которые должны приводиться в действие независимо друг от друга. Питательными приборами могут быть насосы: центробежный, коловратный или поршневой, а также инжекторы и водопровод.

Два независимых прибора признаются достаточными для нескольких котлов, расположенных в одном помещении, при условии, если по своей производительности каждый прибор достаточен для питания всех котлов.

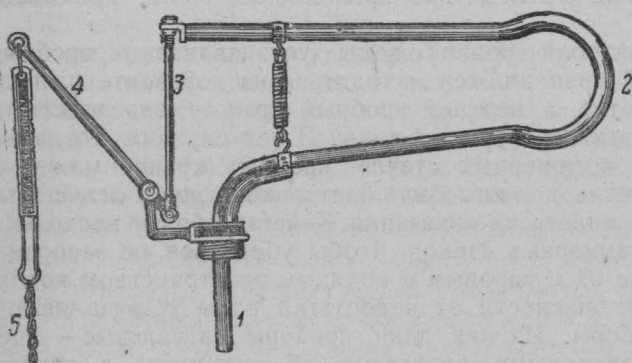
3. Слишком высокое давление в котле. Если слишком высокое давление автоматически немедленно не уменьшить до допускаемого для данного котла давления специальными предохранительными приборами, то произойдет взрыв котла.

Из предохранительных приборов наиболее важное значение имеет предохранительный клапан, назначение которого — выпустить излишек пара при повышении давления выше допускаемого. Каждый паровой котел должен быть снабжен по крайней мере двумя независимыми друг от друга предохранительными клапанами. Один из клапанов должен иметь устройство, не позволяющее персоналу, обслуживающему котел, изменять нагрузку клапана, для чего последний по-

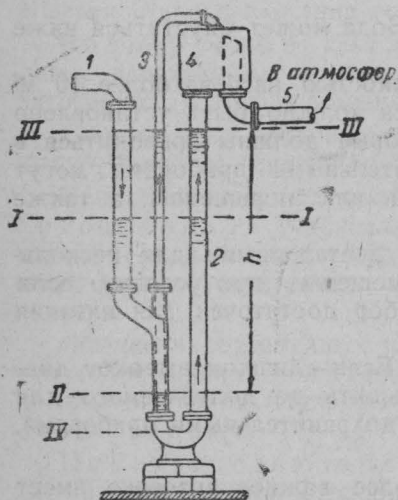
крывают колпаком и закрывают на ключ. На фиг. 147 показан паровой котел с рычажным клапаном. Устройство клапана следующее. Рычаг одним концом укреплен на оси, а к другому концу подвешен груз, прижимающий клапан средней частью рычага к котлу. Груз рассчитан на допускаемое давление в котле. В случае высокого давления пар поднимает рычаг с грузом, клапан открывается, и излишек пара выходит наружу. В пружинных клапанах груз заменен пружиной.



Фиг. 147. Котел с рычажным клапаном.



Фиг. 148. Регулятор горения.



Фиг. 149. Гидравлический предохранитель.

Во избежание перегрева водяных котлов применяются регуляторы горения (фиг. 148). Регулятор действует следующим образом: патроном 1 регулятор ввинчен в корпус котла: при повышении температуры воды изогнутая часть 2 распрямляется и стержнем 3 опускает рычаг 4; вместе с рычагом опускается цепь 5, к которой прикреплена поддувальная дверца, опускающаяся при ослаблении цепи.

Для паровых котлов в качестве предохранителя применяется гидравлический затвор системы А. К. Хренова (фиг. 149).

Трубка 1 соединена с паровым пространством котла. Вместе с трубкой 2 она образует U-образную трубу, в обоих коленях которой вода стоит на уровне I—I.

В момент повышения давления в котле выше нормального, уровень воды в трубе 1 понижается до уровня II, но одновременно в трубах 2 и 3 уровень воды повышается до уровня III. Давление водяного столба при этом равно рабочему давлению пара в котле. При дальнейшем повышении давления уровень в трубе 1 будет продолжать падать; достигнув уровня трубы 5, обнажит конец трубы 3 и выкинет из нее воду в сосуд 4.

При этом пар получает свободный выход через трубу 3, сосуд 4 и трубу 5 в атмосферу. При падении давления в котле вода из сосуда возвратится по трубе 2 и установится прежнее равновесие. Если же давление будет продолжать падать до тех пор, пока не обнажится низ трубы 2, то пар, достигнув уровня IV, выбросит воду из трубы 2. После понижения давления вода возвратится в трубу 2. На передней

стенке каждого котла, не слишком высоко, должен быть прикреплен хорошо освещенный манометр.

На циферблате манометра должна быть проведена красная черта через деление, соответствующее наивысшему допускаемому давлению в котле.

Для большей безопасности действия котла устраивают электрическую сигнализацию манометрического давления. Стрелка манометра, дойдя до допускаемого наивысшего давления, упирается в штифт, и замыкает при этом цепь батареи, в которую включен звонок.

4. Разъедание стенок котла. Разъедание стенок ведет к уменьшению их толщины, а следовательно и к снижению прочности, и может служить причиной взрыва.

Разъедание внутренних стенок может быть вызвано разными причинами, главным образом, окисляющим действием питательной воды, а также попаданием в котел вместе с водой смазочного масла. Воду для питания котла, содержащую вредные минеральные соли или механические примеси (ил, песок), необходимо предварительно очищать.

Наружное разъедание происходит от воды и сырости, появляющейся на внешней стороне стенок котла, и выражается в образовании ржавчины, которая уменьшает толщину стенок. Наружному разъеданию подвергаются, главным образом, части котла, опирающиеся на кладку, по которой поднимается грунтовая вода. поэтому кладку фундамента необходимо изолировать.

5. Посторонние предметы и воздух в котле. Всякие посторонние предметы, попавшие в котел, представляют опасность. Иногда внутри парового котла оказываются инструменты, куски досок и другие предметы, которые могут причинить котлу вред.

Воздух, легко попадающий в котел с водой при неисправных питательных насосах, вызывает разъедание котельных стенок (в результате соединения кислорода с железом и образования окиси железа — ржавчины).

6. Накипь. Если питательная вода жесткая, содержащая много труднорастворимых солей, то эти соли осаждаются в виде твердых корок на внутренних стенках котла или легкого порошка на дне его. Этот осадок и называют котельной накипью.

Стенки котла, покрытые твердой накипью, не омываются водой; вода не может воспринять теплоту топки, так как накипь плохо проводит тепло, и происходит перегрев стенок котла.

Величина перегрева стенок котла при наличии накипи показана в табл. 16.

Таблица 16

Толщина слоя накипи, мм	Температура, °C	
	стенок котла снаружи	в о д ы
0	210	180
5	440	180

Вследствие этого закрытые от воды части стенок быстро накаляются, прочность железа значительно уменьшается, и это может повести к взрыву.

Лучший способ избежать накипи — подвергать воду очистке. Механическая очистка производится фильтрами, содержащими кокс, гравий. Для химической очистки служат особые препараты, при посредстве которых происходит выделение из воды солей, образующих накипь.

7. Перегрев пара. Различают три вида пара: сырой, содержащий воду в виде мельчайших капель; насыщенный (сухой) и не содержа-

ций воды в жидком виде; перегретый — искусственно нагретый (при 200° пар слабо перегрет, при 500—600° — сильно).

Пар не перегревают свыше 600°, так как при этом появляется опасность разложения его на составные части — водород и кислород.

8. Скопление газов. При эксплуатации котла могут происходить взрывы продуктов горения — газов, скопившихся в дымоходах и в борове при неполном сгорании.

Эти газы, смешавшись с атмосферным воздухом, могут образовать смесь, которая взрывается при соприкосновении с пламенем и искрой.

При остановке работы котла, когда дымовая заслонка закрыта, часто происходит скопление газов, которые остались в дымоходах. Во избежание взрыва необходимо перед началом топки котла хорошо провентилировать дымоходы и боров, для чего надо на некоторое время открыть полностью дымовую заслонку и топочные дверцы.

9. Небрежный и неправильный уход за котлом. Плохое ведение топки и питания, плохое наблюдение и содержание приборов, несвоевременная чистка котла могут привести также к взрывам. Надзор и уход за котлами нужно поручать хорошо обученному кочегару.

§ 34. Противопожарные требования к устройству котельных помещений

В противопожарном отношении помещение котельной должно удовлетворять следующим условиям (для постоянных паровых котлов, работающих под давлением свыше 0,5 ати по манометру).

Котельные по степени пожарной опасности (ОСТ 90015 — 39) относятся к категории Г. Следовательно, устройство зданий для котельных должно удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к зданиям, в которых располагаются производства, отнесенные к категории Г.

Стены, покрытие и пол котельного помещения должны быть огнестойкими или полугонестойкими. В котельных при наличии котлов общей поверхностью нагрева не более 300 м² допускается устройство полусгораемых и сгораемых покрытий при условии, чтобы расстояние от верхней обмуровки и верхней нагревающей поверхности котлов до ближайших элементов сгораемого и полусгораемого покрытия было не менее 2 м.

Устройство перекрытий в котельных допускается при наличии котлов низкого давления и в случаях установки паровых или водяных (отопительных) котлов под мастерскими, жилыми и иными помещениями.

Под мастерскими, жилыми и иными помещениями, в которых могут находиться люди, а также и внутри мастерских с производством категории Д, разрешается устанавливать котлы:

1) с поверхностью нагрева не более 30 м², образованной трубками, наружный диаметр которых не превышает 103 мм, а объем 500 л на 1 м² поверхности нагрева;

2) предназначенные к работе при давлении не свыше 6 ати, у которых поверхность нагрева в квадратных метрах, умноженная на число атмосфер рабочего давления, составляет не более 20 ($SP \leq 20$, где S — поверхность нагрева в квадратных метрах; P — рабочее давление). При установке котла внутри мастерской место, занимаемое котлом, должно быть отделено от остальной части мастерской огнестойкими перегородками, высотой не менее 2 м, отстоящими от котла на расстоянии, достаточном для прохода.

Временные котельные установки сроком службы не более двух лет можно располагать в сгораемых зданиях с вемляным полом.

Во избежание больших разрушений при взрыве котла покрытие котельной должно быть легким. Поэтому в котельных, в которых установлены паровые котлы с большим объемом воды (больше 100 л на

1 м² поверхности нагрева), покрытие должно удовлетворять следующим требованиям:

1) при собственном весе конструкции покрытия (включая сюда стропила, обрешетку, подшивку, опалубку и кровлю) до 90 кг на 1 м² покрытие может быть сплошным, без световых фонарей;

2) при собственном весе конструкции от 90 до 150 кг на 1 м² требуется площадь отверстий для световых фонарей не менее 10% площади пола, занятой котлами;

3) при собственном весе конструкции покрытия свыше 150 кг на 1 м² площадь отверстий для световых фонарей должна составлять не менее 20% площади пола. Если нагрузка покрытия составляет более 150 кг на 1 м², то площадь для световых фонарей соответственно увеличивают.

В котельных помещениях, в которых установлены котлы с малым объемом воды (не более 100 л на 1 м² поверхности нагрева), устройство световых фонарей обязательно при весе покрытия свыше 150 кг на 1 м². В этом случае площадь отверстий в покрытиях для световых фонарей должна составлять не менее 10% площади, занятой котлами, включая и обмуровку.

Для ухода за приборами, расположенными наверху парового котла, должны быть устроены постоянные лестницы и галереи из полужесткого материала, снабженные перилами. На верхней поверхности обмуровки котла по краям должны быть прочные ограждения из железа.

Выходные двери котельного помещения должны открываться наружу от легкого нажатия на полотнище двери.

Котельное помещение с площадью пола свыше 250 м² должно быть снабжено достаточным количеством выходов из расчета, чтобы по фронту котлов расстояние между выходами было не более 50 м. Во всяком случае число выходов должно быть не менее двух. В котельных помещениях с площадью пола до 250 м² допускается устройство одного выхода с тем, чтобы выход этот был устроен из части помещения, расположенной перед фронтом котлов.

Запас твердого топлива в котельном помещении нормально не должен превышать суточного расхода. Топливо нужно складывать в таком месте, чтобы оно не могло загореться от раскаленных углей, выпадающих из топки во время шуровки. Запас топлива в бункерах и складах вне котельной не ограничивается.

Из бункеров твердое топливо самотеком поступает в топку котла через специальные питатели — течки. В бункерах может происходить самовозгорание угля и загорание от залетевшей искры. Опасность эта увеличивается тем, что при сваливании угля с транспортных средств образуется много угольной пыли, которая находится во взвешенном состоянии и оседает на конструктивных элементах. При шуровке топок вылетают искры, которые могут попасть и в бункер. Следовательно, верхние отверстия бункеров должны быть изолированы от котельного помещения огнестойкой и глухой стеной и такими же перекрытиями (образуется надбункерное помещение).

Уголь, во избежание самовозгорания, не должен продолжительное время находиться в бункерах. Такое условие выполнимо при устройстве бункеров в виде усеченной пирамиды, основание которой обращено кверху. При других формах бункера (например, кубической или с уступами) поступающий уголь может застревать в углах, долго там лежать и в конце концов самовозгораться.

**ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
УСТАНОВКАХ СИЛЬНОГО ТОКА ВЫСОКОГО И НИЗКОГО
НАПРЯЖЕНИЙ**

Глава I

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**§ 35. Классификация электроизолирующих и защитных материалов
по степени сопротивляемости действию высоких температур,
паров и воды.**

Электроизолирующие и защитные материалы, применяемые в электротехнических установках, машинах и приборах, выполняют весьма ответственную роль с точки зрения надежной работы самой установки или машины, а также и с точки зрения пожарной безопасности.

Поэтому к электроизолирующим материалам должны быть предъявлены строгие пожарно-технические требования. Надежная электроизоляция в проводах, машинах и приборах дает гарантию безопасности и бесперебойности работы установки. Материалы, выполняющие роль электроизоляции, должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) при наличии в электротехнических установках высоких температур и электрических искр должны быть огнестойкими;
- 2) во всех случаях должны обладать большим удельным объемным сопротивлением и большой прочностью на пробой;
- 3) при наличии сырости и едких паров в местах применения должны быть сыроустойчивы и газоустойчивы;
- 4) должны обладать достаточной механической прочностью.

Материалы, применяемые в качестве электроизоляции, делятся на: 1) газообразные, 2) жидкие, 3) пластические и 4) твердые или волокнистые.

Газообразные. К газообразным электроизолирующим материалам, в первую очередь, надо отнести воздух. Воздух при нормальной температуре и давлении имеет большое удельное объемное сопротивление. Электрическая прочность воздуха также велика. Изменение этой прочности может происходить от давления, температуры и влажности. Например, с увеличением давления электрическая прочность увеличивается, а с уменьшением давления — уменьшается; при повышении температуры прочность уменьшается, при понижении — увеличивается; наличие в воздухе влаги значительно снижает прочность и объемное удельное сопротивление.

Жидкие. К жидким электроизолирующим материалам относятся масла, смолы¹.

Пластические. Электроизолирующих пластических материалов применяется очень много. К ним, в первую очередь, относятся: асфальт, асфальтовые лаки, канифоль, каучук, парафин, пластические массы, чаттертон, шеллак. Пожарная и техническая характеристика этих материалов дана в табл. 17.

¹ См. главу V, часть II

№ п/п.	Наименование	Пожарно-техническая характеристика материала
1	Асфальт	Горная смола. Тягучая темнокоричневая масса. Плавится при 65—100°. От высоких температур легко загорается и горит коптящим пламенем. Быстро горит, находясь в небольших массах, например, в асфальтированных оболочках кабелей.
2	Асфальтовые лаки	Представляют продукт растворения асфальта, канифоли и масел в растворителях — бензине, скипидаре или бензоле. В растворенном — жидком состоянии представляют весьма огнеопасную массу. При нанесении слоя на электротехническую установку образуется пленка, которая от высоких температур может воспламениться и гореть.
3	Канифоль	В технике носит название гарпиус. Полупрозрачная, стекловидная масса. Может быть в твердом и пластичном состоянии. Размягчается при 55—83°. Плавится при 100—120°. Воспламеняется при более высокой температуре. Горит сильно коптящим пламенем — относится к горючим материалам.
4	Каучук	Наиболее распространенный изоляционный материал. При нагревании до 129° переходит в бурое густое масло, выделяя при этом горючие пары. Непроницаем для газов и воды. Загорается от пламени и горит на воздухе сильно коптящим пламенем.
5	Парафин	<p>Продукт переработки нефти. Плавится при 38—62°. При нагревании до 158—195° выделяет горючие пары с температурой вспышки 162°.</p> <p>При нагревании электрических частей, выше 425°, в которых в качестве изолятора применяется парафин, возможны его самовоспламенение и пожар.</p> <p>В электроустановках при наличии электроискр и высоких температур применять нельзя.</p>
6	Пластические массы	<p>Бывают различных видов.</p> <p>Изготавливаются на натуральных и искусственных смолах, с применением неорганических вяжущих веществ.</p> <p>Относятся к горючим материалам. При температуре 75—100° теряют свои качества, а при больших температурах разрушаются.</p>
7	Чаттертон	Продукт перегонки каменного угля или нефти. Водонепроницаем, поэтому применяется для заливки муфт, коробок и вообще в местах оконцевания проводников. При открытом огне или высокой температуре легко размягчается. Горит коптящим пламенем.
8	Шеллак	Естественная смола темного цвета. Плавится при 100—120°. При действии высоких температур загорается и быстро горит, выделяя при этом много копоти.

Из табл. 17 видно, что в состав пластических материалов входят горючие или легковоспламеняющиеся вещества. Присутствие данных материалов в электроизоляции, при наличии в помещении или аппаратуре высоких температур или электрических искр продолжительного действия, может вызвать пожар. Это нужно учитывать при прокладке электрических сетей или установке электромашин в помещениях, где наблюдаются высокие температуры и искры.

Твердые или волокнистые. Твердые электроизолирующие или защитные материалы: асбест, бумага, дерево, мрамор, прессшпан, прорезиненная лента, слюда, фарфор, фибра, шелк и джут, в электро-технике имеют наибольшее распространение.

№ п/п.	Наименование	Пожарно-техническая характеристика материала
1	Асбест	Применяется в волокнистом состоянии в виде ткани и картона. Огнестоек. Любое нагревание проводников, имеющих асбестовую изоляцию, пожарной опасности не представляет.
2	Бумага	Весьма распространенный вид изоляции для кабелей, конденсаторов. Применяется в виде бумажных лент и картона. Непропитанная бумага весьма гигроскопична. При поднесении открытого огня легко загорается. Сырая бумага сильно снижает электрическую прочность.
3	Дерево ¹	Применяется как изоляционный материал в пропитанном и непропитанном виде. Дерево твердых пород, пропитанное изоляционным составом, применяется: а) для панелей щитов, плит, предназначенных для закрытия свободных мест, панелей магнитных станций (дерево в этих случаях должно быть обработано огнезащитным составом); б) для перекрытия кабельных каналов распределительных устройств и каналов в цехах, опасных в пожарном отношении; в) для деревянных роликов при напряжении до 220 в; г) для изоляторов в закрытых распределительных устройствах при напряжении до 1000 в; д) для прочих деталей, конструкций и устройств при наличии напряжений до 1000 в. Относится к сгораемым и гигроскопическим материалам. Не устойчиво по отношению кислот.
4	Мрамор	Весьма распространенный материал. Не электропроводен. При действии электрических искр не воспламеняется. Недостаточно стоек против действия паров или химических воздействий.
5	Прессшпан	Картон, полученный путем прессования изоляционной бумаги. Весьма гигроскопичен, что ограничивает его применение при наличии влаги, паров. При действии открытого огня легко загорается.
6	Прорезиненная лента	Распространенный изоляционный материал, особое применение имеет при монтаже электросетей и электроустановок. Представляет собой хлопчатобумажную ленту, покрытую с одной или двух сторон липким резиновым составом.
7	Слюда	Горючий материал. Не гигроскопична. Наиболее огнестойчивый изоляционный материал. При действии огня и воды свойств ее теряет. Применяется как прокладочный материал.
8	Фарфор	Электро-изолирующий материал искусственного приготовления из смеси глины, кварца и полевого шпата с последующим обжигом. Наибольшее применение имеет для роликов и изоляторов. От действия паров кислот и сырости не разрушается.
9	Фибра	Материал, полученный в результате обработки бумаги и волокнистых веществ. При действии открытого огня горит. Обладает гигроскопичностью.
10	Шелк и джут	Волокнистые материалы. В качестве изоляции используются в сухом, чистом виде или пропитанные маслами. Не пропитанные маслом весьма гигроскопичны. При действии огня легко загораются и горят.

¹ Правила устройства электроустановок промпредприятий. Энергоиздат. 1944. Раздел VII.

Максимальные допускаемые температуры нагрева изоляционных материалов, в зависимости от их физико-химических свойств, даны в табл. 19.

Таблица 19

Вид изоляционного материала	Максимальная допускаемая температура нагрева, °C
Хлопок, шелк, бумага и подобные им органические материалы	90
Хлопок, шелк, бумага и подобные им органические материалы, если они пропитаны или погружены в масла, а также эмаль	105
Препараты из асбеста, слюды и подобных неорганических материалов в соединении со связующими веществами	130
Слюда без цементирующих веществ, фарфор, кварц, стекло и другие подобные им материалы	В электроприборах не ограничивается

Максимальные температуры нагрева изоляционных материалов и отдельных частей, находящихся в машинах, при средней температуре окружающего воздуха не выше 35°, даны в табл. 20.

Таблица 20

№ п/п	Изоляционный материал	Максимальная температура нагрева, °C	Превышение температуры окружающего воздуха, °C	Примечание
1	Лакированная бумага, фибра, прессшпан	80	45	—
2	Миканит (желтый) с большим содержанием лака	65	30	Для миканита, прессованного с малым содержанием шеллака и с другими связывающими веществами, можно допускать более высокие температуры
3	Шифер, мрамор	110	75	—
4	Фарфор, талькохлорит, асбест, цемент	—	—	Температура нагрева ограничивается допускаемым нагревом других, менее теплостойких окружающих материалов
5	Прессованные изоляционные части на резиновом основании	65	30	—
6	Прессованные изоляционные части с бакелитом	80	45	—

В табл. 21 приведены некоторые данные о допуске нагреве изолирующих и защитных материалов в приборах и осветительных арматурах.

Таблица 21¹

№ п/п.	Наименование изолирующих частей	Допускаемый нагрев, °С ¹
1	Ручки и крышки выключателей, штепсельных розеток, ответвительных розеток и коробок	100
2	Основания выключателей, штепсельных и ответвительных розеток и коробок, а также для корпусов штепселей	100
3	Корпуса и другие части ручных переносных машин, соприкасающихся с напряжением	180
4	Ручки ручных ламп	150
5	Малые патроны, типы Е-14	150
6	Нормальные патроны Е-27	180
7	Ручки в патронах с ключом	100
8	Другие части патронов	150
9	Большие патроны Е-40 (для всех частей)	300

§ 36. Общая характеристика и определение электроустановок по электротехническим правилам²

Пожарная опасность от электроустановок при их эксплуатации в ряде случаев может быть исключена при условии:

- а) создания нормального режима работы аппаратуры;
- б) соответствия конструкции машин, приборов и аппаратов характеру помещения, в котором они установлены;
- в) соответствия изолирующих оболочек проводников окружающей среде.

Для уменьшения пожарной опасности и исключения возможности торчи электрооборудования при неправильном его применении в различных помещениях, указанные правила дают классификацию наиболее общих помещений в зависимости от характера протекающего технологического процесса, где требуется то или иное безопасное электрооборудование. Помимо этого, эти же правила дают характеристики и определения общего порядка для электроустановок.

Электротехнические установки по напряжению разделяются на установки напряжением до 1000 в (малое, низкое и высокое напряжение) и напряжением выше 1000 в (высокое напряжение). Установками малого напряжения называются установки, имеющие между любым проводом и землей напряжение не выше 36 в. Установками низкого напряжения называются установки, имеющие между линейным проводом и землей напряжение до 220 в при переменном токе (однофазном или трехфазном) и 250 в при постоянном. Установками высокого напряжения называются установки, имеющие между линейным проводом и землей напряжение выше 220 в при переменном токе (однофазном или трехфазном) и 250 в при постоянном токе.

¹ Таблица 21 взята из «Справочной книги электромонтера». Электропром. 1934 г.

² Правила устройства электроустановок промышленных предприятий, Госэнергоиздат, 1944.

Установки напряжением 380/220 в с незаземленной нейтралью считаются установками высокого напряжения.

По стойкости против действия высоких температур от электрических искр или местных нагревов предметы и материалы, применяемые в электроустановках, делятся на следующие:

Огнестойкие, которые нельзя зажечь или обуглить или которые, будучи зажжены, не продолжают самостоятельно гореть или тлеть.

Дугостойкие, которые в свойственных им эксплуатационных условиях действия на них электрической дуги не претерпевают изменений, препятствующих дальнейшему их применению.

Теплостойкие, которые в свойственных им эксплуатационных условиях нагрева не претерпевают изменений, препятствующих дальнейшему их применению.

Влагостойкие, которые во влажной среде или под непосредственным действием влаги не претерпевают изменений, препятствующих их дальнейшему применению.

Помещения, в которых устанавливается электрооборудование, прокладываются провода и т. п., классифицируются электротехническими правилами следующим образом:

1. Помещения сухие, отапливаемые с относительной влажностью не выше 75% и температурой не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

2. Помещения сухие, не отапливаемые с относительной влажностью не выше 75%.

3. Помещения сырые, в которых относительная влажность или постоянно выше 75%, или временно может повышаться до 100%.

4. Помещения особо сырые с относительной влажностью воздуха около 100%, причем потолок, пол и предметы, находящиеся в помещении, постоянно покрыты влагой.

5. Помещения жаркие с температурой выше 30° , вследствие чего находящиеся в них лица могут иметь повышенную влажность кожи.

6. Помещения особо жаркие с температурой выше 35° , вследствие чего электрические устройства в них имеют особые условия работы, а обслуживающий персонал может иметь обильное выделение пота на теле.

7. Помещения с обильным постоянным или временным присутствием в воздухе пыли. Пыль может быть из непроводящих и проводящих электричество материалов, как например, металлическая или угольная. Проводящая пыль препятствует поддержанию сопротивления и пробойной прочности изоляций установки на надлежащей высоте и может снижать сопротивление человеческого тела.

8. Помещения, в которых по производственным условиям присутствуют или могут присутствовать едкие пары, газы или отложения, могущие влиять разрушительным образом на электрические устройства и оборудование и понижать сопротивление человеческого тела.

9. Помещения пожароопасные, в которых производятся, обрабатываются или хранятся легковоспламеняющиеся материалы или предметы и в которых могут образовываться легко воспламеняющиеся газы, пары, пыль и волокна.

10. Помещения взрывоопасные, т. е. помещения для производства, хранения взрывчатых веществ, материалов или предметов, образующих взрывчатые газы, пары, пыли.

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА. МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ

§ 37. Общие сведения

В результате анализа пожаров в электроустановках выявлены следующие основные их причины:

- 1) перегрузка,
- 2) короткое замыкание,
- 3) искрение,
- 4) большие переходные сопротивления,
- 5) токи Фуко.

§ 38. Перегрузка

Под перегрузкой надо понимать явление, которое происходит в машинах, приборах и проводах при прохождении по ним тока, сила которого превышает величины, допускаемые нормами.

Нагрузка, это — длительное прохождение тока по проводнику, которое не вызывает опасного его нагревания.

Длительно допускаемая сила тока на медные и алюминиевые провода и оцинкованные кабели с резиновой изоляцией приведена в табл. 22.

Таблица 22

Поперечное сечение токопроводящей жилы, мм ²	ШР, ПР и ПРГ, проложенные открыто	ПРТО-1000 и ПРТО-2000, проложенные в трубах					ТПРФ, СРГ, СРА, СРБ и СРП		
		Число одножильных проводов в трубе			Один двухжильный провод в трубе	Один трехжильный провод в трубе	одножильн.	двухжильн.	трехжильн.
		два	три	четыре					
0,5	10	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	13	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	15	14	13	12	13	11	18	16	14
1,5	20	17	15	14	16	13	22	20	17
2,5	27	24	22	20	22	19	31	27	24
4	36	34	31	27	28	24	41	35	31
6	46	41	37	34	36	31	53	45	39
10	68	57	53	47	49	45	74	65	55
16	92	77	70	63	69	58	99	85	72
25	123	100	91	82	90	76	132	112	95
35	152	121	111	100	109	92	163	137	117
50	192	165	151	135	142	119	204	170	146
70	242	201	184	166	173	154	254	210	179
95	292	245	223	201	215	186	308		
120	342	280	255	230	262	221	356		
150	392	319	292	—	—	—	410		
185	450						468		
240	532						553		
300	614								
400	737								

Табл. 22 составлена для изолированных проводов (с резиновой изоляцией) при условии, что предельная допускаемая температура данных проводов не будет превышать 55°. Температура окружающей среды принята 25°.

При условии отклонения температуры окружающего воздуха от 25°,

для данной таблицы необходимо брать поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 22а.

Т а б л и ц а 22а

Провода		Значения поправочного коэффициента при температуре воздуха					
		15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
С оплеткой	С нормальной резиной	1,16	1,08	1,00	0,91	0,83	0,71
	С теплостойкой резиной	1,29	1,23	1,16	1,08	1,00	0,91
Со свинцовой рубашкой	С нормальной резиной	1,14	1,07	1,00	0,92	0,84	0,76
	С теплостойкой резиной	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,92

П р и м е ч а н и е. Алюминиевые провода и кабели с нормальной резиновой изоляцией, имеющие одинаковые геометрические сечения с медными жилами, нужно нагружать до 77% величины нагрузок медных проводов.

Перегрузка представляет наиболее резко выраженную причину пожарной опасности, так как в большинстве случаев на практике электродвигатели и провода нагружаются сверх установленных норм. Особенно часто с перегрузкой приходится вести борьбу в жилом секторе, при эксплуатации осветительной сети. Нагрузка на проводник допускается в зависимости от следующих факторов: сечения проводника, материала токопроводящей жилы провода, электроизоляции и характеристики окружающей проводник среды.

Электротехническими правилами для изолированных проводников (изоляция резиновая) установлены допускаемые силы тока, с таким расчетом, чтобы проводник в общей сложности не нагревался, при длительной работе, свыше 55°.

В температуру 55° входит температура окружающего воздуха, которая для помещений принимается в среднем 25°. Таким образом, нагрев изолированного проводника, с резиновой изоляцией, непосредственно от тока допускается на 30°.

Упрощенно нагрев изолированных проводов от тока может быть определен по формуле:

$$t_{np} = t_o - t_a,$$

где: t_{np} — температура нагрева токопроводящей жилы,
 t_o — общая температура нагрева проводника,
 t_a — температура окружающего воздуха.

Нормами допускается нагрев проводов с резиновой изоляцией не выше 55°С; при расчетах допускаемых нагрузок на провода это положение должно приниматься за основу. Например, сечение провода ПР равно 10 мм², наибольшая допускаемая (нормами) рабочая сила тока 68 А. Если по данному проводнику будет проходить ток силой свыше 68 А, то это и будет характеризовать его перегрузку.

Пожарная опасность перегрузки заключается в том, что при увеличении силы тока сверх нормальной происходит увеличение выделяемого проводом тепла; последнее в свою очередь вызывает чрезмерный нагрев провода, что приводит к воспламенению изолирующих оболочек.

Пример. Сечение провода марки ПРГ 1,5 мм².

Нормами для данного сечения допускается сила тока 20 А. Определить количество тепла, выделяемое проводом при нормальной работе, если сопротивление его в среднем равно 5 ом, время действия тока 5 мин.

По закону Джоуля-Ленца:

$$Q_n = 0,24 I^2 R t = 0,24 \cdot 20^2 \cdot 5 \cdot 300 = 144\,000 \text{ кал.} = 144 \text{ кг/кал.}$$

Если по данному проводу пропустить ток силой не 20 А, установленных нормами, а например 30 А, то тепла выделится больше, а именно:

$$Q_n = 0,24 I^2 R t = 0,24 \cdot 30^2 \cdot 5 \cdot 300 = 324\,000 \text{ кал.} = 324 \text{ кг/кал.}$$

Соотношение между Q_n количеством тепла, выделенным проводом при нормальной работе, и Q_n количеством тепла при перегрузке будет:

$$\frac{Q_n}{Q_n} = \frac{324}{144} = 2,25.$$

Таким образом, количества тепла при перегрузке данного провода на 10 А выделится в 2,25 раза больше, чем в нормальных условиях работы.

Причины, вызывающие перегрузку в электрических проводах, следующие: а) несоответствие сечения провода нагрузочному току, б) включение в электрическую сеть дополнительных потребителей тока без увеличения сечения провода, в) действие на провода посторонних токов (атмосферного электричества, токов утечки).

В практике перегрузка может быть обнаружена:

а) определением степени нагрева проводов или машин на ощупь — тыльной частью руки; правда, это — не совершенный способ, ибо он не дает действительной величины перегрева и, кроме того, при недостаточной опытности обследующего лица могут быть несчастные случаи;

б) при помощи термометров и термоэлектрических пирометров;

в) при помощи амперметров и других измерительных приборов.

При определении перегрузки последним способом надо следить за тем, чтобы были включены все потребители тока, находящиеся в проверяемой сети. Определение перегрузки при помощи амперметра дает наиболее точные результаты.

Показание амперметра сравнивают с силой тока, допускаемой нормами на данное сечение провода;

г) путем несложных подсчетов при помощи формулы:

$$P = IV,$$

откуда

$$I = \frac{P}{V},$$

где: I — сила тока в амперах;

P — мощность тока в ваттах;

V — напряжение в вольтах.

Данная формула применима для определения силы тока в осветительных сетях постоянного и переменного тока и силовых сетях постоянного тока.

Пример. В электрическую сеть с напряжением 120 В, проложенную в четырех квартирах, включены осветительные лампы мощностью по 150 В — 15 ламп, по 100 В — 8 ламп и, кроме того, в это же время — две электроплитки мощностью каждая по 600 В. Сечение медного изолированного провода марки ШР 2,5 мм².

Чтобы определить нагрузку данной сети, надо найти общую мощность всех включенных потребителей, а затем разделить ее на напряжение, имеющееся в сети:

5 ламп по 150 вт	2250 В
8 ламп по 100 вт	800 В
2 плитки по 600 вт	1200 В

Общая мощность . . 4250 В

По формуле

$$I = \frac{P}{V},$$

найдем:

$$I = \frac{4250}{120} = 35 \text{ А.}$$

Согласно табл. 22 на провод ШР сечением 2,5 мм² может быть допущен ток силой 27 А.

Следовательно, в данной сети имеется перегрузка, равная 8 А.

Для определения силы тока в силовых сетях с индуктивной нагрузкой при включении силовых аппаратов (например, электродвигателей) можно пользоваться формулой:

$$P = I V \cos \varphi,$$

откуда

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi},$$

где $\cos \varphi$ — коэффициент мощности, принимаемый для практических подсчетов равным 0,8 — 0,85.

Пример. В производственном здании установлены 6 электродвигателей мощностью по 3,5 kW. Напряжение однофазного тока в сети 380 В, сечение медного провода ПР 16 мм². По формуле $I = \frac{P}{V \cos \varphi}$ сила тока в сети:

$$I = \frac{3500 \cdot 6}{380 \cdot 0,8} = 55,3 \text{ А.}$$

Для провода принятого сечения в 16 мм² нормами допускается ток силой 92 А. Следовательно, нагрузка при работе 6 электродвигателей мощностью по 3,5 kW при сечении провода 16 мм² вполне допустима.

Силовая нагрузка при наличии трехфазного тока может быть определена по формуле:

$$P = \sqrt{3} I V \cos \varphi,$$

откуда

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}.$$

Пожарную опасность от перегрузки можно исключить:

а) устранением самих причин перегрузки, не допуская включения в сеть потребителей тока при отсутствии расчетных запасов сечения провода;

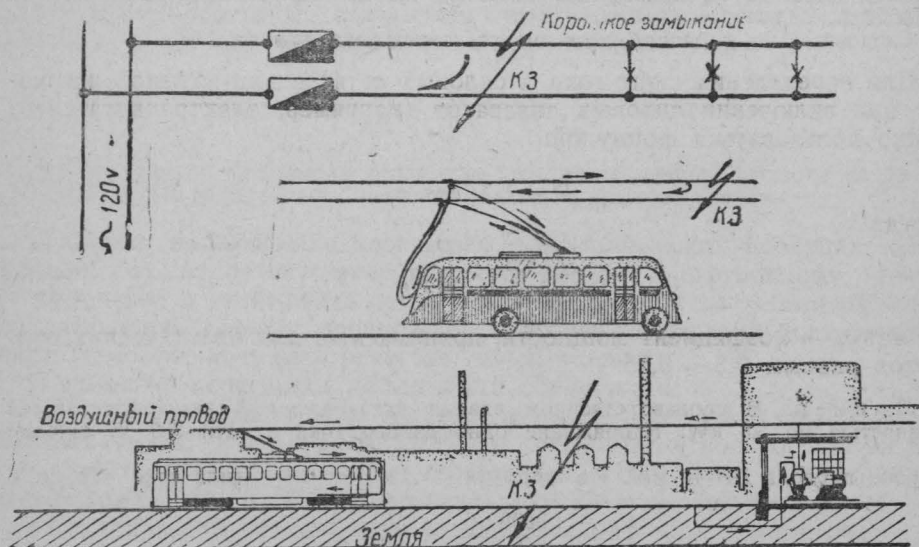
б) защитой сетей и машин от последствий перегрузки при помощи различных предохранителей (плавких или автоматических).

§ 39. Короткое замыкание

В исправном нормальном состоянии электрические провода, находящиеся под током, проложенные на близком друг от друга расстоянии, должны быть изолированы с таким расчетом, чтобы утечка тока через изоляцию не превышала 0,001А (один миллиампер). Благодаря изоляции проводов электрический ток движется по строго обусловленному направлению — через потребителей тока, имеющих по сравнению с самим проводом большое сопротивление. Если нарушить изоляцию двух разнополюсных проводов, находящихся вплотную друг к другу, то ток не будет иметь точно обусловленного направления — через потребителей, а найдет кратчайший путь через малое сопротивление, цепь замкнется

«накоротко». Это явление принято называть коротким замыканием. Следовательно, короткое замыкание представляет соединение двух или нескольких разноименных электрических проводов, находящихся под напряжением, через малое сопротивление. Короткое замыкание наблюдается трех видов: полное, через изоляцию и через землю.

Полное короткое замыкание происходит в результате непосредственного соприкосновения электрических проводов (фиг. 150).

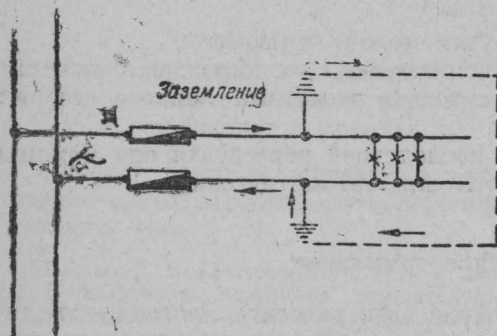


Фиг. 150. Полное короткое замыкание в силовых электрических сетях.

Причины полного короткого замыкания следующие:

- а) полное нарушение изоляции совместно расположенных проводов,
- б) попадание на провода посторонних токопроводящих предметов и замыкание цепи через эти предметы,
- в) вбивание между жилами проводов металлических предметов (гвоздей, крюков).

Короткое замыкание через землю (фиг. 151) происходит в результате нарушения изоляции обоих проводов цепи и соединения их с землей непосредственно или при помощи заземленных частей (опор, колонн, труб).



Фиг. 151. Короткое замыкание через землю.

Короткое замыкание через изоляцию происходит в результате ухудшения электроизолирующего качества проводов (высыхание, растрескивание, износ). Причины короткого замыкания через изоляцию следующие:

- а) нарушение изоляции механическими повреждениями;
- б) несоответствие сопротивления изоляции имеющемуся напряжению (пробой изоляции);
- в) нарушение изоляции действиями высоких температур от перегрузки;
- г) разъедание изоляции химическими парами (например, парами азотной кислоты, разрушающе действующими на изоляционные оболочки резины и тканей).

Короткое замыкание часто влечет за собой пожар. Это происходит потому, что сопротивление сети при этом резко уменьшается и согласно закону Ома резко увеличивается сила тока; квадрат же силы тока, по закону Джоуля-Ленца, служит основной величиной, определяющей количество выделенного проводником тепла.

Пример. При нормальной работе в электрическую сеть с напряжением 120 В включены потребители тока с общим сопротивлением 300 Ω . Сечение медного изолированного провода ПР 1,5 мм². Сила тока при нормальной работе будет

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{300} = 0,4 \text{ А.}$$

При этой силе тока, согласно закону Джоуля-Ленца, в течение, например, 2 мин. выделится тепла:

$$Q_n = 0,24 \cdot I^2 R t = 0,24 \cdot 0,4^2 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 60 = 83,52 \text{ кал.}$$

$$Q_n = 0,083 \text{ кг/кал.}$$

Принятое сечение провода 1,5 мм² без вреда выдержит силу тока 0,4 а при нормальной работе.

Допустим, что в сети произошло короткое замыкание, сопротивление всей сети при этом исключилось и осталось лишь в проводах до места короткого замыкания. Примем приблизительно это сопротивление равным 4 Ω , тогда сила тока в цепи будет:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{4} = 30 \text{ А.}$$

Тепла за принятый промежуток времени (2 мин.) выделится:

$$Q_k = 0,24 \cdot I^2 R t = 0,24 \cdot 30^2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 60 = 103\,680 \text{ кал.}$$

$$Q_k = 103,68 \text{ кг/кал.}$$

Отношение

$$\frac{Q_k}{Q_n} = \frac{103,68}{0,083} = 124,2.$$

Следовательно, при коротком замыкании сила тока возросла до 30 А, а количество тепла выдилось в 124,2 раза больше, чем при нормальной работе. Сечение провода 1,5 мм² не в состоянии пропустить 30 А, и выделяемое тепло повлечет воспламенение изоляции провода.

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий могут быть приняты следующие меры.

1. Меры предупреждения причин короткого замыкания: правильный монтаж сети и оборудования в соответствии с существующими нормами; систематический надзор за креплением проводов и исправным состоянием изоляции; предупреждение механических повреждений и химических разрушений изоляции; исключение возможности соприкасания проводов с металлическими конструкциями и заземлениями.

2. Меры предупреждения причин пожаров от короткого замыкания: выбор и установка на всех линиях и ответвлениях плавких или автоматических предохранителей (не допускается установка неисправных — самодельных — предохранителей); своевременное исправление повреждений в автоматических защитных аппаратах; своевременная проверка защитных автоматов (например, реле) на срабатывание при повышенных токах.

§ 40. Искрение

Искрение чаще всего наблюдается в электрической сети в момент ее замыкания или размыкания, или в момент замыкания сети через воздух, или через нарушенную изоляцию на землю.

Искрение от электрооборудования надо рассматривать как весьма распространенную причину пожаров в производствах с наличием горючих газов или пыли. Искра представляет открытый источник тепла, способный воспламенить газо- или паровоздушные смеси и горючие вещества.

Искрение в проводах и машинах может быть обнаружено в момент появления самой искры, путем осмотра состояния изоляции и мест соединения и ответвления проводов.

Меры предупреждения искрения следующие:

а) контроль исправности изоляции, заключающийся в наружном осмотре и проверке ее сопротивления,

б) систематическая проверка мест соединения и ответвления проводов,

в) недопущение соприкосновения голых проводов с металлическими предметами и другими частями, могущими вызвать замыкание и искрение.

Меры, направленные на предупреждение пожаров от последствий искрения:

а) устройство надежной защиты в рубильниках, переключателях и других аппаратах, где по условиям эксплуатации происходит образование искр,

б) устройство огнестойких герметических или взрывобезопасных кожухов для всех аппаратов, устанавливаемых в помещениях, опасных в виду наличия газа или пыли,

в) вынос аппаратуры наружу или в соседние, неопасные в пожарном отношении, помещения из мест, в которых эта аппаратура может быть опасной по условиям технологического процесса.

§ 41. Большие переходные сопротивления

Отсутствие контакта в электрической сети, как рассмотрено выше, влечет искрение. Если в сети контакт существует, но он недостаточен, то искрения не будет, а произойдет значительный местный нагрев, вызывающий загорание изолирующих оболочек и других, расположенных вблизи горючих материалов. Большое выделение тепла в местах плохого контакта объясняется наличием больших переходных сопротивлений (по сравнению с самим проводом данного участка сети).

Причины, вызывающие большие переходные сопротивления, следующие:

а) отсутствие прочного электрического контакта в местах соединения проводов друг с другом, проводов с клеммами рубильников и других аппаратов,

б) окисление мест соединения и ответвления проводов при недостаточной электроизоляции от окружающей среды.

Мерами, предупреждающими пожарную опасность от больших переходных сопротивлений, служат:

а) тщательная отделка мест соединения и ответвления проводов и кабелей: скручивание, пропайка и изолирование от окружающей среды;

б) присоединение к приборам проводов, недопускающих скрутки (например, алюминиевых) при помощи специальных наконечников или муфт с изоляцией от окружающего воздуха;

в) систематическое наблюдение особо важных мест соединения проводов и кабелей и регулярное подтягивание всех контактов, где присоединяются провода.

§ 42. Токи Фуко

Токи Фуко представляют индуктивные токи, возникающие в металлических массах силовых электромашин; например, в сердечниках трансформаторов, якорях динамомаши. Эти токи по своей природе вредны. Они снижают коэффициент полезного действия машины и служат причиной пожара. Проходя по металлическим массам, они вызывают их нагревание; в ряде случаев этот нагрев настолько высок, что может вызвать воспламенение изолирующих оболочек (обмоток) проводов, намотанных на сердечники. Полностью освободиться от токов Фуко в практике не представляется возможным, но снизить их эффективность удается.

Для этого необходимо увеличить сопротивление пути токов Фуко.

Например, сердечники трансформаторов, якоря динамомашин изготовляют не из сплошной массы железа, а из отдельных пластин, изолированных друг от друга диэлектриком.

Меры, исключающие причины пожаров от токов Фуко, должны быть предусмотрены в процессе изготовления машины или прибора.

Глава III

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

§ 43. Виды проводов и кабелей

Согласно существующим нормам кабели, провода и шнуры разделяются:

1. По роду изоляции: а) голые (неизолированные), б) с непропитанной и пропитанной бумажной изоляцией (в том числе маслонаполненные кабели), в) с изоляцией из вулканизированной резины, г) с изоляцией из хлопчатобумажной пряжи и натуральной резины.

2. По материалу проводящих жил: а) с медными жилами, б) с алюминиевыми жилами или из алюминиевых сплавов, в) со стальными, бронзовыми или биметаллическими жилами.

3. По форме и конструкции проводящей жилы кабели бывают: а) со сплошными круглыми жилами или жилой, б) с секторными или сегментными жилами или жилой.

4. По роду защитных оболочек:

кабели: а) свинцованные голые; б) асфальтированные; в) свинцованные и бронированные, г) шланговые из фасонных вальцованных лент;

провода и шнуры: а) в голой резиновой оболочке, б) в оплетке из непропитанных волокнистых материалов, в) в хлопчатобумажной лакированной оплетке.

Материал токопроводящих жил в проводах и кабелях должен обладать: а) достаточной механической прочностью, б) хорошей проводимостью, в) малым удельным весом, г) высокой температурой плавления.

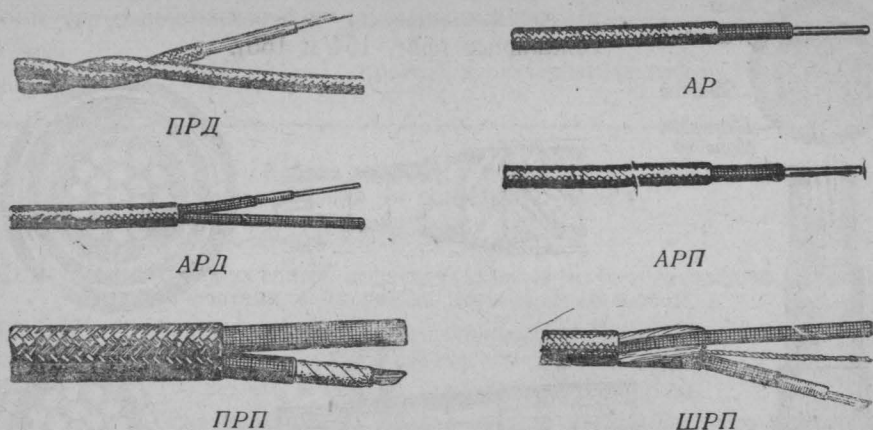
Для большей механической прочности и удобства монтажа провода обычно бывают многопроволочные. При малых сечениях провода изготовляют однопроволочные. В табл. 23 приведены данные об удельном весе, удельном сопротивлении и температуре плавления наиболее часто встречающихся материалов проводов.

Таблица 23

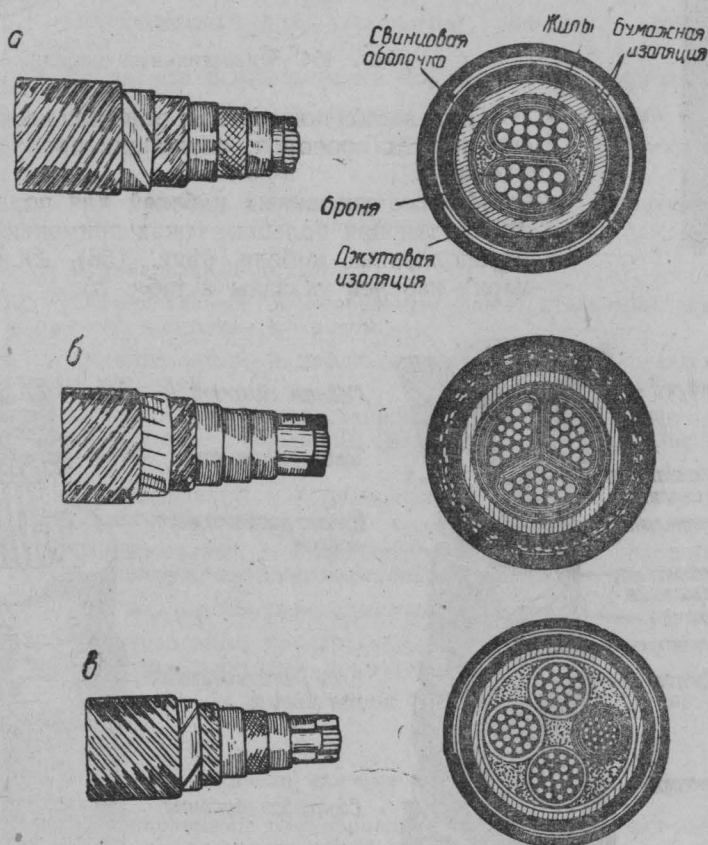
Наименование	Удельный вес	Температура плавления при нормальном давлении, °C	Удельное сопротивление
Медь	8,93	1083	0,0175
Латунь литейная	8,4—8,7	900	0,07—0,03
Алюминий	2,7	658	0,03
Олово	7,28	232	0,12
Свинец	11,34	327	0,21
Железо	7,60—7,86	1530	0,01—0,14
Сталь литейная	7,87	1300—1400	0,10—0,25
Цинк	7,1	419	0,06
Висмут	9,8	271	1,2
Никелин	11,2	1760	0,4—0,44
Никель	8,8	1450	0,12

№ п/п.	Марка провода	Краткая характеристика провода	Номинальное напряжение, в	Примечание
1	ПРТО-2000	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией одножильный и многожильный в общей пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи для прокладки в трубах	2000	Для установок постоянного тока может применяться при номинальном напряжении до 1000 в
2	ПРТО-500	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией одножильный и многожильный в общей оплетке для прокладки в трубах	500	
3	ПР-500	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией одножильный в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи	500	
4	ПРГ-500	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией гибкий одножильный в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи	500	По особому заказу провода до 25 мм ² включительно изготавливаются одно-, двух-, трехжильными в общей оплетке из асбестовой пряжи
5	ПР-380	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией одножильный в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи	380	
6	ТПРФ-(Куло)	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией, в трубчатой металлической фальцованной оболочке	500	
7	ПАО	Провод с медной жилой гибкий одножильный с асбестовой изоляцией огнестойкий	220	Провод ПВМ относится к защищенным, но не изолированным проводам
8	ПГАО	Провод с медной жилой гибкий одножильный с асбестовой изоляцией огнестойкий	220	
9	ПВМ	Провод с медной жилой защищенный хлопчатобумажной пряжей, с пропиткой высыхающим маслом, атмосферостойкий	—	
10	ПРД	Провод с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный (шнуроподобный)	220	Арматурный провод с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный
11	АР	Арматурный провод с медной жилой с резиновой изоляцией одножильный	220	
12	АРД	Арматурный провод с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный	220	
13	ШР-200	Шнур с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный	220	Шнур с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный
14	ШР-500	Шнур с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный	500	
15	ШРП	Шнур с медными жилами с резиновой изоляцией подвесной	220	
16	ШРО	Шнур с медными жилами с резиновой изоляцией двухжильный в общей оплетке	220	Провод одножильный с медной жилой с винилитовой изоляцией
17	ПВ	Провод одножильный с медной жилой с винилитовой изоляцией	220	

На фиг. 152 изображены наиболее распространенные марки проводов.



152. Марки проводов



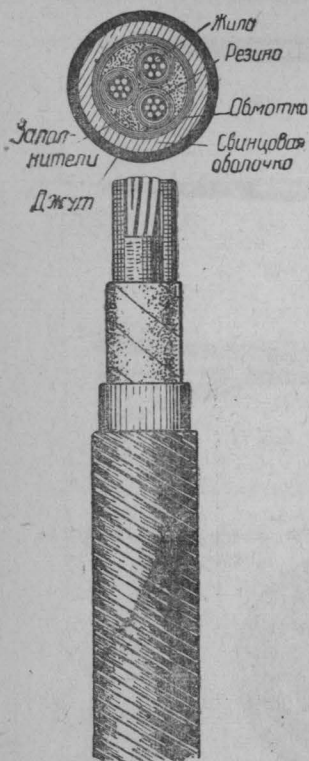
Фиг. 153. Формы кабелей:

а — двухжильный с сегментными жилами, б — трехжильный с секторными жилами, в — четырехжильный с круглыми жилами.

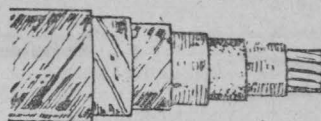
Кабелем называется система из одной или нескольких изолированных токопроводящих жил, покрытых сверху (общей) одной или несколькими защитными оболочками.

Кабели изготовляют с медными и алюминиевыми жилами.

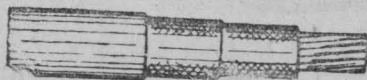
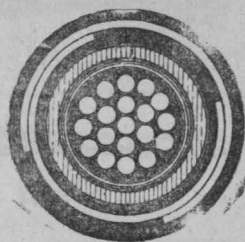
По форме расположения жил кабели бывают: круглого, секторного и сегментного сечения (фиг. 153). По количеству жил кабели разделя-



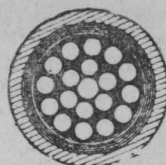
ются на: а) одножильные, б) двухжильные, в) трехжильные, г) четырехжильные, д) многожильные (фиг. 154 и 155).



СБ



СГ



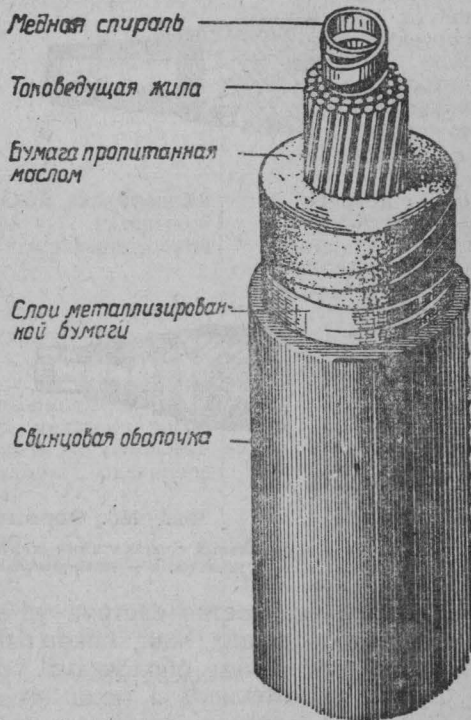
Фиг. 154. Одножильные кабели.

Под жилой понимается одна или несколько скрученных проволок, служащих проводником тока.

Помимо указанных кабелей для подземной прокладки при больших токах применяют маслonaполненные кабели (фиг. 156). Основные марки кабелей указаны в табл. 25.



Фиг. 155. Трехжильные кабели.



Фиг. 156. Маслonaполненный кабель для напряжения до 120 кв.

Марка кабеля	Краткая характеристика кабеля
Кабели силовые с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги	
СГ	Освинцованный голый.
СБ	Освинцованный асфальтированный и бронированный двумя стальными лентами с наружным джутовым покровом.
САД	Освинцованный и асфальтированный с дополнительным защитным покровом.
СБГ	То же, что и СБ, но без наружного покрова.
СП	Освинцованный и бронированный стальными проволоками с наружным джутовым покровом.
СПГ	То же, но без наружного джутового покрова.
СК	Освинцованный и бронированный стальными круглыми проволоками.
СБВ	То же, что и кабель марки СБ, но с осушенной изоляцией.
СБГВ	То же, что и кабель марки СБГ, но с осушенной изоляцией.
СПВ	То же, что и кабель марок СП и СПГ, но с осушенной изоляцией.
СПГВ	
Кабели контрольные с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги	
КСГ	Освинцованный голый.
КСБ	Освинцованный бронированный двумя стальными лентами с наружным джутовым покровом.
КСАД	Освинцованный и асфальтированный с дополнительным защитным покровом.
КСБВ	Освинцованный, асфальтированный, бронированный двумя стальными лентами с наружным джутовым покровом, с осушенной изоляцией.
КСБГ	Освинцованный и бронированный двумя стальными лентами без наружного покрова.
КСП	Освинцованный и бронированный стальными плоскими проволоками с наружным джутовым покровом.
КСПГ	То же, без наружного джутового покрова.
КСК	Освинцованный бронированный стальными круглыми проволоками с наружным джутовым покровом.
КСБГВ	То же, что и кабели марок КСБГ, КСП и КСПГ, но с осушенной изоляцией.
КСПВ и КСПГВ	
Кабели силовые с резиновой изоляцией	
СРБ	Освинцованный бронированный двумя стальными лентами с наружным джутовым покровом.
СРГ	Освинцованный голый.
СРАД	Освинцованный и асфальтированный с дополнительным защитным покровом.
СРБГ	То же, что и кабель СРБ, но без наружного покрова.
СРП	Освинцованный и бронированный плоскими стальными проволоками с наружным джутовым покровом.

Марка кабеля	Краткая характеристика кабеля
Кабели контрольные с резиновой изоляцией	
КСРГ	Освинцованный голый.
КСРБ	Освинцованный, бронированный двумя стальными лентами с наружным джутовым покровом.
КСРП	Освинцованный, бронированный плоскими стальными проволоками, с наружным джутовым покровом.
КСРАД	Освинцованный и асфальтированный с дополнительным защитным покровом.
Кабели силовые в совпреновой оболочке	
НРГ	С резиновой изоляцией в совпреновой оболочке без наружного покрова.
НРБГ	С резиновой изоляцией в совпреновой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, без наружного покрова.
НРПГ	С резиновой изоляцией в совпреновой оболочке, бронированный стальными оцинкованными проволоками, без наружного покрова.
Кабели контрольные в совпреновой оболочке	
КНРГ	С резиновой изоляцией в совпреновой оболочке без наружного покрова.
КНРБГ	С резиновой изоляцией в совпреновой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, без наружного покрова.
КНРПГ	С резиновой изоляцией в совпреновой оболочке, бронированный стальными оцинкованными проволоками, без наружного покрова.
Кабели силовые в винилитовой оболочке	
ВРГ	С резиновой изоляцией в винилитовой оболочке без наружного покрова.
ВРБГ	С резиновой изоляцией в винилитовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, без наружного покрова.
ВРПГ	С резиновой изоляцией в винилитовой оболочке, бронированный оцинкованными стальными проволоками, без наружного покрова.
Кабели контрольные в винилитовой оболочке	
КВРГ	С резиновой изоляцией в винилитовой оболочке без наружного покрова.
КВРБГ	С резиновой изоляцией в винилитовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, без наружного покрова.
КВРПГ	С резиновой изоляцией в винилитовой оболочке, бронированный стальными оцинкованными плоскими проволоками, без наружного покрова.
Маслонаполненный кабель	
МСГ	Маслонаполненный освинцованный голый.

§ 44. Способы прокладки проводов. Пожарно-техническая оценка проводов

Провода, прокладываемые внутри зданий, должны иметь изоляцию из вулканизированной резины. Отсутствие изоляции на проводах может быть допущено лишь в тех случаях, когда заведомо известно, что изолирующая оболочка может быть подвержена быстрому разрушению в результате химических воздействий.

При прокладке голых проводов внутри зданий должны быть приняты меры против случайных прикосновений к ним.

Исправная изоляция провода имеет решающее значение для нормальной работы сети.

Изоляция предохраняет людей от тока при случайных прикосновениях к сети, предотвращает утечки тока в землю и исключает пожарную опасность.

Провода, защищенные лишь от химических или атмосферных влияний слоем лака или же пропитанными оболочками, или оплетками из волокнистых веществ, в отношении способа прокладки приравниваются к голым проводам.

Поэтому для проводов в помещениях с различными пожарными характеристиками требуются провода с различными защитными изолирующими оболочками.

Сечение провода должно быть подобрано так, чтобы нагревание при длительной работе не превышало допускаемой нормами величины, а также, чтобы провод обладал достаточной механической прочностью.

Минимально допускаемые сечения проводов по условию механической прочности даны в табл. 26.

Таблица 26

№ п/п	Род проводки	Материал провода	Сечение, мм ²
1	Воздушные линии высокого напряжения с однопроволочными и многопроволочными проводами — на напряжение 3—10 кв.	Медь и сталь Алюминий	10 16
	На напряжение 20—35 кв.	Медь и сталь Алюминий	4 10
2	Воздушные линии низкого напряжения при пролете до 20 м (в том числе перекидки) .	Медь	4
3	То же	Алюминий	16
4	Воздушные линии низкого напряжения при пролете свыше 20 м	Медь	6
5	То же	Алюминий	16
6	Голые провода внутри зданий при пролете до 12 м	Медь	4
7	Голые провода внутри зданий в наружных установках	Сталь	Диаметром 3,5
8	Открытая, в том числе тросовая, проводка изолированными проводами, при расстоянии между точками закрепления или поддержки до 1 м	Медь	1,0
9	То же, до 2 м	Медь	1,5
10	То же, до 6 м	Медь	2,5
11	То же, до 12 м	Медь	4
12	Провода в трубах и трубчатые провода . .	Медь	1,0
13	Шнуровая проводка	Медь	0,75
14	Зарядка светильников внутреннего освещения	Медь	0,75
15	То же, наружного освещения	Медь	1,0

Виды проводок внутри зданий. Проводки внутри зданий делятся на неподвижные и подвижные.

Под неподвижными проводками подразумеваются проводки, проложенные снаружи и внутри стен, потолков стационарно.

Под подвижными проводками подразумеваются проводки, предназначенные для подвижных или переносных токопотребителей.

Проводки могут быть выполнены незащищенными и защищенными проводами. Незащищенные провода такие, у которых нет специальных защитных оболочек от механических повреждений и химических воздействий; защищенные же провода имеют защитные оболочки.

Таким образом, проводки можно разделить на следующие:

1. Неподвижные — незащищенными проводами:

а) прокладка изолированных проводов марки ПР на роликах и на изоляторах,

б) прокладка проводов ПВМ, ПАО, ПГАО,

в) прокладка шнуроподобного провода марки ПРД.

2. Неподвижные — незащищенными проводами в трубах:

а) прокладка проводов в трубах Бергмана,

б) прокладка проводов в эбонитовых трубах,

в) прокладка проводов в стальных трубах.

3. Неподвижные — защищенными проводами (кабелями):

а) прокладка трубчатого провода марки ТПРФ (Куло),

б) прокладка освинцованного провода марки СРГ и СРАД,

в) прокладка панцирного провода марки ПРП.

4. Подвижные — незащищенными или защищенными проводами:

а) подвесные или подвижные проводки шнурами марки ШР, ШРП, ШРПК,

б) подвижные проводки проводами марки КРПТ или шланговыми проводами ШРПШЛ и ШРПШС.

В зависимости от способа прокладки электросети можно классифицировать следующим образом:

а) сети, проложенные в каналах пола или в стене,

б) сети, проложенные в трубах, в полу или в стене,

в) сети, проложенные в бороздах стен,

г) сети открытые — защищенными и незащищенными проводами,

д) сети открытые, проложенные на высоте.

В табл. 27 дана основная оценка каждого способа прокладки электросетей в зависимости от надежности против механических и химических воздействий, а также с точки зрения пожарной безопасности.

Из приведенных в табл. 27 сравнений видно, что каждый способ прокладки обладает положительными и отрицательными свойствами. С точки зрения пожарной безопасности наиболее надежный тип — прокладка в бороздах стен и в стенах, или в полу — в трубах. При воспламенении изолирующих оболочек огонь непосредственно в помещение попадать не будет, и продолжительного горения самой изоляции без доступа воздуха также не будет.

К каждому типу проводки предъявляются следующие технические и противопожарные требования.

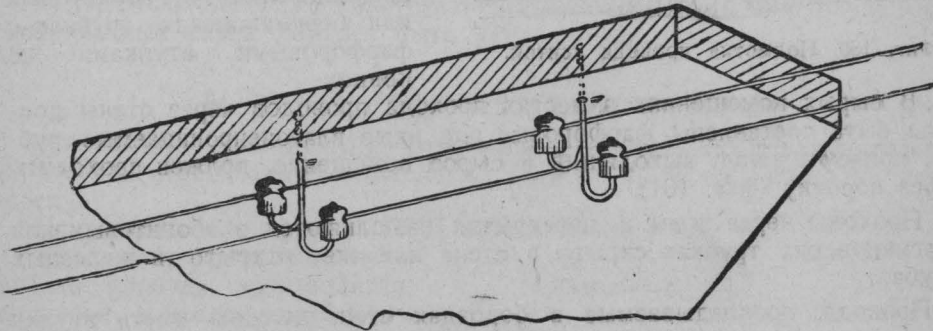
ПРОВОДКА НЕПОДВИЖНАЯ НЕЗАЩИЩЕННЫМ ПРОВОДОМ

1. Прокладка изолированных проводов на роликах и изоляторах

а) Внутри зданий провода прокладывают на роликах и на изоляторах, причем на роликах наиболее целесообразно применять провода марки ПР-220-380. На изоляторах рекомендуется применять провода

№ п/п.	Способ прокладки электросети	Оценка в отношении надежности			Примечание
		в пожарном отношении	от механических повреждений	от химических воздействий	
1	В каналах пола	Недостаточно надежна	Надежна	Недостаточно надежна	При пожаре огонь выбивается в помещение
2	В трубах, в стене или в полу	Безопасна	Надежна	Надежна	—
3	В бороздах стен	Безопасна	Недостаточно надежна	Надежна	Могут быть механические повреждения, например, от вбивания гвоздей
4	Открыто защищенными проводами	Безопасна	Недостаточно надежна	Недостаточно надежна	—
5	Открыто незащищенными проводами	Недостаточно надежна	Не надежна	Не надежна	Опасна для людей при прикосновении
6	Открыто проложенные на высоте	Не надежна	Недостаточно надежна	Не надежна	

марки ПР-380; ПР-1000. Эти провода можно применять в помещениях сухих, этапливаемых, в сырых или очень сырых, причем в очень сырых помещениях прокладку нужно вести на изоляторах (фиг. 157).

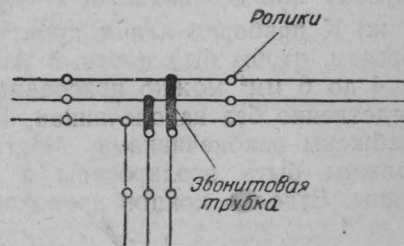


Фиг. 157. Прокладка проводов на изоляторах.

б) Для данного типа проводки допускается напряжение при прокладке на роликах до 500 V на изоляторах — до 550 V и выше.

в) Места соединения и ответвления проводов должны находиться на точках опор (на роликах).

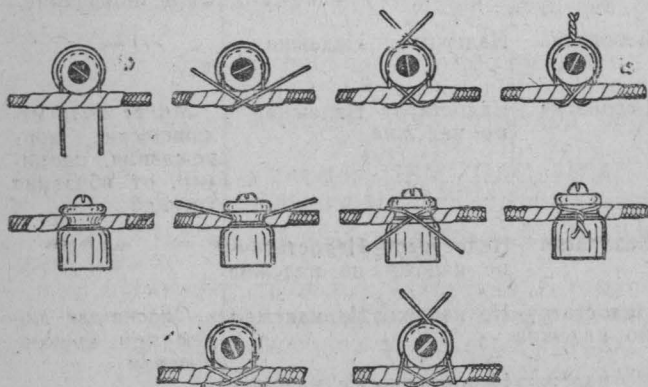
В местах пересечения проводов (для усиления изоляции) надевают эбонитовые или резиновые трубки, закрепляемые роликами (фиг. 158). Токоведущую жилу в месте соединения с другой жилой тщательно очищают и затем производят скрутку. Место соединения должно быть пропаяно и изолировано не менее чем в два слоя прорезиненной лентой. Невнимательное отношение к местам соединений и ответвлений может привести к опасности возникновения пожара.



Фиг. 158. Ответвление проводов.

г) Провода к опорам крепят мягкой железной проволокой (фиг. 159). В местах крепления к роликам провод обматывают не менее чем в 2 слоя прорезиненной лентой (фиг. 160).

д) Расстояние между точками опор (между роликами и изоляторами) берут в зависимости от типа проводки, вида точек опор и способа прокладки (по стенам или потолкам). Например, расстояние между роликами при прокладке по стенам 1 м, по потолкам — 1—2 м; при прокладке на изоляторах по стенам расстояние между изоляторами 1—2 м, по потолкам 1,5—5 м.



Фиг. 159. Крепление проводов к роликам.



Фиг. 160. Подмотка провода лентой.

В сырых помещениях в местах прохода проводов через стены должны быть поставлены фарфоровые или иные влагонепроницаемые трубки, причем провод, выходящий в сырое помещение, должен проходить через воронку (фиг. 161).

Проходы через полы и перекрытия выполняются в эбонитовых или бергмановских трубках скрыто в стене или же открыто в железных трубах.

Провода, прокладываемые в бороздах стен, должны иметь втулки или воронки; последние во избежание попадания воды при мытье полов нужно устанавливать на высоте 200—300 мм от пола (фиг. 162).

Через полы провод должен проходить таким образом, чтобы он на 2—2,5 м от пола был защищен от механических повреждений железными трубами или деревянными П-образными коробами (фиг. 163).

ж) К приборам или к арматуре провода нужно присоединять таким образом, чтобы был плотный изолированный контакт. Провода сечений от 4 до 6 мм² можно присоединять к зажимам токопотребителей непосредственно без наконечников. Провода больших сечений должны быть снабжены наконечниками. Места присоединения проводов к приборам должны быть изолированы и при многопроволочных проводах пропаяны. Заделка концов проводов показана на фиг. 164.

е) Сквозь стены, полы и перекрытия провода нужно прокладывать так, чтобы они были защищены от механических повреждений и предохранены от случайных утечек тока при повреждении изоляции.

В местах прохода через деревянные стены провод может быть заключен в эбонитовые трубки или трубки Бергмана.

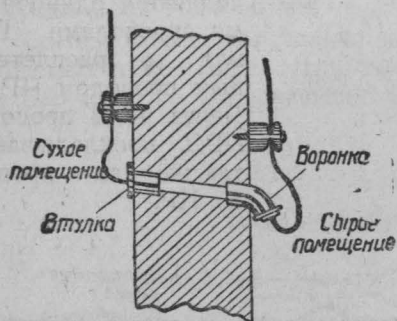
Через каменные стены в сухих помещениях провода прокладывают в эбонитовых или бергмановских трубках с фарфоровыми втулками на концах.

2. Прокладка проводов ПВМ, ПАО, ПГАО

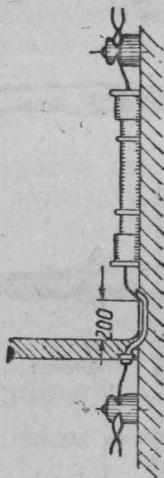
а) Эти провода изготовляют без резиновой изоляции, поэтому их применение целесообразно при наличии в помещении химических паров и высокой температуры (выше 30°).

б) Провода эти в смысле опасности при прикосновении приравняются к толстым проводам, поэтому их прокладывают на недоступной, без особых приспособлений высоте и на изоляторах.

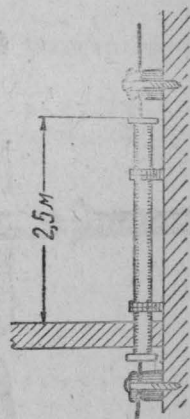
в) Места соединения и ответвления выполняют скруткой с пропайкой и покрытием красками.



Фиг. 161. Ввод провода в сырое помещение.



Фиг. 162. Проход провода через перекрытие.



Фиг. 163. Защита провода от механических повреждений.

г) Напряжение для этих проводов низкое, в пределах 220—250 V.

д) При проходе через конструктивные элементы зданий провода рассматриваемых марок должны быть усиленно изолированы.

3. Прокладка шнуроподобного провода ПРД

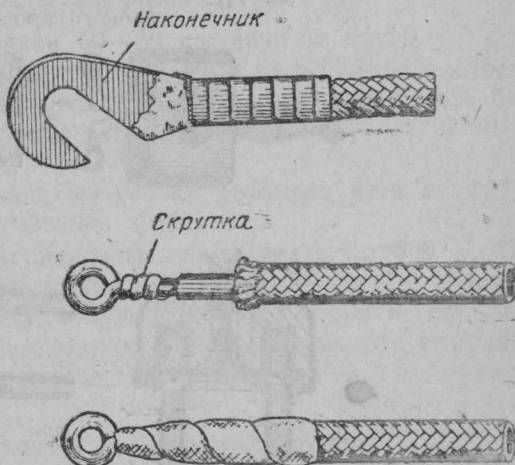
а) Проводка провода ПРД относится к неподвижным и допускается в сухих отапливаемых помещениях (в жилых, учреждениях, конторских).

Напряжение для провода ПРД ограничивается 220 V.

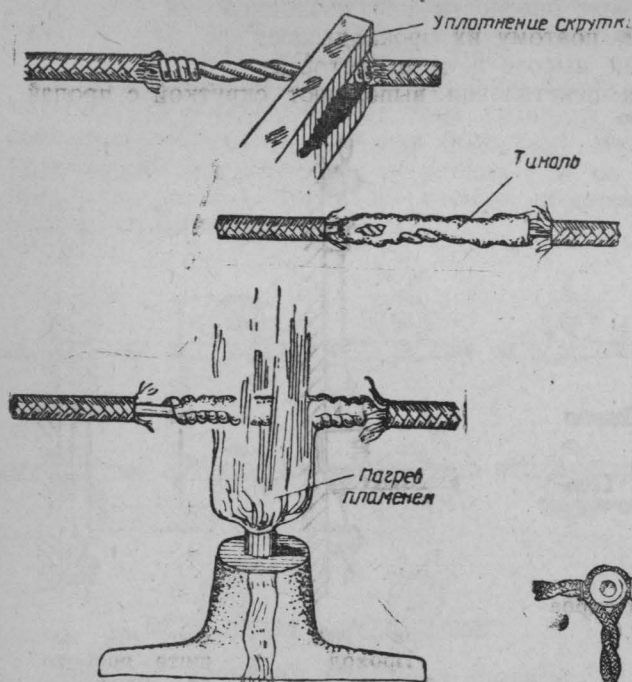
в) Соединение или ответвление провода производится скруткой, с последующей пропайкой по всему месту соединения. Пропайка в большинстве производится тинолем, накладываемым по всему месту пайки (фиг. 165). Места соединения или ответвления должны быть изолированы прорезиненной лентой. Крепление ответвленного провода нужно производить на ролике (фиг. 166).

г) Крепление шнуроподобного провода производится к шейке ролика шпагатом, тесьмой или подобным материалом, но не проволокой (фиг. 167).

д) Расстояние между роликами в среднем берут: при прокладке по стенам 70—80 см, по потолкам до 1 м. Расстояние провода от стены должно быть не менее 10 мм.



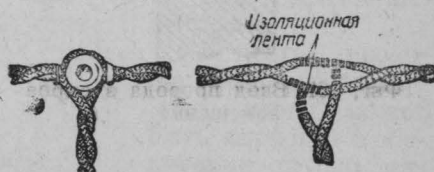
Фиг. 164. Заделка концов проводов.



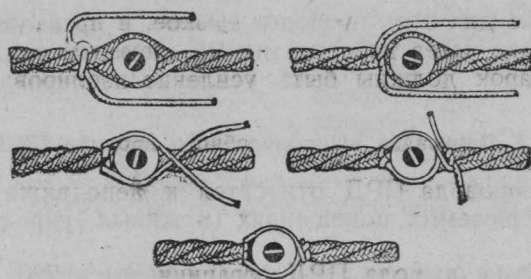
Фиг. 165. Пропайка мест соединения проводов тинголем.

е) Через деревянные стены провод ПРД прокладывают в эбонитовых трубках с фарфоровыми втулками на концах.

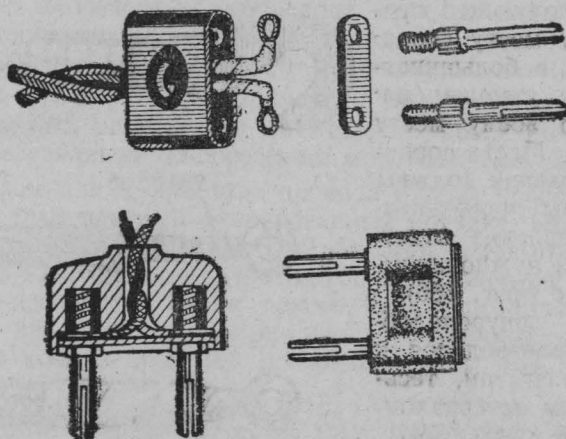
Проходы через кирпичные стены выполняют одиночными проводами ПР или же расплетенным проводом ПРД. Через полы провода ПРД прокладывают так же, как и провода ПР.



Фиг. 166. Крепление ответвленного провода.



Фиг. 167. Крепление к роликам шнуроподобного провода.



Фиг. 168. Заделка провода в вилку.

ж) К приборам провода ПРД присоединяют непосредственно самой жилой (без наконечника) с изоляцией в местах просоединения. Способ присоединения провода ПРД к штепсельной вилке показан на фиг. 168.

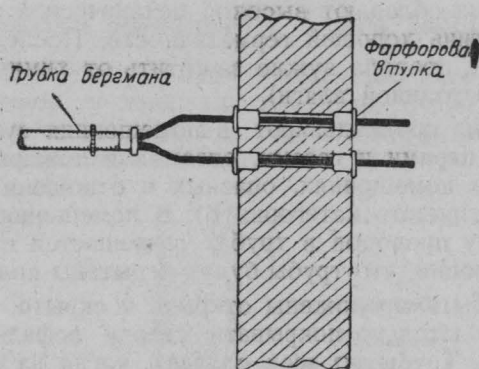
НЕПОДВИЖНЫЕ НЕЗАЩИЩЕННЫЕ ПРОВОДКИ В ТРУБАХ

1. Прокладка проводов в трубках Бергмана

а) Трубки Бергмана изготовляют с внутренней просмоленной бумажной изоляцией и наружной оцинкованной латунной или железной оболочкой. Наружная металлическая оболочка толщиной 0,2 мм предназначена для защиты провода от незначительных механических повреждений.

Трубки Бергмана имеют длину до 3 м. Внутренний диаметр трубок в среднем от 9 до 36 мм.

Трубки применяют только для открытой прокладки в сухих отапливаемых помещениях. Для скрытой прокладки под штукатуркой трубки Бергмана не допускаются.



Фиг. 169. Прокладка провода через стену.

Трубки Бергмана не разрешается применять в помещениях сырых, очень сырых, с едкими парами и газами и опасных в отношении взрыва.

б) Соединение и ответвление проводов или соединение трубок между собой производится при помощи муфт, коробок или тройников. Соединение проводов непосредственно в трубках не разрешается.

в) Крепление трубок производится при помощи скоб.

г) Скобы ставят на расстоянии 50—80 см друг от друга.

д) Проходы через деревянные стены выполняются непосредственно в трубках Бергмана. В местах прохода через каменные стены бергмановские трубки заменяют эбонитовыми с фарфоровыми втулками на концах (фиг. 169).

В местах прохода через полы и потолки рекомендуется на трубки Бергмана надевать стальные (газовые) трубы.

е) Напряжение для данной прокладки допускается до 500 В. Провода для трубок должны иметь хорошую изолирующую оболочку. Могут быть применены провода марки ПР-380, ПР-500 и ПРГ-500.

ж) Заделка концов в местах ввода в электроарматуру и приборы производится так же, как и проводов ПР.

2. Прокладка проводов в эбонитовых трубках

а) Проводка в эбонитовых трубках относится к скрытой — под штукатуркой. Применяют эбонитовые трубки, обладающие по сравнению с обычными, каучуковыми — большей жесткостью. Данный тип проводки целесообразен в сухих помещениях, с различными производ-

ственными характеристиками (пыльные помещения театров, кино). Провода берут марки ПРГ-500 и ПР-500.

б) Напряжение для скрытой прокладки допускается до 500 V.

в) Соединение или ответвление проводов производится в коробках, устанавливаемых в стенах на расстоянии не более 10 м друг от друга. Трубки соединяют при помощи муфт или коробок. Соединять провода внутри трубок не разрешается.

г) Места прохода через стены и перекрытия выполняются без дополнительных устройств, так как эбонитовые трубки укладывают скрыто.

3. Прокладка проводов в стальных трубах

а) Стальные трубы нашли применение в монтажном деле по следующим причинам: они обладают высокой механической прочностью и дают возможность достичь хорошей герметичности. Последнее необходимо в тех случаях, когда провода нужно защитить от химических воздействий (паров кислот, постоянной влаги).

Стальные трубы прокладывают в помещениях сухих, сырых, очень сырых, с едкими парами и газами, опасных в пожарном отношении (во всех случаях) и в помещениях, опасных в отношении взрыва (во всех случаях для производств категории Б). В помещениях категории А открытую прокладку проводов в трубах разрешается применять в редких случаях и при условии, что трубы будут испытаны под давлением 2,5 ат.

Трубы могут быть проложены открыто и скрыто. При скрытой прокладке трубы желательно покрывать сверху асфальтовым лаком или эмалевой краской. Трубы во всех случаях, когда на них возможны химические воздействия и влияния водяных паров, при открытой или скрытой прокладке сверху окрашивают. Для прокладки в трубах применяют провода ПР-500 и ПРГ-500 и в особых случаях ПРТО.

б) Напряжение при скрытой прокладке ограничено 500 V. При открытой прокладке напряжение допускается выше 500 V.

в) Соединение проводов внутри труб не допускается, оно должно быть выполнено в соединительных или ответвительных коробках. Провода могут быть соединены пропайкой или зажимами.

В случае необходимости герметичности трубы соединяют при помощи нарезных муфт с уплотнениями в местах стыка.

г) Трубы крепят скобами различных конструкций. Расстояние между скобами зависит от места прокладки, но не должно превышать 2 м.

д) Проходы через стены, полы, потолки и перекрытия производятся непосредственно в трубах, без дополнительных приспособлений. Отверстия после вставки труб замазывают алебастром или цементом, во избежание прохождения огнеопасных паров или газов из одного помещения в другое.

е) Концы труб заделывают непосредственно в корпус прибора (выключателя, штепсельного соединения) или при помощи переходных коробок, имеющих газовую резьбу.

НЕПОДВИЖНЫЕ ПРОВОДКИ ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ

1. Прокладка трубчатого провода ТПРФ

а) Прокладка трубчатых проводов аналогична прокладке в трубах Бергмана. Разница заключается лишь в том, что латунная или оцинкованная железная оболочка трубчатых проводов конструктивно представляет одно целое с самим проводником.

По наружному виду проложенные трубчатые провода отличаются от трубок Бергмана только размером. Провода применяют при открытой прокладке в сухих помещениях.

б) Напряжение допускается до 500 V.

в) Соединение и ответвление проводов выполняют в коробках с тщательной пропайкой; соединение без коробок не разрешается.

г) К стенам, карнизам или полкам провода крепят скобами, располагая их на расстоянии 40—50 см друг от друга.

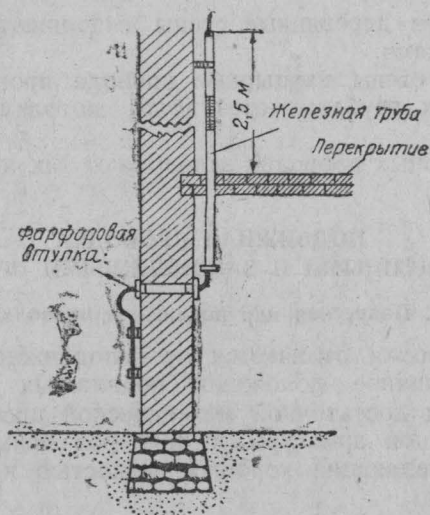
д) Проходы трубчатых проводов через деревянные стены выполняют без дополнительных приспособлений.

В местах прохода через кирпичные стены и полы на трубчатый провод надевают стальную трубу.

е) Заделка концов в приборах производится так же, как и при прокладке в трубках Бергмана.

2. Прокладка оцинкованного провода (кабеля СРГ)

а) Оцинкованные провода, как герметичные, находят разнообразное применение. Например, в помещениях сырых, очень сырых, пыльных, опасных в пожарном отношении и в помещениях с химическими парами при условии, что эти пары не оказывают вредного влияния на свин-



Фиг. 170. Проход провода СРГ через стену и перекрытие.

цовую оболочку. Если по условиям технологического процесса это требование невыполнимо, то оцинкованный провод заменяют оцинкованным асфальтированным. Причем в помещениях, опасных в пожарном отношении, провода и кабели с горючими наружными оболочками применять не разрешается.

б) Напряжение допускается до 1000 V.

в) Соединение и ответвление проводов производятся в муфтах или коробках, причем в помещениях сырых, очень сырых, с едкими парами и пыльных, места соединения заделывают герметически.

г) К стенам или потолку провод крепят скобами, поставленными на расстоянии 35—40 см друг от друга.

д) Проход через деревянные стены делается непосредственно самим проводом. В местах прохода через каменные стены и перекрытия на провод надевают стальные трубы, снабженные на концах фарфоровыми втулками (фиг. 170). Во всех случаях, когда провод может под-

вергаться механическим повреждениям, должна быть предусмотрена защита.

е) Заделка проводов, идущих к приборам и арматуре, производится так же, как и места соединения и ответвления.

3. Прокладка панцырных проводов

а) Панцырные провода изготовляют с резиновой изоляцией и защитной оболочкой, сплетенной из медных или стальных проволок. Оболочка не защищает провод от сырости или паров кислот, а предназначена лишь для защиты провода от легких механических повреждений.

Панцырные провода применяют в помещениях промышленного или учрежденческого типа и в помещениях, опасных в пожарном отношении, но при отсутствии горючих паров или газов. Проводка панцырными проводами может выполняться неподвижно и подвижно.

б) Сопротивление изоляции панцырных проводов ограничивает допускаемое напряжение до 500 V.

в) Соединение и ответвление проводов производится в коробках. Жилы скручивают и пропаивают.

г) Провод крепят скобами, поставленными на расстоянии 40—50 см друг от друга.

д) Проходы через деревянные стены выполняются непосредственно панцырными проводами.

Через каменные стены панцырные провода прокладывают в эбонитовых или стальных трубах; через полы, потолки и перекрытия — в стальных трубах.

е) Концы панцырных проводов заделывают так же, как и трубчатых.

ПОДВИЖНАЯ ПРОВОДКА НЕЗАЩИЩЕННЫМИ И ЗАЩИЩЕННЫМИ ПРОВОДАМИ

1. Подвесная или подвижная проводка

Подвижная проводка отличается от неподвижной лишь условиями эксплуатации — различное положение подвижных проводов требует хорошей гибкости и достаточной механической прочности. Для подвешивания осветительной арматуры и приборов применяют шнуры ШР, ШРП и ПРПК, обладающие хорошей гибкостью и достаточной механической прочностью.

2. Прокладка шланговых проводов

Шланговые провода — это по существу провода бронированные, имеющие прочную оболочку, защищающую от механических повреждений.

Оболочка изготовлена из стальных проволок полукруглого сечения. Эти провода применяют для подвижных или переносных токопотребляющих приборов, в случае возможности различного рода механических воздействий.

В некоторых случаях шланговую оболочку изготовляют отдельно в виде трубки, в нее в момент монтажа протаскивают провод ПРГ-500.

Выбор проводов и способы их прокладки

Общие данные о типах проводок и способах прокладки их в различных помещениях приведены в табл. 28.

№ группы	Характер окружающей среды	Марка проводов	Область применения	Способ прокладки	Примечания
I	Нормальные отапливаемые помещения	ПРД	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении между жилами не выше 220 V	На роликах	
		АР	Для зарядки осветительных арматур при номинальном напряжении между жилами не выше 220 V	Внутри и поверх осветительной арматуры	
		АРД	То же	То же	
		ШР-220	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении между жилами не выше 220 V	На роликах	
		ШР-500	То же, но при номинальном напряжении между жилами не выше 500 V	То же	
		ШРП	Для подвесных блочных ламп при номинальном напряжении между жилами не более 220 V в жилых и конторских помещениях	На подвеске	
II	Нормальные неотапливаемые помещения	ШРО	То же, для присоединения настольных ламп и т. п.		
		ПР-380	Неподвижная прокладка при напряжении до 380 V	В изоляционных установочных трубках (Бергмана) на скобах или на роликах	
		ПРТО-2000	При напряжении до 2000 V или в сетях с импульсным перенапряжением до 2000 V, когда по местным условиям требуется надежная защита от механических повреждений	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой прокладке труб	

1	2	3	4	5	6
		ПРТО-500	В сетях переменного тока до 500 V и в сетях постоянного тока до 1000 V	То же	Взамен проводов марки ПРТО при отсутствии последних.
		ПР-500	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении сети не выше 500 V в местах, где не требуется особой гибкости проводов	На роликах, изоляторах, деревянных клинах; скрытая проводка в изоляционных (эбонитовых полутвердых) трубках; в изоляционных установочных трубках (Бергмана) при открытой прокладке трубок; в стальных (газовых) трубах	Трубки Бергмана в тех местах, где имеется опасность значительных механических повреждений, должны быть надежно защищены
		ПРГ-500	То же, но в местах, где требуется особая гибкость проводов	В стальных (газовых) трубах при наличии большого количества изгибов	
		ПР-380	а) Неподвижная прокладка при рабочем напряжении между проводами до 380 V	На роликах, изоляторах, изолирующих клинах и в изоляционных установочных трубках (Бергмана)	Трубы должны быть с чистом изгибов не более двух и окрашены изнутри изоляционным лаком
			б) То же при напряжении до 120 V	В стальных (газовых) трубах без применения дополнительной изоляции при открытой прокладке труб	
			в) То же при напряжении до 36 V	В стальных (газовых) трубах при скрытой прокладке труб при отсутствии возможности конденсации влаги	Например, при прокладке в полу
				То же при наличии возможности конденсации	

ТПРФ (Куло)	При номинальном напряжении сети не выше 500 V	Открытая прокладка на скобах, тросах и по поверхностям	Провода ТПРФ в тех местах, где имеется опасность значительных механических повреждений, должны быть надежно защищены		
III	Сырые и особо сырые помещения	ПРТО-2000	При напряжении до 2000 V или в сетях с импульсным перенапряжением до 2000 V	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой прокладке труб	В сырых и особо сырых помещениях взамен изоляторов могут применяться специальные ролики для сырых помещений
		ПРТО-500	В сетях переменного тока до 500 V и в сетях постоянного тока до 1000 V	На изоляторах	
		ПР-500	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении не выше 500 V в местах, где не требуется особой гибкости проводов		
		ПРГ-500	То же, но в местах, где требуется гибкость проводов		
		ПР-380	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении не выше 380 V	На изоляторах	
IV	Пыльные помещения с токопроводящей и непроводящей пылью.	ПРТО-2000	При напряжении до 2000 V или в сетях с импульсным перенапряжением до 2000 V	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой прокладке труб	В случае наличия пожароопасной пыли ответственные коробки должны иметь уплотнения
		ПРТО-500	В сетях переменного тока до 500 V и в сетях постоянного тока до 1000 V	То же	То же
		ПР-500	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении сети не выше 500 V в местах, где не требуется особой гибкости проводов	В стальных (газовых) трубах при открытой прокладке труб	То же

1	2	3	4	5	6
		ПРГ-500	То же, но в местах, где требуется гибкость проводов	В стальных (газовых) трубах при наличии большого количества изгибов	То же
		ПР-380	Неподвижная прокладка при рабочем напряжении между проводами до 380 V	На изоляторах	
V	Жаркие и особо жаркие помещения	ПАО	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении сети не выше 220 V при температуре не выше 200° C		
		ПГАО	То же	То же	
VI	Пожаро-опасные помещения, а также помещения с большим количеством людей (театры, клубы, кино и т. п.) и ценные сооружения общественного назначения (музеи, картинные галереи, книгохранилища и т. п.)	ПРТО-2000	При напряжении до 2000 V или в сетях с импульсным перенапряжением до 2000 V.	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой прокладке труб	
		ПРТО-500	В сетях переменного тока с напряжением до 500 V и в сетях постоянного тока до 1000 V	То же	
		ПР-500	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении сети не выше 500 V в местах, где ее требуется особой гибкости проводов	То же, но для открытой прокладки труб	
		ПРГ-500	То же, но в местах, где требуется особая гибкость проводов	В стальных (газовых) трубах при большом количестве изгибов	
		ТПРФ- (Куло)	При напряжении сети не выше 500 V в местах, где отсутствует возможность механических повреждений	Открытая прокладка на скобах	

1	2	3	4	5	6
VII	Взрыво- опасные по- мещения	ПРТО- 2000 ПРТО- 500 ПР-500 ПРГ-500	При напряжениях до 2000 V или в се- тях с импульсным перенапряжением до 2000 V В сетях переменного тока напряжени- ем до 500 V При номинальном напряжении сети не выше 500 V в местах, где не тре- буется особой гибкости проводов То же, но в местах, где требуется особая гибкость проводов	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой про- кладке труб То же То же, но для открытой про- кладки труб В стальных (газовых) трубах при наличии большого количества изгибов	1. В тех взрывоопасных поме- щениях, где электропроводка раз- решена 2. Должна быть осуществлена герметичность труб путем опре- совки воздухом под давлением 2,5 ат То же То же
VIII	Помеще- ния с едкими парами или газами (раз- рушающе действую- щими на обычно употребляе- мые в элек- трических проводах материалы)	ПРТО- 2000 ПРТО- 500 ПР-500 ПРГ-500 ПВМ	При напряжениях до 2000 V или в се- тях с импульсным перенапряжением до 2000 V В сетях переменного тока напряже- нием до 500 V и в сетях постоянного тока до 1000 V При номинальном напряжении сети не выше 500 V в местах, где не требуется особой гибкости проводов То же, но в местах, где требуется особая гибкость проводов В сетях переменного тока напряже- нием до 500 V	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой про- кладке труб То же То же В стальных (газовых) трубах при наличии большого количества изгибов На изоляторах на недоступной высоте	Трубопроводы должны быть ис- пытаны под давлением в 2,5 ат

1	2	3	4	5	6
		ПВ	В сетях переменного тока напряжением до 220 V	На роликах и изоляторах	Для осветительной проводки, рассчитываемой по падению напряжения, с токовыми нагрузками, обуславливающими максимальную температуру токопроводящих жил не выше 40° С
IX	Наружная проводка по стенам	ПРТО-2000	При напряжении до 2000 V или в сетях с импульсным перенапряжением до 2000 V	В стальных (газовых) трубах при открытой и скрытой прокладке труб	
		ПРТО-500	В сетях переменного тока напряжением до 500 V и в сетях постоянного тока до 1000 V.	То же	
		ПР-500	Неподвижная прокладка при номинальном напряжении сети не выше 500 V в местах, где не требуется особой гибкости проводов	То же, а также на изоляторах	
		ПРГ-500	То же, но где требуется особая гибкость проводов	В стальных (газовых) трубах при наличии большого количества изгибов	
		ПР-380	Неподвижная прокладка при рабочем напряжении между проводами до 380 V	На изоляторах на недоступной высоте	
		ПВМ	В сетях переменного тока напряжением до 380 V	На изоляторах на недоступной высоте	

№ группы	Вид прокладки	Характер окружающей среды и условия прокладки	Марки силовых и контрольных кабелей	Примечания
I	Непосредственно в земле (траншеи)	<p>1. В нормальных грунтах выше уровня грунтовых вод, а также в заболоченных грунтах или траншеях, расположенных ниже уровня грунтовых вод, при условии, что кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям</p> <p>2. При наличии в почве и грунтовых водах на уровне прокладки кабелей сильного действующих на защитные оболочки примесей, а также при наличии в районе прокладки кабелей блуждающих токов опасных величин при расположении кабелей как выше, так и ниже уровня грунтовых вод</p> <p>3. В условиях, когда кабель может подвергаться некоторым растягивающим усилиям: а) в оврагах, б) в местах, затопляемых при разливе рек, в) на больших уклонах, г) на участках, где возможны оползни грунта, д) в заболоченных грунтах, вспучивающихся при замораживании</p>	<p>Силовые: СБ, СБГ, САД Контрольные: КСБ, КСБГ, КСАД</p> <p>Силовые: СБ, САД Контрольные: КСБ, КСАД</p> <p>Силовые: СБГ, СП, СК Контрольные: КСБГ, КСП, КСК</p>	<p>1. Кабели бронированные применять только в случаях, предусмотренных в § 61 Правил¹</p> <p>2. Кабели марок САД и КСАД применять согласно § 466 Правил</p> <p>Выбор кабеля с броней из плоских лент, плоской или круглой проволоки производить в зависимости от величины ожидаемых растягивающих усилий</p>
II	Под водой	<p>1. При пересечении судоходных рек</p> <p>2. При пересечении несудоходных рек</p>	<p>Силовые: СК, СП Контрольные: КСК, КСП Силовые: СК, СБ, СП, СБГ, САД Контрольные: КСК, КСБ, КСП, КСБГ, КСАД</p>	<p>Кабели марок СБ, СБГ, КСБ, КСБГ, САД и КСАД рекомендуются заглублять в дно.</p> <p>Бронированные кабели применять согласно § 461 Правил.</p> <p>Кабели марок САД и КСАД — применять согласно § 466 Правил</p>

¹ Сокращенно обозначены «Правила устройства электроустановок, промышленных предприятий», Госэнергоиздат, 1944.

1	2	3	4	5
III	В каналах и тоннелях.	<p>1. Внутри помещений в сухих каналах и тоннелях, лежащих выше уровня грунтовых вод</p> <p>2. Внутри помещений в сырых каналах и тоннелях (с выделением влаги на стенах), расположенных ниже уровня грунтовых вод, с постоянно действующей дренажной системой</p> <p>3. При возможности заполнения водой:</p> <p>а) внутри помещений, в каналах и тоннелях, расположенных ниже уровня грунтовых вод и при отсутствии постоянно действующей дренажной системы;</p> <p>б) внутри помещений, в каналах и тоннелях при возможности попадания технической воды;</p> <p>в) в наружных кабельных тоннелях и каналах</p>	<p>Силовые: НРГ, ВРГ, СГ, САД Контрольные: КНРГ, КВРГ, КСГ, КСАД</p> <p>Силовые: САД, СРАД, ВРГ, НРГ, СРГ Контрольные: КСАД, КСРАД, КВРГ, КНРГ, КСРГ</p> <p>Силовые: СРГ, СГ, САД, СРАД Контрольные: КСРГ, КСГ, КСАД, КСРАД</p>	<p>Кабели марок САД, СРАД, КСАД, КСРАД применять согласно § 466 Правил</p>
IV	В закрытых помещениях с нормальной средой (отапливаемых и неотапливаемых)	<p>1. Открыто по стенам и потолкам. Вертикально высотой до 25 м</p> <p>2. Вертикально высотой от 25 до 50 м</p> <p>3. Вертикально высотой от 50 до 100 м</p>	<p>Силовые: ВРГ, НРГ, СГ, СПГ, СБГВ, САД Контрольные: КВРГ, КНРГ, КСГ, КСБГ, КСБГВ, КСАД</p> <p>Силовые: ВРГ, НРГ, СБГВ. Контрольные: КВРГ, КНРГ, КСБГВ</p> <p>Силовые: ВРГ, НРГ, ВРПГ, НРПГ, СПГВ Контрольные: КВРГ, КНРГ, КВРПГ, КНРПГ, КСПГВ</p>	<p>1. Кабели с бумажной изоляцией в зависимости от высоты прокладки, напряжения и наличия бронированного покрытия, применять согласно изменению № 1 ГОСТ 340—41.</p> <p>2. Кабели бронированные применять согласно § 461 Правил</p> <p>Кабели с бумажной изоляцией при напряжениях 1—3 кВ применять при высоте вертикальной прокладки до 50 м, а при напряжении 6 и 10 кВ—до 25 м</p> <p>Кабели марки СПГВ применять при напряжениях не выше 3 кВ</p>

1	2	3	4	5
V	В сырых и особо сырых помещениях	4. В кабельных шахтах и специальных помещениях (подщитовые помещения)	Силовые: ВРГ, НРГ, СГ. Контрольные: КВРГ, КНРГ, КСГ.	Кабели указанных марок применять, если по выходе их из кабельных шахт и подщитовых помещений не требуется применения кабелей других марок
		5. По станкам и геподвижным механизмам	Силовые: ВРГ, НРГ, НРБГ, ВРБГ, СБГ, СГ, СРБГ, СРГ. Контрольные: КВРГ, КНРГ, КНРБГ, КВРБГ, КСБГ, КСГ, КСРБГ, КСРГ.	Кабели бронированные применять согласно § 461 Правил
V	В сырых и особо сырых помещениях	1. Открыто по стенам и потолкам Вертикально высотой до 25 м	Силовые: СГ, СБ, САД, СРАД, ВРГ, НРГ, СРГ. Контрольные: КСГ, КСБ, КСАД, СРАД, КВРГ, КНРГ, КСРГ.	1. Кабели с бумажной изоляцией в зависимости от высоты прокладки, напряжения и наличия бронированного покрова применять согласно изменению № 1 ГОСТ 340—41 и § 461 Правил 2. Кабели бронированные с резиновой изоляцией применять согласно § 461 и 471 Правил
		2. Вертикально высотой от 25 до 50 м	Силовые СБГВ, ВРГ, СРГ, НРГ. Контрольные: КСБГВ, КВРГ, КСРГ, КНРГ.	Кабели СБГВ с бумажной изоляцией при напряжении 1—3 кВ применять при высоте вертикальной прокладки до 50 м, а при напряжении 6 и 10 кВ до 25 м
		3. Вертикально, высотой от 50 до 100 м	Силовые: СПВ, СРП. Контрольные: КСПВ, КСРП.	Кабель марки СПВ применять при напряжениях не выше 3 кВ
		4 В трубах, заложенных в бетонные фундаменты и перекрытия	Силовые: СГ, СРГ, ВРГ, НРГ. Контрольные: КСГ, КСРГ, КВРГ, КНРГ.	

1	2	3	4	5
		5. По станкам и неподвижным механизмам	Силовые СГ, СБ, СБГ, СРГ, СРБ, СРБГ, ВРГ, КРГ, КСБ, КСБГ, КСРГ, КСРБ, КСРБГ, КВРГ, КНРГ	Кабели марок СБГ и КСБГ применять согласно § 461 Правил
VI	В пожарно-опасных помещениях, а также в помещениях с большим количеством людей (театрах, клубах, кино и т. п.) и ценных сооружений, обшесоюзного значения (музеях, картинных галереях, книгохранилищах и т. п.)	<p>1. Сткрыто по стенам и потолкам Вертикально высотой до 25 м</p> <p>2. Вертикально, высотой от 25 до 50 м</p> <p>3. Вертикально высотой от 50 до 100 м</p> <p>4. В кабельных шахтах и специальных помещениях (подщитовых помещениях)</p> <p>5. По станкам и неподвижным механизмам</p>	<p>Силовые: ВРГ, НРГ, СГ, СБГ, СРГ Контрольные: КВРГ, КНРГ, КСГ, КСБГ, КСРГ</p> <p>Силовые: ВРГ, НРГ, СБГ, СРГ Контрольные: КВРГ, КНРГ, КСБГ, КСРГ</p> <p>Силовые НРГ, ВРГ, СРГ Контрольные: КНРГ, КВРГ, КСГ</p> <p>Силовые: НРГ, ВРГ, СРБГ, СГ, СБГ Контрольные: КНРГ, КВРГ, КСРБГ, КСГ, КСБГ</p>	<p>1. Кабели с бумажной изоляцией в зависимости от высоты прокладки, напряжения и наличия бронирового покрова применять согласно изменений № 1 ГОСТ 340—41 и § 461 Правил</p> <p>2. Кабели бронированные с резиновой изоляцией применять согласно § 461 и 471 Правил</p> <p>Кабели с бумажной изоляцией применять при напряжении до 3 кВ</p> <p>1. Кабели марки СРПВ применять при напряжениях не выше 3 кВ</p> <p>Кабели указанных марок применять, если по выходе их из кабельных шахт и подщитовых помещений не требуется применения кабелей других марок</p> <p>Бронированные кабели применять только при прокладке их по доступным внешним поверхностям станков и механизмов</p>

1	2	3	4	5
VII	Во взрывоопасных помещениях (где установка электрооборудования разрешается)	<ol style="list-style-type: none"> Открыто по стенам и потолкам Вертикально, высотой до 25 м Вертикально, высотой от 25 до 50 м Вертикально, высотой от 50 до 100 м По станкам и неподвижным механизмам 	<p>Силовые: СБГ, СБГВ Контрольные: КСБГ, КСБГВ</p> <p>Силовые: НРБГ, ВРБГ, СБГВ Контрольные: КНРБГ, КВРБГ, КСБГВ</p> <p>Силовые: СПГВ Контрольные: КСПГВ</p> <p>Силовые: -СРБГ, НРБГ, ВРБГ, СБГ Контрольные: КСБГ, КНРБГ, КВРБГ, КСБГ</p>	<p>Применять в зависимости от высоты прокладки и напряжения, согласно изменению № 1 ГОСТ 340—41</p> <p>Кабели с бумажной изоляцией применять при напряжениях до 3 кV</p> <p>Применять лишь при напряжениях не выше 3 кV</p> <p>Бронированные кабели применять лишь при прокладке их по доступным внешним поверхностям станков и механизмов</p>
VIII	В помещениях с едкими парами или газами	<ol style="list-style-type: none"> Открыто по стенам и потолкам Вертикально, высотой до 25 м Вертикально высотой от 25 до 50 м Вертикально высотой от 50 до 100 м 	<p>Силовые: СГ, СБГ, СРГ, САД, ВРГ, НРГ Контрольные: КСГ, КСБГ, КСРГ, КСАД, КВРГ, КНРГ</p> <p>Силовые: СБГВ, СРГ, ВРГ, НРГ Контрольные: КСБГВ, КСРГ, КВРГ, КНРГ</p> <p>Силовые: СПГВ, СРГ, ВРГ, НРГ Контрольные: КСПГВ, КСРГ, КВРГ, КНРГ</p>	<p>1. Кабели с бумажной изоляцией в зависимости от высоты прокладки, напряжения и наличия бронированного покрова применять согласно изменению № 1 ГОСТ 340—41 и § 461 Правил</p> <p>2. Кабели с резиновой изоляцией применять согласно § 461 и 471 Правил</p> <p>1. Кабели марки СПГВ применять лишь при напряжениях не выше 3 кV</p> <p>2. Кабели с резиновой изоляцией применять согласно § 471 Правил</p>

1	2	3	4	5
	4. По сташкам и неподвижным механизмам		Силовые: СРБГ, СГ, СБГ, САД, ВРГ, НРГ Контрольные: КСРБГ, КСГ, КСБГ, КСАД, КВРГ, КНРГ	Бронированные кабели применять согласно § 461 Правил
IX	В блоках и из гончарных асбоцементных и др. труб		Силовые: СГ, СБГ, САД Контрольные: КСГ, КСБГ, КСАД	1. См. § 468 Правил 2. Бронированные кабели и кабели марок САД и КСАД применять на длине не более 20 м
X	В замкнутых помещениях электротехнических устройств (распределительных устройств, помещений магнитных станций и т. д.)	Открыто по стенам и потолкам	Силовые: СГ, СРГ, НРГ, ВРГ, САД Контрольные: КСГ, КСРГ, КНРГ, КВРГ, КСАД	Для телефонных станций и подобных устройств, требующих экранирования силовых кабелей, допускается применение кабелей марок СБГ и КСБГ
XI	По поверхностям, подвергающимся сотрясениям и вибрациям	Вне зданий	Силовые: СБ, СБГ, СРБ, СРБГ, НРГ, САД, СРАД Контрольные: КСБ, КСБГ, КСРБ, КСРБГ, КНРГ, КСАД, КСРАД	Кабели бронированные применять согласно § 461 Правил.
XII	По поверхностям, не подвергающимся сотрясениям и вибрациям	Вне зданий	Силовые: СБ, СГ, СРГ, СРБ, СБГ, САД, СРАД, СРБГ, НРГ Контрольные: КСБ, КСГ, КСРБ, КСРБГ, КСАД, КСРАД, КНРГ	

Примечания: Технические характеристики, упомянутые в данной таблице кабелей приведены в нижеперечисленных ГОСТ, ОСТ и ВТ.

Кабели марок: СГ, САД, СБ, СБГ, СП, СПГ, СК, СБВ, СБВГ, САДВ, СПВ, СППВ, СКВ, — ГОСТ № 340—41 и изменения к нему № 1 от 3 июля 1942 г.

» » КСГ, КСАД, КСБ, КСБГ, КСП, КСПГ, КСК, КСПВ, КСБГВ, КСПГВ, — ОСТ № 3507 и изменения к нему от 3 июля 1942 г.

» » СРГ, СРАД, СРБ, СРБГ, СРП, СРПГ, СРПГ, ГОСТ № 433—41 и изменения к нему № 1 от 7 июля 1942 г.

§ 45. Способы прокладки кабелей и их пожарно-техническая оценка

Открытая прокладка кабелей не отличается от прокладки защищенными проводами.

Скрытая же прокладка кабелей наиболее характерна с пожарной точки зрения.

В табл. 29 указан выбор марок кабелей и основной способ прокладки их в различных по огнеопасности производствах и вне зданий.

Оценка рассмотренных способов прокладки кабелей с точки зрения надежности против механических повреждений и химических воздействий, а также безопасности в пожарном отношении, приведена в табл. 30.

Таблица 30

№ п.	Вид прокладки	Способ прокладки кабеля	Оценка надежности			Примечания
			в пожарном отношении	от механических повреждений	от химических воздействий	
1	Вне зданий	В траншеях	Безопасна	Недостаточно надежна	Не надежна	
		В бетонных и фибровых трубах	Безопасна	Вполне надежна	Вполне надежна	
3		В тоннелях	Недостаточно надежна	Вполне надежна	Вполне надежна	Возможно распространение огня по тоннелю
4		Под водой	Безопасна	Не надежна	Недостаточно надежна	
5	Внутри зданий	Скрыто в бороздах стен	Безопасна	Вполне надежна	Вполне надежна	
6		Открыто	Недостаточно надежна	Не надежна	Не надежна	Горение изоляции вызывает пожар в помещении
7		В каналах пола	Недостаточно надежна	Недостаточно надежна	Недостаточно надежна	По каналам пола пожар легко распространяется
8		В бороздах стен	Надежна	Надежна	Надежна	

§ 46. Пожарная опасность при эксплуатации силовых и осветительных сетей

Большое количество пожаров в электрических сетях происходит в результате несоблюдения при монтаже и эксплуатации основных противопожарных правил и электротехнических норм.

Пожарная опасность сетей велика вследствие того, что они имеют значительную протяженность, во многих местах соприкасаются со сго-

раемыми материалами и конструкциями и на ряде участков скрыты от постоянного за ними наблюдения.

Пожар вследствие перегрузки или короткого замыкания передается от проводки — на конструкцию или на стorableмый материал — за счет горения изоляционных оболочек, расположенных на проводах. Эти две причины пожарной опасности в электрических сетях надо рассматривать как основные. Частой причиной пожара служит применение в трехфазной системе переменного тока одножильных свинцовых или бронированных кабелей. При больших нагрузках на свинцовую или металлическую бронированную оболочку возникают значительные индукционные токи, которые нагревают свинец и даже вызывают его плавление, что приводит к воспламенению горючих изоляционных оболочек кабеля.

Наиболее опасные участки в пожарном отношении в электросиловых и осветительных сетях:

а) Места соединения и ответвления проводов и кабелей. Несовершенный монтаж мест соединения проводов приводит к их перегреву. В кабельных линиях на это нужно обращать особое внимание. Например, дефект мест соединения кабелей приведет к попаданию влаги, создающей условия короткого замыкания и как результат — взрыв соединительной муфты. Наличие искр и перегревов в кабельных соединительных муфтах и воронках приводит к пожарам за счет горения изолирующих смолистых масс.

б) Места присоединения проводов и кабелей к клеммам машин и приборов. Неправильная заделка-оконцевание проводов приводит к перегреву этих мест, к короткому замыканию линии через корпус машины или прибора.

в) Проходы линий через стены, перекрытия и другие конструкции. Отсутствие надежной защиты от механических повреждений приводит к нарушению изоляции, короткому замыканию и, кроме того, вызывает опасность при случайных прикосновениях к линии.

г) Места крепления проводов к точкам опор. Нарушение правил крепления проводов приводит к пожарам. Например, если провод прикрепить гвоздями к стене, то в этом случае нарушается изоляция и происходит короткое замыкание; если провод ПРД прикрепить к розлику проводовой, то это вызовет нарушение изоляции и короткое замыкание.

§ 47. Противопожарные мероприятия при монтаже и эксплуатации электросетей

Главнейшая мера предупреждения пожаров, вызываемых дефектами электросетей, заключается в правильном монтаже и целесообразном выборе системы проводки для того или иного помещения.

При монтаже нужно соблюдать следующие правила:

а) провода и кабели, прокладываемые в различного рода помещениях, по своей конструкции должны соответствовать характеру помещений; например, применение кабеля с горючей наружной оболочкой в помещениях, опасных в отношении пожара и взрыва, недопустимо;

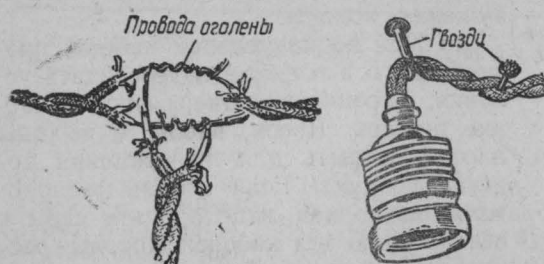
б) сечение проводов и кабелей должно соответствовать максимальной силе нагрузочного тока;

в) монтаж электросетей необходимо производить в соответствии с требованиями норм для каждого типа проводки.

При эксплуатации электросетей нужно соблюдать следующие правила:

а) не допускать длительных перегрузок током;

б) следить за исправным состоянием изоляции; при наличии повреждения изоляции должны быть приняты меры замены участков сети; для своевременного выявления изолирующих свойств изоляционных оболочек провода нужно периодически проверять сопротивление изоляции;



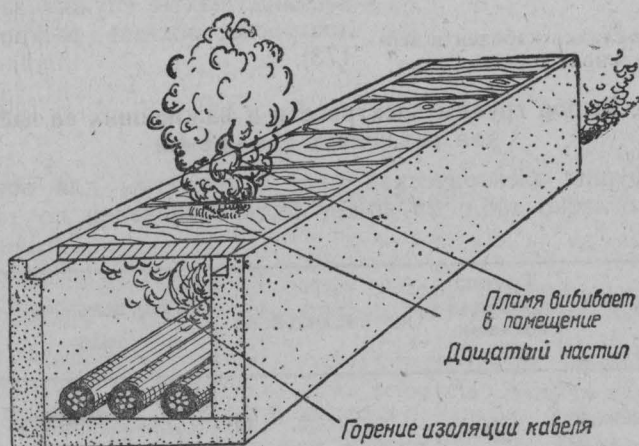
Фиг. 171. Неисправная электросеть.

в) следить за исправным креплением линий к точкам опор; не допускать крепления проводов при помощи гвоздей, крючков и наличия мест с оголенной изоляцией (фиг. 171);

г) не допускать провисаний проводов и соприкосания их с конструкциями зданий;

д) следить за исправным состоянием предохранителей;

е) не пользоваться открытым огнем в кабельных колодцах до их проветривания. Кабельные колодцы предварительно за 1—2 часа до начала ремонтных работ необходимо вскрыть для проветривания от возможного наличия метана. В момент вскрытия недопустимо пользование открытым огнем и курение. На время работы в колодце трубы

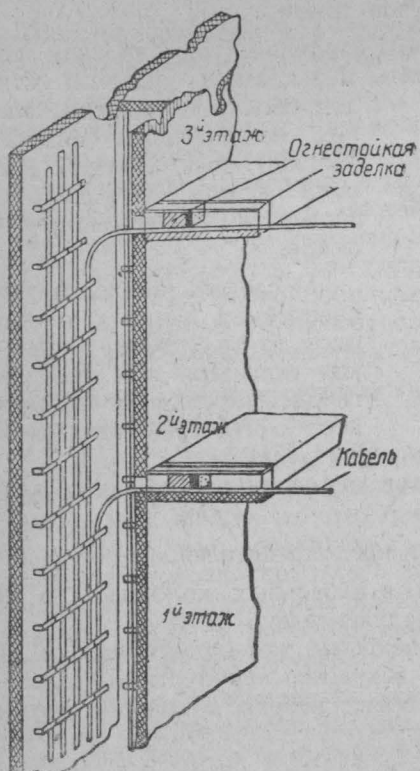


Фиг. 172. Прокладка кабелей в канале пола.

и отверстия, сообщающиеся с другими колодцами, должны быть закрыты. На поверхности земли на период ремонта должны быть установлены соответствующие предупредительные знаки.

Основные мероприятия при воспламенении проводов или кабелей:

а) При воспламенении изолирующей оболочки кабеля, проложенного в канале пола или в другой части здания, создаются возможности распространения пожара через верхний дощатый настил в помещение (фиг. 172) и по каналу. Каналы, устраиваемые в пожароопасных помещениях, во избежание распространения пожара, должны закрываться огнестойкими или полужесткими плитами.



Фиг. 173. Прокладка кабелей в вертикальной шахте.

При пожаре надо немедленно отключить горящий кабель, принять меры против распространения пожара по каналу в помещение и приступить к тушению пожара.

б) При воспламенении кабеля, проложенного в тоннеле, надо создать условия, ограничивающие распространение пожара. Двери, входы и выходы плотно закрыть для прекращения доступа воздуха. Если кабели расположены на полках, надо принять меры к выключению тех кабелей, которые расположены на верхних полках, над горящим кабелем.

Для ограничения распространения пожара по тоннелям и шахтам надо в момент устройства подземной кабельной линии предусмотреть огнестойкие преградительные стенки.

в) При воспламенении кабеля или провода, проложенного в шахте, надо прежде всего принять меры против распространения пожара по шахте и по ответвлениям, идущим по этажам. Заблаговременной, надежной мерой ограничения пожара по ответвлениям шахты служит заделка каналов огнестойкими растворами (фиг. 173).

§ 48. Выбор группы электросети и важнейших ее частей для различных помещений

Выбор группы электрической сети и арматуры для осветительных установок, согласно табл. 28 может быть произведен по табл. 31.

Таблица 31

№ п/п	Характер помещения	Группа проводки согласно табл. 28	Тип светильника	Тип выключателя	Тип предохранителя
1	Отапливаемые помещения (жилого и общественного пользования)	I гр.	Открытый, например, Люцетта, плафоны, Универсаль, зеркальные светильники	Нормальный, защищенный	Пробочный защищенный до 25 А
2	Неотапливаемые помещения (подвалы, чердаки, кухни, сараи, склады)	II гр.	То же	С металлическим или фарфоровым корпусом с уплотнениями	Пробочный на недопустимой высоте
3	Особо сырые и с проводящей и непроводящей пылью	III и IV гр.	Универсаль и Водонепроницаемый с фарфоровым корпусом	Герметический	Вне помещения
4	С едкими парами и газами (например, с парами H_2SO_4)	VIII гр.	Герметический типа БХ	Герметический с фарфоровым корпусом	Вне помещения

№ п/п.	Характер помещения	Группа проводки с гласно табл. 28	Тип светильника	Тип выключателя	Тип предохранителя
5	Жаркие и особенно жаркие помещения	V гр.	С фарфоровым корпусом	Плотно закрытый с фарфоровым или металлическим корпусом	Желательно вне помещения
6	Опасные в пожарном отношении, а так же театры, музеи, картинные галереи и книгохранилища	VI гр.	Универсаль. Пыленепроницаемый и вделанные в стену плафоны	Плотно закрытый и герметический	Закрытый в короб и вне помещения
7	Взрывоопасные помещения категории А. По ОСТ 90015—39	VII гр.	РВ и РГ, освещение через окна кососветами или прожекторами (рекомендуется выносить вне зданий)	Установленный вне данного помещения или герметический	Вне помещения
8	Помещения категории Б. По ОСТ 90015—39	Частично VII и VIII гр.	Взрывобезопасные и герметические типа РГ или БХ	Взрывобезопасный или герметический	Вне помещения
9	Наружная проводка по стенам	IX гр.	Пылеводонепроницаемый и др.	—	—

Указания к таблице 31

Примечания: 1. Устанавливать предохранители на чердаках, в кухнях и подвалах не разрешается.

2. На чердаках проводка выполняется согласно Правилам устройства электроустановок промышленных предприятий. Госэнергоиздат—1944, §§ от 424 до 437.

Как правило, прокладка магистралей на чердаках не рекомендуется.

В жилых домах, в тех случаях, когда устройство питания невозможно без прокладки магистралей по чердаку, выполнять таковую бронированным кабелем и проводами, проложенными в стальных (газовых) трубах. Допускается также открытая электропроводка изолированным проводом марки ПР-500 на роликах и изоляторах, если она располагается на высоте не менее 2,5 м.

В зданиях ответственного назначения (в промышленных предприятиях, театрах, музеях, больницах и т. п.) вся электропроводка в чердачных помещениях должна выполняться бронированным кабелем (например, марки НРБГ, ВРБГ и т. п.) или изолированными проводами, проложенными в стальных (газовых) трубах.

В установках промышленных предприятий допускается выполнение чердачной проводки изолированными и голыми проводами (медными и стальными) на роликах или изоляторах в деревянных коробах, пропитанных или надежно покрытых огнезащитным составом, независимо от высоты чердачного помещения.

Указанные короба должны отстоять от дымоходов не менее, чем на 1,5 м.

Основные магистрали, которыми осуществляется питание соседних участков (стояков, щитков, сборок и т. п.), не должны иметь на всем протяжении по чердаку сращиваний или ответвлений проводов.

В случае необходимости произвести ответвление от основной магистрали последняя должна быть выведена в доступное помещение на верхнем этаже лестничной клетки, а предохранитель на ответвлении должен быть установлен возможно ближе к основной магистрали.

Установка электродвигателей, пусковых приборов и предохранителей на чердаке допускается исключительно в камерах из огнестойкого материала. Подводка к электродвигателям должна выполняться бронированным кабелем (например, марки ИРБГ, БРБГ и т. п.) или изолированными проводами, проложенными в стальных (газовых) трубах.

Открытая проводка изолированными проводами на роликах производится на подшивке из досок толщиной не менее 25 мм, укрепляемой на стропилах крыши на высоте не менее 2,5 м таким образом, чтобы провода, проложенные открыто на роликах, были доступны для осмотра.

Установка роликов на подшивке должна производиться таким образом, чтобы возможность соприкосновения проводов с деревянной обшивкой была исключена.

Размеры роликов, допускаемых к применению в чердачной проводке, должны быть не менее размеров ролика типа Р-35. Расстояние между роликами вдоль проводов должно быть не более 600 мм, а между проводами не менее 70 мм. Расстояние между изоляторами вдоль проводов должно быть не более 800—1000 мм.

Все проходы и спуски из чердака выполнять в стальных (газовых) трубах.

Ответвления от групповых линий допускаются лишь к приемникам электроэнергии, установленным непосредственно на чердаке, и должны выполняться так, чтобы исключалась возможность соприкосновения пересекающихся проводов.

На групповых линиях сращивания или ответвления проводов выполнять путем скрутки их с последующей электросваркой или надежной пропайкой этих мест (третником или другим одинаково тугоплавким припоем).

Не допускается применение гильз для ответвлений и сращивания проводов, а также пайка этих мест тинолью.

Выключатели общего освещения чердаков устанавливаются со стороны площадок лестничных клеток и должны осуществлять отключение всех проводов (как фазовых, так и нулевых).

3. Трубопровод в помещениях с едкими парами и газами нужно окрашивать кислотоупорной краской или прокладывать под штукатуркой.

4. Во взрывоопасных помещениях категории А лучше всего не устраивать электрооборудования, а выносить его из этого помещения.

5. Светильники для взрывоопасных помещений должны быть таковы, чтобы температура на их поверхности была значительно ниже температуры самовоспламенения окружающей среды.

Пример. Максимальное превышение температуры на поверхности светильника над температурой окружающей среды для типа БХ дано в табл. 32.

Т а б л и ц а 32

Тип светильника	БХ-20				БХ-200
	Без отражателя		С отражателем		Без отражателя
Тип лампы накаливания	60 W	100 W	60 W	100 W	200 W
Максимальное превышение температуры на поверхности светильника (на колпаке) над температурой окружающей среды	55—65°		60—80°		70°

Температура нагрева светильника зависит от наличия отражателя, прозрачности стеклянного колпака и мощности лампы.

Выбор группы силовой кабельной сети и важнейших ее частей для различных категорий производства дан в табл. 33.

№ п/п.	Категория производства	Группа сети согласно табл. 29	Тип машины	Тип пускового аппарата	Тип реостата	Тип предохранителя	Тип измерительного прибора
1	Категория А (где допустима установка электрооборудования)	VII и частично VI группа	Установка вне данного помещения в специальном моторном отделении	Установка вне помещения или кнопочный пускатель взрывобезопасного типа	В соседнем или специальном помещении	В другом помещении или вне помещения	В другом помещении
2	Категория Б	VIII; VI и частично VII группа	Взрывобезопасный герметический или установка вне помещения	Взрывобезопасный герметический или вне помещения	С масляным охлаждением	В герметических коробках или вынесенный из помещения	Герметический или взрывобезопасный
3	Категория В	VI; VIII и по возможности VII	Герметический закрытый	Плотно закрытый, герметический	Закрытый или с масляным охлаждением	В плотно закрытых коробках	Закрытый, герметический
4	Категория Г	IV и другие группы, соответственно с местными условиями	С закрытыми и открытыми контактами	Закрытый, защищенный	Защищенный и открытый	Нормально защищенный	Защищенный

Примечания: 1. Категория производств принята по ГОСТ 90015—39.

2. При выборе группы силовой кабельной сети для той или иной категории производств, необходимо учитывать, что в ряде производств, значащихся под одной категорией, имеются разные по огнеопасности помещения, где может быть применена не одинаковая по конструкции электрическая сеть и электроаппаратура.

Если в табл. 33 и указана группа сети или определенные аппараты для категорий производств в целом, то при устройстве электрооборудования надо ориентироваться на огнеопасность отдельных помещений, находящихся в этой категории.

Глава IV

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ

§ 49. Нагревательные приборы

Тепло в нагревательных приборах получается за счет большого сопротивления металлической спирали. Согласно закону Джоуля и Ленца, чем больше сопротивление проводника, тем больше выделяется тепла. Нагревательные приборы по своему назначению разделяются на бытовые: кипятильники-чайники, кастрюли, плитки, утюги, кофейники, печки, различные грелки, спирали и промышленные: сушильные шкафы различных конструкций, клеоварки, нагревательные печи.

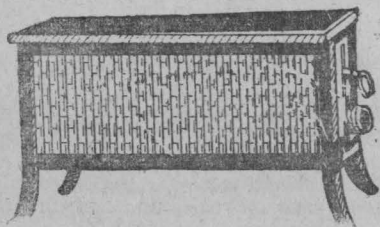
По конструкции приборы разделяются на закрытые, полужакрытые и открытые.

В закрытых приборах нагревательные элементы заключены в огнестойкие футляры, защищенные ребристым кожухом (например, для отопления комнат). В открытых нагревательных приборах спирали расположены в несколько рядов по окружности и углублены в керамиковые основания.

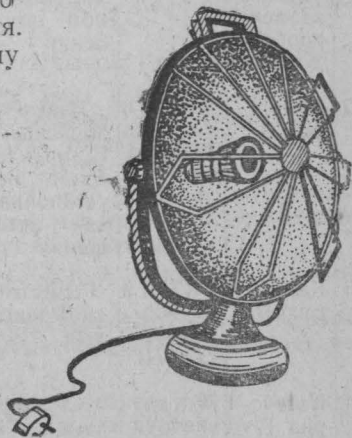
Бытовые нагревательные приборы допускаются в работе при напряжении не выше 250 V. Средними напряжениями для нагревательных приборов надо считать 110, 120 и 220 V.

Нагревательные приборы промышленного значения могут быть рассчитаны на напряжение выше 250 V.

Нагревательные печи — для обогрева помещений или отдельного оборудования. По конструктивному выполнению и принципу



Фиг. 174. Конвекционная печь.



Фиг. 175. Рефлекторная печь.

действия печи разделяются на: а) конвекционные (фиг. 174), б) излучающие — рефлекторные (фиг. 175), в) радиаторные, г) аккумуляторные (с запасом тепла на определенный период).

Мощность нагревательных печей различна; наиболее распространены приборы мощностью 200, 300, 500 и до 15000 W. Свыше 15000 W переносные приборы, согласно ОСТ 7864, не изготавливаются.

Плитки — бывают открытые, в которых спирали уложены в керамиковых основаниях, и закрытые — с нагревательными спиралями внутри корпуса и отдачей тепла нагреваемым частям через металлический диск.

Кастрюли — делают из латуни, меди или алюминия. Тепловая часть (элемент) находится в двойном дне кастрюли. Мощность кастрюль в среднем от 500 до 1000 W.

Чайники — для кипячения воды. Нагревательный элемент, так же как у кастрюли, находится в двойном дне.

Утюги — нагревательный элемент в утюгах находится внутри корпуса, с расчетом нагревания, главным образом, дна.

Помимо указанных приборов в быту может найти применение ряд других приборов. Например, паяльники, медицинские грелки, сушилки волос.

Нагревательные приборы представляют наибольшую пожарную опасность по сравнению с другими электрическими приборами.

Это обуславливается высокими температурами на их поверхности и наличием открытых источников тепла — в виде накаливаемых спиралей.

Температура на поверхности нагревательных приборов приведена в табл. 34.

Таблица 34

Наименование электрического прибора	Мощность, W	Напряжение, V	Температура на поверхности прибора, °C	Время нагрева, мин.
Плитка открытая	400	120	230—250	10
Электрокамин	600	120	90—120	20
Плитка закрытая	450	120	180—230	25
Радиаторная печь	1000	120	170—200	30
Утюг	360	120	250—320	20
Рефлекторная печь	360	120	50—100	10
Конвекционная печь	450	120	80—130	15

Из табл. 34 видно, что температуры, наблюдаемые во время работы приборов, вполне достаточны для воспламенения наиболее распространенных горючих материалов: дерева, ткани, бумаги.

Причины пожарной опасности электроприборов часто заключаются в небрежности при их эксплуатации, например, оставление прибора включенным на большой промежуток времени, что вызывает сильный перегрев, а в некоторых случаях воспламенение предметов, на которых установлен прибор.

К устройству и эксплуатации нагревательных электроприборов предъявляются следующие противопожарные требования. Основание нагревательного прибора, воспринимающее температуру в результате его работы, должно быть выполнено из огнестойкого или полугонестойкого материала. Этот материал не должен разрушаться в нагретом состоянии под действием на него воды. Выключатели или штепсельные соединения, смонтированные на нагревательном приборе, также должны быть из огнестойкого или полугонестойкого материала.

Приборы нужно включать в сеть в соответствии с расчетными их данными, для чего на приборах обязательно должна быть фабричная марка или клеймо, с указанием рабочего напряжения и мощности.

Пример. Квартирная электрическая сеть имеет напряжение 120 V. Сечение медного изолированного провода ПРД 2,5 мм². В сеть одновременно включают электролампы общей мощностью 2500 W, электроутюг 360 W и электроплитку 400 W. Определить возможность пользования в данной квартире электрокамином на 600 W и радиаторной печью на 1000 W.

Решение: 1) Общая потребная мощность при одновременной работе всех приборов будет:

электролампы	2500 W
электроутюг	360 W
электроплитка	400 W
электрокамин	600 W
радиаторная печь	1000 W
Всего	4860 W

2) Нагрузка в проводе при данной общей мощности будет:

$$I = \frac{W}{V} = \frac{4860}{120} = 40,5 \text{ A.}$$

3) Нормами на сечение 2,5 мм² допускается максимальная сила тока 27 A.

Следовательно, включение электрокамина и печи недопустимо, ибо при этом будет перегрузка $40,5 - 27 = 13,5 \text{ A}$.

Включенные ранее нагревательные приборы также должны быть сняты, так как провод данного сечения в состоянии пропускать ток лишь при работе электроламп.

Контактные части приборов не должны нагреваться выше 180° . Изоляция нагревательных приборов должна быть защищена от повреждения жидкостью или парами во время работы.

Если прибор включают в общую осветительную сеть, то потребляемая сила тока не должна превышать 6 А, и общая нагрузка должна соответствовать сечению провода.

При необходимости включения приборов большей мощности, должна быть предусмотрена самостоятельная линия электросети для приборов.

Для приборов промышленного значения во всех случаях устраивают самостоятельную линию, отдельную от общей осветительной сети. Кроме того, металлический корпус некоторых электронагревательных приборов промышленного значения должен быть заземлен.

Необходимо следить, чтобы предметы, на которые ставят электронагревательные приборы, не нагревались выше 90° .

Нагревательные приборы промышленного значения должны быть установлены на огнестойких или полуюгнестойких предметах.

Часто причиной пожара в нагревательных приборах служит их изношенность и порча изолирующих оснований. Поэтому, ОСТ 7864 устанавливает срок службы приборов в 1000 часов (исключение для нагревательных подушек — 400 час., для утюгов и плиток с элементами из константа 500—600 час.).

Электроприборы нужно присоединять к сети посредством гибких проводов или шнуров и постоянно за ними наблюдать. Необходимо следить за наличием предохранителей в розетках. При их отсутствии эксплуатация прибора не допускается.

Должно быть обращено особое внимание на допускаемые температуры нагрева частей или в целом нагревательного прибора. Поэтому каждый нагревательный прибор оставлять включенным на большой промежуток времени нельзя. Время нагрева и допускаемая температура должны быть указаны в инструкциях, прилагаемых к приборам.

Запрещается ставить приборы на горючие предметы и оставлять включенными без надзора.

Не допускать, чтобы приборы нагревались до температур, опасных для окружающих предметов или изолирующих частей прибора.

Максимальная температура нагрева наружных частей различных электроприборов указана в табл. 35.

Т а б л и ц а 35

Наименование прибора	Температура нагрева, $^{\circ}\text{C}$	Наименование нагреваемых частей прибора
Плитка закрытая	450	Поверхность закрытых плиток
Утюги	350	Подшва утюга
Отражательная печь	140	Внешняя поверхность отражателя
Конвекционная печь	105	Поверхность корпуса
Нагревательная подушка	65	Наружная часть подушки
Паяльник	400	Рабочий конец

Правильная эксплуатация нагревательных электроприборов и тщательный надзор за их работой, это наиболее действенная противопожарная мера.

§ 50. Измерительные приборы

В зависимости от принципа действия и области применения измерительные приборы разделяются на: а) магнитоэлектрические, б) электромагнитные, в) электродинамические, г) индукционные, д) тепловые, е) термоэлектрические, ж) электронные, з) электростатические, и) вибрационные.

Наиболее часто встречаются измерительные приборы: амперметры — для измерения силы тока; вольтметры — для измерения напряжения; ваттметры — для измерения мощности тока; счетчики — для определения расхода электрического тока; фазометры, частотометры.

По конструктивному выполнению наружной части кожуха измерительные приборы разделяются на: а) открытые; б) закрытые; в) герметические; г) водонепроницаемые; д) пыленепроницаемые; е) брызгонепроницаемые; ж) безопасные от взрыва.

Допускаемые температуры нагрева частей электроизмерительных приборов не должны превышать величин, указанных в табл. 36. Температура окружающего воздуха при этом лежит в пределах от 15 до 35°.

Таблица 36

№ п/п	Наименование частей электроизмерительных приборов	Допускаемые превышения температуры частей прибора над температурой окружающего воздуха, °С
1	Обмотки непитанные, изолированные хлопчатой бумагой, шелком, бумагой или другим веществом, нестойким при высоких температурах	45
2	Обмотки изолированные, как в п. 1, но пропитанные маслом или лаком	60
3	Обмотки из изолированной проволоки	65
4	Обмотки, изолированные слюдой, асбестом или другими веществами, стойкими при высоких температурах	75
5	Металлические части прибора, соприкасающиеся с обмотками	Те же значения, что и для соответствующих обмоток
6	Металлические части приборов или вспомогательных частей, находящиеся внутри приборов, не соприкасающиеся с обмотками	80
7	Пружинки из латуни или красной меди	65
8	Пружинки из фосфористой бронзы	90
9	Пружинки из стали	120
10	Металлические части в месте спая оловом	65
11	Металлические части в месте спая твердым припоем	80

Измерительные приборы в результате эксплуатации могут вызвать пожарную опасность: а) от искрения, возникающего в местах присоединения приборов к сети, при наличии неисправной изоляции токоведущих частей; б) от перегрузки, когда прибор включается на большую силу тока, чем рассчитано сечение обмоток; в) от короткого замыкания в результате непосредственного соединения двух разноименных проводов помимо включенного прибора.

Указанные моменты могут вызвать пожар, а если это будет иметь место в помещениях, опасных в отношении взрыва, то может произойти взрыв. Поэтому приборы в различного рода помещениях допускается устанавливать в соответствии с их конструктивным выполнением.

Выбор измерительных приборов для помещений с различными характеристиками дан в табл. 37.

Т а б л и ц а 37

№ п/п	Тип измерительного прибора	Область применения по характеристике помещений	Примечание
1	Открытый	Для всех электромашинных помещений	Электростанции, подстанции
2	Закрытый	Для подвижных установок и вне электромашинных помещений	
3	Герметический	Пыльные помещения, сырые помещения с горючими газами	Мельничные производства, текстильные, аккумуляторные установки
4	Водопроницаемый	Особо сырые помещения	
5	Брызгонепроницаемый	Устанавливают вне помещений, когда на прибор действует вода в виде дождя, брызг	
6	Пыленепроницаемый	В особо пыльных помещениях	Помещения, в воздухе которых постоянно находится большое количество пыли
7	Безопасный от взрыва	Для всех производств и помещений, опасных в отношении взрыва	

§ 51. Приборы выключения и переключения электрических цепей

По назначению приборы выключения и переключения электрических цепей делятся на:

а) разъединители, предназначенные для включения цепей, находящихся под напряжением, но не нагруженных током;

б) выключатели — воздушные или масляные, предназначенные для цепей, находящихся под напряжением и нагрузкой;

в) выключатели автоматические — воздушные или масляные, предназначенные для выключения электрических цепей в момент короткого замыкания или перегрузки;

г) переключатели ручного и механического действия.

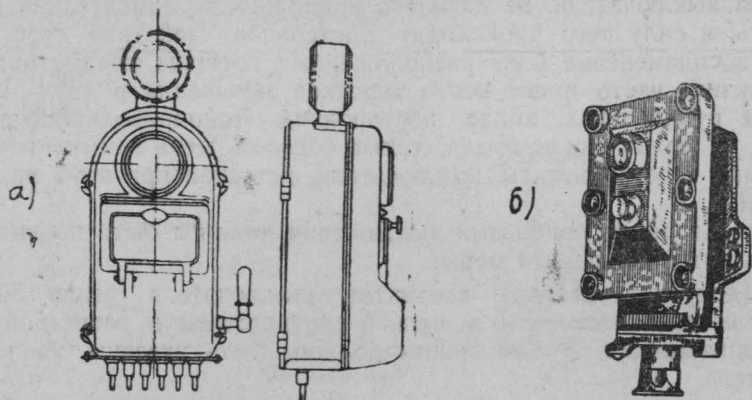
По конструктивному исполнению выключатели бывают: а) защищенные, имеющие съемные изолирующие крышки, б) закрытые, имеющие сплошные изолированные корпуса, предохраняющие от попадания внутрь твердых, посторонних частиц;

в) герметические, имеющие прочный корпус с уплотнениями во всех пазах (фиг. 176а);

г) взрывобезопасные с блокировкой, имеющие прочный корпус, противостоящий взрывам газа внутри выключателя (фиг. 176б).

По принципу действия выключатели разделяются на а) поворотные и б) рубящие.

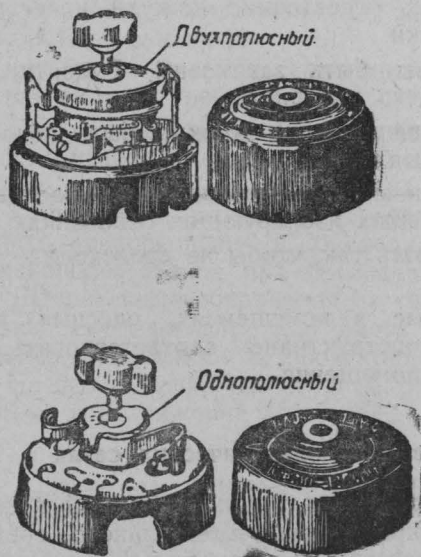
Поворотные выключатели наиболее распространены в условиях квартирного освещения напряжением до 250 В и с небольшими нагрузками тока, например, до 10 А (фиг. 177).



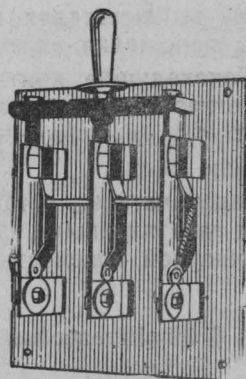
Фиг. 176. Пусковая аппаратура.

Для выключения цепей, при наличии силы тока свыше 10 А и напряжения от 250 до 500 В, применяют рубящие выключатели или рубильники (фиг. 178).

По конструктивному выполнению рубильники разделяются на одно-, двух- и трехполюсные, с моментным выключением и без этого приспособления.



Фиг. 177. Выключатели.



Фиг. 178. Выключатель с моментальным выключением — рубильник.

Рубильники с моментальным выключением отличаются от обычных тем, что у них для ускорения гашения дуги при выключении кроме главных ножей имеются еще отрывные ножи, связанные с главным при помощи отрывных пружин. При выключении цепи главные ножи отходят от неподвижного контакта, и весь ток в этот момент проходит через отрывные ножи, которые мгновенно разрывают цепь под действием растягивающейся пружины.

Пожарная опасность при эксплуатации выключателей состоит в искрении, которое наблюдается в момент замыкания и размыкания цепи. Это явление можно наблюдать особенно в рубильниках, установленных на большие силы тока.

Часто пожарная опасность наблюдается в результате неисправности механизма выключателя, не дающего возможность моментально выключить цепь, в силу чего происходит длительное действие дуги, вызывающей воспламенение близ расположенных горючих предметов.

В практике часто имеет место короткое замыкание в двух- и трехполюсных рубильниках, когда посторонний токопроводящий предмет попадает на ножи выключателя, таким образом, цепь замыкается непосредственно через контакты выключателя, встречая при этом малое сопротивление.

При пользовании приборами выключения должны быть приняты следующие противопожарные меры:

а) Не допускать нагрева контактов выключателя выше 50° , для чего выключатели ставить в цепь в соответствии с расчетной силой тока и напряжением. Эти величины должны быть указаны на каждом выключателе.

Практически температуру нагрева можно определить приложением к нагретым контактам пчелиного воска, при этом воск не должен плавиться; расплавление воска указывает, что температура нагрева превышает 50° .

б) Конструкция выключателя должна исключать образование длительной вольтовой дуги, за счет устройства дополнительных отрывных ножей с пружинами.

в) Выключатели, установленные вне электромашинных помещений и в помещениях, опасных ввиду наличия газов или пыли, должны иметь механически прочные, сыроустойкие, огнестойкие кожухи и не иметь стверстей для перемещения рукоятки.

г) Кожухи выключателей должны быть заземлены. Рукоятки выключателей сделаны из изолирующего материала.

д) На выключателях высокого напряжения должны быть ясно обозначены положения включения и выключения.

е) Токоведущие контакты выключателей должны быть расположены на огнестойких или полуюгнестойких изолирующих основаниях.

ж) Рубильник нужно устанавливать так, чтобы не происходило самовключения цепи.

з) Выключатели, устанавливаемые в помещениях, опасных ввиду наличия газа или пыли, должны конструктивно соответствовать степени пожарной опасности данного помещения.

§ 52. Штепсельные соединения в электрических сетях

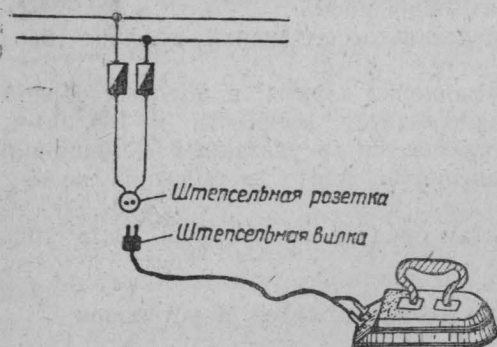
Включение передвижных или переносных токопотребителей в неподвижную электросеть выполняется при помощи штепсельного соединения, состоящего из штепсельной розетки и штепсельной вилки (фиг. 179).

Штепсельные соединения (ОСТ 8852) подразделяются следующим образом:

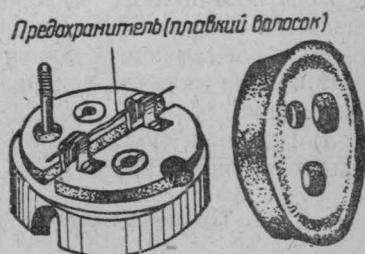
1. По номинальной силе тока — 6; 10; 15; 25 А.
2. По числу полюсов: а) двухполюсные, б) двухполюсные с дополнительным контактом для зануления или заземления, в) двухполюсные, допускающие замену фазного контакта нулевым, для произвольного включения вилки, г) двухполюсные, недопускающие замены фазного и нулевого контактов, д) двухполюсные с дополнительным

третьим контактом для зануления корпуса приемника, е) трехполюсные с четвертым контактом для зануления корпуса приемника.

3. По способу защиты: а) без предохранителей, б) с однополюсным или двухполюсным предохранителем внутри штепсельной розетки (фиг. 180). Штепсельные соединения с предохранителем изготовляют только на силу тока 6 А.



Фиг. 179. Включение переносного прибора в сеть.



Фиг. 180. Розетка с предохранителем.

4. По внешнему оформлению: а) со съемной крышкой из изолирующего материала, б) с герметическим корпусом из металла и с прокладкой внутри прессованного изолирующего материала, в) со съемными крышками из изолирующего материала для установки на стене, г) то же для установки под штукатуркой, д) без съемной крышки для установки на стене.

Пожарная опасность штепсельных соединений заключается: а) в искрении при включении или выключении вилки, б) в перегрузке, в) в коротком замыкании.

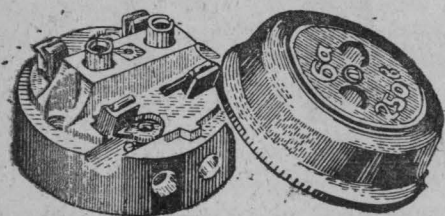
К штепсельным соединениям должны быть предъявлены следующие противопожарные требования:

а) Предохранители в штепсельной розетке разрешается устанавливать при низком напряжении. При наличии высокого напряжения предохранители должны быть вынесены из штепсельных соединений.

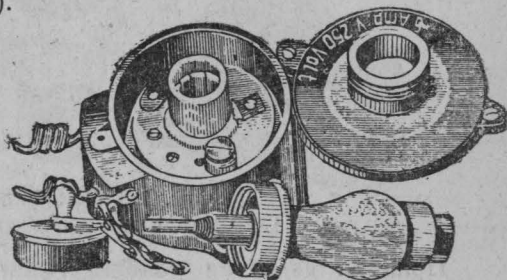
б) Конструкция штепсельных соединений должна устранять возможность прикосновения к токоведущим частям и возникновения опасного искрообразования при замыкании и размыкании.

в) Штепсельные соединения на силу тока свыше 20 А должны быть постоянно соединенными или иметь блокирующие устройства, чтобы выключение под током не происходило.

г) На штепсельной вилке и на розетке должны быть обозначены сила тока и напряжение (фиг. 181).



Фиг. 181. Розетка на 6 А, 250 В.



Фиг. 182. Герметическая штепсельная розетка.

д) Не разрешается штепсельные соединения ставить на большую силу тока, чем они рассчитаны.

е) Для помещений, опасных в пожарном отношении, должны применяться герметические штепсельные соединения с прочным металлическим корпусом (фиг. 182).

ж) Штепсельные соединения, устанавливаемые в местах возможных механических повреждений, должны иметь прочную конструкцию.

з) Токоведущие части штепсельных соединений должны быть укреплены на огнестойких изолирующих основаниях.

и) Металлические корпуса штепсельных соединений должны быть заземлены.

к) В помещениях, опасных в отношении взрыва, в которых обрабатываются и хранятся легковоспламеняющиеся жидкости и ВВ, штепсельные соединения ставить не разрешается (в указанных помещениях вообще электрооборудование и освещение идет в большинстве случаев извне).

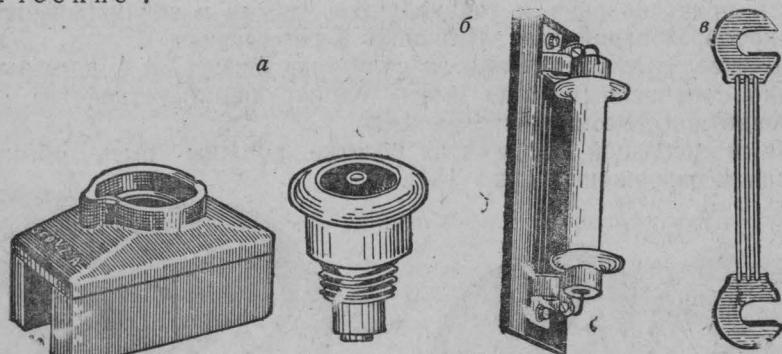
л) Провода, подходящие к местам соединения, должны быть тщательно изолированы.

§ 53. Предохранители для электрических сетей и установок

Ток, проходя по проводу, выделяет тепло, которое большей частью идет на его нагревание. Некоторый процент тепла в изолированных проводах и тем более в голых идет в окружающую среду. Причем, чем больше будет сила тока, проходящего по проводу, тем тепла выделится больше и может наступить критический момент, когда провод от высокой температуры будет плавиться. Подобное явление может произойти, когда в проводах будет большая перегрузка или короткое замыкание. Несоответствие предохранителей силе тока, протекающей по цепи, часто приводит, при наличии перегрузки или короткого замыкания, к пожару.

Предохранители служат основными предупредительными средствами против аварий и пожаров, при наличии перегрузки или короткого замыкания, в электролиниях и установках. Поэтому плавкие предохранители или автоматические выключатели служат неотъемлемой частью всякой электрической сети и установки. Итак, предохранители предназначены для защиты электросетей, машин и аппаратов от последствий перегрузки и короткого замыкания.

Установочные предохранители разделяются на плавкие и автоматические¹.



Фиг. 183. Виды предохранителей:
а—пробочный; б—трубчатый; в—пластинчатый.

Принцип действия плавких предохранителей основан на плавлении вставки из легкоплавкого материала при прохождении тока, сила которого больше допустимой нормами.

По конструкции плавкие предохранители подразделяются на пробочные, пластинчатые, трубчатые (фиг. 183).

¹ См. главу V, часть II.

Пробочные предохранители разделяются по виду и по допускаемой величине силы тока:

- 1) С большой резьбой — Голиаф от 25 до 60 А.
- 2) Со средней резьбой — нормальный от 15 до 25 А.
- 3) С малой резьбой — Миньон от 4 до 10 А.

Пластинчатые предохранители имеют плавкие вставки на силу тока — 10, 15, 20, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 220, 225, 260, 300, 350 А.

Трубчатые предохранители имеют плавкие вставки на силу тока 10, 15, 20, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 160, 190, 225, 260, 300, 360 А.

Правила установки предохранителей (главным образом применительно к изолированным проводам и кабелям).

Наименьшая допускаемая величина номинального тока плавкой вставки согласно правил¹, определяется:

- а) величиной расчетного тока цепи;
- б) величиной тока перегрузки;
- в) условиями селективного действия защиты последовательных ступеней сети.

Номинальный ток плавкой вставки $I_{вс}$ не должен быть меньше расчетного или рабочего тока данной цепи I_p .

Для предотвращения отключения цепи при кратковременных перегрузках или коротких замыканиях номинальный ток плавкой вставки нужно устанавливать согласно следующего соотношения:

$$I_{вс} = \frac{I_{\max}}{\alpha},$$

где: $I_{вс}$ — номинальный ток плавкой вставки;

I_{\max} — наибольшая величина тока в цепи;

α — коэффициент, зависящий от характера и времени перегрузки и вида предохранителя.

Под величиной I_{\max} подразумевается:

а) при наличии одного приемника — наибольшее значение пускового тока I_n или тока нагрузки приемника;

б) при наличии нескольких приемников (n приемников), величина I_{\max} подсчитывается по формуле:

$$I_{\max} = I_p (n - 1) + I_n,$$

где: $I_p (n - 1)$ — максимальный расчетный ток в цепи от всех включенных потребителей, исключая потребитель, имеющий наибольший пусковой ток;

I_n — пусковой ток одного потребителя.

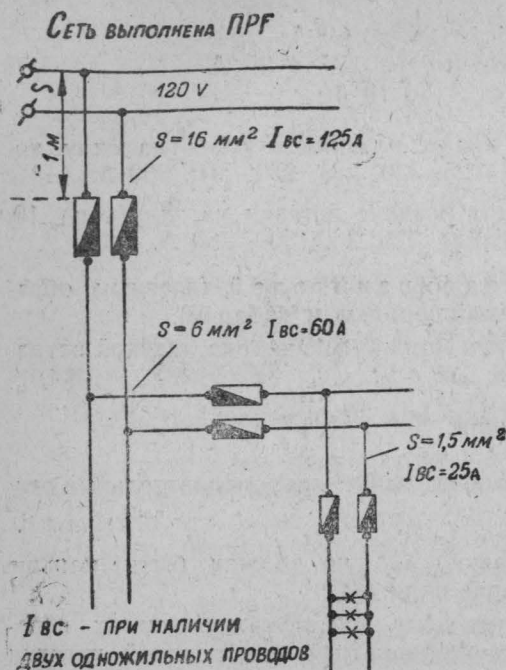
Коэффициент α для практических подсчетов можно принимать:

а) при включении короткозамкнутых двигателей с нормальным пуском (редкие пуски с небольшой продолжительностью) — 2,5;

б) при включении двигателей с тяжелым пуском (частые и длительные пуски) — 1,6 до 2.

¹ Правила устройства электроустановок промышленных предприятий. 1944 г. Энергоиздат.

Согласно требований «Правил», предохранители устанавливают на каждом полюсе (кроме заземленных и нулевых проводов) электрической сети при переходе провода с большего сечения на меньшее (фиг. 184).



Фиг. 184. Схема установки предохранителей на линии.

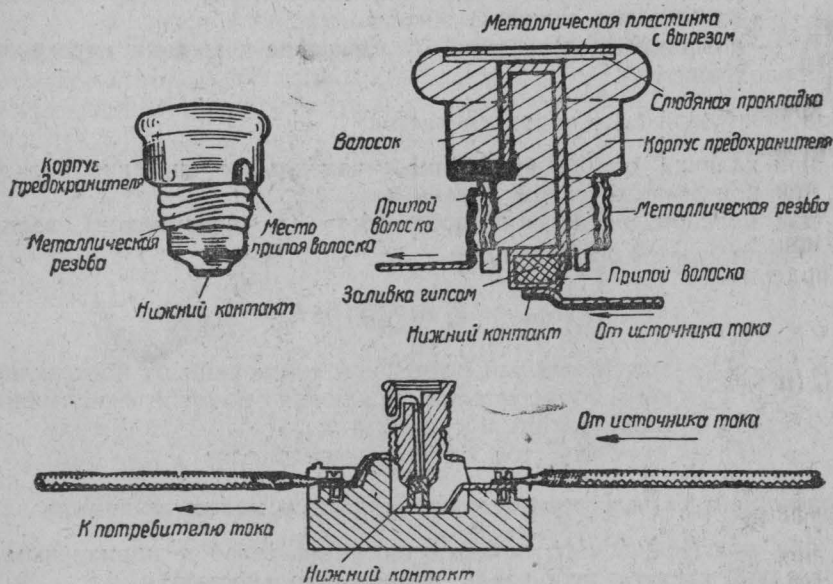
Предохранители должны быть установлены на огнестойких изолирующих основаниях, в специальных металлических кожухах (фиг. 186).

Предохранители на ответвленных проводах устанавливают на расстоянии не более 1 м от места ответвления.

Провода, идущие от источника тока к предохранителям, нужно присоединять в нижний контакт корпуса предохранителя (в пробочных предохранителях). Линия, идущая от предохранителя к потребителям тока, должна быть присоединена к резьбе корпуса предохранителя (фиг. 185).

Предохранители нужно устанавливать согласно их номинальной силы тока. Конструкция предохранителя должна исключать возможность включения плавких вставок большей силы тока.

Предохранители для силовых и осветительных сетей большой нагрузки должны



Фиг. 185. Пробочный предохранитель.

Предохранители выбирают сообразно следующим положениям: 1) предохранители должны защищать провода от опасного перегрева при перегрузках и коротких замыканиях; 2) предохранители должны

выдерживать кратковременные толчки тока, наблюдаемые в момент пуска двигателей.

Для продолжительной (спокойной) нагрузки выбор предохранителей не представляет затруднений, так как тепловое действие тока за продолжительное время нагревает и охлаждает провод за счет теплоотдачи и конвекции. Для продолжительных нагрузок без толчков тока предохранители выбирают по табл. 38—38и.

Выбор предохранителей для защиты двигателей сложнее, так как в момент пуска двигателей наблюдается толчок тока. Если поставить плавкую вставку на номинальную силу тока, не учтя момента пуска, то она при пуске двигателя перегорит и не выполнит своего прямого назначения.

Практически величину пускового тока принято брать в несколько раз больше рабочего.

Например, для двигателей трехфазного тока с короткозамкнутым якорем пусковой ток $I_{пуск}$ в 6,5—7,5 раза больше рабочего тока.

При переключении со звезды на треугольник $I_{пуск}$ увеличивается в 2 раза.

При пуске двигателя при помощи реостата $I_{пуск}$ увеличивается в 2—2,5 раза. Для двигателей постоянного тока $I_{пуск}$ увеличивается в 2—2,5 раза.

Пример 1. Имеется короткозамкнутый двигатель трехфазного тока мощностью 8 kW; напряжение сети 220 V. Определить силу тока предохранителя и подобрать сечение провода.

Решение: 1. Определяют рабочий ток двигателя при $\cos \varphi = 0,8$ по формуле:

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos \varphi,$$

откуда

$$I_{раб} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{8 \times 1000}{1,73 \times 220 \times 0,8} = 26,5 \text{ A}.$$

1. Определяют силу тока $I_{макс}$, наблюдаемую в момент пуска двигателя, а так как в примере взят один двигатель, то $I_{пуск} = I_{макс}$, и так:

$$I_{макс} = I_{раб} \times 7 = 26,5 \times 7 = 184,5 \text{ A}.$$

Ввиду того, что пусковой ток длится небольшой промежуток времени—5—10 сек., то и сгорание предохранителя произойдет, примерно, в 2,5 сек., поэтому предохранитель можно выбрать, принимая $\alpha = 2,5$.

3. Определяют силу тока предохранителя

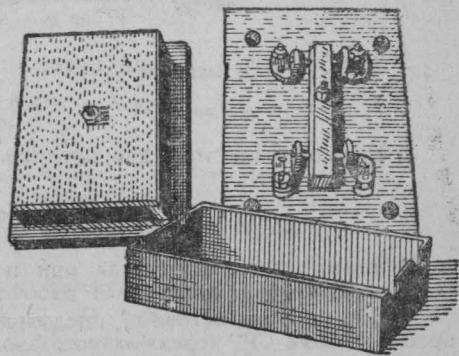
$$I_{вс} = \frac{I_{макс}}{\alpha} = \frac{184,5}{2,5} = 73,8 \approx 74 \text{ A}.$$

Таким образом, $I_{вс}$ предохранителя в 74 A пропустит продолжительный рабочий ток $I_{раб} = 26,5 \text{ A}$.

4. Определяют нормативный предохранитель— по табл. 38, который для проводов марок СРГ, ПРП и ТПРФ будет на 80 A.

5. Сечение одной жилы провода, например СРГ, согласно табл. 38, принимаем 6 мм² (медная жила).

Пример 2. Двигатель однофазного тока мощностью 4 kW включают через реостат. Напряжение переменного тока 110 V. Определить силу тока плавкой вставки предохранителя и сечение провода.



Фиг. 186. Пластиновый предохранитель в кожаном футляре.

Решение: 1) Определяют рабочий ток двигателя из формулы:

$$P = I V \cos \varphi,$$

откуда

$$I_{\text{раб}} = \frac{P}{V \cos \varphi} = \frac{4 = 1000}{110 \times 0,8} = 45,4 \text{ А.}$$

2) Определяют $I_{\text{макс}}$ при пуске

$$I_{\text{макс}} = I_{\text{раб}} \times 2,5 = 45,4 \times 2,5 = 113,5 \text{ А.}$$

3) Находят силу тока для предохранителя при $\alpha = 2,5$.

$$I_{\text{вс}} = \frac{I_{\text{макс}}}{\alpha} = \frac{113,5}{2,5} = 45,4 \text{ А.}$$

В момент пуска двигателя при помощи реостата сила тока, действующая на предохранитель, равна силе рабочего тока $I_{\text{раб}}$.

4) Находят нормативный предохранитель, согласно табл. 38, который для провода марки СРГ (трехжильного) должен быть на 50 А.

5) Сечение одной жилы провода принимаем по табл. 38, которое равно 4 мм².

Пожарная опасность предохранителей заключается в искрении при ввертывании или вывертывании плавких вставок в пробочные предохранители. Кроме того, часто причинами пожарной опасности от предохранителей служит раскаленный металл плавкой вставки при ее плавлении. Это явление в особенности относится к пластинчатым предохранителям, которые часто не защищены специальными коробками. Пожарная опасность предохранителей также может происходить от поломки корпуса предохранителя, что ведет к короткому замыканию.

Профилактические требования:

а) предохранители должны быть сделаны из изолирующего огнестойкого материала;

б) плавкие вставки предохранителей должны быть заключены в закрытые огнестойкие коробки, пробки или трубки;

в) предохранители желательно устанавливать на недоступной, без особых приспособлений, высоте;

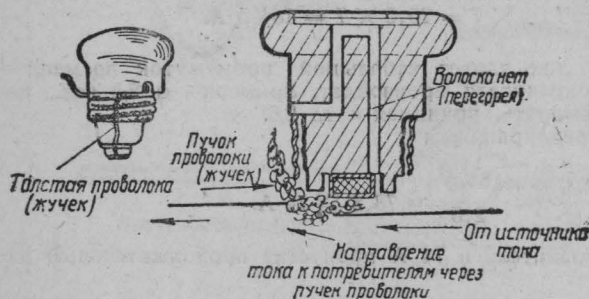
г) групповые щитки с предохранителями должны быть изготовлены на изолирующих огнестойких основаниях; щитки, устанавливаемые на стенах или в стенах, должны быть защищены от случайных механических повреждений огнестойкими дверцами;

д) в помещениях, опасных ввиду наличия газа или пыли, предохранители устанавливать не рекомендуется или же они должны быть соответствующей конструкции, не допускающей появления открытых искр;

е) плавкая вставка предохранителя должна соответствовать силе рабочего тока цепи;

ж) воспрещается установка самодельных предохранителей.

Установку «жучков», особенно в пробочных предохранителях (фиг. 187), нужно рассматривать как грубое нарушение противопожарных мер в электросети.



Фиг. 187. Неисправная предохранительная пробка.

В таблицах 38, 38а и приведены данные для выбора сечений проводов и кабелей с резиновой изоляцией до 1000 В, плавких заставок и автоматических выключателей.

Таблица 33
Данные для производственных помещений, неопасных в отношении взрыва, для фидеров и магистралей (силовых сетей)

Сечение одной жилы, мм ²	ПР и ПВМ открыто на изолирующих опорах			СРГ, ПРП, ТПРФ, проложенные открыто						Сечение одной жилы, мм ²			
	I _{нр}	I _{св}	I _а	одножильный			двухжильный				трехжильный		
				I _{нр}	I _{св}	I _а	I _{нр}	I _{св}	I _а		I _{нр}	I _{св}	I _а
0,5	10	10	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
0,75	13	15	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,75
1,0	15	20	25	18	25	40	16	25	36	14	25	31	1,0
1,5	20	25	33	22	35	49	20	35	45	17	35	38	1,5
2,5	27	35	49	31	60	69	27	35	60	24	35	55	2,5
4	35	60	60	40	60	90	35	60	80	30	60	70	4
6	45	60	75	55	80	120	45	80	100	40	60	90	6
10	70	80	110	75	125	165	65	100	145	55	80	125	10
16	90	125	150	100	160	220	85	125	190	70	125	160	16
25	125	160	215	130	200	295	110	200	250	95	160	215	25
35	150	200	255	165	260	395	135	225	310	115	200	260	35
50	190	225	320	205	350	465	170	260	320	145	225	325	50
70	240	300	405	255	430	570	210	350	470	180	300	400	70
95	290	350	490	310	500	690	—	—	—	—	—	—	95
120	340	400	570	355	600	795	—	—	—	—	—	—	120
150	390	500	650	410	700	910	—	—	—	—	—	—	150
185	450	600	750	470	700	1040	—	—	—	—	—	—	185
240	530	700	885	555	850	1230	—	—	—	—	—	—	240
300	615	700	1020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
400	735	850	1230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400

Условные обозначения:

$I_{нр}$ — нагрузка на провод, допустимая по условиям его нагрева;

$I_{св}$ — номинальный ток плавкой вставки;

I_a — установка тока включения автомата.

Т а б л и ц а 38а
Данные для производственных помещений, неопасных в отношении взрыва, для фидеров и магистралей (силовых сетей)

Сечение одной жилы, мм ²	ПР, ПРГ, ПРТО-1000, ПРТО-2000, НРГ и ВРГ в стальных (газовых) трубах												ПРТО-1000 и ПРТО-2000 в стальных (газовых) трубах						Сечение одной жилы, мм ²
	два одножильных провода			три одножильных провода			четыре одножильных провода			один двухжильный провод			один трехжильный провод						
	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a				
0,5																0,5			
0,75																0,75			
1,0	14	20	31	13	20	29	12	20	27	13	20	29	11	20	24	1,0			
1,5	17	25	38	15	25	33	14	25	31	16	25	35	13	20	29	1,5			
2,5	24	35	53	22	35	49	20	35	45	22	35	49	19	35	43	2,5			
4	35	60	75	30	35	70	25	60	60	30	35	65	25	35	55	4			
6	40	60	90	35	60	85	35	60	75	35	60	80	30	60	70	6			
10	55	80	130	55	80	120	50	80	105	50	80	110	45	80	100	10			
16	75	125	175	70	125	160	65	100	140	70	100	155	60	100	130	16			
25	100	160	225	90	160	205	80	125	185	90	125	200	75	125	170	25			
35	120	200	270	110	200	250	100	160	225	110	160	245	90	160	205	35			
50	165	260	370	150	260	340	135	200	300	140	225	315	120	200	265	50			
70	200	300	450	185	300	405	165	260	370	175	260	385	155	260	345	70			
95	245	350	545	225	350	495	200	300	450	215	350	480	185	300	415	95			
120	280	430	625	255	430	570	230	350	515	260	430	585	220	350	495	120			
150	320	500	710	290	500	650										150			

Таблица 386
Данные для силовых сетей с длительным и повторнократковым (ПР—40%) режимом работы

СРГ, ПРП, ТПРФ, проложенные открыто													
Сечение одной жилы, мм ²	одножильный				двухжильный				трехжильный				Сечение одной жилы, мм ²
	$I_{нр}$	I_{40}	$I_{вс}$	I_a	$I_{нр}$	I_{40}	$I_{вс}$	I_a	$I_{нр}$	I_{40}	$I_{вс}$	I_a	
0,5													0,5
0,75													0,75
1,0	18	18	20	35	16	16	20	35	14	14	20	35	1,0
1,5	22	22	25	52	20	20	25	52	17	17	25	52	1,5
2,5	31	31	35	87	27	27	35	87	24	24	35	87	2,5
4	40	40	60	140	35	35	60	140	30	30	60	135	4
6	55	55	80	210	45	45	80	200	40	40	80	170	6
10	75	105	160	325	65	90	160	290	55	75	160	240	10
16	105	140	225	430	85	120	225	370	70	100	225	315	16
25	130	185	400	575	110	155	350	490	95	135	300	415	25
35	165	230	500	710	135	190	430	600	115	165	350	510	35
50	205	285	600	905	170	240	500	740	145	205	430	635	50
70	255	355	850	1105	210	295	700	915	180	250	500	780	70
95	310	430	1000	1340	—	—	—	—	—	—	—	—	95
120	355	500	—	1550	—	—	—	—	—	—	—	—	120
150	410	55	—	1785	—	—	—	—	—	—	—	—	150
185	470	655	—	2035	—	—	—	—	—	—	—	—	185
240	555	775	—	2405	—	—	—	—	—	—	—	—	240

Примечание. Числа объединены в таблицах 386, 38в, 38г жирной чертой, характеризуют значение тока плавких вставок и вставок автоматов, выбранных по условиям нагрева пусковыми токами.
Значения I_{40} подробно указаны в §§ 498—506 «Правил устройств электроустановок предприятий 1944 г.».

Данные для силовых сетей с длительным повторнократковременным (ПР—40%) режимом работы

Сечение одной жилы, мм ²		ПР, ПРГ, ПРТО—1000 и ПРТО—2000, НРГ и ВРГ в стальных (газовых) трубах												Сечение одной жилы, мм ²	
		два одножильных провода				три одножильных провода				четыре одножильных провода					
		I_{np}	I_{40}	I_{ec}	I_a	I_{np}	I_{40}	I_{ec}	I_a	I_{np}	I_{40}	I_{ec}	I_a		
1,0	14	14	15	35	13	13	15	35	12	12	15	35	1,0		
1,5	17	17	20	52	15	15	20	52	14	14	20	52	1,5		
2,5	24	24	35	87	22	22	35	87	20	20	35	87	2,5		
4	34	34	60	140	31	31	60	135	27	27	60	120	4		
6	40	40	80	200	35	35	80	165	35	35	80	150	6		
10	55	80	160	250	55	75	160	230	45	65	160	205	10		
16	75	105	225	340	70	100	225	305	65	90	200	275	16		
25	100	140	300	435	90	125	300	400	80	115	260	360	25		
35	120	170	350	530	110	155	350	485	100	140	300	435	35		
50	165	230	500	720	150	210	430	660	135	185	430	590	50		
70	200	280	600	875	185	255	600	795	165	230	500	725	70		
95	245	345	700	1070	225	310	700	970	200	280	600	875	95		
120	280	390	850	1220	255	355	850	1110	230	320	700	1000	120		
150	320	445	1000	1390	290	410	1000	1270	—	—	—	—	150		

Данные для осветительных сетей (фидеры, магистрали и ответвления)

Сечение одной жилы, мм ²	ПР, ПВМ и ШР открыто на изолирующих опорах			СРТ, ПРТ, ПРФ, проложенные открыто			Сечение одной жилы, мм ²		
	одножильный			двухжильный			трехжильный		
	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a
0,5	10	10	15						0,5
0,75	13	15	17						0,75
1,0	15	15	19						1,0
1,5	20	20	25						1,5
2,5	27	25	34						2,5
4	35	35	45						4
6	45	60	60						6
10	70	80	85						10
16	90	100	115						16
25	125	125	155						25
35	150	160	190						35
50	190	200	240						50
70	240	260	305						70
95	290	300	365						95
120	340	350	430						120
150	390	430	490						150
185	450	500	565						185
240	530	600	665						240
300	615	600	770						300
400	740	700	925						400
				18	20	23	16	15	20
				22	25	28	20	20	25
				31	35	39	27	25	34
				40	35	50	35	35	45
				55	60	65	45	60	55
				75	80	95	65	60	80
				100	100	125	85	80	105
				130	125	165	110	125	140
				165	160	205	140	160	175
				205	200	255	170	200	215
				255	260	320	210	225	265
				310	300	385		200	
				355	350	445		180	
				410	430	515			
				470	500	585			
				555	600	695			

Данные для осветительных сетей (фидеры, магистрали и ответвления)

Сечение одной жилы, мм ²	ПР, ПРГ, ПРТО-1000, ПРТО-2000, НРГ и ВРГ в стальных (газовых) трубах						ПРТО-1000 и ПРТО-2000 в стальных (газовых) трубах						Сечение одн й жилы, мм ²	
	два одножильных провода			три одножильных провода			четыре одножильных провода			один двухжильный провод				один трехжильный провод
	I_{np}	$I_{вс}$	I_a	I_{np}	$I_{вс}$	I_a	I_{np}	$I_{вс}$	I_a	I_{np}	$I_{вс}$	I_a		
0,5														0,5
0,75														0,75
1,0	14	15	18	13	15	17	12	15	15	13	15	17	10	14
1,5	17	20	22	15	15	19	14	15	18	16	15	20	13	15
2,5	24	25	30	22	25	28	20	20	20	22	20	28	19	20
5	35	35	45	30	35	40	30	25	35	30	25	35	25	25
6	40	35	50	35	35	45	35	35	45	35	35	45	30	35
10	55	60	70	55	60	65	45	60	60	50	60	60	45	60
16	75	80	100	70	80	90	65	60	80	70	80	90	60	60
25	100	100	125	90	100	115	80	80	110	90	100	115	75	80
35	120	125	155	110	125	140	100	100	125	110	125	140	90	100
50	165	160	210	150	160	190	135	160	170	140	160	180	120	125
70	200	200	255	185	200	230	165	160	210	175	200	220	155	160
95	245	260	310	225	225	280	200	200	255	215	225	270	185	200
120	280	300	350	255	260	320	230	225	290	260	260	330	220	225
150	320	350	400	290	300	365								

Таблица 38ж
Данные для силовых и осветительных сетей производственных помещений, опасных в отношении взрыва (фидеры и магистрали)

Сечение одной жилы, мм ²	СБ, СРБГ, НРБГ, ВРБГ, проложенные открыто									Сечение одной жилы, мм ²
	одножильный			двухжильный			трехжильный			
	<i>I</i> _{нр}	<i>I</i> _{ос}	<i>I</i> _а	<i>I</i> _{нр}	<i>I</i> _{ос}	<i>I</i> _а	<i>I</i> _{нр}	<i>I</i> _{ос}	<i>I</i> _а	
0,5										0,5
0,75										0,75
1,0	18	15	18	16	15	16	14	10	14	1,0
1,5	22	20	22	20	15	20	17	15	17	1,5
2,5	31	25	31	27	20	27	24	20	24	2,5
4	40	35	40	35	25	35	30	25	30	4
6	55	35	55	45	35	45	40	35	40	6
10	75	60	75	65	60	65	55	35	55	10
16	100	80	100	85	80	85	70	60	70	16
25	130	100	130	110	100	110	95	80	95	25
35	165	125	165	140	125	140	120	100	120	35
50	205	160	205	170	160	170	145	125	145	50
70	255	200	255	210	200	210	180	160	180	70
95	310	260	310							95
120	355	300	355							120
150	410	350	410							150
185	460	430	470							185
240	555	500	555							240

Данные для силовых и осветительных сетей производственных помещений, опасных в отношении взрыва (фидеры и магистрали)

Сечение одной жилы, мм ²	ПРТО-200, НРГ и ВРГ в стальных трубках						ПРТО-1000 и ПРТО-2000 в стальных (газовых) трубках						Сечение одной жилы мм ²			
	два одножильных провода			три одножильных провода			четыре одножильных провода			один двухжильный провод				один трехжильный провод		
	I _{нр}	I _{ос}	I _а	I _{нр}	I _{ос}	I _а	I _{нр}	I _{ос}	I _а	I _{нр}	I _{ос}	I _а		I _{нр}	I _{ос}	I _а
0,5																0,5
0,75																0,75
1,0	14	10	14	13	10	13	12	10	12	13	10	13	11	10	11	1,0
1,5	17	15	17	15	10	15	14	10	14	16	10	16	13	10	13	1,5
2,5	24	20	24	22	15	22	20	15	20	22	15	22	19	15	19	2,5
4	35	25	35	30	25	30	25	20	25	30	25	30	25	20	25	4
6	40	35	40	35	35	35	35	25	35	35	25	35	30	25	30	6
10	55	35	55	55	35	55	45	35	45	50	35	50	45	35	45	10
16	75	60	75	70	60	70	60	60	65	70	60	70	60	35	60	16
25	100	80	100	90	80	90	80	60	80	90	80	90	75	60	75	25
35	120	100	120	100	100	110	100	80	100	110	80	110	90	80	90	35
50	165	125	165	150	125	150	135	125	135	140	125	140	120	100	120	50
70	200	160	200	185	160	185	165	125	165	175	160	175	155	125	155	70
95	245	200	245	225	180	225	200	160	200	215	200	215	185	160	185	95
120	280	225	280	255	200	235	230	200	230	260	225	260	220	200	220	120
150	320	260	320	290	200	290										150

Сечение одной жилы, мм ²	ПР и ПВМ открыто на изолирующих опорах			СРГ, ТПРП, ТПРФ, проложённые открыто						ПР, ПРГ, ПРГО-1000, ПРГО-2000, НРГ и ВРГ в стальных (газовых) трубах						Сечение одной жилы, мм ²						
				одножильный			двухжильный			трехжильный			два одножильных провода				три одножильных провода			четыре одножильных провода		
I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a	I_{np}	I_{oc}	I_a					
0,5	10	6	10				16	10	16	14	10	14	14	10	14			0,5				
0,75	13	10	13															0,75				
1,0	15	10	15	18	15	18	20	15	20	17	15	14	17	15	13	12	10	12				
1,5	20	15	20	22	20	22	27	25	27	24	20	24	24	20	15	14	10	14				
2,5	27	25	27	31	25	31	35	25	35	30	25	30	35	25	20	15	10	20				
4	35	25	35	40	35	40	45	35	45	40	35	40	40	35	25	20	15	25				
6	45	35	45	55	35	55	65	45	65	55	40	55	55	40	35	25	20	35				
10	70	60	70	75	60	75	85	60	85	70	60	70	75	60	55	50	35	6				
16	90	80	90	100	80	100	110	80	110	95	80	95	100	80	70	65	60	10				
25	125	100	125	130	100	130	135	100	135	115	100	115	120	100	90	80	60	16				
35	150	125	150	165	125	165	170	125	170	145	125	145	165	125	110	100	80	25				
50	190	160	190	205	160	205	210	160	210	180	160	180	200	160	150	135	100	35				
70	240	200	240	255	200	255	260	210	260	210	180	210	245	200	185	165	125	50				
95	290	225	290	310	260	310	315	260	315	280	260	280	320	260	225	200	160	70				
120	340	260	340	355	300	355	360	300	360	320	280	320	360	280	255	230	200	95				
150	390	300	390	410	350	410	415	350	415	380	350	380	420	350	300	270	230	120				
185	450	350	450	470	400	470	475	400	475	440	400	440	480	400	330	300	270	150				
240	530	430	530	555	430	555	560	430	560	520	430	520	560	430	370	340	310	185				
300	615	500	615	640	500	640	645	500	645	610	500	610	650	500	450	420	390	240				
400	740	600	740	770	600	770	775	600	775	740	600	740	780	600	550	520	490	300				
																		400				

§ 54. Реостаты

Реостаты, применяемые в электросетях и электроустановках сильных токов, бывают пусковые, предназначенные для пуска в ход электродвигателей; регулировочные, предназначенные для регулирования числа оборотов двигателей и напряжения генераторов.

По принципу действия реостаты разделяются на реостаты с металлическим и жидкостным сопротивлением (фиг. 188). Для пусковых целей наиболее целесообразны реостаты с жидкостным сопротивлением.

По конструктивным признакам реостаты разделяются на:

а) открытые, у которых нет специально защитных покрытий или же они имеются, но не служат защитой от случайного соприкосновения с частями, находящимися под напряжением;

б) защищенные, у которых имеется защитное покрытие с отверстиями для охлаждения воздухом или для подвода проводов;

в) закрытые, у которых имеется специальное покрытие, препятствующее прониканию внутрь посторонних предметов (от сырости или газов это покрытие не предохраняет);

г) совершенно закрытые, у которых нет каких-либо отверстий и места соединения частей снабжены уплотняющими прокладками; полная герметичность отсутствует;

д) защищенные от проникания газов, с токоведущими частями, погруженными в масло (фиг. 189);

е) взрывобезопасные, у которых корпус противостоит взрывам внутри реостата, или не допускается нагрев до температуры, опасной для окружающих предметов.

Например, для реостатов с воздушным охлаждением температура нагрева корпуса не должна превышать 125° .

Для реостатов с масляным охлаждением температура нагрева элементов сопротивления не должна быть выше 80° .

Для реостатов с песочным охлаждением температура нагрева допускается до 150° .

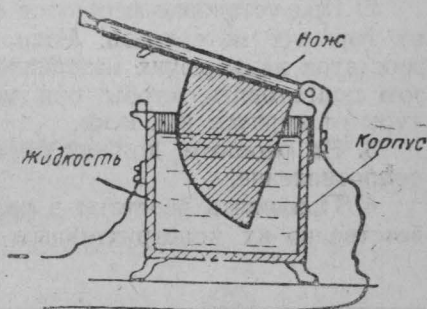
Для реостатов водяных (жидкостных) температура нагрева может быть ограничена 60° . Указанные температуры нужно считать как превышение над температурой окружающего воздуха, которую принимают не выше 35° :

а) реостаты во время своего действия не должны образовывать длительной вольтовой дуги или искры;

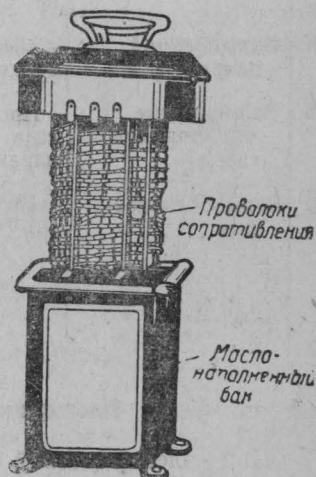
б) корпус реостатов должен быть сделан из огнестойкого или полугогнестойкого материала; общий кожух должен быть также огнестойким или полугогнестойким;

в) реостаты во время эксплуатации должны быть установлены на огнестойких или защищенных от возгорания предметах; стены, на которых устанавливают реостаты, также должны быть огнестойкими или защищенными от возгорания.

Пожарная опасность при эксплуатации реостатов происходит от следующих причин: а) искрения в результате не-



Фиг. 188. Жидкостный реостат.



Фиг. 189. Реостат с масляным охлаждением.

плотного контакта в местах присоединения провода к реостату; б) перегрузки, которая часто наблюдается в пусковых реостатах, так как они рассчитаны на включение в течение малого промежутка времени; в) короткого замыкания внутри реостата или в местах присоединения провода к реостату.

Противопожарные мероприятия:

1. Нельзя допускать нагревания реостатов и их контактов до температур, опасных для окружающихгораемых материалов.

2. При установке реостатов необходимо предусматривать расстояние от горючих материалов. Если нет возможности избежать установки реостатов на горючих материалах, то их нужно соответственным образом подготовить, чтобы они могли противостоять действию температуры от корпуса или искр.

3. На реостате должна быть обозначена сила тока, напряжение и сопротивление.

4. Применять реостаты в различного рода помещениях надо соответственно их конструктивным характеристикам (табл. 39).

Т а б л и ц а 39

№ п/п.	Тип реостата	Область применения	Примечание
1	Открытые	Помещения, не имеющие пыли, газов (нормальные), электромашинные	
2	Защищенные	Производства металлообработки	
3	Закрытые	Деревообрабатывающие производства, не имеющие взрывоопасной пыли	
4	Совершенно закрытые	Сырые, особо сырые производства или с едкими парами	Допустимо и для помещений, опасных в пожарном отношении
5	Защищенные от проникания газов	Производства, опасные в виду наличия газа или пыли; производства с едкими парами или газами	
6	Взрывобезопасные	Взрывоопасные производства	То же

§ 55. Электрические осветительные лампы и арматура

Под электрической лампой понимается совокупность электропроводной части (нити накаливания) со стеклянной оболочкой (колбой).

Нашими заводами лампы накаливания изготовляются пустотные и газонаполненные с металлической нитью. Для заполнения ламп применяется инертный газ, азот, аргон.

Осветительные лампы накаливания бывают напряжением 110, 120, 127, 220 В.

Патроны предназначены для присоединения электрической лампы к сети и разделяются: 1) с резьбой: с большой резьбой — «Голиаф», со средней резьбой Эдиссона, с малой резьбой Эдиссона «Миньон»; 2) с цоколем «Сван»: сван большой и сван малый.

В зависимости от конструкции патроны бывают: а) открытые, например, иллюминационные, б) защищенные —

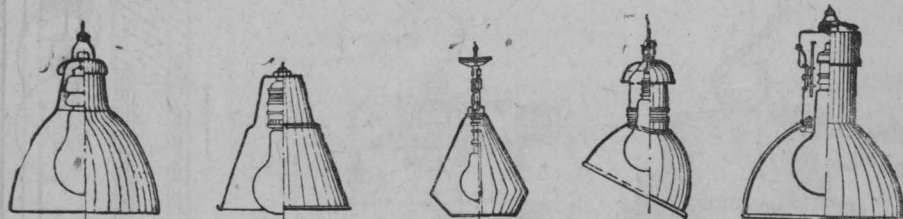
предохраненные от случайного прикосновения к токоведущим частям, в) герметические, не дающие возможности газам, парам, воды, пыли проникать к токоведущим частям. Герметические патроны для помещений сырых или очень сырых делают неметаллические.

Патроны с большой резьбой «Голиаф» предназначены для ламп большой мощности — от 300 W и выше. Для патронов нормального типа мощность ламп бывает от 15 до 200 W. Для патронов «Миньон» лампы применяются малой мощности. Патроны для электрических ламп показаны на фиг. 190.

Классификация светильников по способу защиты от окружающей среды. Чтобы предохранить глаза от слишком ярких лучей, направить световые лучи на определенную площадь или предмет, защитить лампу от пыли (последняя, оседая, может воспламениться), механических повреждений и химических воздействий устраивают специальные осветительные аппаратуры, которые в совокупности с лампами носят название светильников.

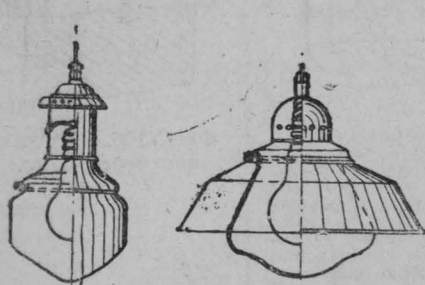
По конструкции светильники делятся на:

1. Открытые (неуплотненные), у которых возможен свободный обмен воздуха между внутренней полостью светильника и окружающей средой (фиг. 191).



Фиг. 191. Светильники открытого типа.

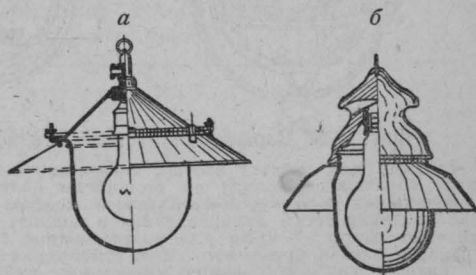
2. Защищенные со стеклянной колбой, у которых имеется защита от непосредственного соприкосновения с пылью и водой (фиг. 192).



Фиг. 192. Защищенные светильники прямого света.

Голиаф		графическое	буквенное
название светильника			
типовой «Альфа»			А
участитель эмалированный			Гэ
участитель зеркальный			Шз

Фиг. 190. Патроны для осветительных ламп.



Фиг. 193. Закрытые светильники.

3. Закрытые, у которых исключена возможность проникания во внутреннюю полость пыли, воды и паров из окружающей среды.

В местах соединения основных деталей имеются уплотняющие резиновые прокладки. Герметичностью закрытые светильники не обладают.

К закрытым светильникам относятся пылеводонепроницаемые ПВ, которые в свою очередь разделяются на пылеводонепроницаемые с металлическим корпусом (фиг. 193а) и пылеводонепроницаемые с фарфоровым корпусом (фиг. 193б).

4. Герметические, у которых исключена возможность проникания во внутреннюю полость сырости, газов, паров. К этому типу относятся: рудничный герметический РГ для ламп от 100 до 200 W и газопыленепроницаемый с блокировкой для химических производств типа БХ-60 и БХ-200 (фиг. 194).

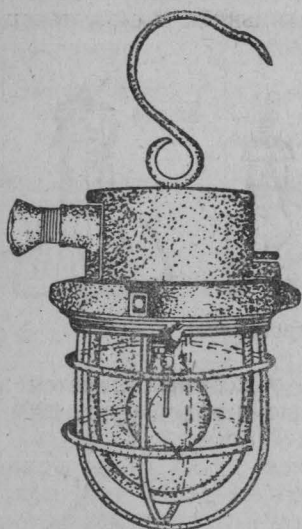
3. На реостате должна быть обозначена величина сопротивления.

4. Применять реостаты в различного рода помещениях в зависимости от их конструктивных особенностей.

5. Взрывобезопасные, у которых исключена возможность взрыва во внутренней полости светильника или в окружающей лампу среде.

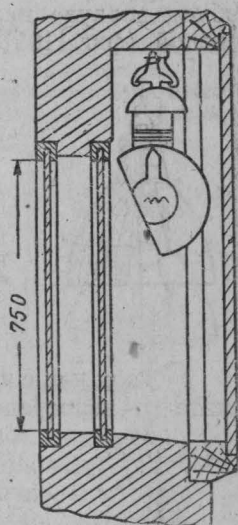
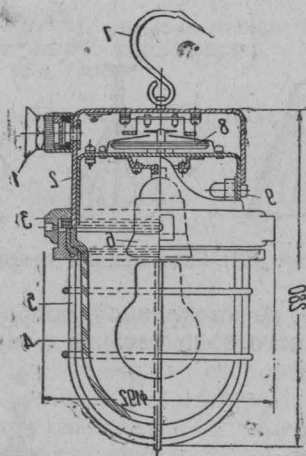
Взрывобезопасный светильник по наружному виду не отличается от рудничного, но у него имеется механизм, который при наличии какой-либо поломки светильника или неплотности перестает работать (фиг. 195). Взрывобезопасные светильники изготовляют для ламп мощностью до 200 W.

№ п/п	Тип реостата	Область применения
1	Открытые	Помещения, не имеющие повышенной опасности взрыва (нормальные).



Фиг. 195. Взрывобезопасный светильник:

1—сальник для гибкого кабеля; 2—железный штампованный корпус; 3—затяжное кольцо со стопорным болтом, отвинчиваемым специальным ключом; 4—стеклянный колпак; 5—предохранительная железная сетка, прикрепленная к кольцу; 6—патрон для ввинчивания лампы; 7—крюк для подвешивания светильника; 8—мембрана; 9—клапан примусного типа, отвинчиваемый специальным ключом для накачивания воздуха во внутреннюю полость.














Фиг. 196. Освещение через окно.




6. Светильники для освещения помещений через оконные проемы применяются в некоторых производствах,

характер которых не позволяет осветительную арматуру располагать внутри помещения (фиг. 196).

При обозначении светильников на проектах и чертежах применяют условные графические и буквенные изображения, приведенные в табл. 40.

Таблица 40

Тип светильника	Наименование светильника	Условное обозначение	
		графическое	буквенное
Открытые (неуплотненные)	Эмалированный «Альфа»		А
	Глубокоизлучатель эмалированный		Г _э
	Широкоизлучатель зеркальный		Ш _з
	«Кососвет»		К
	«Люцетта» молочного стекла		Л _ц
Защищенные	«Универсаль» с полуматовым затемнителем		У _м
	«Универсаль» с молочным затемнителем		У _о
	Прямого света с опаловым стеклом		П _о
	Наружного освещения		Н _о
Закрытые	Водопыленепроницаемый с матовым стеклом		В _м
	Фарфоровый с матовым стеклом (полугерметический)		Ф _м

Тип светильника	Наименование светильника	Условное обозначение	
		графическое	буквенное
Герметические	Герметический рудничный РГП		P_z
	Блокированный для химических предприятий		B_x
Взрывобезопасные	Рудничный взрывобезопасный .		P_z

Классификация видов электрического освещения по степени пожарной опасности:

1 класс — освещение помещений извне; через окна, перекрытия при помощи кососветов, боковых светов.

2 класс — освещение помещений внутреннее при помощи взрывобезопасных светильников (рудничного типа Рв).

3 класс — освещение помещений внутреннее герметическими светильниками (типа РГ или Бх).

4 класс — освещение помещений внутреннее, закрытыми светильниками (водопыленепроницаемыми).

5 класс — освещение помещений внутреннее нормальными светильниками («Универсаль», глубоководный).

6 класс — освещение помещений внутреннее или через окна при помощи дуговых электрических фонарей (прожекторное).

Освещение 6 класса в промышленности носит временный характер, например, при киносъемках. Применение прожекторов ограничено, для целей освещения их применяют редко.

Выбор класса освещения или типа светильников для различного рода производств.















Для различных производств по пожарной характеристике класс освещения нужно выбирать в соответствии с данными табл. 41.

Таблица 41

№ п/п	Категория производства по ГОСТ 90015—39	Класс освещения	Примечание
1	Категория А	1 и 2	2 класс с особыми требованиями
2	» Б	2 и 3	Можно рекомендовать и 1 класс
3	» В	4	Можно рекомендовать 3 класс
4	» Г	5	
5	» Д	5	

Выбор светильников для помещений в зависимости от окружающей среды должен быть произведен также с учетом пожарной опасности процесса производства. Ориентировочно тип светильника может быть выбран по табл. 42.

Таблица 42

Типы светильников	Открытые (неуплотненные)						Защищенные				Закрытые		Герметические		Взрыво- опас- ные
															
Графическое обозначение															
Буквенное обозначение															
Характеристика помещения	A	Г _э	Ш _з	К	Л _ц		У _м	У _о	П _о	Н _о	В _м	Ф _м	Р _г	Б _х	Р _в
1 Сухие отапливаемые	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр		Пр	Пр	Пр	Рк	—	—	—	—	—
2 Неотапливаемые (сы- рые)	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр		Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Рк	—	—	—
3 Жаркие с t=35° и выше	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр		Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	—	—	—
4 Пыльные (пыль не проводящая и не го- рячая)	Рк	Рк	Рк	Рк	Рк		Рк	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	—	—	—
5 Пыльные (пыль прово- дящая, но не горя- чая)	Рк	Рк	Рк	Рк	Рк		Рк	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	—	—	—
6 Особо сырые	Рк	Рк	Рк	Рк	Рк		Рк	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	—	—	—
7 С едкими парами или газами	Рк	Рк	Рк	Рк	Рк		Рк	—	—	—	Пр	Пр	Пр	Пр	—
8 Опасные в пожарном отношении при от- сутствии горючей пыли во взвешенном состоянии	Рк	Рк	Рк	—	—		Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	—	Пр	—
9 Взрывоопасные: категории А категории Б														Пр Пр Пр	Пр Пр Пр

Освещение целесообразно устраивать через окна

Освещение целесообразно устраивать через окна

Условные обозначения:

Пр—светильник должен применяться для данного помещения.

Рк—светильник можно рекомендовать; в некоторых случаях можно рекомендовать установку светильников, не имеющих прямого назначения к данному помещению.

Пожарная опасность ламп. Электрические лампы накаливания часто служат причиной пожара.

1. Температура поверхности ламп бывает вполне достаточной для воспламенения горючих материалов: бумаги, хлопчатобумажных изделий, целлулоида, дерева. Нагрев лампы объясняется тем, что тепло, выделяемое в спирали, в большом проценте идет на нагрев стеклянной колбы. Температура поверхности стеклянных колб газонаполненных ламп дана в табл. 43.

Таблица 43

Мощность лампы, W	Максимальная температура поверхности колбы, °C
50	125—145
75	100—125
100	130—140
150	150—175
200	160—170
300	170—182
500	220—230
750	212—225
1000	225—240

Примечания: 1. Лампы для напряжения 120 V.

2. Наибольшая температура на поверхности колбы наблюдается в месте перехода сферической части колбы в цилиндрическую (при расположении цоколя сверху).

Лампы и от пыли, находящейся во взвешенном состоянии в окружающей среде, также может служить причиной пожара.

Пожарная опасность патронов. Поломка патрона или ослабление контактов может вызвать действие длительной искры. Кроме того, патроны в результате длительной работы при наличии плохого охлаждения перегреваются, в некоторых случаях при работе ламп большой мощности контакты могут нагреваться до красна. Попадание пыли или иных горючих материалов вызывает пожар. В практике часто имеют место короткие замыкания в патронах — в результате плохой очистки контактов провода в местах присоединения их к патрону.

Противопожарные мероприятия. Цоколь лампы должен быть сделан из неокисляющегося материала.

Расположение незащищенных ламп около легко горючих материалов воспрещается. Также воспрещается располагать лампы, не имеющие защитных устройств, в помещениях с наличием пыли во взвешенном состоянии или в помещениях, где возможны механические повреждения и химические воздействия.

Для защиты ламп от пыли, газов, паров необходимо надевать стеклянные колпаки, защищенные (при наличии возможных механических повреждений) сетками. Во взрывоопасных помещениях лампы большой мощности с патроном «Голиаф» не рекомендуются.

Основания патронов и токоведущие части должны быть установлены на огнестойком материале. Не разрешается применять патроны «Миньон» для напряжения выше 250 V, так как незначительный разрыв между полюсами может вызвать длительную вольтовую дугу. Не разрешается устройство выключателей в патронах «Миньон» и «Голиаф».

В нормальных патронах выключатели разрешается устанавливать при напряжении до 250 V, причем ручки выключателей должны быть из изолирующего материала.

Провода, присоединяемые к арматурам, находящиеся внутри или снаружи их, должны быть изолированы в полном соответствии с принятым напряжением.

Необходимо обращать внимание, чтобы провода, входящие в осветительную арматуру, не перерезались острыми ее краями и не имели сильных натяжений.

Патроны в арматурах должны быть прочно укреплены. При плохом укреплении может произойти короткое замыкание или прекращение подачи энергии.

Светильники весом свыше 1 кг на токоведущих жилах шнура подвешивать не разрешается. Шнуровые подвесы могут быть применены для низкого напряжения, за исключением помещений, опасных в пожарном отношении и в отношении взрыва. В этих помещениях применять шнуры не разрешается.

Осветительную арматуру для различного рода производств нужно выбирать на основании пожарной характеристики производства и конструктивной характеристики светильника.

§ 56. Дуговые лампы, электросварка и электроплавильные печи

Два угля, присоединенных к полюсам источника тока и приведенные в соприкосновение, замыкают электрическую цепь и по ней проходит ток. Если угли развести на некоторое расстояние, то между ними образуется яркая светящаяся дуга, которая носит название вольтовой дуги.

На принципе работы вольтовой дуги сконструированы различного рода прожекторы, аппараты электросварки, плавильные печи.

Дуговые лампы по конструкции и принципу действия разделяются на: а) открытые, б) с ограниченным доступом воздуха, в) открытые с эффективными углями. Температура раскаленной части углей в нормальных открытых дуговых лампах достигает 3500° .

Пожарная опасность дуговых ламп заключается в том, что во время работы раскаленные частицы угля могут выпадать на горючие материалы и воспламенять их.

От дуговых ламп, особенно параболических прожекторов, наблюдается большая температура луча, особенно в фокусе.

Противопожарные мероприятия. Во всех дуговых лампах необходимо предусмотреть устройство приспособления, препятствующего выпадению раскаленных частиц угля во время работы приборов.

К таким устройствам относятся: а) металлические задерживающие заслонки, б) сплошное застекление светового круга прожектора, в) установка специальных железных пепельниц в нижней части светового круга.

Дуговые лампы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) подвесы и арматуры дуговых ламп должны быть изолированы от токоведущих частей; подвесные тросы должны быть изолированы от фонарей;

б) отверстия для входа проводов в лампы и фонари должны быть так устроены, чтобы изоляция проводов не могла быть повреждена острым краем арматуры;

в) при высоком напряжении не разрешается пользоваться проводами для подвешивания дуговых ламп;

г) в цепях с напряжением до 1000 V дуговые лампы должны быть изолированы как от подъемных тросов, так и от кронштейнов, если они металлические, или же трос и кронштейн должны быть заземлены; при напряжении же выше 1000 V должны быть выполнены оба условия одновременно.

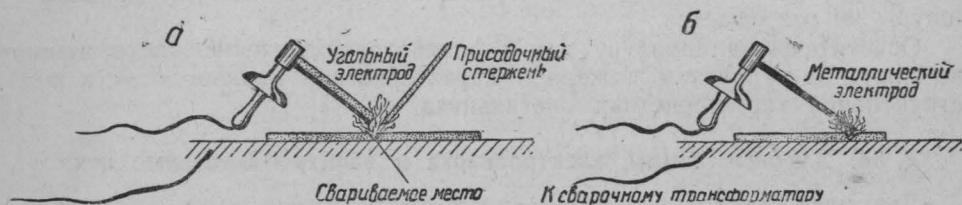
§ 57. Электрическая сварка

Под электрической сваркой понимается такой вид сварки, при которой тепло для сваривания (соединения металлических изделий) получается за счет превращения электрической энергии в тепловую.

В зависимости от принципа действия сварка разделяется на два основных вида:

- 1) сварка при помощи вольтовой дуги — дуговая сварка;
- 2) сварка при помощи сопротивления в местах свариваемых изделий — сварка методом сопротивления.

При дуговой сварке температура, необходимая для сваривания металлических изделий, создается между двумя электродами. Существует два способа дуговой сварки.

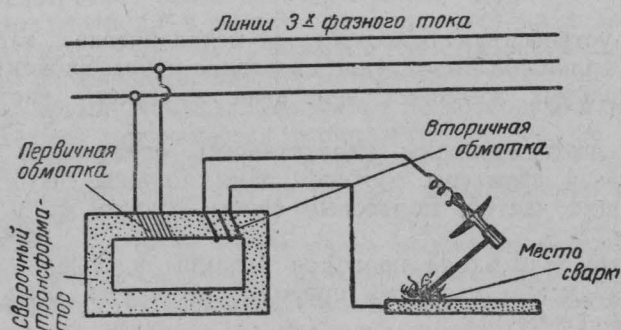


Фиг. 197. Дуговая сварка.

Первый (фиг. 197а) заключается в том, что вольтова дуга создается между угольным электродом, присоединенным к одному полюсу источника тока, и свариваемым изделием, присоединенным к другому полюсу. В получаемое пламя вольтовой дуги, имеющей температуру 3500° , вводят присадочный материал в виде металлического стержня. Стержень под действием высокой температуры плавится и масса заливает шов.

Второй способ сварки (фиг. 197б) аналогичен первому, но вместо угольного электрода применен металлический, который плавится и заливает место сварки.

Сварка методом сопротивления происходит за счет тепла, получаемого в месте стыка двух деталей. Ток большой силы, проходя по проводнику, встречает в месте стыка большое сопротивление и выделяет большое Джоулево тепло.



Фиг. 198. Схема сварочного аппарата.

Методом сопротивления производится сварка: стыковая, точечная и швом.

Электросварка производится при помощи специальных аппаратов (фиг. 198).

Пожарная опасность при электросварочных работах. Электрическая сварка изделий относится к категории опасных в пожарном отношении работ. На строительстве электросварку производят на открытых площадках или даже на лесах, где кругом имеется

много горючего материала. При сварке выделяется большое количество тепла и разлетаются искры, поэтому возможно воспламенение окружающих предметов и материалов.

Кроме того, сварка сопряжена с опасностью для рабочего, так как возможно:

- а) поражение электрическим током;
- б) поражение зрения ослепительным светом;
- в) поражение наружной части тела от брызг раскаленного металла и от температуры нагретых свариваемых деталей.

Противопожарные мероприятия при электросварочных работах. Основное условие пожарной безопасности при электросварочных работах, это — правильный режим всей работы и тщательная организация рабочего места.

Электросварочные работы должны производиться под общей ответственностью начальников цехов — на производствах и десятников — на строительных объектах. Непосредственную ответственность за соблюдение мер пожарной безопасности при сварке необходимо возлагать на наиболее квалифицированных в этой области рабочих. О порядке сварочных работ и соблюдении мер пожарной безопасности должны быть вывешены инструкции. Все сварочные работы на предприятии должны санкционироваться начальником пожарной охраны. Сварка конструкций при наличии деревянных лесов должна производиться при условии защиты близ расположенных деревянных частей асбестовым картоном или металлическими листами.

Сварочные аппараты, устанавливаемые в помещениях, должны быть изолированы от огнеопасной окружающей среды. Открытые аппараты допустимы в особых случаях, в безопасных помещениях и при условии отделения их от рабочих мест огнестойкими или полугогнестойкими щитами. В помещениях, где устанавливаются сварочные аппараты, особенно при дуговой сварке, не должно быть горючих материалов.

На территории завода; склада, где почва пропитана легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, открытая сварка не допускается.

В помещениях с наличием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей или пожароопасных газов, сварка не допускается.

Также воспрещается производить ремонтно-сварочные работы:

а) если в таре находятся пары легковоспламеняющихся жидкостей или газы; перед сваркой тару нужно пропитывать, промывать горячей водой или при помощи углекислого газа (от двигателя автомобиля);

б) если сварочная аппаратура неисправна или не проверена.

Корпуса сварочных аппаратов, трансформаторов и других частей должны быть заземлены. Сопротивление изоляции токоподводящих проводов и кабелей должно соответствовать нормам.

Помещения, где установлены сварочные аппараты, должны удовлетворять следующим требованиям:

а) полы должны быть огнестойкие или полугогнестойкие;

б) деревянные стены при расположении сварочных аппаратов от них менее чем на 4 м должны быть защищены от огня.

Сварочный агрегат должен иметь пусковые и контрольные приборы — для контроля нагрузки, напряжения, для пуска и регулировки.

Баллоны с горючими газами при газо-электрической сварке должны быть удалены от сварочного агрегата не менее чем на 5 м.

При сварочных работах большого объема на предприятиях и стройках (особенно в летнее время) должен быть установлен пожарный пост с необходимыми первичными огнегасительными средствами.

По окончании сварочных работ пожарная охрана объекта обязана тщательно проверить места сварки в пожарном отношении.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМАШИН И ПУСКОВЫХ АППАРАТОВ

§ 58. Общая классификация электромашин

В зависимости от конструкции, принципа работы и назначения электрические машины классифицируются следующим образом.

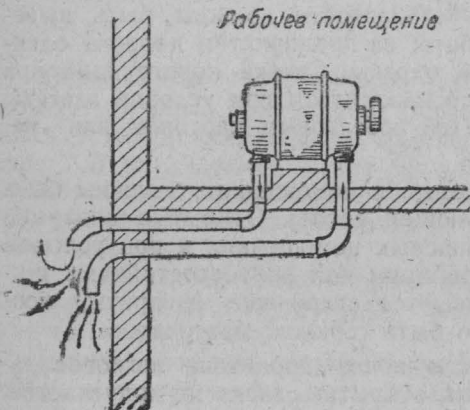
а) Машины постоянного и переменного тока. Машины переменного тока подразделяются на однофазные и трёхфазные.

б) Генераторы, превращающие механическую энергию в электрическую.

в) Двигатели или моторы, превращающие электрическую энергию в механическую.

г) Мотор-генератор-агрегат, состоящий из двух или нескольких машин, предназначенных для преобразования одного рода тока в другой.

Неотъемлемой частью любой электромашин служит система охлаждения.



Фиг. 199. Постороннее охлаждение электромашин.

Неисправность системы охлаждения влечет за собой перегрев машины и, как следствие, пожар. Способы охлаждения электромашин бывают следующие:

а. Естественное охлаждение. Машина охлаждается окружающим воздухом без каких-либо устройств.

б. Самовентилиция. Охлаждение машины производится вентилятором или иным приспособлением, составляющим с вращающейся частью машины одно целое. Сюда же относятся двигатели с внешним обдуванием или наружной вентиляцией.

в. Постороннее охлаждение. Охлаждение осуществляется при помощи воздуха (фиг. 199), замкнутой циркуляцией газа или воды.

Защита электромашин определяет возможность ее применения в различных по пожарной опасности помещениях. По способу защиты машины делаются на:

а) открытые, у которых все рабочие части не имеют защиты от прикосновения или против попадания внутрь посторонних предметов (фиг. 200);

б) защищенные, у которых имеются устройства, препятствующие прониканию внутрь машины посторонних предметов, но не защищенные от пыли, влаги, газа (фиг. 201);

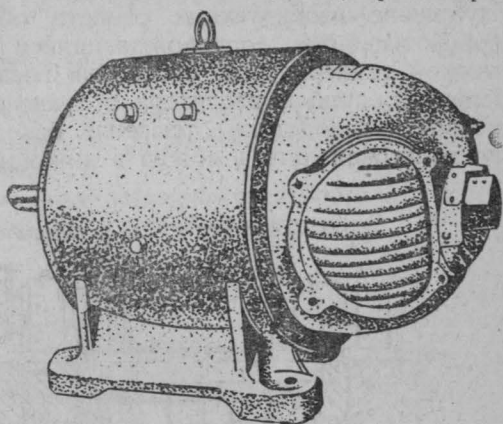
в) закрытые, у которых корпус имеет уплотнения, препятствующие

щие прониканию внутрь машины пыли и наружного воздуха; герметичностью эти машины не обладают;

г) с закрытыми контактными кольцами, у которых контактные кольца ротора помещены в особую закрытую коробку;

д) герметические, у которых корпус закрыт таким образом, что внутрь машины не могут проникать пары, газы и жидкости (фиг. 202);

е) взрывобезопасные, у которых исключается разрушение корпуса при воспламенении внутри машины взрывчатой смеси и передача взрыва в окружающую среду (фиг. 203).



Фиг. 201. Электродвигатель защищенный.

§ 59. Пожарная опасность при эксплуатации электромашин

Электрические машины при работе вызывают пожарную опасность. Условия, способствующие возникновению пожара в машинах, следующие:

а) наличие значительной потенциальной энергии, особенно в генераторах;

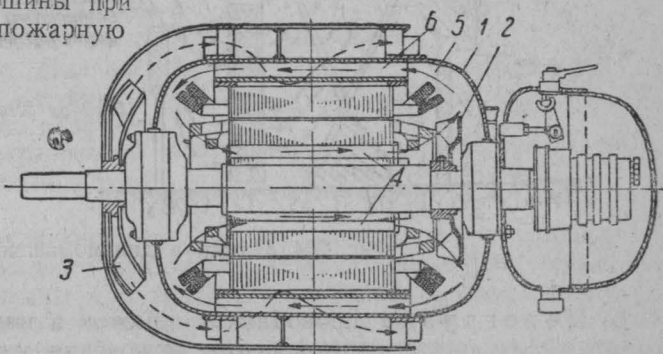
б) наличие промасленных изолирующих легкогорючих оболочек;

в) легкая доступность кислорода (воздуха) к местам горения или нагрева.

Пожары электрических машин происходят от несоблюдения противопожарных правил при их установке в различных по пожарной опасности производствах, отсутствия строгого наблюдения за исправным состоянием машин и несоблюдения установленного режима работы в процессе эксплуатации.

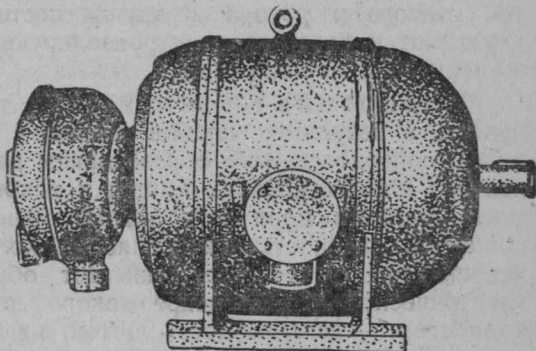
Причины, вызывающие пожар в электромашинах, следующие:

а) Короткое замыкание в обмотках электродвигателей, динамомашин и в местах присоединения проводов и кабелей к клеммам. Короткое замыкание вызывает значительное увеличение силы тока и выделение тепла. При неисправной работе защитных устройств это приводит к горению обмоток. Причиной короткого замыкания может



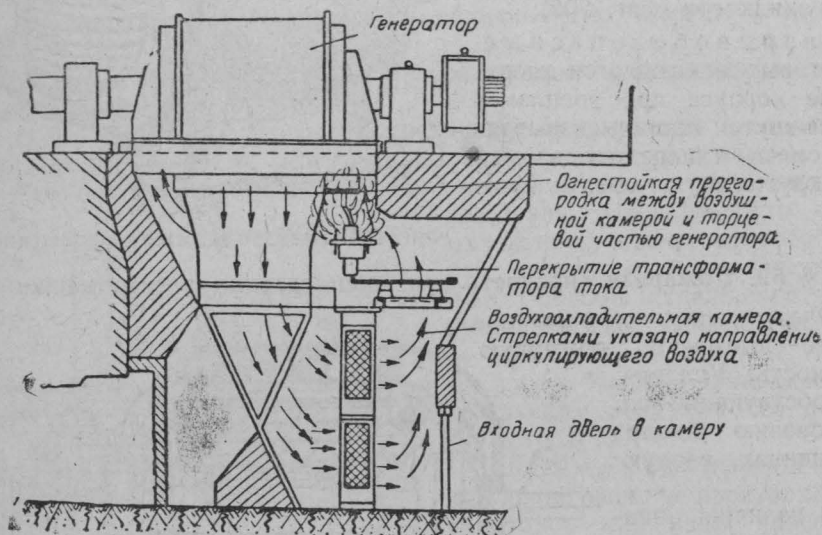
Фиг. 202. Электродвигатель герметический:

1—стальной взрывонепроницаемый кожух; 2—внутренний вентилятор; 3—внешний вентилятор; 4—осевые отверстия для воздуха; 5—статорная обмотка; 6—трубы для циркуляции воздуха.



Фиг. 203. Электродвигатель взрывобезопасный.

быть пробой изоляции в результате перенапряжений (например, от атмосферного электричества), порча изоляции обмоток от механических повреждений, порча изоляции от разъедания химическими парами. Ухудшение изолирующих свойств обмоток вызывает перекрытие — пробой изоляции, сопровождающийся образованием вольтовой дуги с высокой температурой, способной воспламенить горючие части машины. Например, пробой изолятора в трансформаторе тока (фиг. 204) может произойти вследствие отсырения бакелиита; пробой повлечет образование вольтовой дуги и пожар в динамомашине.



Фиг. 204. Пожар в динамомашине.

б) Перегрузка проводников обмоток и машины в целом происходит в результате неправильного включения машины в электросеть; несоответствия расчетных данных машины потребной нагрузке. Перегрев машины также может произойти от неисправной системы охлаждения — вентиляции. Перегрузка влечет образование большой силы тока в проводнике, выделение большого количества тепла, перегрев обмоток статора и ротора и других частей. При длительной перегрузке ухудшаются качества электроизолирующих материалов, происходит их высыхание и воспламенение.

в) Искрение в электромашинах происходит от ряда причин. Например, в результате пробоя изоляции обмоток или других частей машины, сопровождаемое образованием вольтовой дуги; искрение на коллекторе или на кольцах машин и искрение в результате плохого контакта внешней цепи с клеммами машины. Наиболее частая причина пожарной опасности — искрение на коллекторе или кольцах. Нередко искрение на коллекторе вызывает образование «кругового огня», — электрической искры непрерывного действия. Причины искрения на коллекторе — неисправность щеток, их загрязнение, неплотность, износ в местах соприкосновения с контактными кольцами или коллектором, порча пластин коллектора и его загрязнение.

г) Перегрев подшипников происходит при недостаточной смазке и плохом качестве масел, при попадании посторонних предметов, при неправильном положении вала. При перегреве подшипников смазка может нагреваться до температуры ее самовоспламенения и воспламениться. Горение подшипников может вызвать пожар во всей электромашине.

д) Плохой контакт в местах присоединения проводов внешней цепи к машине, что приводит к местным нагреваниям и возможному загоранию изоляционных оболочек проводников.

е) Действие токов Фуко¹.

§ 60. Противопожарные мероприятия в электромашинах

Противопожарные мероприятия в электромашинах могут быть двойные: 1) проводимые при устройстве электромашин; 2) проводимые в процессе установки и эксплуатации электромашин.

В первом случае меры предупреждения пожарной опасности нужно проводить в момент проектирования и монтажа электромашины. При проектировании основное внимание нужно уделять величине допускаемых нагрузок, температуре нагрева электромашин и выбору соответствующих предохранительных устройств.

Подбор соответствующих плавких предохранителей может быть произведен по методу, указанному в главе III.

В динамомашинах и двигателях большой мощности устанавливают защитные автоматы, реле. Для защиты электродвигателей от коротких замыканий и опасных перегрузок кроме плавких предохранителей применяют электромагнитные и тепловые реле (фиг. 205).

Обмотка катушки 1 включается в сеть последовательно с защищаемым двигателем. В нормальном состоянии якорь 2 отведен от сердечника 3 при помощи пружины 4 и замыкает контакты 5, соединенные последовательно с катушкой контактора.

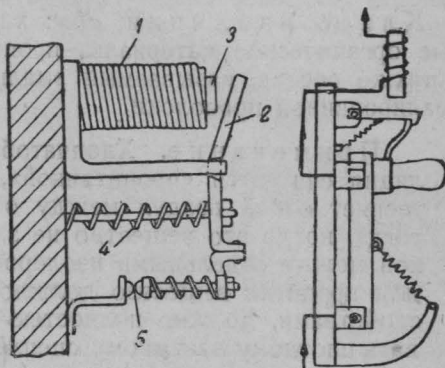
В момент достижения током значения, превышающего установку реле, сердечник в состоянии притянуть якорь, последний, притягиваясь, создает размыкание цепи, в результате контактор выпадает и отключает двигатель от сети.

Для защиты двигателей от перегрузки и недопустимого перегрева в цепях контакторного управления распространены тепловые реле с биметаллической пластинкой.

Подбор и установка защитных устройств в электромашинах определяется возможностью допустимых перегрузок и перегрева по времени. Для генераторов допускается перегрузка на 50% лишь в течение 2 мин. В пределах двух минут обслуживающий персонал сумеет принять меры или в крайнем случае должно сработать защитное устройство.

Плавкие предохранители, автоматические выключатели-реле нужно устанавливать в соответствии с рабочей характеристикой машины, с конструктивным ее выполнением, классом изоляции и охлаждения и допускаемыми величинами перегрева и перегрузки.

Максимальный нагрев электрических машин при продолжительной и повторно кратковременной работе характеризуется превышением температуры, разностью температур нагретой части машины и охлаждающей среды. При кратковременной же работе нагрев характеризуется разностью температур частей машины в конце и в начале работы. Практически температуру наиболее нагретых частей определять



Фиг. 205. Схема электромагнитного реле мгновенного действия.

¹ См. главу I, часть II.

очень трудно, поэтому в нормы введено понятие о «наибольших наблюдаемых температурах», значение которых может быть получено при измерении различными методами. Причем установленная нормами температура охлаждающей среды для воздуха равна 35°.

Наибольшие наблюдаемые температуры и наибольшие их превышения зависят, главным образом, от класса изоляции данной машины. Изолирующие материалы, применяемые в электромашинах, делятся на пять классов¹:

- 1) класс изоляции «А»
- 2) класс изоляции «В»
- 3) класс изоляции «ВС»
- 4) класс изоляции «СВ»
- 5) класс изоляции «С»

Класс изоляции «А»: хлопок, шелк, бумага и другие подобные органические материалы, пропитанные либо погруженные в масло, а также состав, называемый эмалью и применяемый при изготовлении эмалированной проволоки.

Примечание. Хлопчатобумажная, бумажная и шелковая изоляция считается «пропитанной», если пропитывающее вещество вытесняет собой воздух между отдельными волокнами, притом даже тогда, когда это вещество не заполняет собой полностью промежутков между отдельными изолированными проводниками. Применяемое для пропитки вещество должно обладать хорошими изолирующими свойствами, должно полностью обволакивать волокна и способствовать плотному взаимному сцеплению волокон как между собой, так и с проводником; оно не должно разжижаться при допустимых предельных температурах и не должно терять своих свойств при продолжительном действии тепла.

Класс изоляции «В»: изделия из слюды и асбеста, содержащие вяжущие вещества.

Если совместно с изолирующими материалами класса «В» применены, с целью крепления, изолирующие материалы класса «А», то такую изоляцию можно относить к классу «В» при условии, что ни электрические, ни механические свойства обмотки с такой изоляцией под действием температуры, допускаемой для материалов класса «В», не будут претерпевать изменений, которые могли бы сделать изолирующий материал непригодным для длительной работы.

Класс изоляции «ВС»: изделия из слюды, стеклянной пряжи и асбеста на теплостойких лаках.

Если совместно с изолирующими материалами класса «ВС» применены, с целью крепления, изолирующие материалы класса «А», то такую изоляцию можно относить к классу «ВС» при условии, что ни электрические, ни механические свойства обмотки с такой изоляцией под действием температуры, допускаемой для класса «ВС», не будут претерпевать изменений, которые могли бы сделать изолирующий материал непригодным для длительной работы.

Примечание. Изоляцию класса «ВС» нужно рассматривать как изоляцию класса «В» повышенной теплостойкости; в изоляции класса «ВС» применяются специальные лаки, более теплостойкие, чем лаки и компаунды, применяемые для изоляции класса «В».

Класс изоляции «СВ»: изделия из слюды, стеклянной пряжи и асбеста на теплостойких лаках без применения изолирующих материалов класса «А».

Класс изоляции «С»: слюда и стеклянная пряжа без вяжущих веществ, фарфор, стекло, кварц и подобные материалы.

¹ ГОСТ 183—41—Машины электрические.

Изоляция, изготовленная из материалов разных классов. Если изоляция содержит изолирующие материалы разных классов (за исключением случаев, упомянутых при характеристике классов «В» и «ВС»), то температура каждого из этих материалов не должна превосходить допускаемую для него предельную температуру.

Примеры:

а) Если для разных частей одной и той же обмотки (например, для заложённых в пазы и для лобовых) применены различные классы изолирующих материалов, то предельная допускаемая температура для каждой из частей обмотки определяется примененной для этой части изоляцией.

б) Если изоляция какой-либо части машины состоит из чередующихся слоев изолирующих материалов разных классов (например, чередующихся слоев материалов класса «А» и класса «В»), то нужно различать два случая:

1) если возможно измерить достигаемую каждым слоем температуру, то можно для каждого материала допускать предельную для него температуру;

2) если измерение достигаемых температур невозможно, то предельной допускаемой температурой для рассматриваемой части обмотки служит та температура, которая соответствует материалу с наименьшей предельной допускаемой температурой.

В табл. 44 даны пределы допускаемых превышений температур при температуре охлаждающего воздуха $+35^{\circ}\text{C}$.

Таблица 44

№ п/п	Части машин	Изоляция класса «А»				Изоляция класса «В»			
		Метод термометра	Метод сопротивления	Метод заложённых температурных детекторов		Метод термометра	Метод сопротивления	Метод заложённых температурных детекторов	
				между катушками в одном пазу	между поверхностью катушки и дном паза			между катушками в одном пазу	между поверхностью катушки и дном паза
11	а) Обмотки переменного тока турбогенераторов мощностью в 5000 kVA и выше б) обмотки переменного тока явнополюсных машин и асинхронных машин мощностью в 5000 kVA и более или с длиной сердечника в один метр и более	—	—	65°C	55°C ³	—	—	85°C	75°C ³
22,6	а) Обмотки переменного тока машин более мелких, чем указанные в п. 1 б) Обмотки возбуждения (многослойные) машин постоянного тока и переменного тока с возбуждением постоянным током, кроме указанных в п.п. 3 и 4. в) Якорные обмотки, соединённые с коллектором	60°C ³	65°C	—	—	75°C ³	85°C	—	—

№ п/п.	Части машин	Изоляция класса «А»				Изоляция класса «В»			
		Метод термометра	Метод сопротивления	Метод заложённых температурных детекторов		Метод термометра	Метод сопротивления	Метод заложённых температурных детекторов	
				между катушками в одном пазу	между поверхностью катушки и дном паза			между катушками в одном пазу	между поверхностью катушки и дном паза
3	а) Однорядные обмотки возбуждения . . . б) Обмотки возбуждения турбогенераторов и стержневые обмотки роторов асинхронных машин при числе стержней в пазу не больше двух . . .	70°C	70°C	—	—	95°C	95°C	—	—
4 ²	Обмотки возбуждения малого сопротивления, имеющие несколько слоев и компенсационные обмотки	65°C	65°C	—	—	85°C	85°C	—	—
5	Изолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя . . .	65°C	—	—	—	85°C	—	—	—
6	Неизолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя	Превышение температур этих частей ни в коем случае не должно достигать величины, которая создавала бы риск повреждения изолирующих или других смежных материалов							
7	Железные сердечники и другие части, не соприкасающиеся с обмотками								
8	Железные сердечники и другие части, соприкасающиеся с обмотками	65°C—если изоляция обмоток принадлежит к классу «А» 85°C—если изоляция обмоток принадлежит к классу «В» и при этом для изоляции листов активного железа применен соответствующий лак							
9	Контактные кольца как защищенные, так и незащищенные . . .	70°C	—	—	—	90°C	—	—	—
10	Коллекторы *	65°C	—	—	—	85°C	—	—	—
11	Подшипники скольжения . . .	45°C	—	—	—	45°C	—	—	—
12 ⁵	Подшипники качения	60°C	—	—	—	60°C	—	—	—

¹ В случае применения метода встраиваемых детекторов при контрольных испытаниях машин этих категорий допускаемые превышения температур для пазных частей обмотки не должны превышать 65° С для изоляции класса «А» и 85° С — для изоляции класса «В».

² Одновременное измерение превышения температуры по методу термометра и по методу сопротивления не требуется, так как величины превышения температур, данные в табл. 44, для измерения по методу термометра и для измерения по методу сопротивления, не могут применяться для взаимного контроля. Если в некоторых специальных случаях желательно иметь отсчет по термометру

Примечание. В том случае, когда, кроме температурных детекторов, заложенных между катушками, закладываются также детекторы на дно паза для измерения температуры железа, то превышения температур железа не должны превосходить значений, указанных в табл. 44 для обмоток при измерении температур между катушками в одном пазу.

Применение для обмоток изоляции из хлопка, шелка, бумаги и других подобных материалов без пропитки или погружения в масло не рекомендуется; в тех случаях, когда изоляция выполнена этим способом, пределы допускаемых превышений температур, указанные в табл. 44 для класса «А», должны быть снижены на 15°C .

Для обмоток, изолированных материалами класса «ВС» и соприкасающихся с ними железных сердечников и других частей пределы допускаемых превышений температур устанавливаются на 15°C больше пределов, указанных в табл. 44 для материалов класса «В».

Для обмоток, изолированных материалами класса «СВ», пределы допускаемых превышений температур повышаются по сравнению с указанными в табл. 44 для материалов класса «В» соответственно повышению теплостойкости лаков, примененных при изготовлении изоляции класса «СВ».

Для изолирующих материалов класса «С» предела для превышения температуры не устанавливается.

Пределы допускаемых температур. Пределы допускаемых температур для изолирующих материалов класса «А» и класса «В» получаются суммированием:

1) предельного допускаемого по табл. 44 для данной части машины превышения температуры при указанном в таблице классе изоляции («А» или «В») и указанном методе измерений температуры этой части машины и 2) предельной допустимой температуры охлаждающего воздуха, принятой при составлении табл. 44 равной $+35^{\circ}\text{C}$.

Пределы допускаемых превышений температур при предельной допустимой температуре охлаждающего воздуха, отличающейся от $+35^{\circ}\text{C}$. Если машина должна работать при предельной допустимой температуре охлаждающего воздуха, отличающейся от $+35^{\circ}\text{C}$, но лежащей в пределах от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$, то пределы допускаемых превышений температур изменяются в соответствии с разностью между температурой $+35^{\circ}\text{C}$ и заданной температурой охлаждающего воздуха; эти измененные пределы допускаемых превышений температур и соответствующие им измененные номинальные данные машины указываются заводом-изготовителем.

или по встроенному температурному детектору в дополнение к величинам, полученным по методу сопротивления, то допускаемое превышение температуры по термометру или встроенному температурному детектору, помещенному в наиболее горячую точку, не должно превышать 70°C , если обмотка изолирована материалами класса «А», и 90°C , если обмотка изолирована материалами класса «В».

³ Для обмоток машин переменного тока, изолированных для номинального напряжения, большего 11000 В, пределы превышения температур, определяемые термометром или заложёнными детекторами, должны быть снижены против вышеуказанных данных на $1,5^{\circ}\text{C}$ на каждые 1000 В или часть 1000 В сверх 11000 В. Превышения температур обмоток, изолированных на напряжение, большее 16000 В, должны быть предметом особого соглашения между заказчиком и заводом-изготовителем.

⁴ Указание класса изоляции относится к изоляции обмотки, соединяемой с коллектором.

⁵ В случае применения специальных подшипников качения, для которых заводами, их изготовляющими, допускаются большие превышения температур, чем указано здесь, эти превышения могут быть соответственно повышены.

⁶ Указанные для этих обмоток пределы превышений температур по методу сопротивления повышаются на 5°C для закрытых машин напряжением не свыше 1500 В.

Предельная допустимая температура охлаждающей воды. Предельная допустимая температура воды, поступающей в охладители машины, снабженной таковыми, должна быть ниже предельной допустимой температуры охлаждающего воздуха не менее чем на 10°C .

Примечание. В случаях, когда указанное требование не может быть выполнено по условиям места установки машины, допускается снижение указанной разности температур.

Основные методы измерения температур в электрических машинах. При испытании электрических машин на нагревание применяются следующие четыре метода измерения температур:

- а) метод термометра,
- б) метод сопротивления,
- в) метод заложенных температурных детекторов,
- г) метод встраиваемых температурных детекторов.

Метод термометра. В этом методе температура определяется термометром, прикладываемым к доступным поверхностям собранной машины. Термин «термометр» включает также незаложенные термопары и незаложенные термометры сопротивления. Метод термометра дает температуру поверхности в точке приложения термометра.

Если термометры применяются в таких местах машины, в которых во время измерения температуры имеются магнитные поля, движущиеся или переменные, то нужно применять спиртовые термометры, так как в указанных условиях ртутные термометры могут дать неверные результаты.

Метод сопротивления. Этот метод применяется для определения температуры обмотки. Температура определяется по возрастанию сопротивления обмотки постоянному току относительно значения этого сопротивления, которое было измерено при практически холодном состоянии машины. Метод сопротивления дает среднее значение температуры обмотки.

Отношение температур при нагретом и при практически холодном состоянии обмотки, выполненной из меди, можно получить по формуле:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\vartheta_2 + 235}{\vartheta_1 + 235},$$

где:

R_2 — сопротивление обмотки в нагретом состоянии;

R_1 — сопротивление обмотки в практически холодном состоянии;

ϑ_2 — температура обмотки в нагретом состоянии в $^{\circ}\text{C}$;

ϑ_1 — температура обмотки в практически холодном состоянии в $^{\circ}\text{C}$.

Формула применима и в том случае, когда обмотка выполнена из алюминия; необходимо лишь коэффициент 235 заменить коэффициентом 245.

Метод заложенных температурных детекторов. Под заложенными температурными детекторами понимают как термометры сопротивления, так и термопары, заложенные во время изготовления машины в таких ее точках, которые недоступны после окончания изготовления машины.

В обмотку, температуру которой имеется в виду измерять заложенными температурными детекторами, должно быть заложено не менее шести детекторов. Детекторы должны быть расположены равномерно по окружности машины и заложены в таких точках обмотки в осевом направлении пазов, в которых можно ожидать наибольших температур. Каждый детектор должен быть в непосредственном соприкосновении с поверхностью, температура которой подлежит измерению, и, кроме того, должен быть надежно защищен от воздействия охлаждающего воздуха.

Метод заложенных температурных детекторов дает температуры предполагаемых наиболее горячих точек.

Расположение заложенного температурного детектора в пазу машины: С целью приближения заложенного в обмотку температурного детектора к наиболее нагретому слою изоляции предлагаются следующие способы расположения детектора в пазу в зависимости от числа индуктированных сторон обмотки в одном пазу (от числа катушек в пазу):

а) Две катушки в пазу. В этом случае детекторы должны быть помещены внутри пазов между изолированными катушками.

б) Более двух катушек в пазу. Детекторы нужно располагать между изолированными катушками в тех местах, где можно ожидать наибольших температур.

в) Одна катушка в пазу. Детектор нужно помещать в дне паза между внутренней поверхностью изоляции паза и наружной поверхностью изолированной катушки.

Метод встраиваемых температурных детекторов. Под встраиваемыми температурными детекторами понимают как термометры сопротивления, так и термопары, встраиваемые в изготовленную машину для производства испытания на нагревание.

Детекторы встраиваются в готовую машину в лобовые части обмотки или в пазы или между отдельными листами активного железа (на глубину не менее 5 мм от поверхности железа) в таких доступных точках, в которых можно ожидать наибольших температур.

Пожарная профилактика при установке и эксплуатации электромашин

а) Электромашины устанавливают в полном соответствии с конструктивным их выполнением. На практике нередко машины, не соответствующие по конструкции характеру помещения, дополнительно защищают кожухами. Такое решение вопроса не уменьшает пожарной опасности от машины, а иногда и увеличивает ее. Дополнительное устройство кожуха снижает эффективность охлаждения машины, машина перегревается, чем вызывает пожарную опасность.

б) Установка открытых электрических машин в помещении, где имеется постоянное скопление горючих материалов, не разрешается; машина должна иметь конструкцию, дающую гарантию пожарной безопасности для данного помещения, или машина должна быть вынесена за пределы пожароопасного помещения. Установка динамомашины в помещениях, опасных в пожарном отношении или в отношении взрыва, не разрешается.

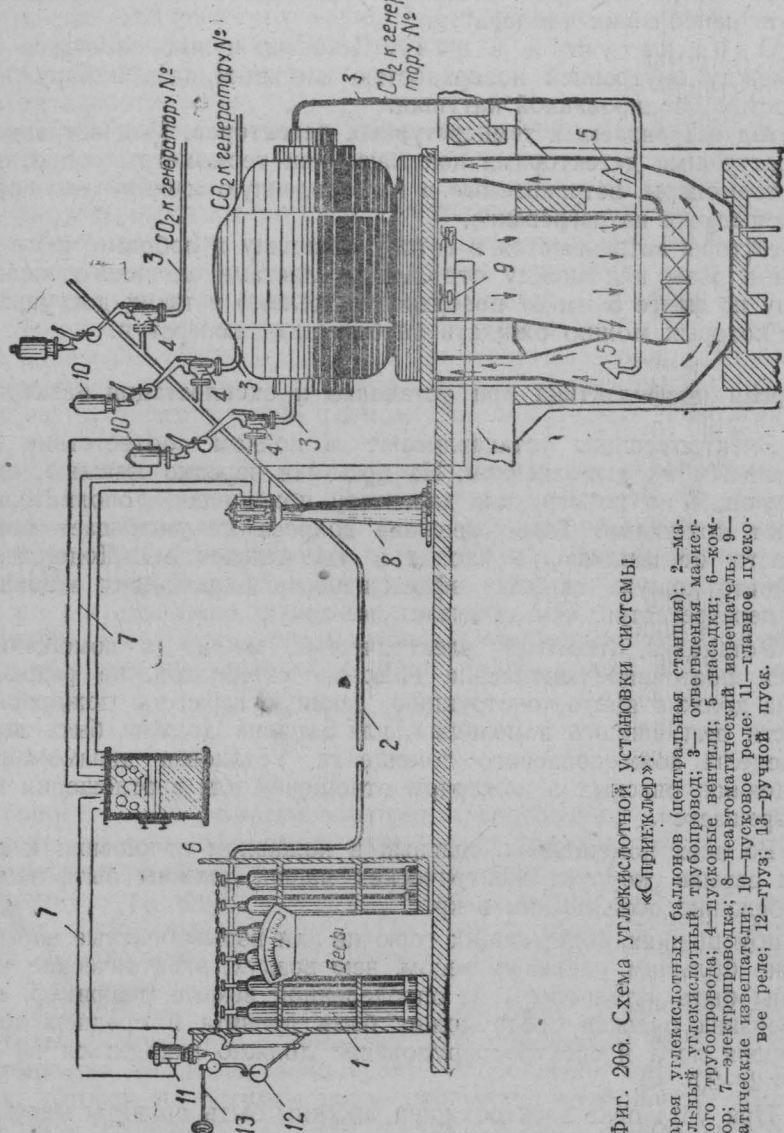
в) Во всех помещениях, опасных в пожарном отношении и в отношении взрыва, корпуса электрических машин должны быть заземлены во избежание образования искр.

В помещениях, содержащих горючие или взрывоопасные пары, обладающие большим удельным весом, чем воздух, электрические машины должны быть установлены на определенной высоте (например, при парах бензина опасная среда может быть принята в среднем до 1,5 м от уровня пола и электрооборудование должно находиться на высоте более 2—2,5 м).

г) При установке электромашин должны быть приняты меры, чтобы в процессе работы случайно образовавшиеся искры или вольтова дуга не могли воспламенить горючие материалы. Вблизи машин не должны находиться мелкие, хорошо проводящие ток предметы (инструменты, изделия из металла, металлические стружки, опилки), ибо попадание металлических частей на зажимы, коллектор или другие неизолированные части могут вызвать короткое замыкание и послужить причиной пожара.

д) Защитные кожухи машин должны быть из огнестойкого или полугонестойкого материала. Размеры кожуха должны быть рассчитаны на возможность нормального охлаждения машины.

- е) Наружные части машин, находящиеся под напряжением, должны быть укреплены на изолирующих огнестойких основаниях.
- ж) Необходимо систематически вести наблюдение за исправным состоянием изоляции.
- з) В производствах категории А электрические машины должны быть взрывобезопасного типа.
- и) Должен быть установлен систематический надзор за работой щеток на коллекторе или на кольцах.



Фиг. 206. Схема углекислотной установки системы «Спринклер»;

1—батарея углекислотных баллонов (центральная станция); 2—магистральный углекислотный трубопровод; 3—ответвления магистрального трубопровода; 4—пусковые вентили; 5—насадки; 6—коммутатор; 7—электропроводка; 8—неавтоматический извещатель; 9—автоматический извещатель; 10—пусковое реле; 11—главное пусковое реле; 12—груз; 13—ручной пуск.

- к) Необходимо систематически следить за наличием смазки в подшипниках, производить их очистку или промывку керосином.
- л) Основное внимание при эксплуатации электромашин должно быть обращено на своевременный контроль температур нагрева. Практически нагрев машин может быть определен: на ощупь — рукой, термометрами или при помощи термомпар, установленных в области обмоток электромашин. Перегрев машины устанавливают сравнением показаний

термометра или термоэлектрического пирометра с табличными величинами допускаемых температур для данного типа машины.

При пожаре в динамомашине или двигателе необходимо немедленно приступить к его тушению, приняв меры личной защиты.

В качестве огнегасительных средств могут быть применены: углекислота, насыщенный пар, сухие и воздушно-пенные огнетушители. В больших установках для генераторов наиболее целесообразно устраивать стационарные паровые или углекислотные установки (фиг. 206).

§ 61. Пусковая электротехническая аппаратура

В зависимости от назначения, режима работы и конструкции пусковая аппаратура разделяется на классы, указанные в табл. 45.

Таблица 45

№ п/п.	Классификация аппаратов	Характеристика класса
1	Открытые	Аппараты с кожухом или без него, не защищенные от случайного прикосновения и попадания посторонних тел
2	Защищенные	Аппараты, заключенные в кожух с отверстиями, но имеющие защиту от попадания посторонних предметов и случайных прикосновений
3	Плотно-закрытые	Аппараты, имеющие кожух с уплотнениями во всех пазах, что дает возможность предохранить контакты от пыли и воды, но не защищает от газов
4	Защищенные от химического воздействия	Аппараты, выполненные таким образом, что действие паров и газов не влияет на их конструктивные части
5	Герметические	Аппараты, имеющие прочный кожух, с уплотнениями во всех пазах против попадания внутрь сырости, газов, паров
6	Взрывобезопасные	Аппараты с масляным наполнением или же со специальным кожухом, предотвращающим взрыв внутри аппарата или же препятствующим распространению пламени от машины.

Пожарная опасность в пусковых аппаратах. Поскольку пусковые аппараты представляют собой рубильники или выключатели, то причины пожарной опасности будут те же, что и в рубильниках, выключателях, реостатах (см. главу IV, части второй).

Нагрев пусковых аппаратов зависит от условий работы, способа охлаждения и температуры окружающего воздуха. Нагрев аппарата с воздушным охлаждением ограничен нагревом находящегося рядом с ним изоляционного материала.

Токоведущие контакты пусковых аппаратов с воздушным охлаждением не должны нагреваться выше 70° .

Пусковые аппараты с масляным охлаждением ограничены нагревом масла. В момент работы масло, находящееся в этих аппаратах, не должно нагреваться выше $90-100^{\circ}$. Изолирующие материалы, применяемые в пусковых аппаратах, разрешается нагревать в пределах величин, указанных в первой главе второй части.

§ 62. Выбор безопасных машин и пусковых аппаратов для различных категорий производств

Электрические машины и пусковые аппараты для различного рода производств, согласно пожарной характеристике, могут быть выбраны по табл. 46.

Таблица 46

№ п/п	Категория производства	Класс машины	Класс пускового аппарата	Примечание
1	Категория А	Взрывобезопасные	Взрывобезопасные	Лучше всего выбрать из помещений
2	» Б	То же и герметические	Взрывобезопасные Герметические	
3	» В	Закрытые и герметические	Плотно закрытые, герметические	
4	» Г	Закрытые и защищенные	Закрытые. Плотно-закрытые	
5	» Д	Защищенные и с закрытыми контактными кольцами	Защищенные. Закрытые	

В каждой категории производства имеются различные по пожарной опасности помещения, поэтому в табл. 47 дается уточнение в смысле выбора класса машины не для всего производства в целом, а для отдельных помещений.

Таблица 47

№ п/п	Характер помещений \ Класс машин	Открытые	Защищенные	Закрытые	С закрытыми контактными кольцами	Герметические	Взрывобезопасные
1	Сухие, без содержания горючих предметов	Пр	Пр	Рк	—	—	—
2	Сырые, без содержания горючих предметов	—	—	Пр	Рк	Рк	—
3	Особо сырые	—	—	—	Рк	Пр	—
4	С едкими парами или газами	—	—	—	—	Пр	—
5	Пыльные, с наличием горючей пыли	—	—	Пр	Пр	Рк	—
6	Опасные в пожарном отношении	—	—	—	—	Пр	Рк
7	Опасные в отношении взрыва	—	—	—	—	Пр	Пр

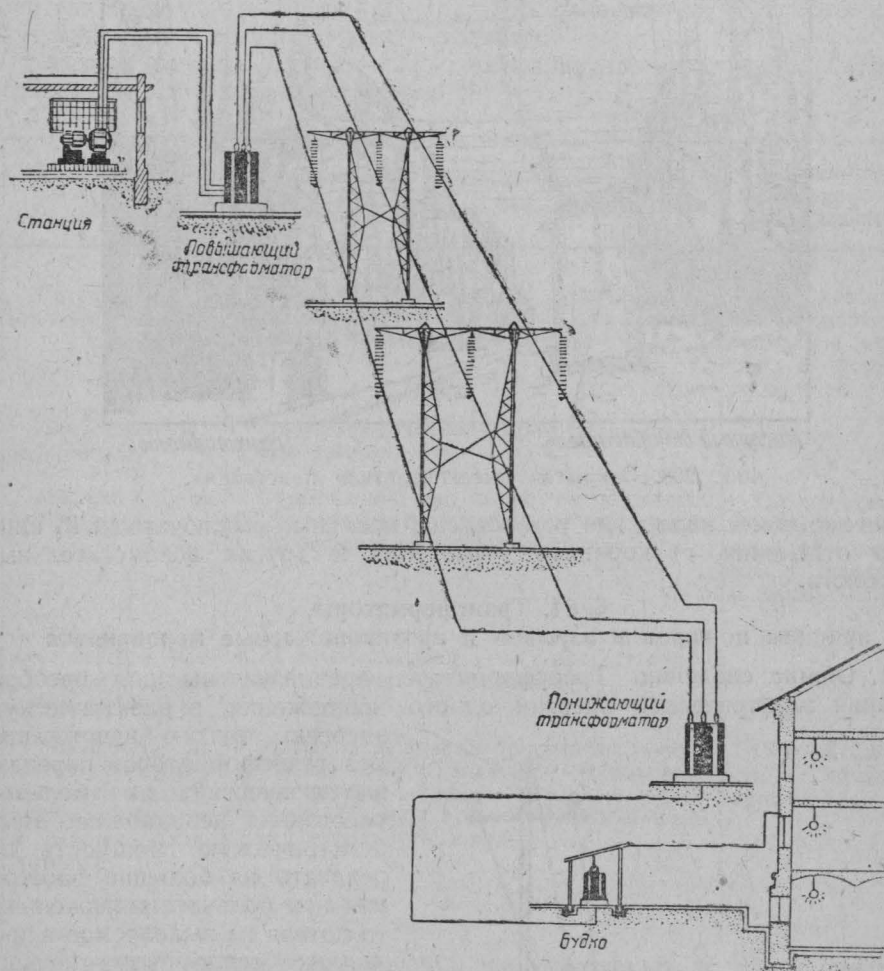
Примечание. Пр — нужно принимать для установки в указанном помещении.

Рк — можно рекомендовать взамен основного класса.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ И АППАРАТАХ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

§ 63. Общие сведения

Распределительные устройства высокого напряжения предназначены для преобразования и распределения электрической энергии. Подстанция представляет сооружение, предназначенное для преобразования и распределения уже выработанной электрической энергии.



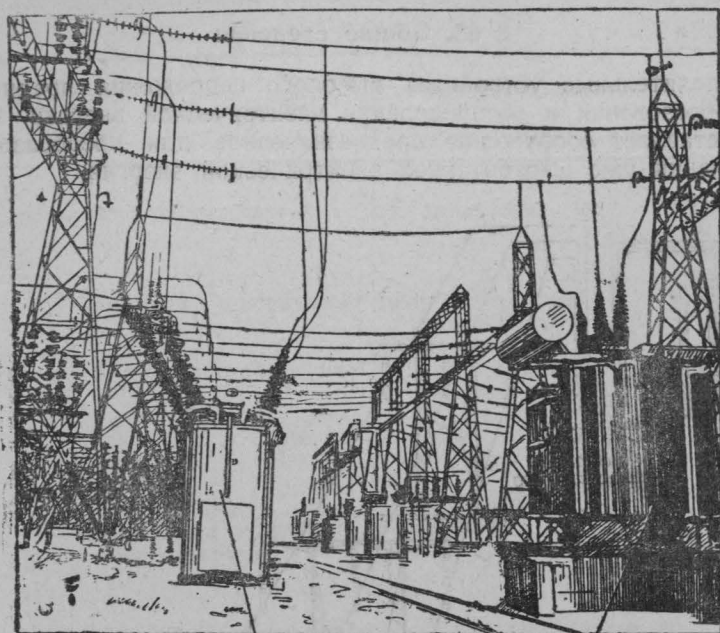
Фиг. 207. Схема электропередачи.

Подстанции делятся на повышающие, устраиваемые в большинстве при электростанциях, и понижающие — в местах потребления электроэнергии. На фиг. 207 дана общая схема электропередачи и указаны места установки повышающих и понижающих трансформаторов.

По месту расположения аппаратуры подстанции делятся на открытые, в которых вся высоковольтная аппаратура установлена на открытом воздухе — вне помещения (фиг. 208), и закрытые, в которых аппаратура (трансформаторы, масляные выключатели) установлена в

здании. Закрытую подстанцию малого значения устраивают непосредственно для распределения электроэнергии к потребителям (фиг. 209).

Наибольшую пожарную опасность представляют закрытые подстанции. Закрытая подстанция состоит из: а) трансформаторной, б) отде-



Масляный выключатель

Трансформатор

Фиг. 208. Открытая высоковольтная подстанция.

ления взрывных камер, где установлены масляные выключатели, в) шинного отделения, г) коридора управления и других вспомогательных устройств.

§ 64. Трансформаторы,

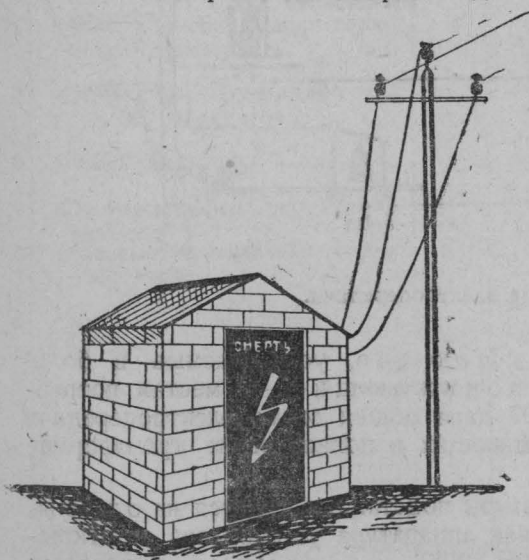
причины пожаров и взрывов и противопожарные мероприятия

1. Общие сведения. Трансформаторы предназначены для преобразования электрической энергии одного напряжения в электрическую

энергию другого напряжения. Без трансформаторов передача электроэнергии на большие расстояния невозможна. Если электрическую мощность передавать на большие расстояния при больших напряжениях, то потери на выделяемое в проводнике тепло будут меньше. Например, при повышении напряжения в два раза потери от нагрева проводника уменьшатся в четыре раза.

Трансформатор состоит из сердечника, первичной и вторичной обмоток и других вспомогательных приспособлений.

Трансформаторы делятся: а) по назначению—повышающие и понижающие, б) по принципу действия—си-



Фиг. 209. Трансформаторная будка.

ловые и измерительные, в) по количеству обмоток и способу включения в сеть — однофазного тока двух- и трехобмоточные, трехфазного тока двух- и трехобмоточные.

2. Охлаждение трансформаторов и оценка их в пожарном отношении. При трансформации электроэнергии часть ее расходуется на нагрев обмоток и сердечника трансформатора. Повышение температуры может вызвать аварийное, опасное в пожарном отношении, состояние трансформатора. Для отвода тепла при работе трансформаторов пользуются различными способами. По способу охлаждения трансформаторы делятся на: а) сухие с естественным и искусственным воздушным охлаждением, б) масляные с естественным и искусственным воздушным охлаждением масляного бака, в) масляные с искусственной циркуляцией масла и охлаждением его в особых охладителях — естественных, воздушных или искусственных — водяных.

Каждый способ охлаждения характеризуется положительными и отрицательными качествами (табл. 48).

Т а б л и ц а 48

№ п/п	Способ охлаждения	Определение охлаждения и надежность способа	Безопасность в пожарном отношении
1	Естественное охлаждение	Обмотка и сердечник охлаждаются окружающим воздухом. Для малых мощностей надежность полная	Безопасен; мало горючего материала и нет паров горючих жидкостей
2	Искусственное воздушное	Охлаждение вентилятором. Надежность удовлетворительная	То же
3	Масляное естественное	Самоохлаждение; тепло от масляного бака отводится посредством излучения и конвекции. Надежность полная	Опасен, так как масло при ненормальной работе может вспыхнуть и вызвать пожар
4	Масляное с искусственным воздушным охлаждением бака	Бак охлаждается воздухом, подаваемым вентилятором или искусственной тягой. Надежность полная	То же
5	Масляное с искусственной циркуляцией масла и охлаждением его в особых охладителях	Масло охлаждается посредством пропускания его по змеевику, расположенному внутри водяного бака, где циркулирует холодная вода, подаваемая насосом. Надежность полная	Особой опасности не представляет

3. Противопожарные требования, предъявляемые к трансформаторному маслу. Для охлаждения и создания хорошей изоляции между обмотками или витками трансформатора применяют масло.

Трансформаторное масло получается путем перегонки лучших сортов нефти.

Характеристики, определяющие технические и противопожарные требования к маслу: а) чистота и прозрачность, б) загрязнения, осадки и примеси (например, вода), в) запах, г) удельный вес, д) вязкость, е) температура вспышки, ж) температура застывания, з) пробивное напряжение.

Значения указанных характеристик, с точки зрения пожарной безопасности, теплоотнимающих и изолирующих свойств, приведены в табл. 49.

№ п/п	Характеристика	Значение характеристики и требование
1	Чистота и прозрачность	Только чистое масло будет хорошим теплоотнимающим и изолирующим материалом. Масло свежее должно быть прозрачно и иметь желтый цвет
2	Загрязнения, осадки и примеси	Посторонние примеси (пыль, опилки) сильно понижают изолирующие и теплоотнимающие свойства масла. От продолжительности работы в масле выделяются осадки от непосредственного разложения, что сильно снижает пробивное напряжение
3	Запах	<p>Качество масла может быть определено по запаху.</p> <p>Запахи бывают:</p> <p>а) нормальный — свежего масла;</p> <p>б) подгоревшего масла — после короткого замыкания или при действии высокой температуры, например при сушке;</p> <p>в) кислого масла — когда масло от старения начало разлагаться</p>
4	Удельный вес	Трансформаторное масло имеет удельный вес 0,85 — 0,92. Значение удельного веса масла для исправной работы трансформатора велико. Чем меньше удельный вес масла, тем примеси, находящиеся в нем, будут легче осаждаться на дно бака
5	Вязкость	Вязкость зависит от химического состава масла, температуры и давления, оказываемого на масло. Значение этой характеристики очень велико, так как масло, обладающее меньшей вязкостью, производит лучшее охлаждающее действие. При очень низкой вязкости масла условия охлаждения нарушаются, происходит перегрев обмоток, с последующим нарушением работы трансформатора
6	Температура вспышки	Температура вспышки трансформаторного масла крайне важная характеристика. Чем температура вспышки масла выше, тем способность его воспламенения при перегревах будет меньше. Температура вспышки масла, определяемая в приборе Мартенса — Пенского, должна быть не ниже 140°. Сильно понижают температуру вспышки примеси легких фракций нефти (например, бензин), присутствие которых недопустимо
7	Температура застывания	Сильно застывшие масла не создают нормальных условий охлаждения и приводят к чрезмерным повышению температуры и авариям трансформатора. Масло должно иметь низкую температуру застывания
8	Пробивное напряжение	Масло должно иметь высокое пробивное напряжение, которое определяется в киловольтах, на определенной толщине слоя масла. Малая величина пробивного напряжения характеризует понижение изолирующих свойств масла. Это указывает, что в масле имеются примеси (вода). Слой масла толщиной 2,5 мм должен выдерживать напряжение (не пропускать через себя) 22 кВ

4. Причины пожаров и взрывов трансформаторов. Трансформаторы относятся к пожаро- и взрывоопасным аппаратам.

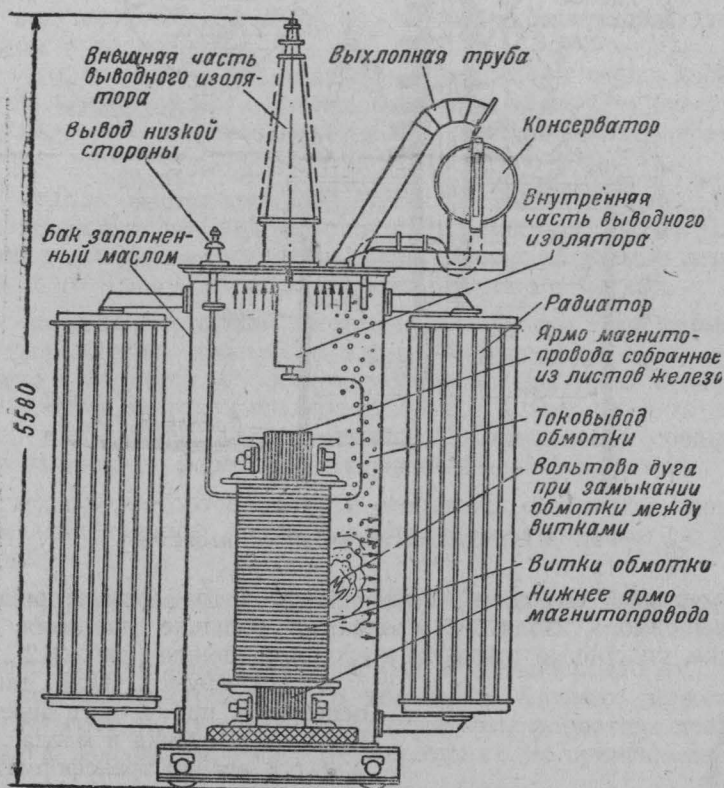
Пожаро- и взрывоопасность трансформаторов обуславливается:

а) наличием в качестве охлаждающей и изолирующей среды мине-

рального масла (иногда несколько десятков тонн), представляющего легкогорючую жидкость, при разложении которой выделяются пожаро- и взрывоопасные газы и пары;

б) наличием в процессе работы высоких температур, например, обмотки трансформатора при работе нагреваются до 105° , сердечник — до 115° и масло в верхних слоях — до $85-95^{\circ}$; температура вспышки свежего масла 140° , а бывшего в употреблении снижается до $125-130^{\circ}$, дальнейший перегрев масла при перегрузке может повлечь пожар трансформатора;

в) наличием легкогорючих изоляционных материалов (дерева, прессованной бумаги, хлопчатобумажной изоляции).



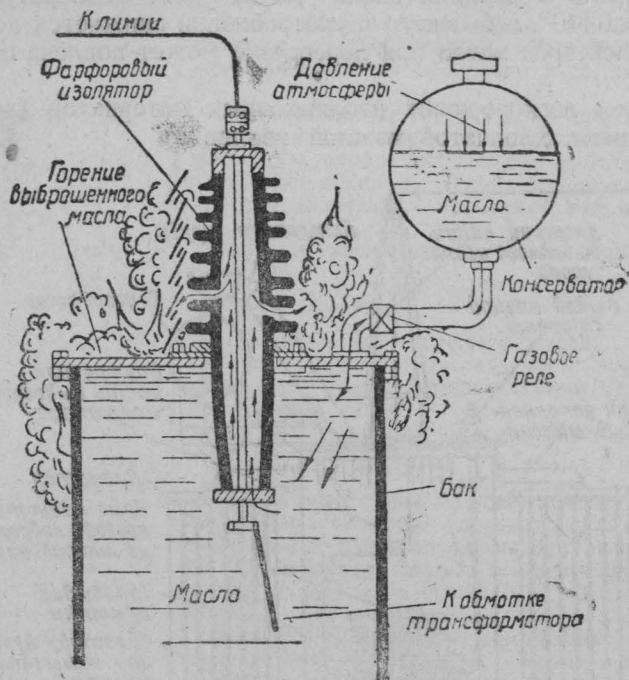
Фиг. 210. Горение обмотки трансформатора.

Основные причины пожаров и взрывов трансформаторов следующие:

а) Неправильная установка и эксплуатация, заключающаяся в неисправности изоляторов и бака, попадании влаги, недоброкачественности масла.

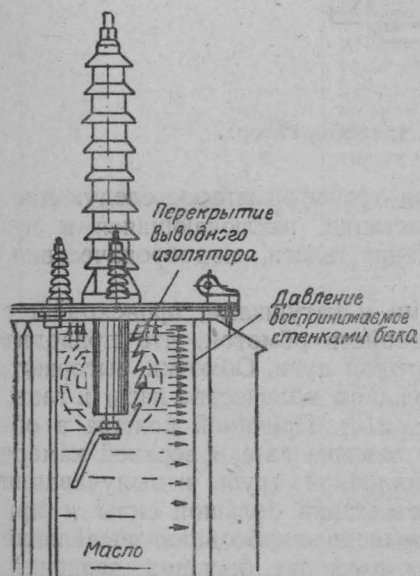
б) Короткое замыкание между витками и катушками, происходящее в результате нарушения изолирующих свойств обмоток, что приводит к пробой изоляции и образованию вольтовой дуги. Обмотки выгорают, а от разложения масла выделяются в большом количестве пары и газы, создающие давление на стенки бака (фиг. 210). Причиной пожара в обмотках трансформатора может служить: наличие газа в верхней камере газового реле, разрушение мембраны выхлопной трубы и выпучивание стенок и крышки бака. От коротких замыканий большой силы и при длительном действии вольтовой дуги происходит большое выделение газов, их воспламенение; образование мгновенных больших давлений, приводящих к взрыву трансформатора. При взрыве трансформаторов с масляным охлаждением возникают большие очаги пожаров.

в) Перекрытие вводных и выводных изоляторов на корпус трансформатора, сопровождающееся разрушением изолятора, образованием вольтовой дуги, разложением и воспламенением масла. На фиг. 211 показано перекрытие вводного изолятора. Причина этого явления заключается в загрязнении втулок изоляторов продуктами разложения



Фиг. 211. Перекрытие вводного изолятора.

масла (углеродом, окислами). При пожаре в трансформаторе от перекрытия выводного изолятора создаются большие давления газа на стенки бака, способные привести к его разрушению (фиг. 212).



Фиг. 212. Давление внутри бака трансформатора.

г) Перегрузка. При длительной перегрузке происходит перегрев обмоток, сердечника и масла, что приводит к аварии трансформатора.

5. Пожарная опасность при сушке трансформаторов и масла. Перед заливкой в трансформатор масло подвергают сушке и фильтровке. Масло, имеющее влагу или содержащее примеси, способствует перекрытию внутри трансформатора, поэтому сушка обязательна.

Сушку трансформаторов и масла производят следующими способами: 1) совместной просушкой масла и трансформатора, 2) отдельной тепловой просушкой масла и трансформатора, 3) отдельной холодной просушкой масла и трансформатора.

Способ совместной просушки заключается в том, что температура для удаления влаги из масла создается при помощи реостатов или

паровых змеевиков, расположенных в открытых сосудах. Сушка реостатами представляет пожарную опасность, ибо при коротком замыкании в реостате происходит чрезмерное повышение температуры, что вызывает загорание масла. Поэтому на случай пожара должен быть предусмотрен сток горящего масла из сушильного агрегата. К этому же способу необходимо отнести сушку током короткого замыкания, когда обмотку низкого напряжения замыкают накоротко и пропускают ток, в результате чего обмотки выделяют тепло. Напряжение и силу тока нужно повышать до такой величины, чтобы температура в верхних слоях масла поднялась до $90-100^{\circ}$.

Пожар от этого способа сушки может произойти вследствие пропуска в обмотки тока большей силы, чем допускает нагрев масла.

Способ отдельной тепловой просушки заключается в нагревании масла под вакуумом в масловарках.

В виду того, что нагрев масла выше температуры кипения воды сильно влияет на его качество, а также вызывает пожарную опасность, в практике испарение воды производится при пониженной температуре — под вакуумом.

Способ отдельной холодной просушки аналогичен предыдущему, но нагревание происходит при помощи промежуточной среды. В масле, находящееся в холодном состоянии, пропускают постороннее вещество, которое поглощает воду, но не вступает в реакцию с маслом.

6. Меры устранения причин пожаров и взрывов трансформаторов. Меры предупреждения пожаров и взрывов трансформаторов должны быть приняты в процессе устройства, монтажа и при эксплуатации. При устройстве трансформаторов главное внимание нужно уделять вопросу допускаемой температуры нагрева, подбору охлаждающей среды и рациональной защиты от коротких замыканий и перегрузок.

Нагрев трансформатора в целом и отдельных его частей зависит от вида охлаждающей среды, рода изоляционного материала и условий эксплуатации.

Охлаждающая среда для трансформаторов может быть жидкая и воздушная.

Изолирующие материалы, применяемые в трансформаторах, те же, что и для электрических машин. В некоторых случаях может быть комбинация классов, но температуру нагрева трансформатора принимают по наименьшей, допускаемой на материал одного из применяемых классов.

Температуру отдельных частей трансформаторов и окружающей среды измеряют по методу сопротивления или по методу термометра. Термометры применяются в основном для измерения температур охлаждающей среды, железного сердечника и масла. Методом сопротивления определяют температуру нагрева обмоток трансформатора и других подобных частей.

Наибольшие наблюдаемые температуры и наибольшие их превышения для отдельных частей трансформатора при работе в местах, где температура охлаждающей среды не превосходит 35° для воздуха и 25° для воды, указаны в табл. 50.

Ввиду сложности определения температуры обмоток, практически измеряют температуру масла трансформатора, которая согласно табл. 50 не должна превышать 95° .

При эксплуатации трансформаторов могут быть допущены следующие изменения в нормах перегрузки:

при окружающей температуре 35° средняя мощность трансформатора при длительной нагрузке не должна быть превышена;

Класс изолирующего материала или название части трансформатора	Наибольшая наблюдаемая температура, °C	Наибольшее превышение температур, °C	Метод измерения
Класс А:			По методу сопротивления
а) обмотки, не погруженные в масло	95	60	
б) обмотки, погруженные в масло	105	70	
Класс В	115	80	
Класс С	Ограничены таким нагревом, при котором температура соседних изолированных частей, а также превышение температуры, не превосходит допускаемой для них формы.		По методу термометра
Постоянно замкнутые коротко обмотки:			
а) изолированные	Как в п.п. 1—3		
б) неизолированные	Как в п. 4.		
Железный сердечник:			
а) соприкасающийся с обмотками	Как в п.п. 1—3		
б) не соприкасающийся с обмотками и не погруженный в масло	95	80	
в) погруженный в масло	10	75	
Масло	95	60	

Примечания: 1. Нормы наибольших превышений температуры относятся к новым трансформаторам, независимо от рода охлаждения.

2. В масляных, только что построенных трансформаторах с водяным охлаждением наблюдаемые температуры должны быть на 10° ниже тех наибольших наблюдаемых температур, которые приведены в таблице, так как во время работы условия охлаждения трансформатора водой неизбежно ухудшаются и температура нагрева возрастает.

при понижении окружающей температуры на 1° по отношению к 35°, может быть допущена длительная перегрузка трансформатора на 10%;

при температуре окружающей среды 35° после не менее десятичасовой половинной нагрузки, могут быть допущены перегрузки трансформатора в течение 1 мин. на 100%, в течение 1 час. на 30%; в течение 3 час. на 10%.

при повышении окружающей температуры сверх 35° на 1° С мощность трансформатора должна быть уменьшена на 2%.

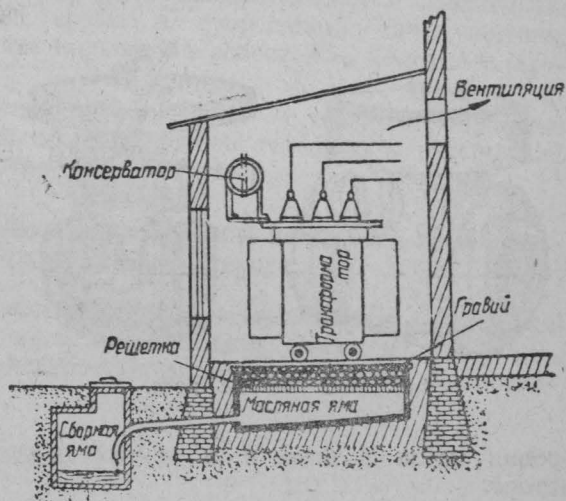
Трансформаторы нужно устанавливать в отдельных огнестойких помещениях, с легкими огнестойкими дверями, открывающимися наружу.

Трансформатор с наличием масла более 200 кг должен быть установлен в отдельной камере. Трансформаторы (не более трех), имеющие наличие масла в баке не менее 200 кг, устанавливают в одной камере.

Корпус (кожух) трансформатора должен быть герметичным и изготовлен из негорючего материала. Основание для трансформатора должно быть огнестойкое. При установке трансформаторов в общем комплексе помещений, трансформаторная камера должна быть отделена огнестойкими или полугонестойкими стенами.

Для трансформаторов большой мощности необходимо предусмотреть устройство для быстрого удаления масла из камеры в случае аварии (пожара, взрыва).

Масло из трансформатора может быть удалено по сточной трубе в цементированную яму, расположенную вне помещения (фиг. 213). Маслосборные ямы не обязательны при наличии масла в трансформаторе до 200 кг. Площадь ямы должна быть не менее основания трансформатора.



Фиг. 213. Устройство маслосборов в трансформаторной.

Чтобы масло шло самотеком в сток, необходимо пол делать с уклоном 1 : 80 в сторону ямы.

Необходимо: периодически проверять уровень масла в баке, для этой цели в мощных трансформаторах устанавливают маслосмеры; следить за чистотой масла; не допускать перегрева трансформатора и масла выше положенной нормы. Трансформаторы должны быть заземлены и ограждены.

В камерах должна быть установлена приточно-вытяжная вентиляция для регулирования температуры воздуха в пределах 35°.

Голые или незащищенные провода применять не разрешается.

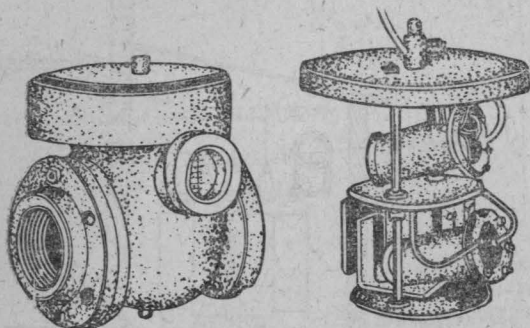
Весьма важной мерой предупреждения пожаров и взрывов при эксплуатации трансформаторов служит рациональная защита от перегрузок и коротких замыканий. На практике применяют следующие типы защиты: максимальная защита от перегрузки и короткого замыкания, дифференциальная защита, защита от замыканий на землю и газовая защита.

Газовая защита проста в устройстве и надежна в работе. Она дает возможность сигнализировать наличие пожароопасного момента в трансформаторе еще до полного горения обмоток. При наличии местного нагрева внутри трансформатора от разложения масла и изолирующих оболочек выделяются газы, которые поднимаются вверх к консерватору. Появление газов в трубопроводе, между консерватором и баком трансформатора, характеризует наличие повреждения в трансформаторе. Для своевременного обнаружения газов в трубопроводе между консерватором и трансформатором устанавливают газовое реле, состоящее из резервуарчика, внутри которого находятся один над другим два подвижных поплавка (фиг. 214).

При нормальной работе трансформатора газовое реле заполнено ма-

слом; поплавки находятся в поднятом состоянии, удерживая при этом контакты в разомкнутом состоянии.

При незначительных повреждениях внутри трансформатора, при слабом газообразовании газы, идущие по пути к консерватору, попадают сначала в газовое реле; скапливаясь в верхней его части, постепенно вытесняют масло, в результате чего верхний поплавок опускается, замыкая контакты сигнализационной цепи.



Фиг. 214. Газовое реле.

При больших повреждениях в трансформаторе, при бурном газовыделении от толчка масла, созданного мгновенным давлением газа, нижний поплавок замыкает контакты цепи выключения трансформатора. Газовое реле при слабом повреждении дает сигнал обслуживающему персоналу; при серьезных повреждениях внутри трансформатора происходит выключение трансформатора. Газовое реле может предупреждать о снижении

уровня масла в баке и о других недостатках в работе трансформатора.

7. Противопожарные мероприятия при сушке трансформаторов и масла

При сушке трансформаторов и трансформаторного масла необходимо:

а) Следить за температурой нагрева масла и не допускать ее повышения более $100-105^{\circ}$.

б) Следить за исправным состоянием сушильных приборов.

в) Не допускать применения в качестве тепловой изоляции горючих материалов.

г) Различного рода ящики, камеры, предназначенные для сушки, должны быть изготовлены из огнестойкого или полугонестойкого материала.

д) Помещение сушки должно быть огнестойкое с независимыми выходами, не сообщаемыми с соседними помещениями.

е) Для каждой операции сушки рекомендуется выделять самостоятельное помещение, отделенное от смежных огнестойкими дверьми.

ж) Помещение должно иметь исправно действующую приточно-вытяжную вентиляцию для удаления паров, воды и масла, рассчитанную не менее, чем на трехкратный обмен воздуха в час.

з) Помещение сушки должно быть светлым, чистым, хранение в нем горючих материалов, промасленных тряпок, изоляционного отопительного материала не разрешается.

и) Хранение масла, не предназначенного для сушки или уже высушенного, в помещении сушки не разрешается.

к) Пользование открытыми источниками тепла в виде нагревательных приборов не разрешается.

л) Пребывание в помещении сушки разрешается лишь лицам, ведущим данную работу.

м) Персонал, участвующий в сушке, должен быть проинструктирован о мерах противопожарной безопасности.

н) Проводка в данных помещениях может быть выполнена прово-

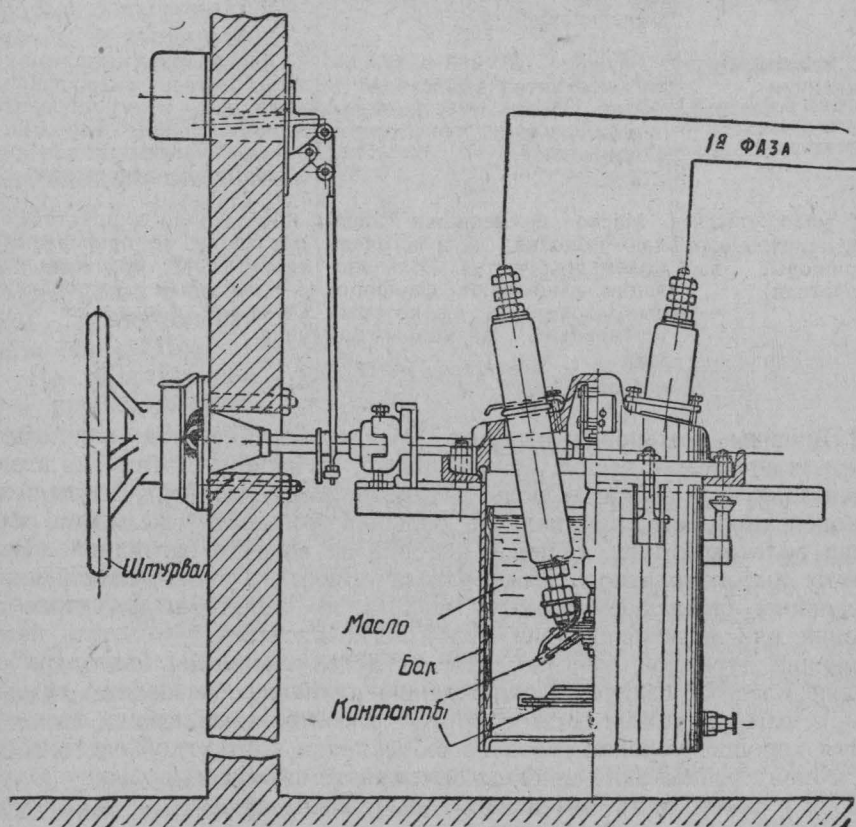
дами в трубах скрыто или специальными проводами. Проводка незащищенными проводами не разрешается.

о) В помещении сушилки должен быть пожарный пост с первичными огнетушительными средствами: сухие и густопенные огнетушители, ящики с песком, в достаточном количестве асбестовые полотна и другие приспособления.

п) Помещение сушилки должно иметь связь с местной пожарной командой в виде прямого или общезаводского телефона и извещателя с наличием переносной микротелефонной трубки.

§ 65. Высоковольтные выключатели. Причины пожаров и взрывов и меры пожарной безопасности

1. Общие сведения. К высоковольтным выключателям относятся выключатели с масляным или иным охлаждением. Высоковольтные выключатели устанавливают на электростанциях и подстанциях. Они пред-



Фиг. 215. Масляный выключатель.

назначены для включения и выключения сетей переменного тока при нормальном и ненормальном режиме работы (при коротких замыканиях и перегрузках).

Наибольшее применение в распределительных устройствах имеет масляный выключатель, состоящий из следующих основных частей: а) бака, б) крышки с изоляторами, в) выключающего механизма, г) механизма управления. Бак делают из железа или стали, сварной или клепаной конструкции. Выключающий механизм состоит из подвижных и неподвижных контактов и из ручного или автоматического привода (фиг. 215).

В табл. 51 указана характеристика охлаждения выключателей и пожарно-техническая их оценка.

Т а б л и ц а 51

№ п/п	Вид выключателя по способу охлаждения	Общие замечания об охлаждении	Общая пожарная оценка способа охлаждения
1	С естественным воздушным охлаждением	Выключатели охлаждаются окружающим воздухом без посредства каких-либо приспособлений.	Опасности в пожарном и взрывном отношении не представляет
2	С искусственным воздушным или газовым охлаждением	Контакты и сам выключатель охлаждаются при помощи струи сжатого воздуха или газа, гашение дуги происходит в атмосфере сжатого воздуха или газа (негорючего).	Охлаждающая среда опасности не представляет. В виду наличия больших давлений при неисправности системы возможен разрыв бака
3	С масляным охлаждением	Гашение дуги — охлаждение контактов происходит в масле. Масло имеет ту же характеристику, что и трансформаторное	При работе выделившиеся пары и газы, смешавшись с воздухом, могут образовать горючую или взрывчатую смесь. Опасны в пожарном и взрывном отношении
4	С мало масляным охлаждением (горшковые выключатели)	Масло применяется лишь для гашения дуги в очень малом количестве. Роль изоляции выполняют фарфоровые изоляторы, на которых установлены цилиндры-горшки	Достаточно в практике эксплуатации не проверены, но значительно надежнее, чем с масляным охлаждением. Опасность взрыва не исключена

2. Причины пожаров и взрывов. Масло, идущее для заполнения баков выключателей, весьма пожароопасно, но наряду с этим оно играет положительную и важную роль в работе выключателей. Выключение высоковольтной сети, при наличии большой мощности, вызывает образование вольтовой дуги, гашение которой на воздухе затруднено. Если контакты высоковольтного выключателя поместить в бак, наполненный минеральным (трансформаторным) маслом, то вольтова дуга при выключении или включении цепи будет легко гаситься.

Гашение дуги при разрыве цепи в масле ускоряется благодаря отсутствию воздуха, быстрому охлаждению пламени, образованию газовой среды, в которой пламя дуги гореть не в состоянии и, кроме того, создаются хорошие условия газового охлаждения контактной системы.

В момент размыкания цепи от высокой температуры вольтовой дуги (до 3500°) происходит интенсивное выделение продуктов разложения масло-паров и газов.

Состав газов от разложения масла: 70% водорода, 20% ацетилена, 5% метана и 5% этилена, углекислого газа, азота и кислорода. Основные газы, получающиеся от разложения масла, взрывоопасны. Например, водород имеет предел взрыва от 4 до 74%, ацетилен от 2,6 до 80%.

Пары, выделяющиеся от разложения масла, также пожаро- и взрывоопасны. При содержании в воздухе 6% паров масла смесь становится взрывоопасной. Наибольшей взрывоопасностью обладает смесь при содержании в воздухе 20% паров масла.

Наличие большого объема пожароопасного масла и высоких температур при работе выключателя создают условия, при которых малейшая неисправность и нечеткость работы приведут к пожару или взрыву.

Непосредственные причины пожаров и взрывов выключателей с масляным охлаждением следующие:

а) Прорыв нагретых паров и газов от контактной системы на поверхность масла, — в результате парочили газовойоздушная смесь в воздушном буфере может самовоспламениться и вызвать взрыв. При недостаточном уровне масла в баке, при длительном действии мощной вольтовой дуги возможен ее прорыв на поверхность масла, что наиболее опасно. При этом произойдет сильное газообразование, воспламенение смеси, образуются большие давления, что приведет к взрыву.

б) Недостаточный воздушный буфер между поверхностью масла и крышкой бака. При мощных и длительных действиях вольтовой дуги от продуктов разложения масла создаются большие давления, приводящие к разрыву бака выключателя.

в) Перекрытие — пробой внутри бака, сопровождаемый образованием длительной вольтовой дуги, вызывающей разложение масла с большим газообразованием (фиг. 216).

На практике часто происходит перекрытие выводных изоляторов или фаз, расположенных внутри бака выключателя. Причиной перекрытия фаз служит недоброкачественность масла, наличие в нем влаги, примесей. Перекрытие выводных изоляторов происходит по причине загрязнения их, при бакелитовой изоляции — ее отсырение.

г) Неисправность — поломка контактного механизма, вызывающая образование длительной вольтовой дуги, разлагающей масло и создающей вследствие этого чрезмерные давления внутри бака.

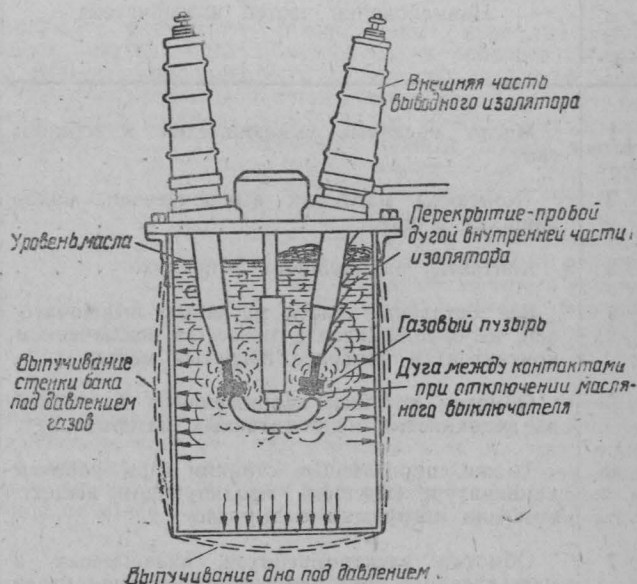
Помимо указанных основных причин пожаров и взрывов масляных выключателей на практике могут иметь место и другие неисправности, случаи неправильной работы, приводящей к пожару или взрыву выключателей.

3. Меры пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации масляных выключателей. Вопросу противопожарных мер при устройстве и эксплуатации высоковольтных выключателей с масляным охлаждением нужно уделять большое внимание. При устройстве выключателя должна быть установлена: емкость бака, величина воздушного буфера, прочность стенок и крышки бака. В момент наполнения бака маслом должна быть взята его проба на пробивное напряжение.

При эксплуатации необходим:

а) Периодический осмотр корпуса и механизма выключателя.

б) Постоянный надзор за качеством масла и его уровнем в баке. Уровень масла может быть определен при помощи масломеров или указательных стекол (последние рекомендовать нельзя). Выяснение качества масла необходимо для определения пробивного напряжения, за-



Фиг. 216. Перекрытие — пробой дугой внутри бака выключателя.

грязнения, наличия влаги. Загрязненность или пониженное пробивное напряжение указывают на необходимость замены масла.

в) Надзор за нагревом выключателя в целом, отдельных его частей и масла. Температура нагрева выключателя, определенная термометром (при температуре окружающего воздуха 35°), дана в табл. 52.

Таблица 52

№ п/п.	Наименование частей выключателя	Максимальная температура нагрева, °С	Превышение температуры, °С
1	Масло масляных выключателей в верхнем слое	70	35
2	Контакты масляных выключателей, находящихся в масле	75	40
3	Контакты, находящиеся в воздухе	75	40
4	Все остальные части масляных выключателей, не находящиеся в масле (за исключением контактов) в наиболее нагретых местах	105	70
5	Обмотки катушек напряжения с изоляцией из волокнистых непровитанных материалов	75	40
6	То же, пропитанные стойким (при рабочей температуре катушек) изолирующим веществом или погруженные в масло	90	55
7	Обмотка электромагнитов, включаемых в цепь главного тока непосредственно или через трансформатор тока, с изоляцией из волокнистых материалов как пропитанных, так и непровитанных изолирующим составом	90	55
8	Обмотки электромагнитных механизмов, работающих кратковременно в моменты включения или выключения выключателя, после 10-кратного подряд приведения в действие, с изоляцией из волокнистых непровитанных материалов	80	45
9	То же, но с изоляцией, пропитанной стойким (при максимальной температуре обмотки) изолирующим составом	95	60

г) Наблюдение за исправностью проводов, автоматов, реле, дающее возможность при коротком замыкании или перегрузке в сети быстро срабатывать и размыкать сеть.

д) Заземление кожуха выключателя.

Особое внимание должно быть обращено на установку масляных выключателей в камерах, на устройство маслосточных аварийных ям. Для предупреждения распространения огня при аварии выключателя с масляным охлаждением помещение взрывных камер должно удовлетворять требованиям, изложенным в табл. 53¹.

¹ Противопожарные правила строительного проектирования и устройства электростанций и подстанций НКЭС СССР, Госэнергоиздат, 1942.

Количество масла в одеом масляном выключателе	Тип распределительного устройства	Тип маслосборного устройства
А. Свыше 250 кг	Взрывные камеры с полуогнестойкими дверьми, выходящими наружу или на балкон, шириной не менее 1,5 м, если они устроены в верхних этажах. Двери должны открываться наружу	Маслосборные ямы на полный объем масла в аппарате должны быть перекрыты решеткой, засыпанной сверху слоем гравия толщиной 25 см. Каждая яма должна вмещать полный объем масла в масляном выключателе так, чтобы между уровнем масла в яме и решеткой оставался зазор в 5 см. При условии устройства маслосточков из ямы в аварийный резервуар яму можно не засыпать гравием и она может иметь меньший объем, но не менее 20% объема масла в аппарате
Б. До 250 кг включительно	<p>а) Взрывные камеры с полуогнестойкими дверьми, выходящими наружу или на балкон, или отдельные камеры, выходящие во взрывной коридор, длиной не более 40 м и шириной не менее 1,2 м.</p> <p>б) При условии разделения коридора поперечными огнестойкими стенками на отсеки длиной не более 20 м; длина коридора допускается более 40 м</p> <p>в) Независимо от их длины все коридоры должны обязательно иметь два выхода (по одному с каждого конца) наружу или в помещения с огнестойкими или полуогнестойкими полом, стенами и перекрытиями, не содержащие огне- и взрывоопасных предметов, аппаратов и производств</p> <p>г) Двери в выходах из взрывных коридоров должны быть огнестойкие и открываться наружу.</p> <p>д) При расположении взрывных коридоров в верхних этажах, они должны иметь выходы непосредственно в огнестойкие лестничные клетки или обходные коридоры со строительными конструкциями такими же, как камеры масляных выключателей и взрывные коридоры, причем допускается выход с одного из торцов распределительного устройства на балкон, имеющий спуск по пожарной лестнице</p>	<p>Маслосборные ямы, устраиваемые в соответствии с указаниями, изложенными в п. А, или порог при выходе из камеры или приемок без гравия, рассчитанный на удержание полного объема масла в аппарате</p> <p>При меньших объемах ямы, но не менее 20% емкости аппарата, над ней расположенного, или при меньшей высоте порога камеры должны быть оборудованы маслосток в аварийный резервуар</p> <p>При устройстве маслосточков засыпка гравием не обязательна</p>

Количество масла в одном масляном выключате- ле	Тип распределительного устройства	Тип маслосборного устройства
В. До 20 кг в ба- ке, а так- же и мас- ляном вы- ключате- ле горш- кового типа	е) В поперечных стенках отсе- ков должны быть устроены огне- стойкие двери шириной не менее 1 м, открывающиеся в обе сторо- ны, с запорными ручками, дейст- вующими с каждой стороны, и пружинами, удерживающими две- ри в закрытом положении Устройство взрывных или от- дельных камер не обязательно	Маслосборных устройств не тре- буется

§ 66. Противопожарные мероприятия в аккумуляторных установках

Аккумуляторные установки имеют большое применение как на электроподстанциях для собственных нужд, так и вне подстанций — для получения независимого постоянного тока.

Пожарная опасность в аккумуляторных установках возникает от образования взрывоопасной концентрации водорода с воздухом. Воспламенение водородно-воздушной смеси в помещении возможно от: а) электрических искр; б) открытого огня (курение, паяние), в) высоких температур отопительных или осветительных приборов.

Для стационарных аккумуляторных кислотных установок должны быть отдельные самостоятельные помещения, предназначенные исключительно для установки батарей. Конструкция помещения: стены, полы, потолки должны быть из огнестойкого материала. Размеры помещения должны давать возможность свободного доступа к установке и обслуживанию батарей.

Внутри помещения стены и потолки должны быть окрашены кислотоупорной краской. Вход в аккумуляторное помещение целесообразно делать самостоятельный, не сообщающийся с другими помещениями. При выходах из аккумуляторного помещения в производственные смежные помещения должен быть устроен огнестойкий тамбур с полуогнестойкими дверьми. Сами помещения должны быть светлые, сухие, с умеренной температурой в пределах 12°C и не должны содержать дыма, газов, паров от других производственных помещений. Около аккумуляторного помещения необходимо располагать помещения зарядных агрегатов; эти помещения также должны иметь самостоятельный выход.

В больших аккумуляторных установках должна быть устроена механическая вентиляция, обособленная от других вентиляционных систем подстанции, с отдельными вытяжными коробами из каждого отсека, объединенными общим коробом только у вентилятора. Отсос газов должен производиться как в нижней, так и в верхней части помещения. Электромотор с вентилятором в данном случае должен быть расположен вне аккумуляторного помещения (фиг. 217).

В установках малого и среднего типа может быть допущена естественная вентиляция (вытяжки, форточки) при условии воздухообмена на каждые 10 аккумуляторных элементов согласно данным табл. 54.

Таблица 54

Типы элемента	Воздухообмен на 10 банок, м³/час
СК-1	7
СК-2	14
СК-3	24
СК-4	28

Отопление аккумуляторных помещений может быть двух видов: центральное, паровое или водяное и местное — печами. Центральное отопление наиболее безопасно и его, как правило, нужно применять. В исключительных случаях может быть использовано местное отопление, причем топливник обязательно должен быть расположен вне аккумуляторного помещения. Приборы местного отопления нужно периодически тщательно осматривать и проверять их исправность. При центральном отоплении нагревательные приборы (радиаторы) располагают у стен в промежутках между рядами батарей или около свободных стен.

Аккумуляторы должны быть изолированы от стеллажей и земли посредством кислотостойких и сыростойких прокладок.

Ширина свободного прохода между рядами батарей должна быть не менее 1 м (в зависимости от емкости батарей), а между рядами батарей и стеной — не менее 80 см.

Применение ящиков, изготовленных из легкогорючего материала для стационарных батарей, не разрешается.

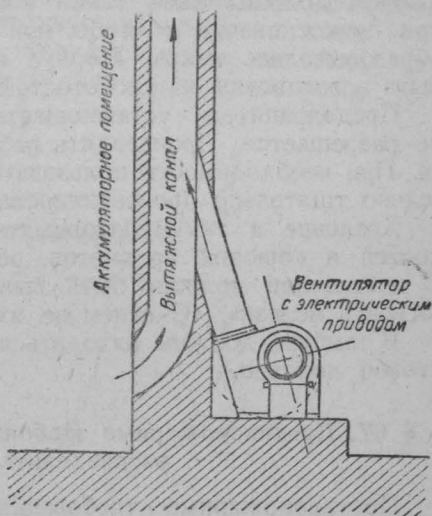
Стекла наружных окон для предохранения от непосредственного действия солнечных лучей должны быть окрашены матовой краской или известью.

Электропроводка и арматура должны удовлетворять следующим требованиям: при действии паров кислот изолирующие оболочки проводов и металлические части арматуры не должны разрушаться; внутри осветительной арматуры и приборов не должны проникать пары и газы (водород).

Исходя из этих требований, можно рекомендовать проводку, скрытую под штукатуркой, в железных герметических трубах, покрытых кислотоупорной краской, свинцованным кабелем. Наиболее целесообразна прокладка проводов вне помещений, с вводами для подключения к осветительной арматуре и приборам.

Светильники применяют герметические с металлическим или фарфоровым корпусом и патроном (патрон не должен иметь выключателей). Металлические части светильника нужно окрашивать эмалевой кислотоупорной краской. Можно рекомендовать вмазывание стеклянных плафонов в стену, с подводкой провода извне.

Для осмотра аккумуляторов нужно применять переносные ручные лампы, исключительно герметические с защитой от механических по-



Фиг. 217. Деталь вентиляции аккумуляторного помещения.

вреждений. Провода для переносных ламп должны быть кислотостойкими и защищенными от механических повреждений.

Напряжение для ручных ламп должно быть 12—24 В. Патроны с ключом должны быть такой конструкции, чтобы не было опасности при прикосновении и чтобы при включении или выключении цепи не образовывались искры. Корпус и рукоятка переносных ламп должны быть изготовлены из кислотостойких и сыrostойких материалов.

Предохранители устанавливать внутри аккумуляторных помещений не разрешается. Производить работы с открытым огнем не разрешается. При необходимости пользоваться открытым огнем нужно предварительно тщательно провентилировать помещение.

Хранение в аккумуляторных помещениях тары, огнеопасных жидкостей и горючих предметов, обтирочного материала не разрешается. В помещении должны быть вывешены предупредительные плакаты — «Курить нельзя», «С огнем не входить».

В тамбуре должны находиться огнетушители, ящики с песком, асбестовое полотно.

§ 67. Противопожарные требования при устройстве и эксплуатации распределительных установок¹

Противопожарные требования при устройстве распределительных установок (подстанций) сводятся к правильному выбору зданий и помещений в соответствии с пожарной характеристикой процесса, выбору отдельных конструктивных элементов с учетом пожаро- и взрывоопасности помещений, правильной планировке помещений, складов и их содержанию.

По степени пожарной опасности и опасности взрыва здания и отдельные помещения (ОСТ 90015—39), в зависимости от огнеопасности происходящих процессов, подразделяются на пять категорий — А, Б, В, Г, Д.

К каждой категории могут быть отнесены помещения и склады, указанные в табл. 55.

Таблица 55

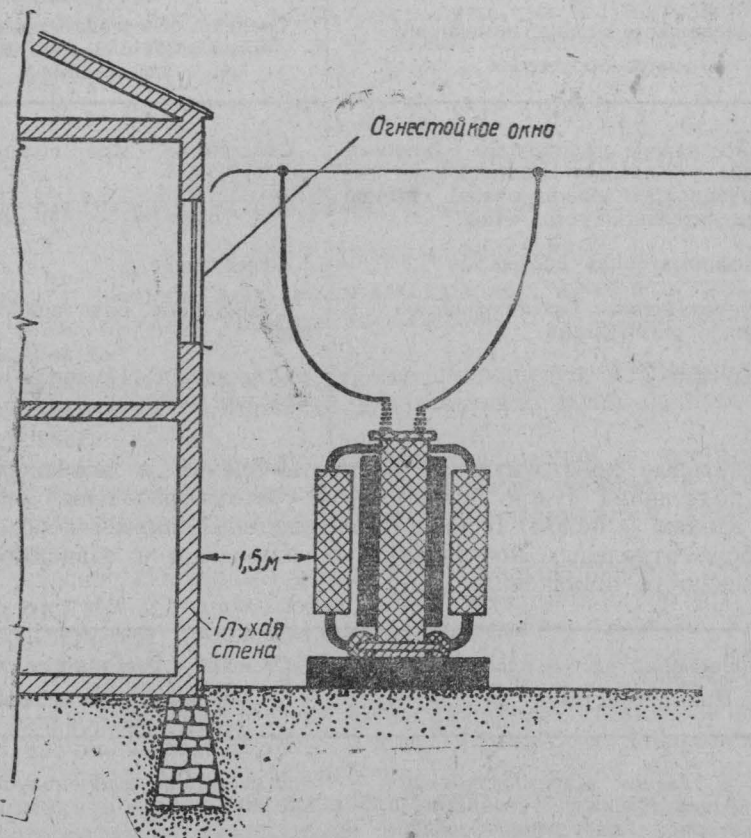
№ п/п.	Категория	Здания, помещения и склады, относящиеся к данной категории
1	Категория А	Склады газов (ацетилена, водорода) и карбида кальция; склады легковоспламеняющихся жидкостей
2	» Б	Помещения сушки и регенерации масла, помещения аккумуляторных батарей; масляное и нефтяное хозяйство
3	» В	Склады горючих материалов и мастерские для обработки горючих предметов
4	» Г	Распределительные устройства, мастерские, кузнечные
5	» Д	Все служебные помещения, щиты управления

По степени огнестойкости здания подстанции (ОСТ 90015—39) разделяются на четыре группы: сгораемые, полусгораемые, полуюгнестойкие, огнестойкие.

При планировке открытых подстанций должны быть соблюдены следующие требования.

¹ Противопожарные требования при устройстве распределительных установок рассматриваются в разрезе технических условий ТУ-3-41, утвержденных НКЭС СССР, согласованных с ГУПО НКВД СССР, 1942 г.

1. Территория открытой подстанции должна быть ограждена забором от прочих зданий и помещений, не относящихся к ней. На открытой площадке подстанции не должно быть кустарника, пней. Уклон площадки должен быть в сторону, противоположную закрытым распределительным устройствам. Площадка подстанции, расположенной в лесу или на полях торфоразработок, должна быть обнесена забором с зоной шириной не менее 20 м, очищенной от кустарника, сухой травы или пропаханной. При устройстве территории должна быть учтена возможность разлива масла при авариях трансформаторов или выключателей. Должно быть устроено обвалование или сточные каналы.



Фиг. 218. Установка трансформатора около здания.

2. Оборудование открытой подстанции нужно располагать от стен зданий распределительных устройств и щитов управления не ближе 10 м; в этом разрыве должен быть устроен пожарный проезд шириной 6 м. При отсутствии надобности в пожарных проездах трансформаторы могут быть установлены на 1,5 м от стен распределительных устройств (фиг. 218). Но при этом в стене здания до уровня крышки трансформатора не должно быть окон. Окна могут быть допущены выше крышки трансформатора, с огнестойкими или полугогнестойкими переплетами и армированным остеклением.

Открывающиеся окна могут быть допущены в промежутках между трансформаторами при их ширине не менее 4 м.

Выхлопные трубы трансформаторов нужно направлять в сторону, противоположную окнам или вентиляционным отверстиям здания.

При расположении трансформаторов и прочей аппаратуры на расстоянии менее 10 м от здания не допускается устройство сгораемых свесов крыши. Здания при наличии сгораемых крыш должны быть

обращены к трансформаторам огнестойкими фронтонами или должны иметь глухие огнестойкие парапеты.

3. Склады масла для подстанций оборудуют и располагают в соответствии с требованиями ОСТ 90039—39.

При устройстве закрытых подстанций должны соблюдаться следующие правила:

а) Степень огнестойкости здания подстанции должна быть выбрана в зависимости от пожаро- и взрывоопасности здания или помещения, согласно табл. 56.

Таблица 56

№ п/п	Наименование здания, помещения или сооружения	Степень огнестойкости зданий, помещений или сооружений подстанции
1	Главное здание подстанции: машинный зал, щит управления с помещением аккумуляторной в первом этаже, главное распределительное устройство	Огнестойкое или полугогнестойкое
2	Трансформаторная мастерская	Огнестойкое
3	Нефтехозяйство, маслохозяйство и помещения регенерации	Огнестойкое. Баки полугогнестойкие
4	Склад газов	Огнестойкое. Покрытие сборное железобетонное

б) Отдельные конструктивные элементы зданий и помещений закрытых подстанций нужно принимать с учетом требований огнестойкости к зданию в целом. В табл. 57 приведены данные, необходимые для выбора отдельных конструктивных элементов в зависимости от пожароопасности помещения.

Таблица 57

Наименование частей здания или помещения	Степень огнестойкости частей здания или помещения
Полы: в главном здании, в помещениях распределительных устройств, в трансформаторной мастерской, склады газов	Огнестойкие или полугогнестойкие
В помещениях маслохозяйства и регенерации масла	Огнестойкие или полугогнестойкие и маслостойкие
В аккумуляторных помещениях	Огнестойкие или полугогнестойкие и кислотоупорные
Двери: во взрывных коридорах распределительных устройств, внутренние двери масляного хозяйства и в брандмауерных стенах	Огнестойкие
Оконные переплеты — в помещении щита управления в распределительных устройствах	Полугогнестойкие или сгораемые

в) Помещения трансформаторов и масляных выключателей должны иметь вентиляционные устройства, не связанные с другими помещениями. Над помещением распределительных устройств закрытого типа с

маслонаполненными аппаратами и под ними не допускается располагать помещения, не относящиеся к данному производственному процессу. На подстанциях должна быть устроена аварийная вентиляция, причем аварийной вентиляцией должны быть оборудованы взрывные коридоры, коридоры кабельных выводов. Моторы аварийных вентиляторов должны включаться извне помещения распределительного устройства. Аварийной вентиляции может не быть, если на подстанции постоянно не находится обслуживающий персонал.

г) На подстанциях должен поддерживаться образцовый порядок; внутри камер трансформаторов и масляных выключателей работа с открытым огнем должна допускаться лишь после тщательной вентиляции и при отсутствии тока в установке; помещения должны быть хорошо освещены.

Глава VII

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И СЕТЕЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

§ 68. Устройство подстанций

Ввод в эксплуатацию восстанавливаемых промышленных предприятий часто требует ускоренного монтажа электрооборудования, сетей и установок.

Военная обстановка потребовала упрощения и удешевления электрооборудования предприятий для возможно более быстрого ввода их в действие.

Изменение — упрощение электрооборудования в особых условиях распространяется на подстанции, кабельные, силовые и осветительные сети, на выбор пусковых аппаратов, трансформаторов и осветительной арматуры.

Согласно «Правилам устройства электроустановок промышленных предприятий» (Госэнергоиздат, 1944), «Инструкции по проектированию и строительству промышленных предприятий в условиях военного времени», изданной Наркомстроем СССР, 1941 г. и одобренной постановлением СНК СССР от 11 сентября 1941 г. и «Техническим условиям для разработки строительной части зданий подстанций на период военного времени», составленных Главэлектропромом Наркомстроя СССР, 1942 г. при устройстве электрических подстанций внесены следующие изменения в «Противопожарные правила строительного проектирования и устройства электростанций и подстанций НКС СССР», изданные Госэнергоиздатом, 1942 г.

1. Изменения в устройстве стен и перегородок:

а) Стены и перегородки подстанций должны быть выполнены из огнестойких или полугонестойких материалов (исключение см. п. в).

Внутренние перегородки служебных помещений, не граничащие с помещениями высокого напряжения, допускается выполнять из полусгораемого материала.

Подстанции при напряжении до 110 кВ могут быть выполнены из полусгораемых или сгораемых материалов.

б) Толщину кирпичных перегородок в распределительном устройстве нужно принимать минимально допускаемой (для кирпичных стен до $\frac{1}{2}$ кирпича). Армирование кирпичных стен железом допускается лишь в местах крепления тяжелой аппаратуры.

в) Стены и перегородки временных подстанций разрешается строить полусгораемыми. Штукатурка допускается как огнезащитная, так и обычная известковая. Огнезащитная штукатурка должна выполняться в два-три приема толщиной 1—1,2 см по дранке.

Состав огнезащитной штукатурки: глина 3 части, известь 1 часть, гипс 1 часть. Применение гипса в этом составе не обязательно при

условии, что в последнем случае образовавшиеся при высыхании штукатурки трещины будут затерты тем же составом.

2. Изменения в устройстве полов и перекрытий:

а) Полы в помещениях с маслonaполненными аппаратами должны выполняться огнестойкими.

Допускаются цементные полы по известково-бетонной подготовке толщиной 12—15 см.

Полы должны иметь уклон в сторону маслосборных ям в пределах 5%.

б) Во временных подстанциях, в камерах масляных выключателей и трансформаторов могут быть допущены глинобитные полы, толщиной 15—20 см. В щитовых помещениях и в комнатах дежурного персонала полы выполняются из дерева. Применение деревянных полов допускается также и в коридорах управления низковольтного распределительного устройства (кроме взрывных коридоров масляных выключателей).

в) Полы коридоров управления и взрывных коридоров не должны иметь порогов. При необходимости допускаются наибольшие разности высот в отметках этих полов, при условии выполнения переходов по наклонной плоскости.

г) Перекрытия всех кабельных каналов допускаются выполнять деревянными щитами.

д) Полы аккумуляторного помещения и кислотной должны иметь покрытие из асфальта, смешанного с кварцевым песком.

Допускается также применение деревянных полов при соблюдении следующих условий:

а) аккумуляторное помещение находится в 1 этаже;

б) полы рассчитаны на нагрузку;

в) поверхность чистого пола покрыта два раза горячей каменноугольной смолой и посыпана сверху промытым песком;

е) балки под трансформаторы и крупные масляные выключатели должны быть строго горизонтальны, с обязательной прокладкой плит под концами балок во избежание их осадки; балки под трансформаторы во временных, деревянных подстанциях выполняются из дерева;

ж) потолочные перекрытия в помещениях, высоковольтных распределительных устройств и в щитовых помещениях разрешается выполнять из дерева с известковой штукатуркой, при расположении камер масляных выключателей и трансформаторов в одноэтажных зданиях и при условии безпустотных перекрытий.

3. Изменение в устройстве окон и дверей:

а) Все высоковольтные распределительные устройства, щитовые и трансформаторные помещения выполняются без окон. Окна предусматриваются только в служебных и аккумуляторных помещениях. Конструкция окон стандартная для отапливаемых помещений.

б) Все двери подстанций выполняются из дерева. Двери в камерах масляных выключателей, трансформаторов должны быть полуогнестойкими. Двери взрывных камер, а также двери, ведущие из помещения высокого напряжения, должны открываться наружу или в сторону других помещений. Двери шириной до 1 м устраиваются одностворчатыми, шириной более 1 м — двухстворчатыми.

Аварийные двери должны иметь ширину не менее 0,9 м. Эти двери снабжаются замками, открывающимися изнутри без ключа.

в) Если на подстанции имеется взрывной коридор, разделенный на отдельные отсеки, то двери, соединяющие отсеки, должны быть огнестойкими. Они должны открываться в обе стороны и иметь запорные ручки, действующие с каждой стороны, и пружину, удерживающую дверь в закрытом положении.

г) Устройство порогов в дверях, ведущих в помещение высокого напряжения, не допускается.

Исключение составляют камеры масляных выключателей, не имеющих маслосборных ям и приемков стока масла. Устройство порогов в дверях таких камер обязательно.

4. Изменения при устройстве отопления и вентиляции:

а) Помещения, в которых постоянно находится дежурный персонал (щитовое помещение, комната дежурного, связи, мастерская и пр.), должны быть оборудованы отоплением.

Для отопления подстанций, удаленных от теплофикационных магистралей, и для временных подстанций, допускается применение огневых печей. Топки печей должны быть вынесены в коридоры общего пользования или комнату дежурного персонала. Для отопления аккумуляторных помещений рекомендуется применять центральную систему; допускается водяное отопление с гладкими трубами, а также и отопление обычными огневыми печами. В последнем случае топки печей должны быть вынесены в коридор общего пользования. Отдушины и заслонки от печей в аккумуляторном помещении не допускаются.

б) Взрывные коридоры (или отдельные их отсеки) и коридоры управления масляными выключателями должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией. Вентилятор, электродвигатель к нему и приспособления для включения должны располагаться вне этих коридоров. Кратность обмена воздуха в час не ниже пяти.

5. Изменения при устройстве открытых подстанций:

а) Вокруг фундаментов трансформаторов и масляных выключателей должны быть предусмотрены выемки для гравийной засыпки, глубиной не менее 25 см, спланированные с уклоном в сторону от здания. В плане гравийная засыпка должна выступать за контуры фундамента аппаратов не менее, чем на 1 м.

Объем гравийной засыпки определяется из расчета поглощения гравием не менее 20% объема масла в аппарате. Для засыпки применяется промытый и просеянный гравий или щебень, прошедший через грохот с отверстиями 50 мм и оставшийся на грохоте с отверстиями 30 мм.

При фильтрующем грунте и низком уровне грунтовых вод допускается устройство выемок, засыпанных гравием, без отвода в дренажную систему. В этом случае выемки должны быть рассчитаны на поглощение 100% объема масла в аппарате. Для фундаментов под трансформаторы и масляные выключатели наряду с кирпичом и камнем допускается применение дерева.

б) Для стен и перекрытий кабельных каналов допускается применение дерева. Дно каналов должно иметь подстилку из утрамбованного гравия (щебенки) толщиной 10—15 см.

в) В помещениях масляного хозяйства допускается центральное отопление и отопление огневыми печами. В последнем случае топки должны быть расположены вне огнеопасных помещений.

г) Для временных подстанций ремонтная башня для выемки и осмотра сердечника трансформатора может выполняться из дерева, при условии обшивки внутри железом по асбесту или войлоку, смоченному в глиняном растворе.

§ 69. Изменения в электрооборудовании промышленных предприятий¹

На основании указанных выше инструкций и «Временных положений по упрощению электрооборудования фабрично-заводских предприятий», разработанных Моспроектконторой треста Центроэлектромонтаж, изданных в 1941 г., силовое осветительное электрооборудование мон-

¹ Большинство изменений, касающихся военного времени в данный момент узаконено, как постоянные. См. «Правила устройства электроустановок промышленных предприятий», Энергоиздат, 1944 г.

тируется в упрощенном виде. Изменения при устройстве электрооборудования промышленных объектов на период военного времени следующие.

1. Изменения при устройстве сетей:

а) При подсчете нагрузок сетей не учитывать повторно кратковременную работу механизмов (монтажные краны, пожарные насосы, резервные агрегаты и технологические потоки). При выборе по условиям нагрева сечений проводов и кабелей, прокладываемых в цехе, температуру воздуха принимать в 25°C.

б) Во всех цехах, где это возможно по условиям среды, конструкции стен и перекрытий и по условиям размещения технологического оборудования, применять вместо кабелей и проводов в газовых трубах открытую прокладку на роликах или изоляторах проводами ПР-380 и ПР-500.

в) Ответвления линий к короткозамкнутым двигателям во взрывоопасных помещениях рассчитывать так же, как для невзрывоопасных помещений. Однако пропускная способность провода должна по меньшей мере на 25% превышать номинальный ток двигателя.

г) Во взрывоопасных помещениях допускать применение в трубах проводов ПР-500 взамен ПРТО.

д) Сократить количество групповых линий за счет устройства четырехпроводных линий или присоединения к одной группе предельно допускаемой по нормам нагрузки (до 15 А на группу).

е) При выполнении осветительной сети: в пожароопасных помещениях вместо проводки в газовых трубах применять, по возможности, провода ТПРФ, причем в случае наличия пожароопасной пыли осветительные коробки должны иметь уплотнения; во взрывоопасных помещениях допускать применение в трубах проводов ПР-500 взамен ПРТО; в конторских, обслуживающих и вспомогательных не сырых помещениях применять только шнур ПР и ПРД.

ж) При отсутствии изолированных проводов допускается применение голых медных и железных проводов, при прокладке их по фермам высоких цехов (металлургических, металлообрабатывающих и др.) на недоступной высоте.

з) В осветительных проводах производственных помещений, за исключением взрывоопасных, в качестве рабочего нулевого заземленного провода использовать газовые трубы осветительной проводки, а также железные тросы (провоки), поддерживающие тросовую проводку освещения. В этих случаях, при необходимости, в качестве нулевого рабочего провода могут быть использованы металлические конструкции здания.

2. Изменения при выборе светильников:

а) Не применять сложных и дорогих осветительных арматур. Арматуру ПБ-500 заменять, где это возможно, арматурой наружного освещения или водопыленепроницаемой арматурой до 200 W.

б) В сырых помещениях применять преимущественно фарфоровые полугерметические светильники или светильники «Люцетта» цельного молочного стекла, скомбинированные с подвесным фарфоровым патроном.

в) Групповые щитки и понизительные трансформаторы в нормальных, не пыльных помещениях устанавливать без железных кожухов.

Изменения в части упрощения электрооборудования не идут вразрез с рациональными противопожарными мероприятиями. Однако некоторое упрощение — замена огнестойких материалов сгораемыми, применение проводов, менее надежных в помещениях с повышенной пожарной опасностью, — заставляют работников государственного пожарного надзора усилить наблюдение в процессе эксплуатации подстан-

ций, машин и прочего электрооборудования. Ряд мероприятий, касающихся упрощения электрооборудования, останется в силе и на послевоенный период, как оправдавших себя с пожарной и технической точки зрения.

Глава VIII

МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЖАРОВ ОТ ГРОВОВЫХ РАЗРЯДОВ

§ 70. Защита от грозовых разрядов объектов первой и второй категории

Убытки от пожаров, вызываемых поражениями молнией, согласно статистическим данным, представляют весьма внушительную цифру.

Наблюдается поражение молнией различных промышленных и сельскохозяйственных строений.

Вопрос защиты различных зданий и сооружений от грозовых разрядов обстоятельно рассмотрен в «Руководящих указаниях по грозо-защите промышленных и других сооружений», откуда произведено извлечение наиболее характерных для пожарной профилактики данных¹.

Все виды зданий и сооружений разделяются на четыре категории, для которых предусмотрены свои меры защиты.

Первая категория:

1. Производственные, складские и другие виды помещений и сооружений, в которых могут образовываться в воздухе смеси паров, газов и пыли в концентрациях, опасных для взрыва от электрической искры, и в количествах, при которых возникновение взрыва может привести к серьезным разрушениям оборудования и здания или к человеческим жертвам.

Исключение составляют сооружения, в которых хотя и может образоваться взрывчатая смесь газов, паров и пыли, однако, само сооружение представляет собой сплошной металлический экран, в силу чего возникновение электрической искры от грозы внутри такого сооружения мало вероятно. К ним относятся, например, металлические резервуары горючих жидкостей (бензина, спирта), металлические газгольдеры с огне- и взрывоопасными газами без утепления, металлические трубопроводы горючих жидкостей или огне- и взрывоопасных газов. Такого рода сооружения нужно отнести ко второй категории.

2. Все виды зданий и сооружений, в воздухе которых хотя и не может образоваться взрывчатая смесь газов, паров и пыли, но содержится много взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ в открытом виде или в неметаллических укупорках. Возникающие в таких помещениях искры от грозовых разрядов могут непосредственно соприкасаться с огне- и взрывоопасными веществами. К такого рода сооружениям относятся, например, хранилища, в которых взрывчатые вещества содержатся в неметаллических укупорках, в деревянных ящиках, в мешках.

Меры защиты сооружений первой категории:

1. Все виды зданий и сооружений первой категории должны быть защищены от прямых ударов молнии, от вторичных проявлений молнии и от заноса высоких потенциалов через воздушные провода, кабели, трубопроводы, деревья.

2. Защита от прямых ударов молнии осуществляется при помощи молниеотводов, надземные и подземные токопроводящие элементы которых должны быть изолированы от частей защищаемого объекта и от других металлических предметов (от заземлителей для защиты от вторичных проявлений молнии, трубопроводов, кабелей, проводов), имеющих связь с защищаемым объектом.

¹ И. С. Стекольников, Физика молнии и грозозащита. Изд. Академии наук СССР, 1943.

3. Необходимые расстояния от наземных и подземных токопроводящих элементов молниеотводов до частей защищаемого объекта и металлических предметов, имеющих связь с защищаемым объектом, выбирают расчетным путем.

4. Сопротивление заземления молниеотводов целесообразно применять около 10Ω .

5. Необходима защита от вторичных проявлений молнии, защита от заноса высоких потенциалов через воздушные провода, кабели и посредством деревьев.

6. Все виды сооружений первой категории, находящихся в земле, защищают в полном соответствии с перечисленными выше мерами. При этом защита от прямых ударов молнии осуществляется так, чтобы все выступающие из-под земли части (например, газоотводные трубы) и вся поверхность земли непосредственно над сооружением находились в зоне защиты.

7. Некоторые виды зданий и сооружений первой категории могут иметь такую большую высоту, что для них осуществление защиты от прямых ударов молнии при помощи изолированных молниеотводов практически трудно выполнимо. К такого рода сооружениям относятся, например, элеваторы, высокие газгольдеры с отоплением, многоэтажные производственные здания.

Для такого рода сооружений в виде исключения допускается осуществление защиты от прямых ударов молнии при помощи молниеотводов, не изолированных от зданий, с токоотводами, проложенными непосредственно по стенам сооружения. При этом необходимо соблюдать следующие меры предосторожности.

а) Сопротивление заземления молниеотводов должно быть не более 5Ω , желательно заземлитель устраивать в виде контура, окружающего сооружения.

б) Нужно создать условия для выравнивания потенциалов на отдельных уровнях сооружения между токоотводами и всеми металлическими деталями сооружения, а также металлическими предметами внутри сооружения. Такое выравнивание потенциалов нужно создавать во всяком случае на уровнях междуэтажных перекрытий путем устройства на каждом уровне замкнутого металлического контура, соединяющего все токоотводы. К этим контурам должны быть присоединены кратчайшим путем все металлические конструкции сооружения и все металлические предметы, находящиеся внутри здания.

Для вновь проектируемых или находящихся в стадии строительства железобетонных сооружений необходимо использовать железную арматуру колонн, междуэтажных перекрытий, потолка и пола в качестве выравнивающей сетки. Для этой цели должно быть предусмотрено соединение арматуры и присоединение ее к выравнивающим контурам. Кроме того, арматура колонн должна быть присоединена к контуру заземления. Железная арматура колонн может быть использована в качестве токоотводов при условии, что отдельные элементы арматуры в местах их стыков будут надежно сварены.

в) Все мероприятия в части защиты от вторичных проявлений молнии выполняются в соответствии с требованиями для сооружений первой категории.

г) Защита от заноса высоких потенциалов через воздушные провода, кабели, трубопроводы выполняется в соответствии с требованиями для сооружений второй категории.

д) Для газгольдеров, имеющих газоотводные трубы, необходимо также создать условия, делающие маловероятным воспламенение от канала молнии, выходящих из этих труб газов. Молниеотводы должны возвышаться над верхними частями газоотводных труб не менее, чем на 3 м и быть к ним не ближе 5 м.

Вторая категория:

1. Все виды зданий и сооружений, в которых взрывчатая смесь газов, паров и пыли может образоваться в таких количествах, что взрыв их может носить только местный характер (в виде хлопка), и, следовательно, не может повлечь сколько-нибудь серьезных разрушений и не угрожает жизни людей. К такого рода сооружениям, например, могут быть причислены помещения, в которых производится механическая обработка взрывчатых веществ или применяется бензин, спирт в качестве промывочных средств.

2. Складские помещения и хранилища взрывчатых веществ, в которых эти вещества содержатся в металлических укупорках (в металлических ящиках, в металлических цилиндрах).

3. Сооружения, в которых может образоваться взрывчатая смесь газов, паров или пыли, однако, само сооружение представляет собой цельнометаллическую конструкцию — сплошной металлический экран (металлические резервуары, цистерны, газгольдеры без отопления и всякие другие емкости легковоспламеняющихся жидкостей).

Меры защиты сооружений второй категории:

1. Все виды зданий и сооружений второй категории должны быть защищены от прямых ударов молнии, от вторичных появлений молнии и от заноса высоких потенциалов через воздушные провода, кабели, трубопроводы, деревья.

2. Защита от прямых ударов молнии осуществляется при помощи молниеотводов, непосредственно установленных на защищаемом объекте. Токоотводы прокладывают по стенам и крыше защищаемого объекта. Заземлители для отвода токов молнии и для защиты от вторичных проявлений молнии могут быть совмещены. Общее сопротивление заземления не должно превышать $10\ \Omega$.

3. Если защищаемый объект попадает под определение п. 1 и 2 второй категории и имеет металлическую крышу, то сама крыша может быть использована в качестве молниеприемника. Число токоотводов, соединяющих крышу с заземлителем, должно быть, по возможности, большим, и во всяком случае токоотводы должны быть проложены по углам сооружения и не менее, чем через каждые 10—15 м.

4. Для объектов, входящих в определение п. 3 второй категории и обладающих полной герметичностью с достаточной толщиной металлических стен и крыши (не менее 2 мм), установка специальных молниеприемников и токоотводов не требуется.

Роль молниеприемников с успехом может выполнять металлическая крыша, а роль токоотводов — металлические стены сооружения. В данном случае вся защита сводится к тщательному заземлению стен объекта. Заземлитель целесообразно устраивать в виде замкнутого контура, окружающего объект.

5. В тех случаях, когда защищаемый объект, входящий в определение п. 3, обладает газоотводными трубами (свечками, например, резервуары, газгольдеры), установка молниеприемников обязательна. Высоту и взаимное расположение молниеприемников в этом случае определяют из условия защиты от прямых ударов молнии всей площади крыш объекта и всех выступающих частей и верхних концов газоотводных труб. Целесообразно располагать молниеприемники, по возможности, дальше от газоотводных труб, во всяком случае для газгольдеров не ближе 4—5 м.

Для газгольдеров превышение молниеприемников над верхними концами газоотводных труб должно быть не менее 3 м.

Для баков и резервуаров воспламеняющейся жидкости (бензин, нефть, керосин) превышение молниеприемников над крышей нужно делать не менее 3 м, при диаметре защищаемого объекта 5—7 м, и не менее 5 м при диаметре, большем 7 м.

6. Необходима защита от вторичных проявлений молнии, от заноса высоких потенциалов через воздушные провода, кабели, трубопроводы и деревья. Внутри цельнометаллических объектов не требуется специальных мер для защиты от вторичных проявлений.

§ 71. Защита от грозовых разрядов объектов третьей и четвертой категории

Третья категория:

Все виды зданий и сооружений, в которых отсутствуют взрывчатые или легковоспламеняющиеся вещества. Для зданий и сооружений третьей группы удар молнии опасен в смысле механических разрушений, пожара и несчастных случаев с людьми, находящимися внутри их. К третьей категории можно отнести, например, все виды фабрично-заводских зданий и сооружений, в которых не изготавливаются и не перерабатываются взрыво- и огнеопасные вещества (металлообрабатывающие, деревообделочные и тому подобные производства), жилые здания и другие общественные помещения, фабрично-заводские трубы, всякого рода башни, памятники.

Исключение составляют помещения для содержания большого количества скота в силу их специфических особенностей в отношении необходимости специальных мер от шаговых напряжений и напряжений прикосновения.

Меры защиты зданий и сооружений третьей категории:

1. Сооружения третьей категории защищают от прямых ударов молнии молниеотводами, установленными на самом сооружении, и токоотводами, проложенными по стенам здания. Сопротивление заземления молниеотводов может быть около 20—30 Ω .

В качестве заземлителей могут быть использованы существующие в пределах сооружения металлические подземные устройства.

2. Если защищаемое здание (сооружение) имеет металлическую кровлю, то специальных молниеприемником не требуется, и защита от прямых ударов молнии осуществляется надежным заземлением металлической крыши.

Только для выступающих над крышей неметаллических частей (архитектурные украшения, дымовые трубы) нужно предусмотреть специальные молниеприемники, установленные непосредственно на этих частях и надежно соединенные с металлической кровлей. Металлическую кровлю необходимо заземлить в нескольких местах. Токоотводы нужно прокладывать по углам здания и не менее чем через каждые 15—20 м.

3. В качестве токоотводов могут быть использованы металлические водосточные трубы. Металлические водосточные трубы, независимо от того, используются они или нет в качестве токоотводов, нужно заземлять.

4. Если защищаемое здание имеет легковоспламеняющуюся мягкую крышу (например, соломенную), токоотводы по крыше нужно располагать таким образом, чтобы они не соприкасались с материалом крыши, во избежание ее воспламенения от нагретого ударом молнии токоотвода. Лучше всего в таких случаях токоотводы на крыше устанавливать на деревянных или металлических держателях (колышках) с таким расчетом, чтобы токоотвод располагался на расстоянии 10—15 см от материала крыши. Если крыша покрыта деревянной щепой, токоотвод может быть проложен непосредственно по крыше.

5. Для зданий и сооружений с железобетонными колоннами железная арматура колонн может быть использована в качестве токоотводов лишь в том случае, если отдельные арматуры (в местах стыков) на-

дежно соединены сваркой. В противном случае должны быть проложены специальные токоотводы в нужном количестве.

6. Если площадь защищаемого здания (сооружения) имеет весьма большие размеры, затрудняющие осуществление защиты всей крыши при помощи молниеприемников, или если стержни нельзя устанавливать по другим соображениям (например, архитектурным), допускается защита от прямого удара молнии крупной сеткой, уложенной непосредственно на крыше и по выступающим частям здания. Расстояния между соседними элементами сетки в одном каком-либо направлении целесообразно делать не более 5 м.

7. Здания и сооружения третьей категории не нуждаются в защите от вторичных проявлений молнии.

8. Сооружения третьей категории, особенно жилые помещения, пожарные станции и другие здания, в которых находятся люди, должны быть защищены от заноса высоких потенциалов через воздушные провода и деревья.

9. В производственных помещениях и других сооружениях третьей категории, в которых присутствие людей непосредственно вблизи токопроводов неизбежно по роду выполняемой ими работы, необходимо предусмотреть меры, исключающие опасность от шаговых напряжений и напряжений прикосновения.

Четвертая категория:

Сооружения и помещения, в которых содержится в большом количестве скот (коровники, конюшни, конные заводы). Для животных, особенно для крупного скота, большую опасность представляют шаговые напряжения и напряжения прикосновения. Для таких сооружений необходимо не только принять меры, исключающие возможность разрушения и пожара от молнии, но также создать условия, уменьшающие напряжение шага и прикосновения животных.

Меры защиты сооружений четвертой категории:

1. Защита от прямых ударов молнии осуществляется точно так же, как и для сооружений первой категории, при помощи молниеотводов, надземные и подземные токоведущие элементы которых изолированы от частей сооружения. Необходимые расстояния токоведущих частей молниеотвода от здания, а также до металлических предметов, имеющих связь с защищаемым сооружением, выбирают в соответствии с расчетом.

2. Защита от заноса высоких потенциалов через воздушные провода и деревья осуществляется так же, как и для сооружений третьей категории. При этом нужно стремиться к тому, чтобы провода (освещения, телефона), приборы и аппараты, присоединенные к этим проводам (лампочки, выключатели, телефон), были расположены, по возможности, дальше от животных, во всяком случае не ближе 2 м.

3. Для уменьшения шаговых напряжений животных при ударе молнии в молниеотводы в земле между заземлителем молниеотвода и защищаемым зданием нужно устраивать специальные экраны, выравнивающие распределение напряжений по поверхности земли.

Глава IX

ПОРЯДОК ПОЖАРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И СЕТЕЙ

§ 72. Общие сведения

Пожарно-профилактическое обследование электрооборудования и сетей служит важнейшей мерой, направленной на устранение причин пожаров от электрического тока. Обследование электрооборудования требует всестороннего анализа возможных причин пожаров, и принятия тщательно продуманных, наиболее целесообразных мер их устранения.

Пожарно-профилактическое обследование электроустановок и сетей представляет собой основную часть полного обследования предприятия или хозяйства. Поэтому порядок обследования электроустановок и сетей должен быть согласован с общим планом пожарно-технического обследования (основного генерального или контрольно-проверочного) объекта.

В задачу пожарно-профилактического обследования электроустановок и сетей входит:

- а) определение правильности выполнения осветительной или силовой сети в соответствии с нормами, правилами и инструкциями;
- б) определение правильности установок и эксплуатации электрических машин, трансформаторов, масляных выключателей, аппаратов и осветительных арматур;
- в) определение правильности выполнения распределительных установок, щитов.

При пожарно-профилактическом обследовании необходимо придерживаться определенной последовательности.

До начала пожарно-профилактического обследования электроустановок и сетей необходимо определить производственную характеристику здания или помещения, где находятся машины, и характеристику сети. Должна быть учтена окружающая среда (наличие химических пожаро- и взрывоопасных паров или газов, сырости), окружающая температура; характерные особенности конструктивных элементов здания, где проложена сеть; особенности подвижных и стационарных установок технологического процесса; принятое напряжение в общезаводском или цеховом масштабе.

§ 73. Порядок обследования электрических сетей и электроустановок

1. Наружное обследование электросети. Наружные осмотры сети проводят при основном и при контрольном обследовании предприятия.

При наружном осмотре сети устанавливают:

- а) Соответствие типа проводки¹, марки провода или кабеля характеру помещения.
- б) Соответствие имеющегося в сети напряжения принятой марки провода или кабеля. Если сопротивление изоляции провода не соответствует принятому в данной сети напряжению, то пробой изоляции будет причиной пожара в электросети.
- в) Правильность выполнения мест соединения и ответвления проводов и кабелей.
- г) Правильность крепления проводов и кабелей к изоляторам, конструкциям зданий и оборудованию.
- д) Правильность принятой величины расстояния между точками опор (роliками, изоляторами или скобами).
- е) Правильность величины принятого удаления проводов (особенно голых) от стен и других конструктивных элементов здания или оборудования.
- ж) Правильность выполнения мест прохода проводов через конструктивные элементы зданий и оборудования.
- з) Наличие защиты проводов от механических повреждений в местах прохождения через перекрытия, около производственного оборудования и правильность его выполнения.
- и) Правильность заделки концов (оконцевание) в местах подключения проводов и кабелей к приборам, машинам и аппаратам в соответствии с типом прибора или машины, с маркой провода или кабеля.

¹ Под типом проводки подразумевается совокупность провода или кабеля определенной марки со способом прокладки его на роliках, по стенам и т. д.

к) Надежность и правильность крепления точек опор (роликов и изоляторов).

л) Натяжение проводов, правильность изоляции, исправный ее общий вид.

Таким образом, при наружном обследовании электросети устанавливают три основных момента: 1) определяют выполнение монтажа сети в соответствии с существующими правилами и нормами; 2) выявляют неисправность сети; 3) проверяют правильность и безопасность эксплуатации сети.

2. Обследование электромашин, приборов и арматуры. При обследовании электромашин, приборов и арматуры устанавливают:

а) Соответствие типа машины, пускового аппарата или осветительной арматуры характеру помещения (пожаро- и взрывоопасность помещения).

б) Правильность выбора основания для установки машин, аппаратов и трансформаторов (огнестойкость основания).

в) Правильность установки машин, пусковых аппаратов, трансформаторов при наличии в здании-помещении горючих материалов и конструкций. Правильность расположения осветительной арматуры.

г) Нагрузку и температуру при работе машин, приборов и

осветительной арматуры при работе (отсутствие или наличие) перегрузок и перегрева.

д) Исправность защиты машин от окружающей среды. Огнестойкость кожухов и правильность их установки.

е) Наличие на машинах, аппаратах и прочих приборах заводских паспортов-клеев, указывающих мощность, напряжение и другие характерные данные для машины, аппарата.

ж) Наличие и исправность заземления машин, аппаратов и осветительной арматуры.

з) Исправность системы охлаждения и ее соответствие типу аппарата машины.

и) Достаточность смазки трущихся частей машины и аппаратов.

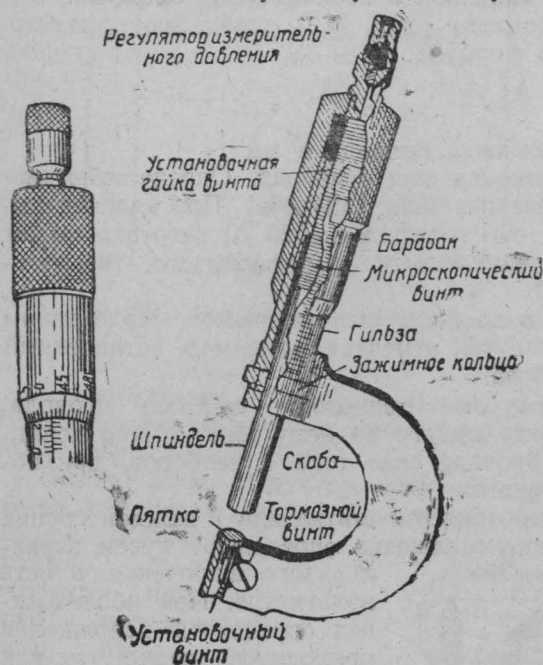
к) Исправность защитных устройств от последствий перегрузки и короткого замыкания (предохранителей, реле, автоматов).

л) Исправность электроизоляции обмоток и других токоведущих частей машины.

3. Обследование токораспределительных установок. Обследование всего распределительного устройства не отличается от обследования любого промышленного здания. Несколько сложнее вести обследование от распределительного щита до потребителя тока, устанавливать соответствие нагрузки принятому сечению провода, соответствие установленных предохранителей.

В осмотр токораспределительного щитка и главнейших участков, относящихся к нему, входит:

а) Определение правильности конструктивного выполнения щитка, укрепления на основании, устройства кожуха.



Фиг. 219. Устройство микрометра.

б) Определение сечения проводов в группе, идущей от щитка, для заключения о правильности эксплуатации сети.

Практически сечение провода в каждой группе можно установить на основании проектных данных. При отсутствии этих данных сечение провода может быть определено измерением.

Сечение провода измеряют следующим образом:

Жилу провода очищают от защитной и изоляционной оболочки, выжимают и при помощи микрометра (фиг. 219) определяют диаметр.

По найденному диаметру по формуле:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

находят площадь поперечного сечения провода в мм².

в) Проверка нагрузки в проводах или машинах. Определение нагрузки небольших сил тока указано в табл. (38—38и). При наличии высоковольтных линий и больших сил тока (свыше 20 А) нагрузка может быть определена при помощи технического трансформатора, называемого щипцами Дитце (фиг. 220).

При измерении силы тока в проводе его зажимают сердечником щипцов Дитце. Индуцированный ток отмечает амперметр, вставленный в контактные гнезда цепи прибора.

г) Проверка соответствия нагрузки принятому сечению провода. Зная сечение провода и силу проходящего по нему тока, можно делать вывод о соответствии сечения провода силе тока, и наоборот, при помощи расчета или табличных данных.

д) Определение напряжения на зажимах щитка или в каждой группе на предохранителях. Практически напряжение определяют путем парал-

лельного включения в сеть вольтметра. При обследовании определять напряжение приходится редко, так как оно на обследуемом участке не отличается от напряжения общезаводской или домовой сети.

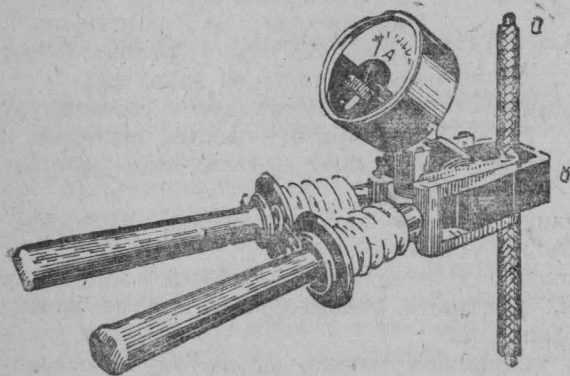
е) Определение сопротивления изоляции в обследуемых группах. Сопротивление изоляции в проводах, идущих к потребителям тока, определяют у распределительного щитка для выявления мест повреждения изоляции и утечки тока.

Согласно нормам сопротивление изоляции должно быть таково, чтобы в любом участке сети между двумя проводами или предохранителями утечка тока при рабочем напряжении не превышала одного миллиампера (0,001 А). Таким образом, сопротивление изоляции при наличии рабочего напряжения будет:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1}{0,001} = 1000 \text{ } \Omega$$

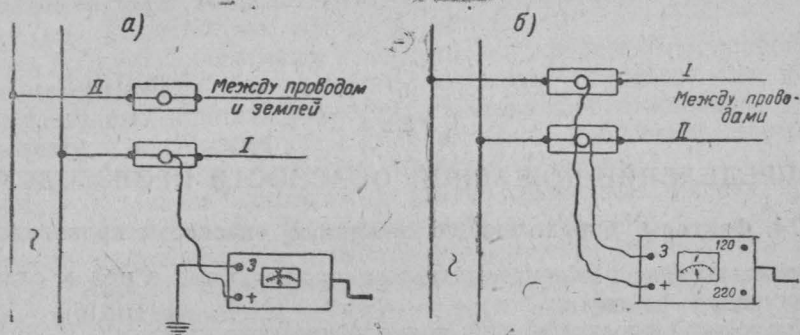
Практически сопротивление изоляции принимают из расчета 1000 Ω на 1 V рабочего напряжения. Сопротивление изоляции нужно измерять между двумя проводами, имеющими разный потенциал, и между каждым проводом и землей.

До начала измерения сопротивления изоляции необходимо прекратить подачу тока в обследуемый участок цепи, для чего надо произвести выключение линии выключателем или вынуть плавкие вставки предохранителей. При обследовании осветительной сети наиболее целесо-



Фиг. 220. Измерительный трансформатор Дитце.

образно вывинтить предохранительные пробки на распределительном щитке, откуда и производить измерение сопротивления изоляции; отключить всех потребителей тока, но не общим выключателем, а непосредственно каждый прибор, например, вывинтить лампочки, отсоединить приборы и моторы.



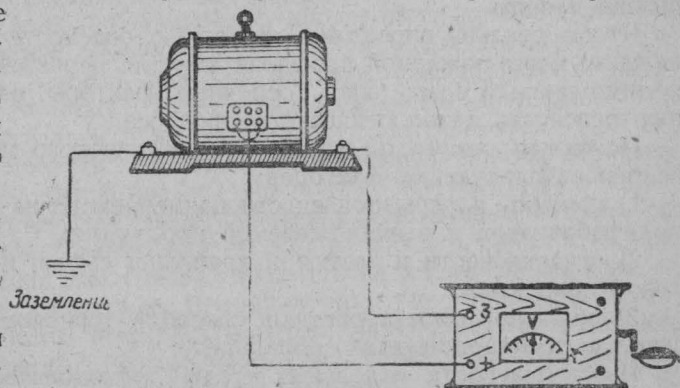
Фиг. 221. Включение индуктора при измерении сопротивления изоляции проводов.

Сопротивление изоляции можно определить различными приборами. Наиболее просты в пользовании переносные испытатели изоляции типа МПИ, выпускаемые ВЭСО.

Прибор имеет индуктор, который вырабатывает ток при вращении ручки и посылает его в обследуемый участок цепи, причем вырабатываемое напряжение должно соответствовать напряжению переменного тока, имеющемуся при работе данного участка.

О качестве изоляции судят по показанию стрелки прибора.

Способ включения индуктора при измерении сопротивления изоляции в сети показан на фиг. 221.



Фиг. 222. Измерение сопротивления изоляции в электромашине.

При измерении сопротивления изоляции между проводами и землей (фиг. 221а) прибор подключают между первым проводом (I) и землей, между вторым проводом (II) и землей; между третьим проводом (III) и землей. При измерении сопротивления изоляции между двумя проводами одновременно индуктор включается параллельно к резьбе патрона (I и II проводов) (фиг. 221б).

В электрических машинах сопротивление изоляции определяется между обмотками и заземлением корпуса; между коллектором и корпусом и т. д.

При измерении изоляции между обмотками машины и корпусом (землей) индуктор включают так, как показано на фиг. 222. Сопротивление изоляции обмоток машины должно быть значительно больше, чем проводов.

Глава I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВ

§ 74. Факторы, определяющие пожарную опасность производств

Характеристика пожарной опасности производства в целом складывается из следующих факторов:

- 1) пожарной характеристики технологического процесса;
- 2) пожарной характеристики зданий и сооружений, в которых происходит технологический процесс;
- 3) пожарной характеристики санитарно-технических, силовых установок и специального оборудования;
- 4) пожарной характеристики генеральной планировки промышленного объекта в целом и отдельных зданий;
- 5) характеристики предприятия в части его снабжения средствами предупреждения и тушения пожаров и соблюдения противопожарных правил и норм.

Чтобы реально определить пожарную опасность и установить рациональные меры пожарной профилактики для производства в целом, необходимо прежде всего знать основные факторы, определяющие пожарную опасность технологического процесса.

Пожарная опасность любого технологического процесса определяется на основе следующих факторов:

- 1) пожаро- и взрывоопасности применяемого на производстве сырья, полуфабрикатов и вырабатываемой продукции;
- 2) огнеопасности и размеров хранилищ сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- 3) пожарной характеристики способов транспортировки и загрузки сырья в производственную аппаратуру;
- 4) огнеопасности отдельных стадий технологических процессов, аппаратов и прочего оборудования химической технологии производства;
- 5) наличием при процессах надежных противопожарных устройств, необходимых для безопасной и бесперебойной работы аппаратов и приспособлений для удаления из помещений или агрегатов пожароопасных паров, газов и пыли;
- 6) степенью технической подготовленности обслуживающего персонала и соблюдением режима работы установок.

Лишь после подробного обследования всех перечисленных факторов, можно дать оценку производства в отношении его огне- и взрывоопасности. Из указанных факторов наиболее сложны для изучения: степень огне- и взрывоопасности сырья и степень огнеопасности отдельных технологических процессов.

Для правильного учета этих факторов и принятия наиболее рациональных профилактических мер необходимо углубленное изучение свойств различных сырьевых материалов и веществ и исчерпывающий анализ работы отдельных машин и аппаратов, возможных аварий с ними и дефектов в эксплуатации.

При выявлении огнеопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции нужно обратить внимание на: а) горючесть и химический

состав; б) быстроту и условия сгорания; в) температуру самовоспламенения, а для жидкостей, помимо этого, температуру вспышки; г) склонность к самовозгоранию; д) чувствительность к толчкам, ударам и прочим механическим воздействиям; е) взаимодействие с другими веществами (водой, кислотами, воздухом, металлами).

Если продукты обработки и переработки представляют собой негорючие материалы, то надо отметить различные свойства этих материалов в различных стадиях обработки. Например, в отношении металла: его поведение в раскаленном и расплавленном состоянии, взаимодействие в этом состоянии с другими веществами (водой).

При исследовании огнеопасных физико-химических процессов производства необходимо изучение действия оборудования.

Пожарная опасность при работе оборудования имеет место при наличии: 1) искрения и местных перегревов; 2) образования высоких температур при процессах; 3) негерметичности и выделения огне- и взрывоопасных паров, газов, пыли и горючих отходов; 4) трения трансмиссий, передач и механизмов двигателей, 5) неисправности машин и оборудования.

§ 75. Опасные моменты общего характера на производствах

Группировка производств по степени пожарной опасности

Различные технологические процессы в разной степени огнеопасны и опасные моменты в различных производствах имеют свой характер. Но имеются и общие для большинства производств опасные моменты.

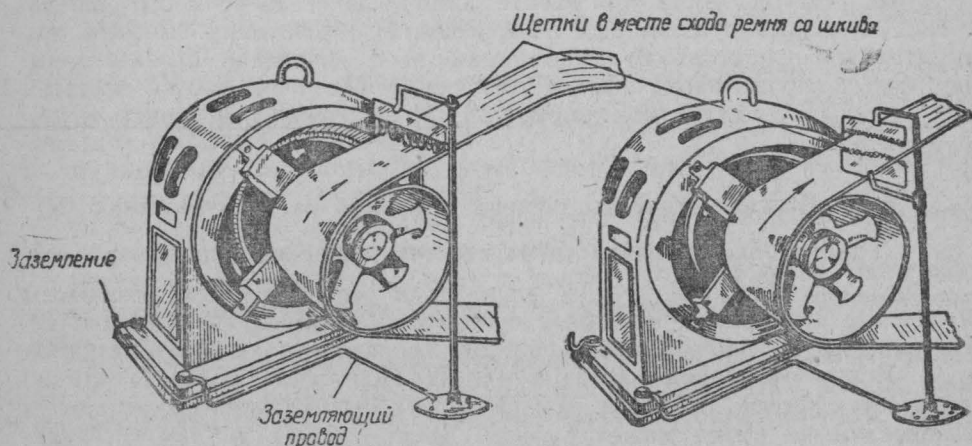
1. Искры от ударов железа о железо. При ударе железа о железо высекается искра, которая при наличии в окружающей среде паро- и газовоздушной смеси может вызвать воспламенение и взрыв. Такие взрывы могут происходить при неисправности вентиляторов. При перекосе вентилятора лопасти, ударяясь о железный кожух, вызывают искрение. Воспламенение и взрывы возможны при ремонтных работах, когда искра образуется при ударах железного молотка о зубило, трубопровод, гайки. Образование искр влекут за собой и случайные удары, например, при падении железного предмета на железный аппарат, пол, площадку, лестницу, арматуру. Искры образуются и при ударе железа о твердую поверхность, например, о бетон, камень. На этом основании в помещениях, в которых может находиться пожаро- и взрывоопасный газ, нельзя ходить по бетонному или железному полу в сапогах, подметки и каблуки которых прибиты железными гвоздями; особенно опасен въезд в подобные помещения на лошадях с подковами и на вагонетках по железным рельсам. Образование искры одинаково опасно и в пыле-воздушном пространстве, если горючая пыль смешана с воздухом.

Искра не появляется, если произошел удар железа о другой более мягкий металл, например, о медь, алюминий, свинец. Поэтому в цехах, где возможно образование взрывчатых смесей, различные части оборудования или инструмента должны быть сделаны из мягких металлов. Например, крылья вентилятора, засасывающего или нагнетающего огнеопасные смеси, надо наращивать медью, ремни, вращающие железные шкивы, сшивать медной проволокой, бандаж на колесах вагонетки устраивать медный или прокладывать деревянные рельсы. Молоток для холодного ремонта может быть медный или же место удара нужно покрывать густой смазкой, препятствующей образованию искры. Обувь при наличии твердых полов должна быть мягкая или на сапоги надо надевать галоши.

2. Искры от статического электричества. Наблюдается довольно много случаев пожаров и взрывов от искр статического электричества, которое образуется в результате трения неоднородных тел. Наиболее часты случаи накопления электрических зарядов на приводных ремнях, на трансмиссионных валах, валах вентиляторов.

Статическое электричество, образующееся на вращающихся и трущихся металлических частях машин и станков, служащих хорошими проводниками, представляют сравнительно небольшую пожарную опасность, так как достаточно надлежащего заземления металлических частей, чтобы статическое электричество было отведено в землю без опасных искровых разрядов.

Если же заземление валов, металлических шкивов отсутствует и машины изолированы от земли, то на трущихся частях электричество будет накапливаться, напряжение электрического заряда будет повышаться по мере образования дополнительных зарядов и может произойти разряд. При наличии в помещении взрывоопасной среды искра



Фиг. 223. Снятие зарядов с приводных ремней.

вызовет взрыв. Поэтому заземление машин, валов в мастерских, в которых возможно выделение газов, паров, а также и пыли, представляет собой одну из мер борьбы с образованием искр.

Значительно большую опасность в отношении электризации и разрядов статического электричества представляют трущиеся непроводники или вещества, обладающие большим электрическим сопротивлением. Обычные способы заземления в таких случаях не приемлемы. Такую опасность представляют приводные ремни, у которых статическое электричество собирается на поверхности, причем заземление всей поверхности ремней трудно осуществимо, а заземление вала и шкива недостаточно. Не дает желаемого результата и устройство шкива из хорошего, проводящего электричество материала.

Наличие статического электричества может быть установлено специальными чувствительными приборами, как, например, электрическим вольтметром или электроскопом с золотыми листочками. Измерения нужно проводить при различной влажности воздуха. При сходе ремня со шкива, когда происходит разделение поверхностей, напряжение поля возрастает. В результате этого у места схода ремня со шкива часто наблюдается искрение.

Удаление статического электричества с приводных ремней может осуществляться тремя способами.

а) Устройством двух металлических щеток, находящихся в контакте с ремнем. Щетки-разрядники (фиг. 223) представляют собой железные полоски-держатели одинаковой с ремнем ширины с припаянными или прикрепленными к ним медными проволочками.

Щетки работают удовлетворительно в том случае, если они установлены в местах схода ремня со шкива и имеют хороший контакт с

ремнем. Если щетки установить в другом месте, они не оказывают должного действия — не снимают статического электричества. При работе необходимо наблюдать за состоянием проволок, так как с течением времени они истираются и нарушается контакт, что приводит к проскакиванию искры с ремня на щетку или даже на металлическую пластинку-держатель. Необходимо, чтобы щетки находились в постоянном контакте с ремнем.

б) Устройством сети из заземленных проводов по обе стороны приводного ремня на расстоянии не более 2 см. На практике при удалении сети проводов с одной стороны, заряд обнаруживался в полной мере, в то время, как с другой стороны, где заземленная сеть проводов не снималась, заряды не обнаруживались. Параллельно заземленные проволоки служат хорошим предохранением, но в случае их поломки и невозможности немедленного ремонта пожарная опасность увеличивается.

в) Обработкой поверхности ремня специальным составом, от которого ремень становится достаточным проводником электричества, для немедленной передачи заряда заземленному металлическому шкиву. Рекомендуют, например, использовать смеси из воды и глицерина.

Помимо приводных ремней такую же опасность представляют ленточные транспортеры, фильтры, циклоны. Величина электрического заряда зависит еще от скорости движения ремня и его натяжения. Слабо натянутый ремень скользит по шкиву, что вызывает усиленное трение и увеличение заряда. При больших скоростях соответственно увеличивается и величина заряда. По английским данным, при скорости движения до 45 м/мин., образование статического электричества практически безопасно.

Наиболее опасное время года в смысле разрядов статического электричества это — зима (холодное время года), когда воздух особенно сухой. Влажность воздуха способствует удалению статического электричества, поэтому в помещениях, где воздух особенно сухой (при наличии центрального отопления в зимнее время), его увлажняют. Для этого вдоль рабочего помещения ставят перфорированную трубу, по которой пускают сырой пар, проникающий в помещение через отверстия трубы тонкими струйками и увлажняющий воздух.

В качестве увлажнителей часто применяют пульверизаторы, а при калориферном отоплении подают в значительной мере увлажненный воздух.

Статические разряды могут появляться в виде одной или нескольких искр (искровой разряд), но иногда замечается вместо искр голубое свечение, называемое «тихим разрядом». Образование статического электричества возможно не только на твердых телах, но и при трении некоторых жидкостей или газов о стенки трубопроводов (бензин, эфир, сероуглерод). Мерой защиты от разрядов статического электричества служит надежное заземление.

Указанные меры в основном уничтожают пожарную опасность, но образование статического электричества и радикальные способы борьбы с ним требуют еще серьезного изучения.

3. Искры от приборов электрооборудования. Приборы освещения и электрооборудования (выключатели, рубильники, лампочки) также могут давать опасные искры, достаточные для воспламенения паро-газовоздушной смеси.

Поэтому устройство их должно соответствовать требованиям противопожарной безопасности, изложенным во II части.

4. Тепловое действие солнечных лучей. Солнечные лучи представляют опасность, если они непосредственно действуют на аппарат или сосуд с газом, находящимся под давлением. При действии солнечных лучей газ в сосуде нагревается, давление увеличивается и может наступить такой момент, что стенки сосуда не выдержат внутреннего дав-

ления и произойдет взрыв. Поэтому все аппараты, сосуды с газами, баллоны нужно защищать от действия прямых солнечных лучей.

Другую опасность представляют концентрированные солнечные лучи. Солнечный луч, проходя через двояковыпуклую чечевицу (стекло), преломляется, причем на известном расстоянии от стекла лучи собираются в одной точке — в фокусе. Температура в этой точке достигает $500-600^{\circ}$.

В производственных помещениях роль такой двояковыпуклой чечевицы могут играть пузыри в оконных стеклах, проходя через которые солнечные лучи могут концентрироваться в одной точке, и если эту точку окружает огнеопасная смесь, последняя может воспламениться и вызвать пожар или взрыв.

Ввиду этого в огнеопасных газовых предприятиях устраивать окна на солнечной стороне не рекомендуется; стекла нужно применять белые, матовые или окрашенные белой краской.

5. Нагрев подшипников и других механизмов. В помещениях с огнеопасными газами, парами и пылью нужно обращать внимание на возможность нагрева подшипников и трущихся механизмов, которые могут раскалиться в некоторых случаях докрасна ($500-600^{\circ}$ С) или воспламенять смазку.

Этих явлений в огнеопасных производствах вполне достаточно, чтобы поджечь окружающую газо-паро-пылевоздушную смесь. Кроме того, вследствие вытекания расплавленного металла подшипников или близости раскаленных механизмов к сгораемым частям здания, возможно их загорание.

При выборе смазки для машины необходимо иметь в виду, чтобы:

а) при быстродвижущихся машинах смазочный материал имел достаточную вязкость и не выбрасывался;

б) для тяжелых машин с сильным трением смазочный материал имел не слишком густую консистенцию (плотность, вязкость) и не выдавливался;

в) для машин с высоким давлением и высокой температурой смазочный материал имел высокую температуру вспышки и воспламенения;

г) вспышка смазочного материала наступала лишь при нагревании выше 135° С;

д) для машин, работающих на открытом воздухе (например, лесопилки), смазочный материал оставался жидким и не стучался при низких температурах.

Мастерские, оборудованные машинами и аппаратами с трущимися частями, должны находиться под постоянным наблюдением с тем, чтобы в трущихся частях не было допущено сухого трения (без смазки) и повышения температуры.

Для своевременного извещения о появлении опасной температуры в подшипниках или других трущихся частях рекомендуется в точках возможного повышения температуры устанавливать автоматические сигнализаторы. Основные части этого прибора: алюминиевый корпус и стальные пластины. Действие основано на принципе различия величин коэффициентов расширения алюминия и стали.

При расширении алюминиевого корпуса пластины замыкают электрическую цепь, приводя в действие звонок. Для взрывоопасных производств прибор должен быть герметически закрыт.

Автоматический сигнализатор может быть отрегулирован для температур $35-150^{\circ}$ и установлен не только около подшипников, но и в сушилках, складах и других местах.

Быстровращающиеся и быстроходные детали машин должны быть удалены от сгораемых частей зданий, так как, помимо опасности загорания этих частей от сухого трения, они могут забрызгиваться маслом из машины и скорее загораться при возникновении пожара.

При смазке трансмиссий необходимо наблюдать, чтобы масло не капало на пол (особенно на деревянный), для чего под подшипники подвешивают специальные железные коробки-капельницы. Нужно наблюдать, чтобы не было переполнения капельниц и перелива масла.

6. Искрение при работе транспортных и подъемных сооружений. В производственных помещениях при возможном наличии огнеопасных и взрывчатых смесей должны быть приняты меры против искрения, возникающего в мостовых кранах, талях и других приспособлениях.

Для таких помещений рекомендуется применять вместо электрических пневматические подъемные краны, действующие при помощи сжатого воздуха.

Нежелательно и использование в огнеопасных мастерских электрокар, взамен которых применяют воздуховозы, тяговики, движущиеся при помощи сжатого воздуха.

Указанные опасные моменты присущи большинству производственных предприятий, но каждый вид производства имеет и свои особые опасные моменты технологического и эксплуатационного характера и требует особых мер их предупреждения.

Не имея возможности анализировать с пожарной точки зрения все виды производств, остановимся на наиболее часто встречающихся и дадим общие принципы оценки их опасности в отношении пожаров и взрывов, а также указания об основных мерах пожарной профилактики.

Из основных производств нужно рассмотреть четыре группы:

- 1) производства, вырабатывающие и потребляющие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости,
- 2) производства, вырабатывающие и потребляющие газы,
- 3) производства, связанные с образованием горючей и взрывоопасной пыли и обработкой горючих материалов,
- 4) производства, вырабатывающие и обрабатывающие металлы в условиях высоких температур.

При установлении причин пожаров и мер профилактики в технологических процессах указанных производств будем придерживаться следующей последовательности:

- 1) рассмотрение сырья;
- 2) хранение сырья;
- 3) транспортировка сырья и загрузка его в аппаратуру;
- 4) отдельные стадии технологического процесса;
- 5) технические устройства и приспособления в производстве, предназначенные для предупреждения или ограничения возможных пожаров.

Глава II

ПРОИЗВОДСТВА, ВЫРАБАТЫВАЮЩИЕ И ПОТРЕБЛЯЮЩИЕ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ И ГОРЮЧИЕ ЖИДКОСТИ. ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ И МЕРЫ ЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

§ 76. Пожарная характеристика наиболее часто встречающихся легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Пожарная оценка производств, вырабатывающих или потребляющих легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, складывается из пожарной характеристики:

- 1) легковоспламеняющихся или горючих жидкостей;
- 2) хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- 3) транспортировки со склада в цех или из цеха на склад и загрузки в аппараты легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;

4) отдельных стадий процессов выработки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей или процессов, в которых они применяются.

Для определения пожарной опасности легковоспламеняющихся и горючих жидкостей должны быть выявлены следующие данные.

1. Температура вспышки. Температура вспышки легковоспламеняющихся жидкостей представляет весьма важную пожарную характеристику.

Согласно ОСТ 90039—39 жидкости, в зависимости от температуры вспышки, делятся на: а) легковоспламеняющиеся, с температурой вспышки для I класса до 28°C, для II класса от 28 до 45°C; б) горючие с температурой вспышки для III класса от 45 до 120°, для IV класса выше 120°C.

Наиболее огнеопасными считаются те жидкости, у которых температура вспышки совпадает с температурой воспламенения, например, серный эфир, вспыхивая при определенной температуре, при этой же температуре воспламеняется.

Для наиболее распространенных легковоспламеняющихся жидкостей, находящихся в химически чистом виде, температура вспышки указана в табл. 58. В зависимости от местных условий, приведенных в таблице, величины могут отклоняться в ту или другую сторону.

Таблица 58

Наименование легковоспламеняющейся жидкости	Химическая формула	Температура вспышки, °C
Амилацетат	$C_7H_{15}O_2$	+ 25
Ацетон	C_3H_5OH	— 18 до + 2
Бензин	—	— 58 до + 10
Керосин	—	+ 21
Метиловый спирт	CH_3OH	— 1 до + 32
Нефть	—	0 до + 126
Сероуглерод	CS_2	— 40 до — 20
Этилацетат	$C_4H_8O_2$	— 5 до + 5
Этиловый эфир	$C_4H_{10}O$	— 40 до — 20
Этиловый спирт	C_2H_5OH	+ 9 до + 32

На практике приходится иметь дело с различными по чистоте жидкостями, а иногда со смесями их, поэтому температуру вспышки приходится определять опытным путем. Определение температур вспышки может быть произведено приборами:

а) Абель-Пенского закрытого типа — для определения температуры вспышки легковоспламеняющихся жидкостей до 50°C. При определении температуры вспышки ниже 0° прибор подвергают охлаждению.

б) Мартенс-Пенского закрытого типа для определения температуры вспышки выше 50° C.

При отсутствии табличных данных и приборов температура вспышки легковоспламеняющихся жидкостей может быть определена (приблизительно) подсчетом. Наибольшее применение получила формула Торнтона, которая дает возможность определить упругость паров жидкости при температуре вспышки и затем по упругости паров находить температуру вспышки.

Формула Торнтона¹ имеет вид:

$$P = \frac{P_{\text{общ}}}{5(N - 1) + 1},$$

где: P — упругость паров жидкости при температуре вспышки жидкости в мм;

$P_{\text{общ}}$ — общее давление паровоздушной смеси в мм;

N — число атомов кислорода, необходимых для полного сгорания одной молекулы горючего вещества.

¹ Проф. Б. Г. Тидеман и Д. Б. Сциборский. Химия горения, 1940.

Или же можно пользоваться упрощенной формулой:

$$P = \frac{P_{\text{общ}}}{KN},$$

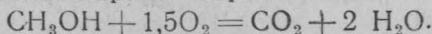
где: $P_{\text{общ}}$ — имеет то же значение;

N — принимают в молекулах;

K — коэффициент, зависящий от типа прибора; берут примерно равным 8.

Пример. Определить температуру вспышки метилового спирта при нормальном давлении (при $P_{\text{общ}} = 760$ мм).

Решение. Уравнение горения спирта



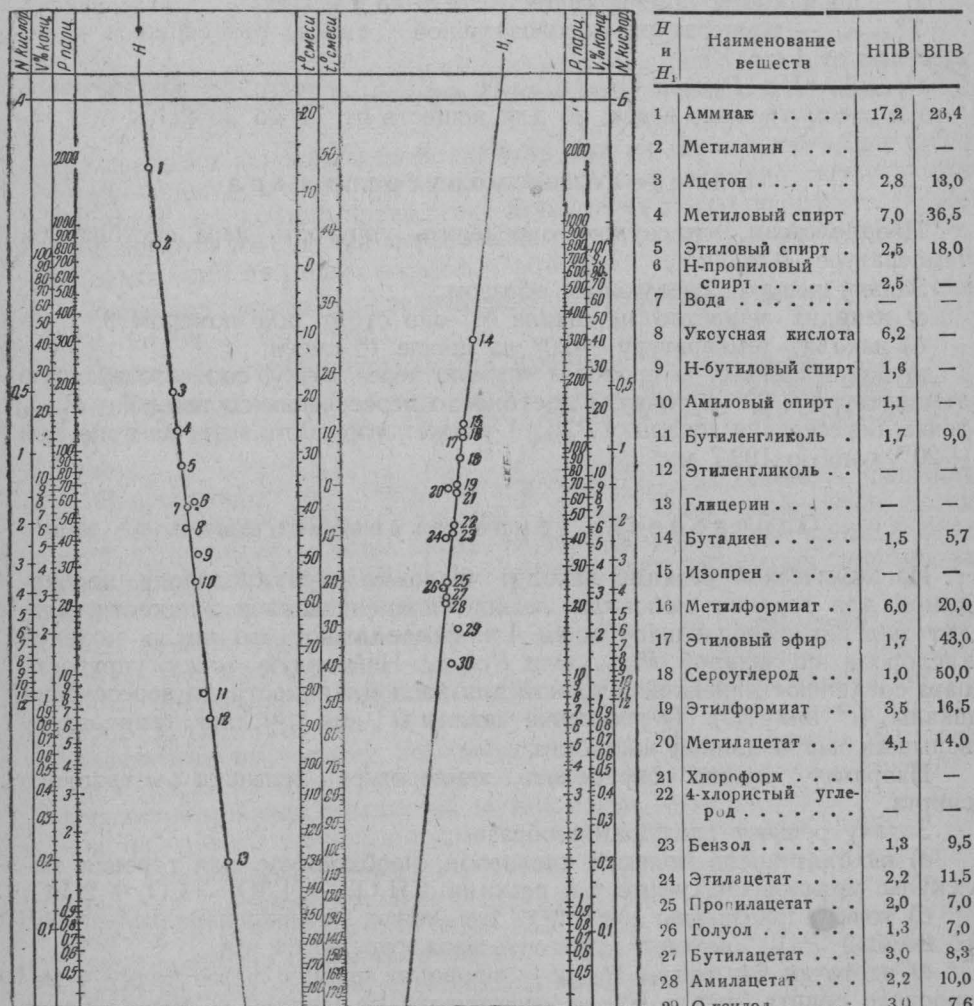
Таким образом, для формулы Торнтона $N = 3$.

Упругость пара при температуре вспышки будет:

$$P = \frac{760}{5(N-1)+1} = \frac{760}{5(3-1)+1} = \frac{760}{11} = 69,1 \text{ мм.}$$

По номограмме (фиг. 224) температура вспышки метилового спирта при $P = 69,1$ мм равна 13°C .

Эту задачу можно решить, пользуясь упрощенной формулой.



Фиг. 224. Номограмма для определения температуры вспышки и других данных.

¹ И. С. Рейзен. Борьба со взрывами пыли, газов и паров в промышленности. Госхимиздат. 1939.

Для практических расчетов при определении упругости пара и температур вспышки удобно пользоваться номограммой¹ (фиг. 224), которая дает возможность определить:

а) упругость насыщенных паров легко воспламеняющихся жидкостей при различных температурах для веществ от 1 до 30 (см. в номограмме на шкале H и H_1 , исключая бензин и керосин);

б) температуру вспышки;

в) концентрацию паров легко воспламеняющихся жидкостей с воздухом в объемных процентах при различных температурах;

г) нижние пределы взрыва паровоздушных смесей легко воспламеняющихся жидкостей.

В номограмме расположены следующие шкалы и обозначения:

$N_{\text{кислород}}$ — количество молекул кислорода, необходимое для горения одной молекулы вещества;

$V_{0/\text{конц}}^0$ — концентрация паровоздушной смеси в объемных процентах;

$P_{\text{парц}}$ — парциальное давление паров жидкости;

H — порядковые номера веществ от 1 до 13;

$t^{\circ}_{\text{смеси}}$ — температура паровоздушной смеси, относящаяся к веществам от 1 до 13;

$t^{\circ}_{1\text{ смеси}}$; H_1 ; $P_{1\text{ парц}}$; $V_{1\%/\text{конц}}$; $N_{1\text{ кислород}}$ имеют те же значения, что и рассмотренные выше, но для веществ от 14 до 30 (H_1).

Определение упругости пара

Предположим, что нужно определить упругость пара ацетона при температуре $+20^{\circ}$.

Задачу решают следующим образом:

а) находят вещество на шкале N ; оно стоит под номером 3,

б) находят температуру $+20^{\circ}$ на шкале $t^{\circ}_{\text{смеси}}$,

в) берут линейку и проводят прямую через точку, соответствующую температуре $+20^{\circ}$ и точку 3 ацетона до пересечения со шкалой $P_{\text{парц}}$; точка пересечения шкалы $P_{\text{парц}}$ укажет упругость пара ацетона при $+20^{\circ}$, равную 199,7 мм.

Определение температуры вспышки

Из химической реакции находят число молекул кислорода, необходимое для горения молекулы легко воспламеняющейся жидкости, кладут линейку параллельно линии AB и соединяют это число молекул кислорода со шкалой $P_{\text{парц}}$ или $P_{1\text{ парц}}$. Найденную точку упругости пара соединяют линейкой с точкой для данной жидкости до пересечения шкалы (t° или t_1°). Пересечение шкалы (t° или t_1°) дает температуру вспышки паров данной жидкости.

Например, нужно определить температуру вспышки метилового спирта.

Задачу решают следующим образом:

а) находят число молекул кислорода, необходимое для горения молекулы метилового спирта по реакции $\text{CH}_3\text{OH} + 1,5\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;

б) точку 1,5 шкалы $N_{\text{кислород}}$ соединяют линейкой параллельно AB со шкалой $P_{\text{парц}}$, находят упругость пара, равную 64 мм;

в) из точки 64 шкалы $P_{\text{парц}}$ проводят прямую через точку 4 метилового спирта (шкала H) до пересечения со шкалой $t^{\circ}_{\text{смеси}}$. Точка пересечения, равная $+13^{\circ}$, и будет искомой температурой вспышки метилового спирта.

¹ Составлена инж.-капит. Демидовым на основе номограммы, приведенной в книге Пиатти — «Рекуперация летучих растворителей».

Определение концентрации паров легко воспламеняющихся жидкостей в объемных процентах

Определив рассмотренным выше способом упругость пара легко воспламеняющейся жидкости при заданной температуре, находят концентрацию следующим образом: из точки, соответствующей найденной упругости пара, проводят линию параллельно AB до пересечения шкалы ($V^0_{/0 \text{ конц}}$ или $V^0_{1/0 \text{ конц}}$).

Точка пересечения шкалы $V^0_{/0}$ даст концентрацию паров определяемой жидкости в объемных процентах.

Например, нужно определить концентрацию метилацетата в объемных процентах в агрегате, температура которого $+10^\circ\text{C}$.

Задача решается следующим образом:

- а) на шкале H_1 находят метилацетат, он значится под номером 20;
- б) через точку $+10^\circ$ и точку 20 на шкале H_1 проводят прямую до пересечения со шкалой $P_{1 \text{ парц}}$;
- в) из точки пересечения на шкале $P_{1 \text{ парц}}$, равной 110 мм, проводят прямую, параллельную AB , до пересечения со шкалой $V^0_{/0}$. Полученная на последней шкале точка и будет искомой концентрацией паров метилацетата с воздухом в объемных процентах, равная 14,5.

Определение нижнего предела взрыва паров легко воспламеняющихся жидкостей

Определив по химической реакции или из соответствующих таблиц число молекул кислорода, необходимых для горения легко воспламеняющихся жидкостей, проводят прямую через точку на шкале $N_{\text{кислор}}$, параллельную AB . Точка пересечения этой прямой со шкалой $V^0_{/0}$ и будет нижним пределом взрыва в объемных процентах.

Например, нужно определить нижний предел взрыва этилового спирта в объемных процентах.

Задача решается следующим образом:

- а) определяют количество кислорода, необходимое для горения молекулы этилового спирта, по реакции $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$; $N=3$;
- б) проводят через точку 3 на шкале $N_{\text{кислор}}$ прямую, параллельную AB , до пересечения со шкалой $V^0_{/0 \text{ конц}}$. Точка пересечения на шкале $V^0_{/0}$ и будет нижним пределом взрыва этилового спирта в объемных процентах, равным 4,2 (это соответствует табличным данным, имеющимся в специальной литературе).

2. Температура воспламенения. Температурой воспламенения называется температура, при которой происходит загорание самой жидкости при наличии открытого огня. Температура воспламенения примерно на $10\text{--}50^\circ$ выше температуры вспышки. Эта разница стоит в зависимости от чистоты легко воспламеняющейся жидкости. С повышением давления температура воспламенения понижается. Температуру воспламенения для жидкостей можно взять из соответствующих таблиц или определить опытным путем соответствующими приборами.

3. Температура самовоспламенения. Температурой самовоспламенения называется температура, при которой жидкость воспламеняется без поднесения к ней открытого огня. Жидкости, имеющие низкие температуры самовоспламенения, наиболее пожароопасны. Температура самовоспламенения большинства легко воспламеняющихся жидкостей значительно выше температуры воспламенения.

В табл. 59 приведены температуры самовоспламенения наиболее пожароопасных, часто встречающихся жидкостей.

№ п/п.	Название веществ	Формула	Температура самовоспламенения, °С
1	Ацетон	CH_3COCH_3	724
2	Бензин	$\text{C}_n\text{H}_{2n} + 2$	415+630
3	Бензол	C_6H_6	659
4	Глицерин	$\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})_3$	523
5	Керосин	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ до $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	610
6	Ксилол	C_8H_{10}	550—600
7	Керосин		380—609
8	Льняное масло		245—300
9	Метиловый спирт	CH_3OH	579
10	Машинное масло		380—450
11	Нитробензол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	556
12	Нефть		380—590
13	Парафин		310—432
14	Серный эфир	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	400—533
15	Сероуглерод	CS_2	149
16	Скипидар		270—300
17	Соляровое масло		358—607
18	Толуол	C_7H_8	633
19	Уксусная кислота	CH_3COOH	559
20	Этиловый спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (95%)	568

Из табл. 59 видно, что сероуглерод имеет наиболее низкую температуру самовоспламенения, указывающую на весьма большую пожарную опасность процессов, потребляющих или вырабатывающих это вещество.

Температура самовоспламенения не может быть точно определенной величиной, ибо она зависит от ряда факторов, которые возникают при ее определении.

С достаточной точностью температура самовоспламенения может быть определена прибором Иенча.

4. Состав вещества. Характеристика состава вещества имеет большое значение для практических целей. В том случае, когда легковоспламеняющаяся жидкость представляет химически чистое вещество, ее физические свойства, температура вспышки и воспламенения могут быть взяты из таблиц. Смеси этой жидкости с другими веществами будут меняться в зависимости от входящих в нее компонентов. При смешении тяжелых нефтепродуктов с легкими температурами вспышки и воспламенения смеси получается не средняя арифметическая соответствующих величин, а будет резко меньше температуры вспышки и воспламенения тяжелых нефтепродуктов.

Если к керосину прибавить один процент бензина, то температура вспышки керосина понизится на 10%. Из этого следует, насколько внимательно надо подходить к установлению противопожарных мероприятий в производствах, где применяются различные по составу легковоспламеняющиеся жидкости.

5. Удельный вес жидкости и ее паров. Удельный вес применяемых на производстве легковоспламеняющихся жидкостей обычно меньше единицы (исключение представляет сероуглерод, удельный вес которого равен 1,263). Изменение удельного веса наблюдается в легковоспламеняющихся жидкостях, имеющих разную упругость паров, и при хране-

нии в негерметической таре. Увеличение удельного веса происходит вследствие испарения легких компонентов в атмосферу. Удельный вес жидкости имеет весьма существенное значение, ибо от него зависит скорость испарения жидкости, а вместе с тем и увеличение пожароопасности жидкости и производства в целом. Следовательно, от удельного веса жидкости зависит упругость паров в воздухе и их концентрация; эта зависимость примерно приведена в табл. 60.

Таблица 60

Удельный вес жидкости	0,6897	0,7035	0,7216	0,7330	0,7520
Упругость паров при $t = +10^{\circ}\text{C}$	162	82	62	40	38

Удельный вес значительно влияет на образование паров легковоспламеняющихся жидкостей в воздухе; в табл. 61 показано содержание в 1 л воздуха при температуре 20°C паров бензина различного удельного веса.

Таблица 61

Удельный вес бензина	Содержание паров бензина в г на 1 л воздуха
0,651	2,286
0,685	1,895
0,743	0,481
0,762	0,182

Из табл. 61 можно вывести заключение, что чем меньше удельный вес бензина, тем большую пожароопасность он представляет.

Удельный вес (по отношению к воздуху) паров легковоспламеняющихся жидкостей, применяемых в качестве растворителей, больше единицы. Например, удельный вес при $t = 13^{\circ}\text{C}$:

Паров бензина	3,20
» толуола	3,20
» бензола	2,74
» сероуглерода	2,62
» этилового спирта	2,58
» акролеина	1,90
» метилового спирта	1,12

Удельный вес паров легковоспламеняющихся жидкостей по отношению к воздуху при данной температуре может быть определен по формуле $\gamma = \frac{M}{29}$, где γ — удельный вес паров; M — молекулярный вес

вещества; 29 — молекулярный вес воздуха.

6. Скорость испарения и температура кипения. Эти характеристики играют весьма существенную роль при пожарной оценке процессов перемешивания и растворения и при сушке изделий. Наибольшую испаряемость имеют жидкости с малым удельным весом и низкими температурами кипения. В ряде производственных процессов для создания условий пожарной безопасности приходится учитывать скорость испарения растворителей. Скорость испарения также зависит от температуры

процесса. В основу проектирования рекуперационной установки и вентиляции должна быть положена скорость испарения легковоспламеняющейся жидкости. Соотношение между температурой кипения и скоростью испарения для некоторых легковоспламеняющихся жидкостей показано в табл. 62 (за единицу скорости испарения принята скорость испарения серного эфира).

Таблица 62

Наименование жидкости	Скорость испарения	Температурные пределы кипения (чистого продукта), °C
Серный эфир	1,0	34—35
Ацетон	2,1	57
Этилацетат	2,9	77
Бензол	3,0	80
Бензин (легкий)	3,5	67—100
Толуол	6,1	110—112
Этиловый спирт	8,3	78
Бутилацетат	11,8	125
Амилацетат	13,0	138—142
Бутиловый спирт	33,0	114—118

Температура кипения значительно влияет на температуру вспышки вещества. В табл. 63 приведена зависимость между температурами вспышки и кипения бензина.

Таблица 63

Температура кипения, °C	Температура вспышки, °C
50 — 60	— 58
60 — 70	— 39
70 — 88	— 45
80 — 100	— 22
80 — 115	— 24
100 — 150	+ 10

7. Температура плавления. Для легковоспламеняющихся жидкостей важное значение имеет температура плавления.

Эта характеристика необходима для установления температуры помещения, в котором хранится жидкость, а также при транспортировке.

8. Упругость паров. Опасность в отношении взрывов и пожаров легковоспламеняющихся жидкостей в значительной мере характеризуется упругостью паров жидкости. Каждая жидкость при той или иной температуре в аппарате, хранилище или помещении имеет определенную упругость насыщенного пара. Определение упругости насыщенного пара в практике необходимо для решения вопроса, дают ли эти пары с воздухом вспышку и взрыв. Упругость насыщенного пара, как было указано, можно определить по формуле Торнтона, по номограмме или взять из таблиц. Затем, по величине упругости насыщенного пара можно решить вопрос о концентрации паров легковоспламеняющейся жидкости в воздухе. Концентрация выражается формулой:

$$V\% = \frac{P_{пар} \cdot 100}{P_{общ}}$$

где: $P_{парц}$ — упругость пара жидкости при давлении 760 мм и данной температуре;

$P_{общ}$ — общее давление смеси паров с воздухом;

$V\%$ — концентрация паров жидкости в воздухе в объемных процентах.

Если нужно выразить концентрацию паров легко воспламеняющихся жидкостей в весовых единицах, например, в граммах на литр смеси, то пользуются формулой:

$$g = \frac{MP_{парц}}{P_{общ} V_t},$$

где: M — молекулярный вес жидкости;

V_t — объем в литрах, занимаемый граммолекулой пара при данной температуре;

g — концентрация паров жидкости в г/л.

Практически более удобна первая формула, дающая концентрацию в объемных процентах.

Пример 1. В цехе установлены мерники этилового спирта (C_2H_5OH); спирт из мерника подается самотеком; мерник сообщается с воздухом свободно. Определить концентрацию паров спирта в мернике в объемных процентах, если температура равна $20^\circ C$ и давление нормальное.

Решение 1. Из номограммы (см. фиг. 224) находят упругость пара $P_{парц}$, которая для данного случая равна 46 мм.

2. По формуле

$$V\% = \frac{P_{парц} \cdot 100}{P_{общ}}$$

находят концентрацию

$$V\% = \frac{46 \times 100}{760} = 6,1\%.$$

Так как нижний предел взрыва спирта равен 2,5%, а верхний 18%, то найденная концентрация этилового спирта взрывоопасна (находится в промежутке взрыва).

Пример 2. В хранилище находится бензол (C_6H_6). Температура в хранилище поддерживается 10° . Давление нормальное. Определить, будет ли концентрация паров бензола в воздухе взрывоопасна. Результаты дать в г/л.

Решение 1. По номограмме находят упругость пара $P_{парц}$ при $t = 10^\circ$, равной 42 мм.

2. Находят молекулярный вес бензола C_6H_6 :

$$M = 72 + 6 = 78.$$

3. Находят объем граммолекулы паров бензола при 10° .

$$V_t = V_0 = \frac{V_0 t}{273} = 22,4 + \frac{22,4 \times 10}{273} = 23,3 \text{ л.}$$

4. По формуле $g = \frac{MP_{парц}}{P_{общ} V_t}$ находят концентрацию в граммах на литр:

$$g = \frac{78 \times 42}{760 \times 23,3} \approx 0,2 \text{ г/л.}$$

Нижний предел взрыва паров бензола 0,04 г/л, а верхний—0,32 г/л, следовательно, в хранилище имеется взрывоопасная концентрация, так как эта концентрация лежит в промежутке взрыва.

9. Пределы взрыва смесей паров жидкости с воздухом. Эта характеристика дает определенное представление о степени взрывоопасности применяемых в производстве легко воспламеняющихся жидкостей. Наиболее опасными нужно считать те жидкости, у которых нижний и верхний пределы взрыва значительно разнятся друг от друга. Огнеопасность жидкости характеризуется ее нижним пределом взрыва. В табл. 64 приводятся пределы взрыва наиболее распространенных легко воспламеняющихся жидкостей.

Таблица 64

Наименование жидкости	Пределы взрыва в объемных процентах		Наименование жидкости	Пределы взрыва в объемных процентах	
	нижн.	верх.		нижн.	верх.
Ацетон	2,89	13,00	Сероуглерод	1,06	50,00
Бензин 1 сорта . .	1,5	6,00	Толуол	1,27	6,75
Бензол	1,41	7,45	Уксусная кислота . .	4,0	—
Газолин	1,30	6,00	Этилацетат	2,26	11,40
Керосин	1,10	6,10	Этиловый спирт . . .	3,56	18,00
Метиловый спирт . .	7,05	36,50	Этиловый эфир	1,74	10,00

Пределы взрыва могут изменяться от:

а) присутствия в смеси инертных газов; последние сужают промежуток взрыва;

б) температуры паровоздушной смеси; с повышением температуры промежутки взрыва увеличивается, нижний предел уменьшается, а верхний — увеличивается;

в) давления смеси; при понижении давления ниже атмосферного пределы взрыва сближаются.

Пределы взрыва смесей паров или газов с воздухом могут быть взяты из таблиц или определены при помощи формул Торнтона:

$$\text{для нижнего предела } V_n \% = \frac{100}{5(N-1) + 1};$$

$$\text{для верхнего предела } V_v \% = \frac{200}{2,5N + 2}.$$

где: V_n % — концентрация в объемных процентах — нижний предел;
 V_v % — концентрация в объемных процентах — верхний предел;
 N — число атомов кислорода, необходимых для полного сгорания молекулы вещества.

Пример. Определить нижний предел взрыва бензола в объемных процентах.

Находят количество атомов кислорода, необходимое для полного сгорания молекулы бензола: $C_6H_6 + 7,5O_2 = 6CO_2 + 3H_2O$, т. е. на 1 молекулу C_6H_6 необходимо 15 атомов кислорода.

$$V_n \% = \frac{100}{(N-1)5 + 1} = \frac{100}{(15-1)5 + 1} = \frac{100}{71} = 1,41\%.$$

10. Теплотворная способность и теплоемкость жидкостей. Чем выше теплотворная способность, тем данная жидкость опаснее, так как при пожаре выделяется большое количество тепла. Для характеристики при-

ведем значения теплотворной способности некоторых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (в кт/кал.):

Алкоголь	6 850
Бензин	11 200
Древесный спирт	5 370
Керосин	9 900 — 11 100
Мазут	10 000 — 11 000
Нефть (разных сортов)	10 500 — 11 000
Растительное масло	9 390 — 11 000
Сало	8 370
Серный эфир	9 430
Сероуглерод	3 400
Скипидар	10 836
Спирт	7 000

Приведенные величины равны теплотворной способности некоторых твердых тел и с этой точки зрения, казалось бы, можно их пожарную опасность считать одинаковой. Однако такой вывод был бы неправильным. Нужно принять во внимание, что скорость сгорания жидкостей значительно превышает скорость сгорания твердых веществ. Следовательно, при сгорании жидкости в единицу времени будет выделяться большее количество тепла, чем при сгорании твердого вещества, обладающего той же теплотворной способностью.

Теплотворная способность жидкости может быть определена: 1) приборами, например, калориметром Юнкера или 2) теоретическими подсчетами, например, по формуле Менделеева:

$$Q = 81C + 300H - 26(O - S),$$

где: Q — наибольшая теплотворная способность жидкости;

C — количество углерода в процентах;

H — количество водорода в процентах;

O — сумма азота и кислорода в процентах;

S — количество серы в процентах.

Теплоемкость, т. е. количество тепла, необходимое для нагревания единицы массы жидкости до определенной температуры, вычисляется по той же формуле, что и для твердых веществ (см. § 3).

Теплоемкость значительно влияет на пожарную оценку легковоспламеняющихся или горючих жидкостей.

Малая теплоемкость характеризует повышенную огнеопасность жидкости.

Удельная теплоемкость некоторых наиболее распространенных жидкостей (в калориях):

Ацетон	: 0,518
Бензин	0,419
Бензол	0,456
Керосин	0,498
Метиловый спирт	0,580
Нефть уд. вес 0,81	0,500
Спирт винный	0,598
Сероуглерод	0,249
Серный эфир	0,529

Зная удельную теплоемкость жидкости, можно вычислить количество тепла, необходимое для ее нагревания, а также установить пределы нагрева с целью пожарной безопасности.

Пример. Определить, какое количество тепла необходимо затратить, чтобы нагреть 300 кг метилового спирта от 10 до 30° (удельная теплоемкость спирта 0,586).

$$Q = me (t_2 - t_1) = 300 \times 0,586(30 - 10) = 3516 \text{ кг-кал.}$$

11. Способность электризации. Многие легковоспламеняющиеся жидкости, например, бензин, сероуглерод, эфир, бензол, полуюол, обладают свойством электризоваться. Особенно характерен в этом смысле бензин. Бензин при трении о какую-либо поверхность, при движении по трубопроводу, при переливании из сосуда в сосуд, при погружении в него различных материй заряжается отрицательным электричеством, а поверхность, с которой он соприкасается, — положительным. При этом возникает статическое электричество, напряжение которого измеряется тысячами и даже десятками тысяч вольт. Так, например, Рихтер установил, что при переливании бензина получались напряжения до 9200 V, а при лабораторных испытаниях, когда бензин пропускали по тонким трубам с большой скоростью, разница напряжений между бензином и стенками трубы доходила до 20 000 V.

Если не принять меры к уничтожению заряда статического электричества на стенках трубопровода, то может произойти разряд, вызывающий искру. Искра пройдет через бензиновые пары, которые могут воспламениться или в смеси с достаточным количеством воздуха взорваться.

Во избежание электрических разрядов необходимо принимать меры к уничтожению заряда на стенках трубопровода, тары. Для этого необходимо стенки трубопровода, железные резервуары заземлять. Заземление должно быть надежным и производиться путем соединения резервуаров и трубопроводов медным проводом с землей.

При наполнении и опорожнении автоцистерн их тоже необходимо заземлять. Для этого на цистернах устраиваются однополюсные штепсельные розетки. В местах наполнения или опорожнения цистерн устраивают заземление с проводами, снабженными на концах однополюсными вилками. Эти вилки вставляют в штепсельные розетки цистерн в момент их наполнения или опорожнения.

При дальних перевозках целесообразно металлические бочки соединять проводом с металлическими шинами колес повозок.

Надежное заземление трубопроводов и цистерн защищает их от искровых разрядов в бензохранилищах как наземных, так и подземных.

В результате ряда опытов были сделаны следующие выводы. Если наполняемый металлический сосуд, а также ведущий к нему трубопровод заземлены, то от протока бензина не образуются опасные свободные электрические заряды, могущие воспламенить искрами смесь бензиновых паров и воздуха. Образование искр возможно, если наполняемый сосуд изолирован, например, поставлен на повозку с резиновыми шинами, и когда он к тому же не заземлен через шланг, служащий для наполнения, либо потому, что шланг не соединен с заземленной установкой или же потому, что шланг не касается края отверстия сосуда, и, следовательно, также не соединен с ним электрически. При этих условиях может образоваться воспламеняющая искра в том случае, если стоящий на земле человек отнимет шланг, служащий для наполнения, от отверстия или же, если он закрывает отверстие сосуда.

Электризация бензина увеличивается при больших скоростях в трубопроводах, так как при этом большое количество бензина соприкасается с поверхностью трубы.

Наиболее часты разряды в сухом воздухе, поэтому в разливочных и тому подобных помещениях целесообразно увлажнение воздуха. Холодное время года опаснее по возможности возникновения бензиновых пожаров, так как в это время воздух суше.

Загрязненность бензина также опасна, так как происходит трение бензина о находящиеся в нем механические примеси, поэтому резер-

вуары, предназначенные для хранения легковоспламеняющихся жидкостей (не только бензина), должны быть чистыми.

Погружение материй в бензин (и другие растворители), как уже отмечалось, опасно, в особенности, если погружать шелк или шерсть. Были случаи, когда шерстяная материя воспламенялась при вынимании ее из бензина.

12. Разложение на свету. Это свойство в основном относится к некоторым эфирам, которые при хранении на свету, разлагаются с образованием взрывоопасных перекисных соединений. При отгонке такого эфира в конце, когда концентрация перекиси возрастает, могут происходить сильные взрывы. Такой эфир необходимо предварительно испытать на присутствие перекиси путем встряхивания пробы с подкисленным раствором иодистого калия. Если появляется окрашивание, то эфир нужно промыть слабо подкисленным раствором железного купороса.

13. Растворимость в воде. Большинство легковоспламеняющихся жидкостей в воде не растворяется и это вызывает необходимость применять особые средства и приемы тушения. Например, спирты растворимы в воде, поэтому их в ряде случаев можно успешно тушить водой, в противоположность некоторым нефтепродуктам.

14. Склонность к самовозгоранию. Это свойство присуще лишь горючим жидкостям и большинству растительных масел. Наиболее склонны к самовозгоранию те жидкости, которые лучше адсорбируют кислород воздуха.

Перечисленные основные свойства легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, характеризующие их опасность в отношении взрывов и пожаров, позволяют установить оценку в пожарном отношении производств, перерабатывающих или потребляющих такие жидкости, а также складов для их хранения.

§ 77. Противопожарные мероприятия

при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

1. Общая характеристика и классификация складов. Из легковоспламеняющихся и горючих жидкостей больше всего приходится хранить нефтепродукты.

При хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей различают склады I разряда, представляющие самостоятельные предприятия, обслуживающие различных потребителей: электростанции, фабрики и заводы, железнодорожное хозяйство, сельское хозяйство, и склады II разряда, расположенные на территориях предприятий и удовлетворяющие собственные нужды.

Склады I и II разрядов значительно отличаются друг от друга объемом хранимых жидкостей, характером эксплуатации, поэтому к их расположению, устройству и эксплуатации предъявляют различные противопожарные требования.

Применяют два способа хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на складах: 1) наливом в резервуарах и 2) розливом в тару (бочках, бидонах), причем для хранения жидкостей в таре устраивают специальные здания или площадки.

По своему устройству и уровню жидкости относительно уровня планировочной отметки хранилища могут быть:

а) наземными, с днищем резервуара или полом тарного хранилища, находящимися на одном уровне или выше поверхности планировочной отметки, прилегающей территории или площадки;

б) полуподземными, с днищем резервуара или полом тарного хранилища, заглубленными не менее, чем на половину высоты резервуара или хранилища, причем наивысший уровень жидкости в этих резер-

вуарах должен находиться не выше 2 м над планировочной отметкой прилегающей территории;

в) подземными, с наивысшим возможным уровнем жидкости по всему периметру резервуара не менее 0,2 м ниже планировочной отметки прилегающей территории, при условии засыпки покрытия резервуара легким слоем утрамбованной земли.

Наиболее опасный тип хранилищ — наземный (резервуар или тарное хранилище), при котором возможны: горение жидкости в хранилище; взрыв паровоздушной смеси, образовавшейся над зеркалом жидкости и в среде, окружающей наземный резервуар; разлив горячей жидкости при пожаре, могущий создать угрозу соседним хранилищам и постройкам.

Полуподземное хранилище имеет те же опасные моменты, но возможный разлив жидкости ограничен, так как днище резервуара или основание здания заглублены в землю.

При пожаре или взрыве подземного хранилища исключается возможность разлива горячей жидкости, следовательно, из перечисленных трех типов подземное хранилище наименее опасно.

2. Устройство складов I разряда. а) Резервуары. Самостоятельные склады легковоспламеняющихся и горючих жидкостей могут быть различной емкости. ОСТ 90039—39 делит склады I разряда по емкости на 5 категорий (табл. 65).

Т а б л и ц а 65	
Категория склада	Емкость в т (на продукт)
I	100 000 и более
II	30 000—100 000
III	2 500—30 000
IV	500—2 500
V	менее 500

П р и м е ч а н и е. При установлении категории складов учитывается суммарный объем легковоспламеняющихся горючих жидкостей в резервуарах и таре.

Резервуары на складах должны быть из огнестойких или полугогнестойких материалов; большей частью их устраивают из стальных листов, а иногда из бетона и железобетона. Для хранения легковоспламеняющихся жидкостей I класса резервуары допускаются только металлические. Резервуары обычно имеют цилиндрическую форму с осью, расположенной вертикально и горизонтально.

Резервуары устраивают различной емкости и размеров.

Емкость их колеблется от 11 до 10 560 м³ при диаметре соответственно от 2,63 до 34,36 м и высоте от 2,1 до 11,42 м. Применяются резервуары и больших размеров.

Для наземных и полуподземных резервуаров максимальная допускаемая емкость одного или группы резервуаров не должна превышать 30 000 т; для подземных резервуаров емкость вообще не ограничена.

Для размещения резервуаров выбирают ровную площадку, на которой после трамбования выкладывают бетонный, кирпичный и иной фундамент. На этом фундаменте устраивают днище резервуара из листов стали, а к днищу посредством углового железа приклепывают или приваривают стенки, идущие кверху кольцами. Стенки резервуара должны быть прочные, рассчитанные на давление жидкости в резервуаре; швы не должны давать течи.

По окончании сборки стен к верхнему кольцу приклепывают угловое железо для упора в него стропильных ног, по которым затем настилают крышу.

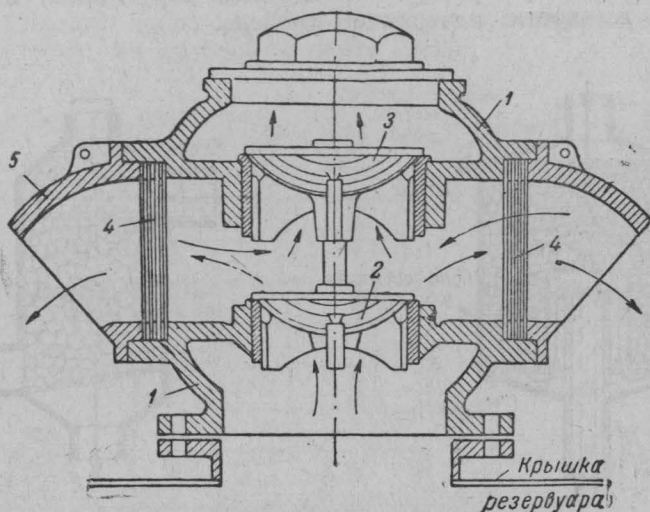
Крыша защищает внутренность резервуара от попадания в него искр, снега, дождя, а также препятствует испарению находящейся в резервуаре жидкости.

Герметичность крыши, в виду огнеопасности выделяемых жидкостями паров, это одно из наиболее серьезных требований противопожарной безопасности, предъявляемых к резервуару.

Для выпуска образующихся паров наружу или для выравнивания

давления на крышах резервуаров с легковоспламеняющимися жидкостями должны быть установлены «дыхательные клапаны», снабженные огневыми предохранителями. Так как «дыхательные клапаны» служат путем сообщения наружного воздуха с внутренней частью резервуара, в котором может быть огнеопасная или даже взрывчатая смесь, то их снабжают огнепредохранительными устройствами (например, сетками Деви), чтобы вместе с воздухом внутрь резервуара не попали искры, пламя.

На фиг. 225 представлен разрез «дыхательного клапана». Внутри корпуса 1 установлены два алюминиевых тарельчатых клапана 2 и 3, которые, поднимаясь кверху, могут открывать отверстия и сообщать



Фиг. 225. Разрез «дыхательного клапана».

внутренность резервуара с наружной средой. Нижней своей частью корпус клапана укрепляется на крышке резервуара. Если внутри резервуара давление окажется выше атмосферного, то нижний клапан 2 поднимется кверху и выпустит наружу излишек паровоздушной смеси, как показано стрелками.

Чтобы огонь не мог проникнуть в резервуар в тот момент, когда один из клапанов открыт, в отверстие, ведущее наружу, вставляют сетки Деви 4. Если же в резервуаре происходит разрежение, например при откачке жидкости, клапан 2 не позволяет проникнуть наружному воздуху, а, наоборот, атмосферным давлением клапан еще крепче прижимается к своему седлу. Для впуска наружного воздуха служит клапан 3.

Более надежно «дыхательный клапан» снабжать не сеткой Деви, а специальными огневыми предохранителями, например, гравийными.

Действие гравийного предохранителя (фиг. 226) заключается в том, что легковоспламеняющаяся жидкость проходит на своем пути через цилиндр, наполненный слоем гравия толщиной 7—8 см. Когда в трубопровод попадает огонь, ему для проникания в резервуар нужно пройти узкими и зигзагообразными путями между отдельными частями гравия; огонь не может совершить такой путь и пламя затухает.

Кроме «дыхательного клапана» резервуар снабжают еще предохранительным клапаном, который в случае аварии «дыхательного клапана» сообщает внутренность резервуара с атмосферой.

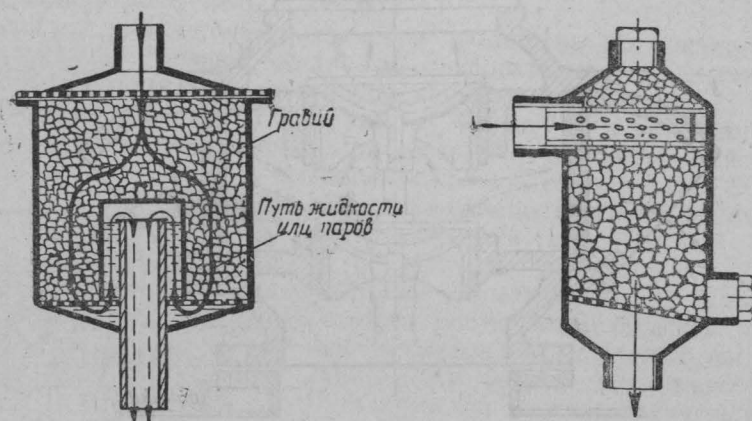
Существует несколько конструкций предохранительных клапанов, которые можно разбить на два типа: а) механические клапаны, рабо-

тающие под действием пружины или собственного веса, и б) гидравлические затворы.

Предохранительный клапан должен быть установлен комбинированно с огневым предохранителем.

Для меньшего испарения жидкости, как в летнее время, так и при пожарах соседних резервуаров, над резервуаром устраивают орошение, представляющее собой или систему труб с отверстиями, или одну трубу с душем над серединой резервуара. В нужный момент в трубу пускают воду, которая орошает весь резервуар и этим охлаждает его, препятствуя усиленному испарению жидкости.

При хранении жидкости в резервуарах наблюдают за ее удельным весом, для чего из резервуара периодически берут пробу и следят за количеством жидкости, измеряя ее уровень.



Фиг. 226. Гравийные предохранители.

Для наблюдения за уровнем жидкости резервуары снабжают указателем уровня, причем воспрещается применение нефтемержных стекол, так как они при неосторожности могут быть разбиты и жидкость выльется из резервуара.

Для измерения уровня жидкости в резервуаре нужно применять приборы, которые: 1) не создавали бы угрозы разлива жидкости и 2) не нарушали бы герметичности резервуара.

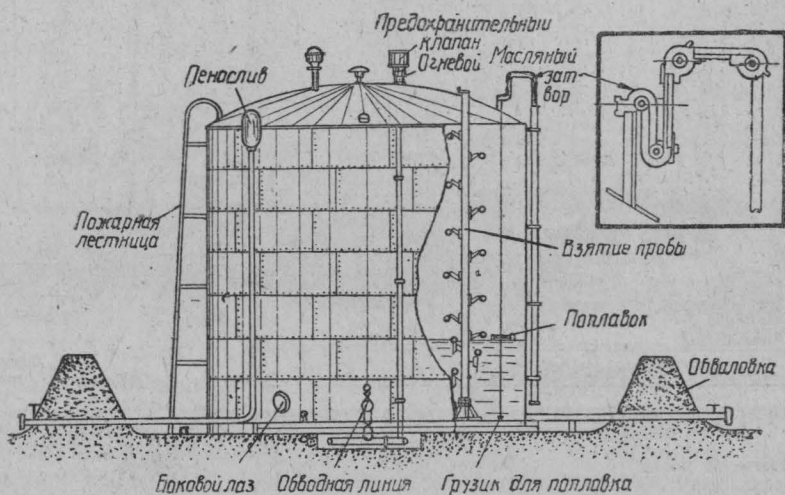
Примером такого безопасного прибора для измерения уровня жидкости может служить поплавковый указатель уровня жидкости, показанный вместе с другим оборудованием резервуара на фиг. 227. Поплавок, плавающий на поверхности жидкости, прикреплен к мягкому, легко изгибающемуся металлическому тросу; к другому концу троса прикрепляют стрелку, движущуюся вдоль шкалы и показывающую уровень жидкости в резервуаре. Из резервуара наружу трос проходит внутри трубы по системе роликов.

Чтобы не нарушать герметичности резервуара, трубу изгибают, в изгиб наливают масло, которое, образуя масляный затвор, препятствует прониканию воздуха в резервуар и выходу паровоздушной смеси из резервуара наружу. В более совершенных системах вместо шкалы внутри трубы помещают движущуюся ленту с делениями. Деление, находящееся против плотно застекленной щели, показывает уровень жидкости в резервуаре.

Для снятия масла с троса последний пропускают через специально устроенный сальник; масло периодически добавляют в затвор.

Проба может быть безопасно взята при помощи следующего устройства (см. фиг. 227). Труба диаметром до 200 мм проходит со дна резервуара до верха. Наверху труба закрыта пружинной крышкой, открываемой в случае надобности педалью и снабженной подушкой из мягкого металла во избежание образования искры при ударе. Труба по всей длине снабжена отверстиями диаметром 50 мм, расположенными через 1 000 мм друг от друга.

Эти отверстия плотно закрыты пробками, укрепленными на рычагах. К рычагам их прикреплены шарики. Если шарики не погружены в жидкость, то под тяжестью шариков пробки закрывают отверстия трубы. Когда жидкость заполняет резервуар, шарики, служащие одновременно и грузом и поплавками, всплывают и открывают отверстия, до уровня которых доходит жидкость. Через открытые отверстия жидкость проникает в трубу, из которой и берут пробу.



Фиг. 227. Оборудование наземного резервуара.

Это устройство безопасно тем, что при взятии пробы, когда открывается люк, внутреннее пространство резервуара не сообщается с атмосферой. В самой трубе может быть незначительное количество паров, так как поверхность испарения, в свою очередь, тоже незначительна (при 200-миллиметровой трубе всего 314 см²).

Для тушения загоревшейся жидкости резервуары оборудуют средствами пенного тушения путем подвода труб для подачи пены от пеноустановки (пеногенератора, пеноаккумулятора, пеногона¹).

При пожаре одного резервуара жидкость из соседних резервуаров при необходимости должна быть удалена. Для этого как резервуары, так и группы наземных и полуподземных резервуаров должны быть соединены трубопроводом. При таком устройстве можно перекачать жидкость из резервуаров, находящихся по соседству с горящим, в свободные, наиболее удаленные резервуары (фиг. 228).

Резервуары оборудуют трубопроводами, причем обычно устраивают одну линию, которая служит и для приема и для расхода жидкости и называется приемо-выкидной линией. На случай порчи трубопровода или задвижки где-либо вне резервуара, в результате чего возможен разлив продуктов или подтекание, приемо-выкидная линия в самом резервуаре снабжена обратным клапаном или клапаном-хлопушкой, который удерживает продукт. Клапан-хлопушка закрывает отверстие

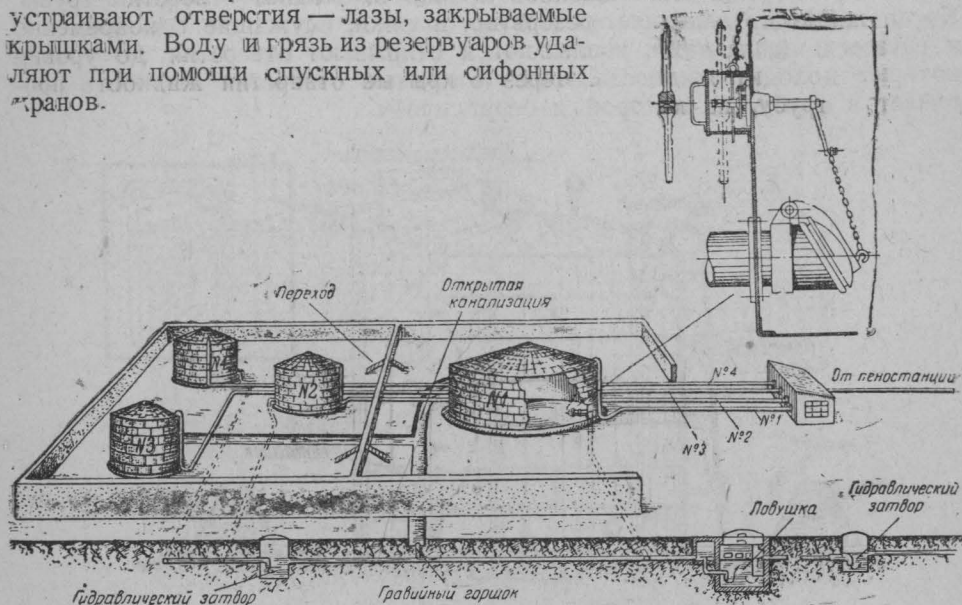
¹ Сведения об устройстве пенных станций и пенопроводов имеются в ряде пособий.

трубы силой собственного веса, а управление им осуществляется при помощи троса, пропущенного через крышу резервуара.

Трос, выходящий из резервуара, должен проходить через масляный затвор и сальники во избежание нарушения герметичности резервуара. Разлив жидкости из резервуара в случае порчи трубопровода предупреждает также шарнирная подъемная труба, служащая продолжением приемо-выкидной трубы.

Когда резервуар наполнен, то устье шарнирной трубы поднимается выше уровня жидкости, препятствуя ее попаданию в магистраль.

Для входа рабочих внутрь резервуара при ремонте и чистке устраивают отверстия — лазы, закрываемые крышками. Воду и грязь из резервуаров удаляют при помощи спускных или сифонных кранов.



Фиг. 228. Перелив легковоспламеняющейся и горючей жидкости из резервуаров по трубам при пожаре.

Каждый резервуар для обслуживания снабжается металлической лестницей; в зависимости от высоты резервуара лестницы могут быть или одноступенчатые или многоступенчатые с площадками.

б) Тарные хранилища. Тарой для хранения легковоспламеняющихся жидкостей служат бочки — железные; для горючих жидкостей — железные и деревянные (для растительных и минеральных масел).

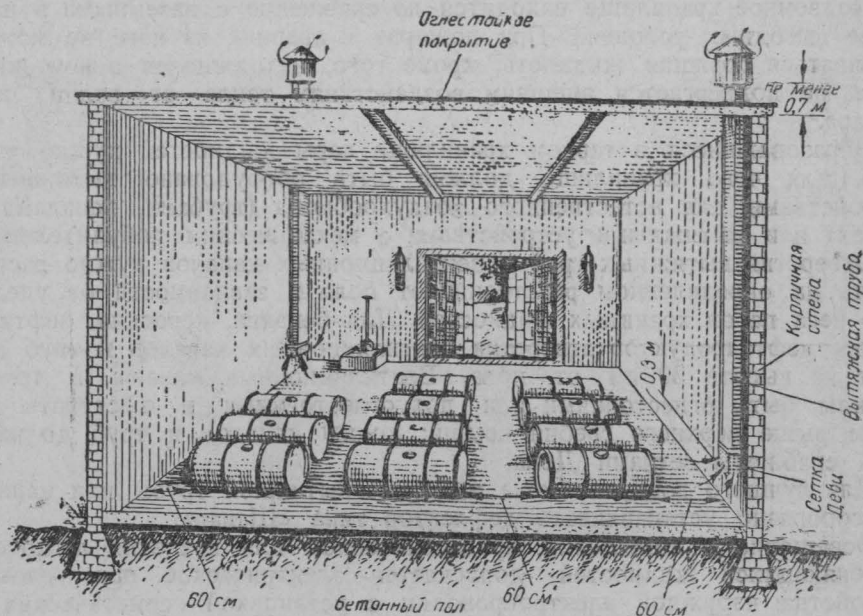
Для хранения жидкостей в таре служат специальные здания, которые, в зависимости от их положения относительно уровня земли, также могут быть наземными (фиг. 229), полуподземными и подземными (фиг. 230).

Здания для тарного хранения должны быть огнестойкие или полугогоустойкие.

Здания для тарного хранения легковоспламеняющихся жидкостей должны быть одноэтажные; для хранения горючих жидкостей допускаются многоэтажные здания. В этом случае внутренние наклонные спуски, элеваторы, подъемники размещают в отдельных шахтах с огнестойкими стенами.

Тарные хранилища должны быть разделены огнестойкими стенами на секции. Емкость тарного хранилища или каждой секции ограничивается и не должна превышать: для легковоспламеняющихся жидкостей 50 т, а для горючих жидкостей 250 т. Хранение в одном помещении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей не допускается, так как опасность их в отношении пожаров и взрывов различна. По-

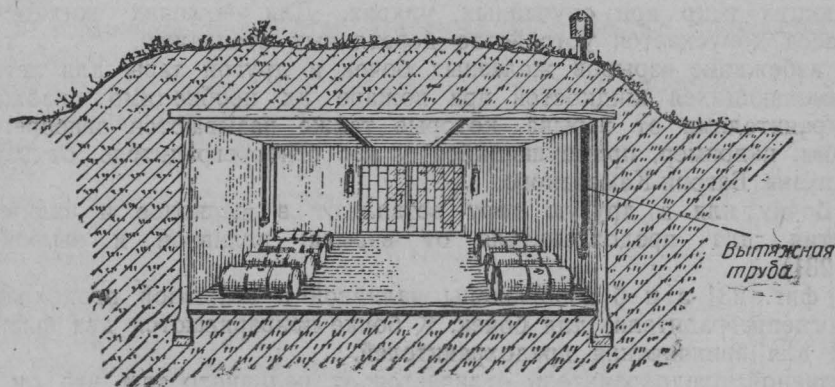
этому, при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в одном здании для каждой из них выделяется специальное помещение с огнестойкими глухими стенами. Только на малых складах (V категории) разрешается совместное хранение жидкостей при ограниченном их количестве — не более 30 т.



Фиг. 229. Наземное тарное хранилище.

В наземных тарных хранилищах должны быть устроены повышенные пороги высотой 0,15 м, чтобы образовалось вместилище для жидкости в случае ее разлива.

При устройстве наземных тарных зданий огнестойкие стенki должны иметь достаточную прочность, чтобы противостоять возможному



Фиг. 230. Подземное тарное хранилище.

взрыву. Перекрытие же, наоборот, устраивают легкое, огнестойкое, при взрыве легко разрушающееся.

Из каждого помещения тарного хранилища площадью более 100 м² для хранения легковоспламеняющихся жидкостей и более 200 м² для горючих жидкостей должно быть не менее двух выходов наружу. Общее же количество выходов определяется по максимальной удаленности любой точки пола от выхода согласно ОСТ 90039-39.

Высота и ширина дверей должна быть в соответствии с габаритами тары, но не менее 2 м; двери должны быть огнестойкие и открываться наружу.

Лестницы во многоэтажных зданиях также должны быть огнестойкими или полуогнестойкими при ширине марша не менее 0,8 м.

Подземное хранилище находится по сравнению с наземными в наиболее выгодных условиях. При пожарах и авариях из него не может разливаться горящая жидкость, кроме того, находящаяся в нем жидкость не подвергается внешним воздействиям тепла от солнца или пожара.

Образовавшиеся в тарном хранилище пары жидкостей нужно удалять, для чего хранилище должно быть оборудовано вытяжными устройствами для естественного воздухообмена (трубами, каналами в стенах) или вытяжными устройствами с механическим побудителем.

Отверстия вытяжных труб и вентиляционных каналов нужно располагать на определенном расстоянии от пола в зависимости от удельного веса паров хранимых жидкостей. Для бензина, керосина, нефти и прочих нефтепродуктов отверстия вентиляционных каналов и труб делают на высоте 30 см от пола. Вентиляционные каналы и трубы должны быть огнестойкими или полуогнестойкими и выступать на 0,7 м выше верхнего гребня крыши; концы каналов и труб должны быть снабжены сетками Деви.

Для лучшего воздухообмена на конце вытяжной трубы или канала целесообразно устанавливать дефлектор типа «Шанар».

Освещение в помещении, предназначенном для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, допускается электрическое, при условии устройства наружной электропроводки с установкой герметических и рефлекторных фонарей («Кососвет») на наружных поверхностях стен или в нишах стен здания.

Число рядов (по высоте) бочек с жидкостями, размещаемых на полу тарного хранилища, не должно быть более 2, а на стеллажах — не более 5 (при механизации). При хранении легковоспламеняющихся жидкостей I класса допускается укладка лишь в один ряд. Стеллажи, стационарные аппараты и прочее внутреннее оборудование для тарных хранилищ жидкостей должны быть из материалов негорящих и не дающих искр при случайных ударах. Для горючих жидкостей IV класса допускается устройство деревянных стеллажей.

Во избежание взрывов железных бочек и другой тары для легковоспламеняющихся жидкостей при пожаре их необходимо снабжать предохранителями от взрыва, которые также называются огнепреградителями, например, применяющийся у нас огнепреградитель от взрыва системы Багрин-Каменского.

В бочку или в другую тару вставляют в выливное и наливное отверстие два предохранителя от взрыва: наливной и выливной (фиг. 231).

На фиг. 231 а и б изображены наливной и выливной предохранители (огнепреградители) для бочек. К бочке привариваются два фланца 1 и 2 для ввинчивания предохранителей.

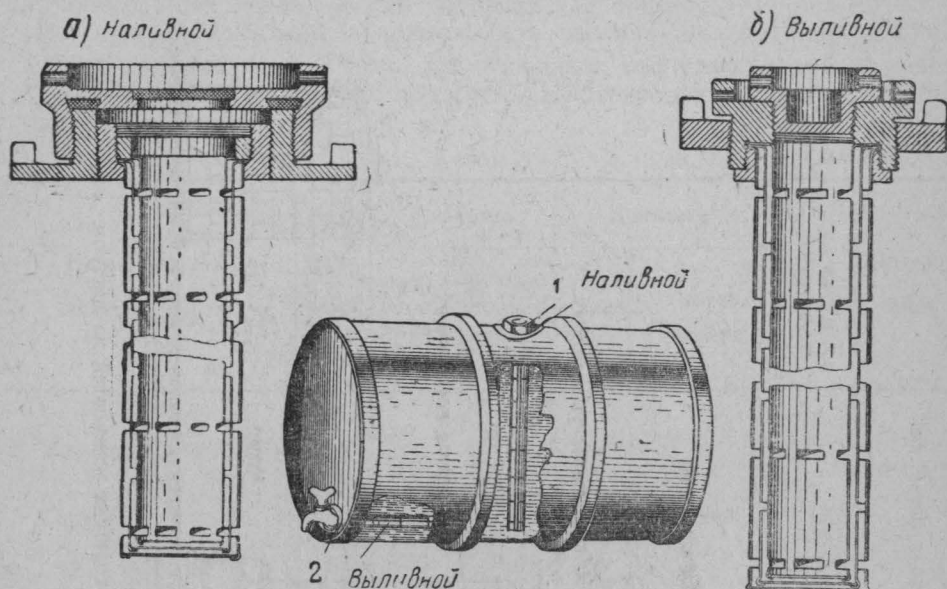
Выливной предохранитель отличается от наливного тем, что он не имеет диска, припаянного легкоплавким металлом, а вместо него вставлена пробка или кран; предохранительные трубки его меньших размеров.

Жидкость наливают в бочку через предохранительные трубки, для чего нужно снять только крышку.

Такие же предохранители, только меньшего размера, применяют для бидонов и баклагов.

в) Хранение на открытых площадках. Хранить легковоспламеняющиеся жидкости в таре можно исключительно в закрытых зданиях. Для хранения горючих жидкостей в таре специальные

здания-хранилища иногда не устраивают, а бочки складывают в штабели и хранят на открытых площадках. Такое хранение менее опасно, так как исключена возможность образования взрывчатой смеси в замкнутом пространстве, нет угрозы взрыва и пожара зданий хранилища. Однако такой способ хранения сопряжен с опасностью взрыва бочек и



Фиг. 231. Тарные огнепреградители.

горения разлитой жидкости от могущего быть пожара в строениях, окружающих склад. Кроме того, такой склад представляет угрозу для соседних сооружений. Поэтому, если нет возможности хранить жидкости в зданиях, необходимо:

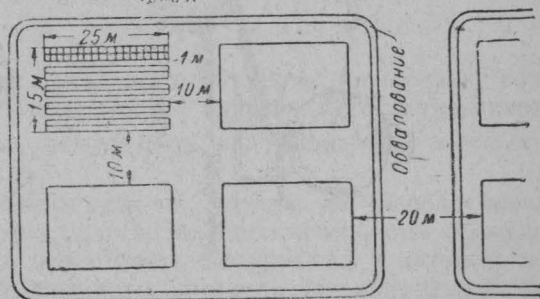
1) располагать открытые площадки для хранения на достаточном расстоянии от других складских и промышленных сооружений и зданий;

2) ограничить количество хранимых на открытых площадках бочек и целесообразно их разместить;

3) создать препятствия растеканию горячей жидкости.

Разрывы между открытыми площадками и соседними зданиями должны быть, в зависимости от емкости склада, от 20 до 40 м для зданий с применением открытого огня и от 15 до 25 м для зданий без применения открытого огня.

Размеры и количество штабелей на площадке необходимо ограничивать. Размер штабеля установлен 15×25 м при высоте не более двух рядов. Количество же штабелей на площадке не должно быть более четырех, при разрывах между ними не менее 10 м (фиг. 232). При укладке штабелей необходимо предусмотреть возможный доступ к каждой бочке. Это достигается тем, что между каждой парой рядов устраивают разрыв в 1 м. Если имеющееся количество бочек на одной площадке не уме-

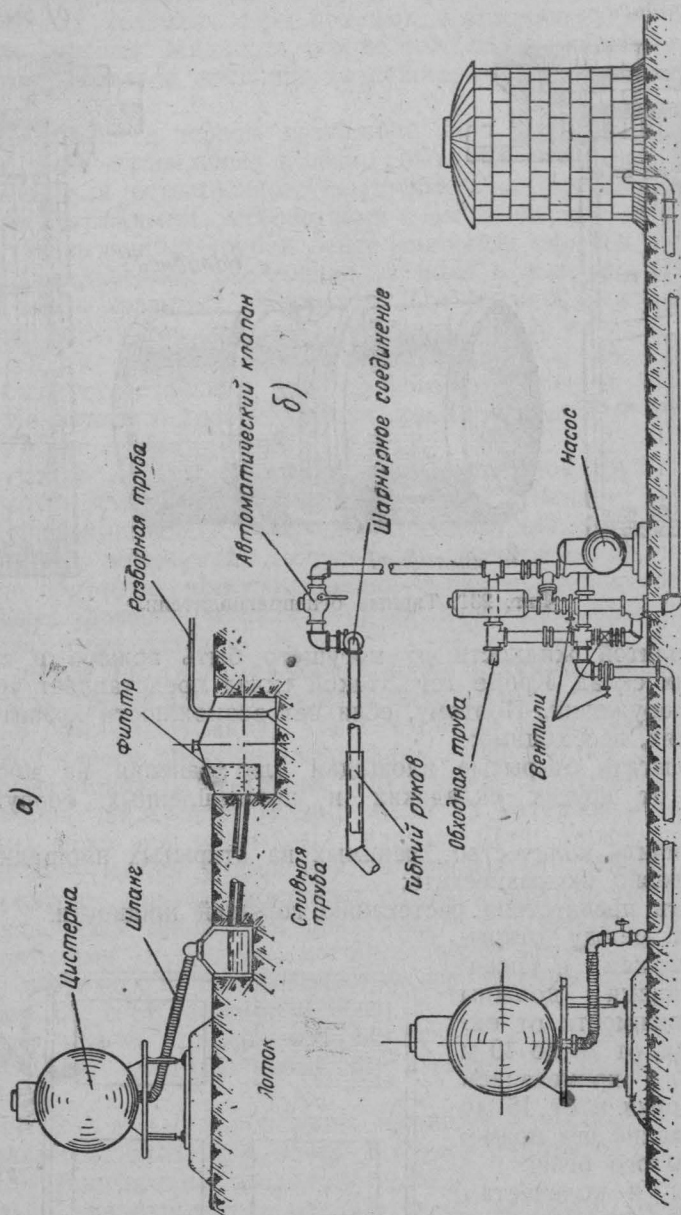


Фиг. 232. Расположение бочек на открытой площадке.

Если имеющееся количество бочек на одной площадке не уме-

щается, нужно устраивать вторую, третью площадки. Разрыв между смежными площадками должен быть около 20 м, и каждая площадка хотя бы одной стороной должна примыкать к пожарному проезду.

Площадки, во избежание возможного разлива горячей жидкости, надо окружать валом высотой не менее 0,5 м.



Фиг. 233. Слив легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из цистерн.

Не допускается устройство над площадками деревянных навесов. Для защиты бочек от действия солнечных лучей разрешается поверх их натягивать брезент.

Разлив из бочек горючих жидкостей в мелкую тару на площадках опасен из-за возможного пролития жидкости и нахождения их в открытом состоянии. Поэтому с площадок жидкость нужно отпускать (а также и принимать) целыми бочками.

г) Сливные и наливные устройства. Для слива и налива легковоспламеняющихся или горючих жидкостей строят эстакады (наливные и сливные).

Жидкости из цистерн сливают: самотеком и механическим способом. Слив самотеком нашел большое распространение ввиду простоты устройства (фиг. 233а). Более совершенный способ, это—механический слив, при этом исключена возможность разлива жидкости (фиг. 233б).

При сливных устройствах для тяжелых нефтепродуктов, особенно в зимнее время, необходим подогрев. Нефтепродукты, требующие подогрева, указаны в табл. 66.

Таблица 66

Наименование нефтепродукта	Температура застывания по Гольде, °С	Вязкость		Вспышка		Температура подогрева, °С	Примечание
		температура, °С	по вискозиметру Энглера	температура, °С	метод замера		
1. Мазуты (ОСТ 5263)	Не выше		Не выше	Не ниже			Температура измерена в средней зоне цистерны
Сорт А	— 5	50	7,5	65	Бренкен	+30	
» Б	+ 5	50	9,0	90	»	+40	
» Г-9	+36	50	9,0	90	»	+50	
» Г-15	+36	50	15,0	100	»	+60	
» Г-20	+36	50	20,0	110	»	+70	
» флотский	— 3	50	6,0	90	Мартенс - Пенский	+30	
2. Масла							
Нигрол Т	+15	100	9,0—10,0	270	Бренкен	+80	
Вискозин 10	+14	100	9,5	325	»	+80	
» 7	+14	100	6,0—8,0	300	»	+70	
» 5	+ 8	100	5,0—6,0	225	»	+70	
Цилиндровое ПП . .	— 9	100	6,0—7,0	295	»	+70	
Варор Т	—10	100	5,5—7,0	320	»	+70	
Варор М	—12	100	4,5—6,0	300	»	+65	
Цилиндровое 5 . . .	+ 9	100	5,0—7,0	280	»	+70	
Автол 17	—	100	2,4—2,7	220	»	+50	

При сливе подогрев может быть: острым паром, змеевиками, горячей струей нефтепродукта и электрической спиралью (сопротивлением).

При работе около эстакад может быть ряд моментов, опасных в пожарном отношении.

При перекачивании в цистерны или из цистерн легковоспламеняющаяся жидкость может быть разлита по неосторожности обслуживающего персонала или из-за неплотности во фланцах у стояков и в сальниках задвижек. Разлитая жидкость, иногда в большом количестве, впитывается в землю и затем испаряется. При движении паров и при соприкосновении их с огнем возможно воспламенение паров (например, при прохождении паровоза) и распространение пожара.

Приемные рукава изготовляют со спиральной стальной проволокой, закрытой слоем ткани. От времени ткань может истираться и проволока оголяется. При заброске в горловину возможен удар стальной проволокой о железную цистерну с образованием искры и воспламенением паров (в особенности, если происходит слив или наполнение ци-

стерны бензином). Приемные рукава соединяют при помощи чугунных соединительных гаек, удар которых о железные части эстакады также может вызвать искру.

Следовательно, эстакады могут служить источниками возникновения пожаров и их распространения, а потому необходимо к устройству их предъявлять соответствующие требования. Эстакады должны быть устроены из огнестойкого или полугонестойкого материала (бетона или железа) и только в отдельных случаях, на складах III—V категории, допускается крепление отдельных сливных и наливных стояков к деревянным столбам, не имеющим между собой связи. В случае загорания одного столба пожар не будет распространяться по всей эстакаде.

Площадь около эстакад, во избежание впитывания разлитой жидкости в землю, необходимо покрывать твердой одеждой, с устройством сточных желобов в канализацию и ловушек для улавливания легких продуктов.

На больших складах (I и II категории) для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей нужно устраивать отдельные эстакады.

Сливные и наливные устройства нужно располагать на отдельных ветках вне полосы отвода железных дорог.

При сливе или наполнении цистерн необходимо принять меры против образования искры при ударах. Желательно, чтобы соединительные гайки и проволока для обмотки рукавов были медные. Конструкция эстакад со сливо-наливным устройством должна быть заземлена, во избежание разрядов статического электричества при наливке.

Эстакады должны быть снабжены средствами тушения.

При наливке легковоспламеняющихся жидкостей в автоцистерны применяют особый гибкий провод, соединяющийся одним концом с трубопроводом, а другим — с клеммой автоцистерны.

Рельсы железнодорожных путей, на которых происходит слив и налив, должны быть соединены проводом с системой сливных и наливных труб.

д) Трубопроводы. Трубопровод должен состоять из стальных труб и представлять собой сварную конструкцию. Трубопровод должен отличаться прочностью, герметичностью и должен быть оборудован компенсаторами, дающими возможность трубопроводу удлиняться и укорачиваться при температурных изменениях без нарушения целостности труб и их соединений.

Прокладка трубопровода на территории склада может быть надземная и подземная. Надземные трубопроводы укладывают на огнестойких или полугонестойких опорах. Такая прокладка трубопровода более удобна для наблюдения за его целостностью и быстрого ремонта при обнаруженных неисправностях.

Трубопровод должен проходить на такой высоте, чтобы не стеснять движения на складе. При пересечении дорог трубопровод проходит через дорогу под землей и затем опять поднимается кверху и идет над землей. Во избежание разрушения труб от давления почвы и проходящего по дороге транспорта, подземную часть трубопровода защищают обсадной трубой, несколько большего диаметра, чем трубопровод, и принимающей на себя нагрузку.

Все вентили (ходовые задвижки) собирают в группы (узлы) и включают в огнестойкие колодцы, которые закрывают огнестойкими и в то же время нетеплопроводными крышками, защищающими задвижки от нагревания при пожарах. При недостаточной тепловой защите задвижки могут в случае возникновения вблизи пожара сильно нагреваться и передавать тепло жидкости, которая вследствие повышения давления может вырвать задвижку, вылиться наружу и воспламениться. Расположение ходовых задвижек внутри обвалования резервуаров не допускается, так как в случае разлива жидкости невозможно бу-

дет произвести какие-либо переключения и перекачать жидкость из одного резервуара в другой.

е) Подсобные сооружения. На складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, помимо резервуаров и зданий тарного хранения, имеется ряд подсобных сооружений: насосные, разливочные, мастерские, котельные, бондарные и лаборатории.

Насосные станции опасны тем, что в процессе их работы в помещении могут выделяться пары легковоспламеняющихся жидкостей (особенно легких продуктов). Здания насосных нужно строить из огнестойких или полужестких материалов с легким огнестойким или полужестким покрытием и большой площадью остекления на случай взрыва. Должны быть приняты меры к тому, чтобы в процессе работы насосных не было открытого огня и искр.

Помещение для насосов должно быть отделено от помещения двигателей брандмауером и иметь самостоятельный выход. При паровых двигателях и электромоторах взрывобезопасного типа устройство брандмауера не обязательно. Применение ременной передачи в помещениях насосов не допускается.

Разливочные для легковоспламеняющихся жидкостей должны помещаться в отдельном здании. На складах IV и V категорий допускается устройство разливочных для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в одном здании при условии, что они имеют отдельный выход и разделены брандмауером.

Перед фасадной стороной разливочной на уровне ее пола по линии погрузки должна быть устроена погрузочная площадка из тех же материалов по степени огнестойкости, что и пол разливочной. Полы же разливочных, а также тарных хранилищ, насосных и маслоочистительных должны быть непроницаемыми и иметь сток к ловушкам, снабженным гидравлическими затворами.

Все здания подсобных сооружений по степени огнестойкости и по устройству должны отвечать требованиям ОСТ 90039—39.

ж) Планировка складов. При планировке территории склада необходимо все здания и сооружения предприятия разбить на четыре группы:

I. Сооружения приема и хранения (резервуары, насосные, сливные и наливные устройства).

II. Здания и сооружения разлива и отпуска (тарные хранилища, разливочные, раздаточные колонки).

III. Подсобные здания (мастерские, бондарные, котельные, электростанции, склады клепки и порожней тары, лаборатории).

IV. Административно-хозяйственные постройки (конторы, гаражи, пожарное депо, материальные склады, жилые здания для оперативного персонала).

Каждая из этих групп должна занимать определенную зону территории, к которой предъявляются свои требования пожарной безопасности. Большую пожарную опасность представляют сооружения первой группы и в особенности второй группы, в которой имеет место наиболее интенсивное выделение паров разливаемых жидкостей и присутствие посторонних лиц и транспортных средств.

На генеральном плане зону разлива и отпуска надо помещать с подветренной стороны по отношению к зоне хранения; зона подсобных сооружений должна быть расположена с подветренной стороны по отношению к зонам хранения и разлива.

Зона административно-хозяйственная должна находиться с удалением от других зон и должна быть отделена от остальной территории склада ограждением высотой не менее 1,5 м.

Территория предприятия и отдельные зоны ее должны быть оборудованы

дованы въездами и дорогами (главными и второстепенными), устроенными по кольцевой системе.

На территории складов I и II категории должно быть не менее двух проездов с твердой одеждой шириной не менее 6 м, непосредственно соединенных с дорогами общего пользования или специальными подъездными дорогами, ведущими к складам. На территории складов III, IV и V категорий допускается устройство одного такого проезда.

На складах I и II категории для розничного отпуска выделяют специальный участок с самостоятельным въездом на дорогу общего пользования. Участок этот должен быть огражден забором высотой не менее 1,75 м.

На территории складов ко всем сооружениям должны быть устроены подъезды с дорожным покрытием шириной не менее 3,5 м.

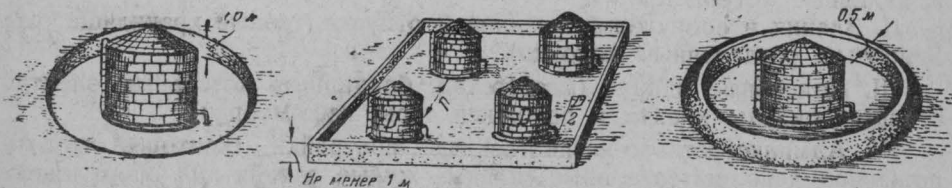
з) Размещение резервуаров и других сооружений. В результате изучения характера пожаров, происшедших на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, установлено, что при пожаре разрушается и даже вылетает силой взрыва крыша резервуара, что жидкость горит, выделяя огромное количество дыма и высокое пламя, и что от нарушения целостности стенок резервуара жидкость растекается и воспламеняет на своем пути горючие объекты. Поэтому при планировке резервуаров на территории склада необходимо:

1) располагать их на безопасном расстоянии друг от друга и от окружающих зданий и сооружений;

2) устраивать противоразливные сооружения, препятствующие растеканию горящей жидкости;

3) снабжать резервуары устройствами для удаления из них жидкости в случае пожара соседнего резервуара.

На территории склада резервуары располагают в одиночку или группами, причем в каждой группе должен храниться определенный класс легковоспламеняющихся или горючих жидкостей и только на складах III—V категорий допускается хранение различных классов жидкости в одной группе резервуаров. Емкость одного или группы наземных и полуподземных резервуаров ограничивается и не должна превышать 30 000 т. Емкость подземных резервуаров не ограничивается, так как возможность разлива из них горящей жидкости отсутствует.



Фиг. 234. Виды установки резервуаров.

Чтобы во время пожара не могло произойти разлива из наземных или полуподземных резервуаров горящей жидкости по прилегающей территории, необходимо устройство вокруг резервуара или группы резервуаров огнестойкой стенки или земляного вала высотой не менее 1 м; ширина земляного вала поверху должна быть не менее 0,5 м. Вместо противоразливной стенки или вала можно устраивать соответствующей глубины котлован, в который и помещать резервуары (фиг. 234).

Размещая резервуары по территории склада группами, необходимо установить расстояния (разрывы) между резервуарами внутри группы, расстояние между резервуарами и противоразливными стенками или валами и расстояние между самими группами.

Расстояние между стенками наземных резервуаров, расположенных

в пределах одной группы, должны быть не менее диаметра большего из двух смежных резервуаров, но не менее 10 м для легковоспламеняющихся и 5 м для горючих жидкостей.

Для резервуаров прямоугольной формы вместо диаметра берут полусумму двух взаимно перпендикулярных сторон прямоугольника.

Расстояние от стенок наземного резервуара до огнестойких противоразливных стенок или до подошвы обвалования и откосов котлована должно быть не менее половины диаметра ближайшего резервуара, но не менее 5 м.

Выше было указано, что высота противоразливной стенки или вала должна быть не менее 1 м. При значительных объемах резервуаров такая высота может оказаться недостаточной и для устранения возможного разлива при этом необходимо высоту стенки или вала рассчитывать.

Согласно ОСТ 90039—39 объем вместилища между стенками резервуара и ограждением (стенка, вал) должен быть при наземных резервуарах не менее половины объема жидкости ограждаемой группы резервуаров и полного объема при одном резервуаре; при полуподземных резервуарах — не менее половины наземной части емкости группы резервуаров и полного объема наземной емкости при одном резервуаре.

Высоту противоразливной стенки или вала приближенно можно определить из приведенных ниже подсчетов.

Разместим несколько резервуаров в пределах одной группы. Для простоты положим, что все резервуары одинаковых размеров: диаметр D и наибольшая возможная высота жидкости H . Число резервуаров n .

Объем жидкости V_0 в каждом резервуаре будет:

$$V_0 = \frac{\pi D^2}{4} H,$$

а объем жидкости во всех резервуарах:

$$V_n = \frac{n\pi D^2}{4} H.$$

Обозначим высоту ограждения h , длину и ширину a и b (фиг. 235). Тогда объем вместилища $V_{в.м.}$, образованного ограждением и стенками резервуаров, незаштрихованная площадь основания на фиг. 235, будет:

$$V_{в.м.} = \left(ab - \frac{n\pi D^2}{4} \right) h$$

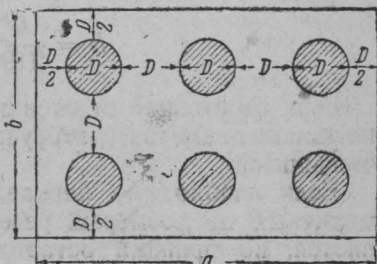
при условии, что резервуары расположены на сплошных фундаментах высотой не ниже обвалования.

Этот объем по нормам должен равняться половине жидкости, находящейся во всех резервуарах:

$$V_{в.м.} = \frac{1}{2} V_n$$

или

$$\left(ab - \frac{n\pi D^2}{4} \right) h = \frac{1}{2} \frac{n\pi D^2}{4} H,$$



Фиг. 235. Размещение резервуаров на площадке.

откуда можно определить высоту ограждения

$$h = \frac{n\pi D^2 H}{8 \left(ab - \frac{n\pi D^2}{4} \right)} = \frac{n}{2} \frac{\pi D^2 H}{4ab - n\pi D^2}.$$

Предположим, что нужно в группе разместить 6 резервуаров ($n=6$). Диаметр резервуара $D=35$ м, а наибольший возможный подъем жидкости $H=11$ м.

Величины a и b определим из известных расстояний между резервуарами и ограждением при указанной на чертеже планировке (в два ряда) $a=6D$ и $b=4D$.

Тогда

$$h = \frac{n}{2} \cdot \frac{\pi D^2 H}{4ab - n\pi D^2} = \frac{n}{2} \cdot \frac{\pi D^2 H}{4 \times 24 D^2 - n\pi D^2} = \frac{n}{2} \cdot \frac{\pi H}{96 - n\pi}.$$

Подставляя $H=11$; $\pi=3,14$ и $n=6$, получим:

$$h = \frac{6 \times 3,14 \times 11}{2(96 - 3,14 \times 6)} = 2,6 \text{ м.}$$

Если расстояние от стенки резервуара до ограждения принять более половины диаметра резервуара, то площадь ab увеличится и высота h уменьшится.

Если необходимо определить высоту ограждения при размещении различных по размерам резервуаров, то вычисления несколько усложняются, но принцип остается тот же.

При устройстве ограждения для одного резервуара вместимость между ограждением и стенками резервуара должна равняться объему жидкости, находящейся в резервуаре:

$$V_{в.м} = V_{рез};$$

$$V_{рез} = \frac{\pi^2 d}{4} H; \quad V_{в.м} = \frac{(\pi D^2 - d^2)}{4} h,$$

где: d — диаметр резервуара;

D — диаметр ограждения;

h — высота ограждения.

Согласно нормам (ОСТ 90039—39):

$$\frac{\pi (D^2 - d^2) h}{4} = \frac{\pi d^2}{4} H,$$

откуда

$$h = \frac{d^2 H}{D^2 - d^2},$$

или полагая согласно ОСТ

$$D - d = \frac{d}{2},$$

находим

$$D = \frac{d}{2} + d = \frac{3d}{2};$$

$$h = \frac{d^2 H}{\left(\frac{3}{2}d\right)^2 - d^2} = \frac{H}{\frac{9}{4} - 1} = \frac{4}{5} H.$$

Следовательно, высота ограждения при одном резервуаре должна равняться $\frac{4}{5}$ высоты жидкости при удалении ограждения от стенок резервуара на расстояние половины диаметра.

Например, при высоте жидкости в резервуаре $H=11$ м и при расстоянии ограждения от стенок резервуара $\frac{.5}{2}$, высота ограждения

должна равняться $\frac{4 \times 11}{5} = 8,8$ м. Для уменьшения полученной высоты необходимо увеличить расстояние между ограждением и стенками резервуара. Примем его равным диаметру резервуара $D-d=d$, откуда $D=2d$.

Из формулы
$$h = \frac{d^2 H}{D^2 - d^2}$$
 находим, что при $D=2d$,

$$h = \frac{d^2 H}{4d^2 - d^2} = \frac{d^2 H}{3d^2} = \frac{H}{3}.$$

и при высоте жидкости $H=11$ м высота ограждения $h=3,66$ м.

В ограждениях недопустимо устройство проходов или вообще каких-либо проемов. Для перехода через ограждение устраиваются пандусы или лестницы из железных скоб в стенках. При проходе трубопровода через земляной вал или насыпь необходимо предусмотреть на трубопроводе металлический приварной лист, с уплотнением глиной мест прохода трубопровода через насыпь или вал.

При размещении в пределах группы полуподземных или подземных резервуаров, представляющих меньшую пожарную опасность, расстояния, указанные для наземных резервуаров, могут быть уменьшены: для полуподземных на 25% и для подземных на 50% (но должны быть не менее 5 м).

При наличии на складе нескольких групп резервуаров, расстояния между ними должны удовлетворять требованиям пожарных разрывов и возможности устройства в разрывах дорог и маневровых площадок для пожарных команд.

Расстояния между стенками наземных резервуаров смежных групп установлены не менее 40 м и для полуподземных не менее 30 м.

В этих разрывах должен быть устроен проезд шириной не менее 3,5 м.

Расстояния между резервуарами и другими зданиями и сооружениями на территории склада согласно ОСТ 90039—39 приведены в табл. 67.

Т а б л и ц а 67

Наименование сооружения	Расстояние в м для складов категорий				
	I	II	III	IV	V
От резервуаров до разливочных	40	30	25	15	10
Ст резервуаров до тарных хранилищ, маслоочистительных, лабораторий, газосных, закрытых трансформаторных подстанций	50	40	30	25	20
От резервуаров, разливочных и тарных хранилищ до котельных, электростанций, кузниц, механических мастерских, бондарных и открытых площадок для хранения тары	80	60	60	40	30
От резервуаров и тарных хранилищ до контор, столовых и прочих административно-хозяйственных сооружений	90	70	60	50	40
Между производственными сооружениями (разливочные, тарные хранилища, маслоочистительные, лаборатории)	30	30	20	15	12

Примечание. Указанные расстояния от резервуаров уменьшают на 25% при полуподземных резервуарах и на 50% при подземных хранилищах жидкостей.

По территории складов могут проходить линии железной дороги для доставки жидкостей.

Ось железнодорожного пути должна находиться на расстоянии не менее 15 м от насосных станций и тарных хранилищ и 45 м от ближайших наземных резервуаров. Паровозы должны отапливаться жидким топливом, не дающим при горении искр, и курсировать на складских путях с закрытым поддувалом.

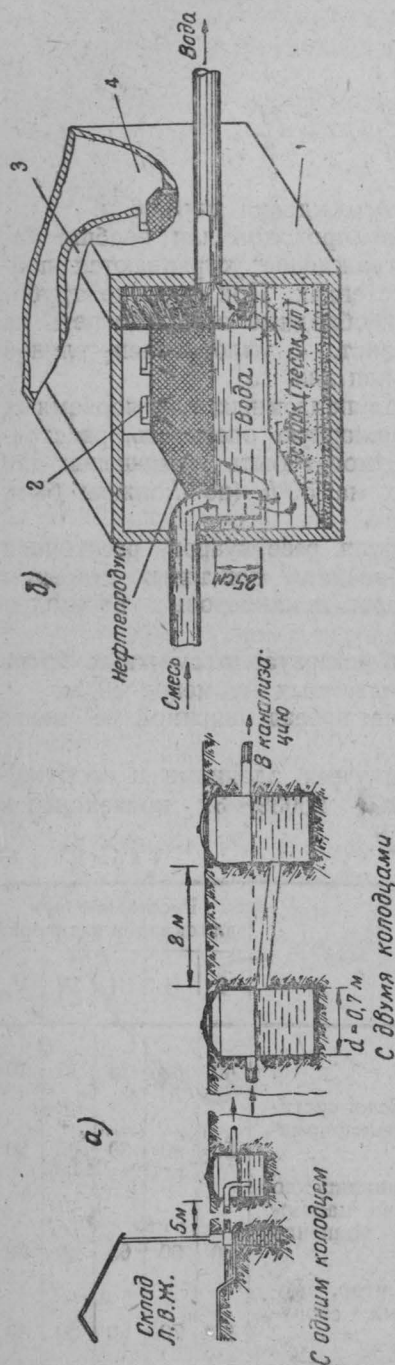
Для ускорения разгрузки железнодорожных составов нефтепродукты из цистерн перекачивают не непосредственно в резервуары, а предварительно в сливные баки (подземные), из которых насосная станция передает жидкости в резервуары. Сливной бак опасен тем, что около него может быть пролита жидкость, он находится вблизи железнодорожных путей, около него работают люди. Поэтому емкость его должна быть ограниченной, расстояние же до рельсов должно быть не менее 6 м.

При различных перемещениях жидкостей, например, при сливе, раздаче, а также при негерметичности резервуаров и трубопроводов возможна утечка и подтекание, которые образуют на складах лужи жидкостей. Такие лужи могут способствовать распространению возникшего пожара, а испарение от них, особенно в летнее время, может образовать огнеопасные потоки паро-воздушных смесей. Доходя до источников огня (например, до котельной), эти потоки могут послужить причиной возникновения пожара.

Для удаления пролитых жидкостей на складе должна быть оборудована канализация с устройством сточных канав и желобов от мест, где наиболее возможен разлив или утечка.

На территории склада I и II категории для сбора пролитых жидкостей устраивают из огнестойких материалов специальную канализационную сеть с гидравлическими затворами и сборными колодцами, снабженными ловушками, а на складах III—V категории — открытые мощные канавы.

Однако канавы и канализационные трубы, внутри которых имеются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, могут служить путем распространения пожаров, и в канализационных трубах могут создаваться взрывоопасные смеси. Поэтому в качестве противопожарных преград



Фиг. 236. Гидравлический затвор а и ловушка б.

необходимы гидравлические затворы (фиг. 236а). При устройстве канализационной сети для улавливания нефтепродуктов из воды должны быть устроены ловушки (фиг. 236б), которые служат также и гидравлическими затворами. Работа нефтеловушки заключается в следующем.

Вода вместе с нефтепродуктами (бензин, керосин, нефть) поступает из канализации по трубе в бетонный резервуар 1. В резервуаре легкие продукты отделяются от воды и всплывают наверх, и как только их уровень поднимается до щелей 2, расположенных в перегородке ловушки 3, эти продукты через щели стекают в бак 4 для нефтепродуктов. В баке нефтепродукты собираются и оттуда их откачивают ручными насосами или выбирают черпаком.

В случае возникновения пожара огонь не может проникнуть в ловушку, так как приемная труба опущена в воду не менее 25 см, что создает гидравлический затвор.

Территория склада должна быть удалена от соседних объектов и сооружений на соответствующие в зависимости от огнеопасности расстояния для того, чтобы создать достаточные противопожарные разрывы. Величины расстояний от границ складов до смежных с ними территорий предприятий и хозяйств приведены в табл. 68.

Т а б л и ц а 68

Наименование территории	Расстояние в м от склада категории				
	I	II	III	IV	V
Производственные предприятия и склады	200	150	100	75	50
Жилые кварталы	100	80	60	50	40
Полоса отвода под железную дорогу на:					
а) станциях	100	100	100	80	60
б) перегонах, разъездах и мелких станциях	50	50	50	40	30
Речные пристани, затоны и морские порты	120	100	75	50	40
Лесные массивы	150	100	80	60	40

В полосе разрывов разрешается устройство открытых складов для хранения огнестойких или полугонестойких материалов, а также разведение огородов, садов или древесных лиственных насаждений. Вдоль границ складов должны быть оставлены свободные полосы земли шириной не менее 20 м для складов I и II категорий и 10 м для складов III—V категорий.

Склады, возводимые у берегов рек, должны размещаться ниже (по течению реки) близлежащих населенных пунктов, промышленных предприятий, пристаней, затонов и мостов, во избежание разлива горячей жидкости по реке и приближения ее к указанным объектам.

По территории склада не разрешается проводить линии электропередачи высокого напряжения. Допускается приближение такой линии к границе склада не ближе, чем на расстояние, равное полуторной высоте опор электропередачи.

Склады оборудуют пожарной сигнализацией, противопожарным водопроводом и установками для химического тушения по специальным правилам и нормам.

3. Устройство складов II разряда. а) Емкость складов, резервуары и их расположение. Характерная особенность склада II разряда — его нахождение на территории промпредприятия и непосредственная близость к производственным или другого назначения постройкам. Жидкости на этих складах хранят также в наземных, полуподземных и подземных резервуарах и тарных хранилищах. Требования, предъявляемые к устройству резервуаров и тарных хранилищ, такие же, как и для складов I разряда. Отличие заключается в количестве жидкостей, допускаемом для сосредоточенного хранения на складах при предприятиях, а также в нормах разрывов между хранилищами и окружающими зданиями и сооружениями.

На складах II разряда согласно ОСТ 90039—39 хранение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей допускается в количествах, указанных в табл. 69.

Таблица 69

Наименование жидкостей	В резервуарах		В тарных хранилищах, т
	подземных, т	полуподземных, т	
Легковоспламеняющиеся	1000	500	100
Горючие	5000	2500	500

При совместном хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей общая емкость хранилищ не должна превышать количеств, указанных для горючих жидкостей. В этом случае принимают, что 1 т легковоспламеняющихся жидкостей эквивалентна 5 т горючих.

На склады с количеством хранимых жидкостей, превышающем указанные пределы, распространяются требования для складов I разряда. Такие склады нужно располагать вне основной территории предприятий или хозяйства.

В наземных и полуподземных резервуарах допускается хранение жидкостей IV класса до 5000 т.

Общая емкость склада при смешанном хранении (в таре, наземных, полуподземных и подземных резервуарах) не должна превышать количеств, указанных для подземных резервуаров. В этом случае принимается, что 1 т емкости тарных хранилищ эквивалентна 10 т емкости подземных резервуаров и 5 т емкости полуподземных и наземных резервуаров.

Жидкости можно хранить не только на специальных площадках складов при предприятиях, но также непосредственно в производственных или складских зданиях, если эти здания огнестойки или полуогнестойки. Количество хранящихся жидкостей в таких зданиях ограничивается величинами, приведенными в табл. 70.

Наземные расходные резервуары, установленные в производственных зданиях, должны быть соединены трубопроводами, снабженными устройствами, предупреждающими возможность передачи огня, с аварийным резервуаром, расположенным на расстоянии не менее 5 м от стен зданий или при горючих жидкостях — с резервуарами основной емкости, если возможно самотечное опорожнение их в эти резервуары.

Не допускается выпуск паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из резервуаров в помещения, в которых они установлены.

Расстояния от наземных резервуаров, зданий с резервуарами, наземных тарных хранилищ, разливочных, насосных, сливно-наливных устройств до смежных с ними сооружений зависят также от огнеопасности производств, количества жидкостей в резервуарах, огнестойкости зданий и определяются по табл. 71 (в метрах).

Таблица 70

Характеристика хранения	Количество жидкостей	
	легковос- пламеняю- щихся, т	горючих, т
В таре в специальном помещении, отделенном от соседнего огнестойкой стеной, и с непосредственным выходом наружу	20	100
В таре, без выделения специального помещения в зданиях производств категорий Г и Д	0,5	2,5
Резервуары в специальном наземном помещении, отделенном от соседнего помещения огнестойкой стеной, и с непосредственным выходом наружу	Суточная потребность цеха, определяемая промзаданием	
Резервуары в подземных и полуподземных помещениях (подвалах, казематах)	Не допускается	100
Резервуары в специальном помещении на огнестойкой и полугогнестойкой площадке, отделенном от соседнего огнестойкой стеной, и с непосредственным выходом наружу	3	15
Резервуары, установленные на колоннах, кронштейнах, огнестойких или полугогнестойких площадках в зданиях производств категорий Г и Д	1	5

Таблица 71

Категория производств	Категория, наименование зданий и территорий	Общая емкость склада в т для жидкостей					
		легковоспламеняющихся			горючих		
		250—500	10—250	До 10	1250—1500	50—1250	До 50
А, Б	До огнестойких и полугогнестойких зданий	55	45	40	45	35	30
Б	До полусгораемых зданий	60	50	45	50	40	35
В, Г	До огнестойких и полугогнестойких зданий	40	30	24	35	25	20
	До полусгораемых и сгораемых зданий	40	35	30	40	30	25
	До огнестойких и полугогнестойких зданий	35	25	25	30	20	20
Д	До полусгораемых и сгораемых зданий	40	30	30	35	25	25
	До границ складов легкорючих материалов (сено, солома, хлопок)	60	50	40	50	40	40
	До границы жилых кварталов, промпредприятий, общественных и служебных зданий	60	50	40	50	40	40
	До границ лесных хвойных массивов	60	50	40	50	40	40
	До границ складов: лесоматериалов, угля, зерна, участков, занятых под посевы, и до границ лесных лиственных массивов	50	40	30	40	30	30
	До аэтаров, авторемонтных мастерских и якорных стоянок на аэропортах	75	75	75	50	50	50

Примечания. 1. При подземных резервуарах или подземных тарных хранилищах приведенные нормы расстояний должны быть уменьшены на 50%, а при полуподземных — на 25%, за исключением норм для аэропортов.

2. Емкость складов принята для наземных и полуподземных резервуаров; для подземных резервуаров указанная емкость должна быть увеличена в два раза.

Расстояния от наземных резервуаров, сливных устройств, разливочных и насосных до дорог должны удовлетворять нормам табл. 72.

Таблица 72

Наименование дорог	Расстояние, м
До железнодорожных путей следования организованных поездов (до оси пути)	50
До специальных железнодорожных подъездных путей (до оси пути), используемых для слива и налива	20
До автогужевых дорог общего пользования (до бровки земляного полотна)	15
До автогужевых дорог на территории предприятия (до бровки земляного полотна)	10

От наземных резервуаров, сливных устройств и разливочных до оси специального железнодорожного подъездного пути при хранении горючих жидкостей расстояние должно быть не менее 12 м; от оси специального железнодорожного подъездного пути до насосных, легковоспламеняющихся жидкостей расстояние должно быть не менее 10 м, до насосных горючих жидкостей — 8 м.

Тарные хранилища и сливные устройства должны быть расположены по габариту приближения строений к железнодорожным путям.

При подземных сооружениях приведенные расстояния уменьшают на 50%, а при полуподземных — на 25%.

Расстояния между сооружениями на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей устанавливаются согласно табл. 73 (в метрах).

Таблица 73

Наименование сооружений	Наименование жидкостей	
	легковоспламеняющиеся	горючие
Между наземными и полуподземными резервуарами при расстоянии не менее диаметра наибольшего соседнего резервуара в группе; между резервуарами и насосными разливочными	10	8
Между подземными резервуарами; между подземными резервуарами и насосными разливочными; между наземными и полуподземными резервуарами емкостью до 100 т и между группами резервуаров такой же емкости	5	4
Между подземными резервуарами емкостью до 100 т; между резервуарами в огнестойких зданиях; между наземными и полуподземными резервуарами емкостью до 25 т при общей резервуарной емкости до 10 т	1	1
Между наземными резервуарами, производственными зданиями (разливочными, сараями для хранения тары, тарными хранилищами) и вспомогательными сооружениями (конторой, лабораторией)	30	20
Между производственными сооружениями складского хозяйства (тарными хранилищами, тарным хранилищем и разливочной)	20	15
Между наземными резервуарами и местами слива, налива автотранспорта, бочек; между резервуарами и весовыми будками	15	10
В аэропортах между насосной и камерой магнитных пускателей, а также между этой камерой и цистернами	15	10
Между местами слива и налива автоцистерн, тары и разливочными насосными	5	5

б) Раздаточные и разливочные устройства. Раздаточные и разливочные устройства для жидкостей всех классов могут быть установлены: на открытых площадках, в специальных зданиях, в отделенных огнестойкими стенами помещениях тарных хранилищ и насосных с непосредственным выходом наружу, в помещениях, отделенных огнестойкими стенами от производственных цехов, расположенных в огнестойких или полугогнестойких зданиях. Раздаточные устройства горючих жидкостей могут быть установлены в полустораемых зданиях.

Расходные резервуары мотороиспытательных станций должны быть установлены вне помещений испытательных стендов.

У раздаточных колонок, устанавливаемых вне зданий, нужно устраивать асфальтированные или бетонированные площадки шириной не менее 4 м с уклоном к кювету и к ловушке.

Расстояния от раздаточных колонок (или колодцев на аэропортах) до различных сооружений должны быть не менее величин, указанных в табл. 74.

Т а б л и ц а 74

Наименование сооружений	Расстояния, м
Здания с огнестойкими и полугогнестойкими стенами без проемов	5
То же с проемами	15
Здания с полустораемыми и сгораемыми стенами	20
Ангары и другие сооружения аэропортов	30
Насосные и подземные резервуары легковоспламеняющихся жидкостей на территории аэропортов	20
Подземные сооружения, резервуары, трубопроводы и кабели	2
Железнодорожные, трамвайные пути и воздушные электросети	10

Раздаточные «колодцы» без сливных устройств можно располагать на якорных стоянках самолетов.

Раздаточные устройства топлива для паровозов, мотовозов могут быть расположены по габариту приближения строений к железнодорожным путям.

Цеховые раздаточные кладовые (смазочных масел, растворителей лаков, красок) нужно располагать в производственных зданиях по периметру наружных огнестойких или полугогнестойких стен, с выходом наружу и отделять от смежных помещений огнестойкими или полугогнестойкими стенами.

в) Тарные хранилища. В основном требования к тарным хранилищам предъявляются те же, что и на складах IV и V категорий I разряда.

Хранение жидкостей всех классов в тарных хранилищах допускается при условии отделения огнестойкими стенами помещений для хранения легковоспламеняющихся жидкостей от помещений для хранения горючих жидкостей.

При общем объеме жидкостей, хранящихся в таре, не превышающем 30 т, допускается хранение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в одном помещении.

Вне черты городских поселений, на территории небольших предприятий, строителей, совхозов, колхозов и лесозаготовок при хранении легковоспламеняющихся жидкостей не более 5 т и горючих не более 25 т допускается устройство подземных и полуподземных складов из сгораемых материалов. Стены и перекрытия складов для легковоспламеняющихся жидкостей должны быть покрыты слоем земли толщиной не менее 0,2 м. Расстояния между такими хранилищами и

ближайшими смежными с ними сооружениями нужно принимать по табл. 68 для хранилищ, емкостью легковоспламеняющихся жидкостей до 10 т и горючих до 50 т.

Не допускается хранение тары в тарных хранилищах общей емкостью свыше 20 т.

Погрузо-разгрузочные площадки для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в таре на территории небольших предприятий могут быть из сгораемых материалов.

г) **Безопасные системы хранения.** Безопасные хранилища должны удовлетворять следующим требованиям:

1. При всякого рода порче оборудования, поломке трубопроводов, пожарах у мест приема или раздачи, или в непосредственной близости к хранилищу, огонь не может передаваться внутрь резервуара с жидкостями и в помещения, в которых находятся резервуары.

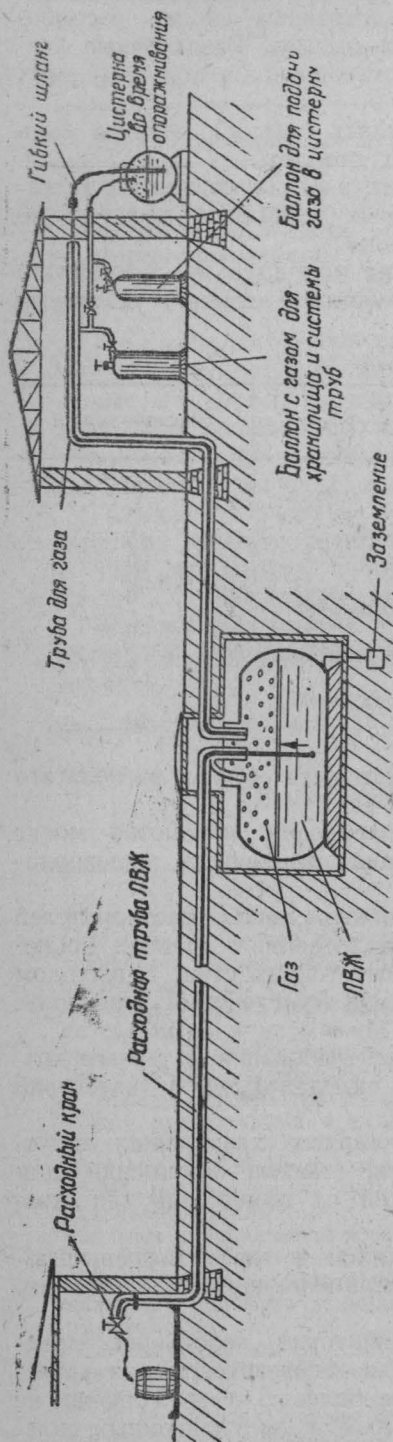
2. При порче оборудования, поломке трубопровода жидкость не может разлиться по окружающей территории.

3. Все металлические части хранилища, трубопроводы и арматура, соприкасающиеся с легковоспламеняющимися жидкостями, надежно заземлены для отвода могущего образоваться электрического заряда при протекании жидкостей по трубам.

4. Полностью устранена возможность образования взрывоопасной смеси внутри резервуара.

Безопасные хранилища, удовлетворяющие указанным требованиям, обычно применяют для хранения легковоспламеняющихся жидкостей 1 класса. По принципу действия безопасные хранилища можно разделить на: а) хранилища «под защитой инертного газа»; б) хранилища «под защитой воды» (с гидравлической подачей); в) хранилища с огневыми предохранителями (огнепреградителями).

Хранилища «под защитой инертного газа» (фиг.



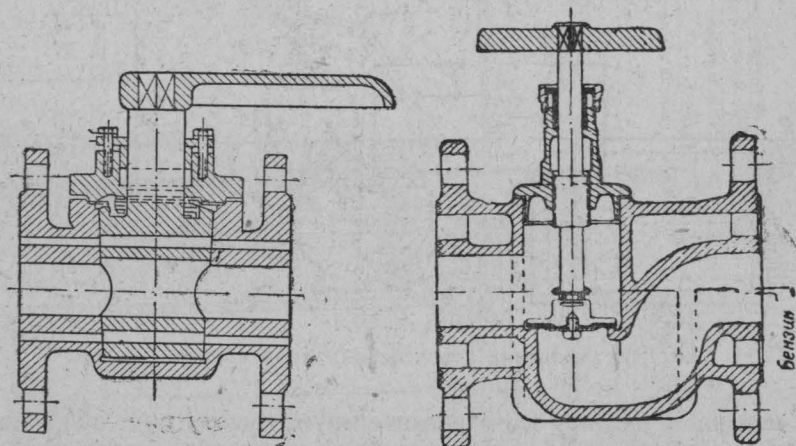
Фиг. 237. Хранение легко воспламеняющихся жидкостей «под защитой» инертного газа».

237). Основной принцип безопасности данной системы заключается в том, что из цистерны с легковоспламеняющейся жидкостью, например, с бензином, удаляют воздух, содержащий кислород и образующий в

смеси с парами бензина взрывоопасную смесь, и под давлением выше атмосферного нагнетают инертный газ. Бензин может давать с поверхности испарение, но пары бензина в соединении с инертным газом не могут образовать взрывчатой смеси (гремучей смеси) и в случае проникания искры или огня внутрь цистерны взрыва образоваться не может.

Характерная особенность этого бензохранилища заключается также в наличии особого бронированного трубопровода, состоящего из двух труб: внутренней—для подачи жидкости к разборному крану (в цех, колонку) и внешней. Внутренняя труба доходит почти до дна резервуара, а внешняя начинается от крышки горловины и имеет свободное сообщение с паровым пространством резервуара.

Для слива легковоспламеняющейся жидкости в цистерну устраивают сливную трубу, которая может быть одинарная и двойная. В последнем случае жидкость из бочек или автоцистерн подается в хранилище также под давлением инертного газа.



Фиг. 238. Двойные вентили.

Вентили на двойном трубопроводе устраивают двойные (фиг. 238).

Цистерну для хранения легковоспламеняющейся жидкости делают подземной; так как цистерна находится под давлением, то она должна быть доступна для осмотра.

Во избежание смещения и порчи трубопровода и оборудования при осадке грунта цистерну устанавливают на прочные бетонные фундаменты.

Цистерну для бензина изготовляют из листовой стали. Швы должны быть сварены или в крайнем случае склепаны в два ряда заклепок.

Перед установкой на место цистерна должна быть испытана гидравлическим давлением, превышающим по крайней мере в полтора раза давление газа, могущее развиваться при эксплуатации. Под таким же давлением испытывают и трубопровод.

Для подачи жидкости на небольших установках пользуются или углекислым газом или азотом из баллонов.

На больших же установках, если требуется принимать и раздавать по цехам десятки и сотни тонн легковоспламеняющихся жидкостей (например, бензина), устраивают специальную установку для получения инертного газа.

Хранилища «под защитой воды». Система хранилищ основана на заполнении свободного пространства в цистерне водой. Эта система применима лишь для хранения жидкостей, которые не растворяются в воде.

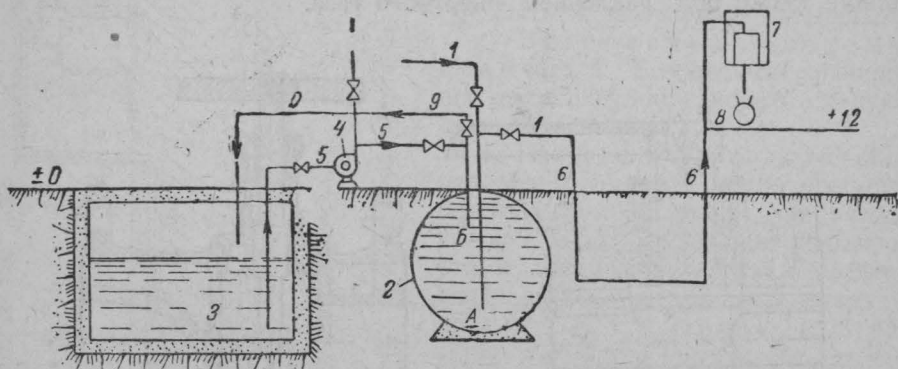
Схема хранилища «под защитой воды», применяемого для хранения сероуглерода, приведена на фиг. 239.

По трубе 1 сероуглерод поступает в подземную цистерну 2 и занимает нижнее положение А. Из резервуара 3 вода насосом 4 подается по трубе 5 в цистерну, где занимает верхнее положение Б, будучи легче сероуглерода. Давлением воды сероуглерод по трубе 6 подается к разливочному аппарату 7 и сливается в бочку 8.

Если нужно вновь наполнить цистерну сероуглеродом, закрывают вентили на трубах 6 и 5, включают насос, и сероуглерод вытесняет воду обратно в резервуар 3, идя по трубе 9 самотеком, (вентиль на трубе должен быть открытым).

Применением такого хранилища достигаются:

1) заполнение пространства над зеркалом сероуглерода водой, что устраняет образование взрывчатых смесей,



Фиг. 239. Хранение сероуглерода «под защитой воды».

2) подача к разливу и на значительную высоту под давлением мягкой среды (воды), что делает передачу жидкостей, чувствительных к толчкам, ударам (подобных сероуглероду), безопасной.

Недостатки установки следующие:

1) отводная труба по всей линии не защищена от повреждения, — во время раздачи жидкости возможна утечка;

2) после нескольких перекачиваний легко воспламеняющаяся жидкость может появиться в баке с водой, хотя и в незначительном количестве;

3) некоторые жидкости поступают для употребления с примесью воды.

Хранилища с огневыми предохранителями (огнепреградителями). При сооружении бензоскладов в СССР нашел применение тип хранилищ, не требующих сложных устройств и дающих гарантию безопасности — невозможности проникания огня внутрь цистерны. Хотя над поверхностью жидкости в цистерне может образоваться взрывоопасная смесь, но взрыва и пожара не произойдет, так как огонь не в состоянии проникнуть в цистерну.

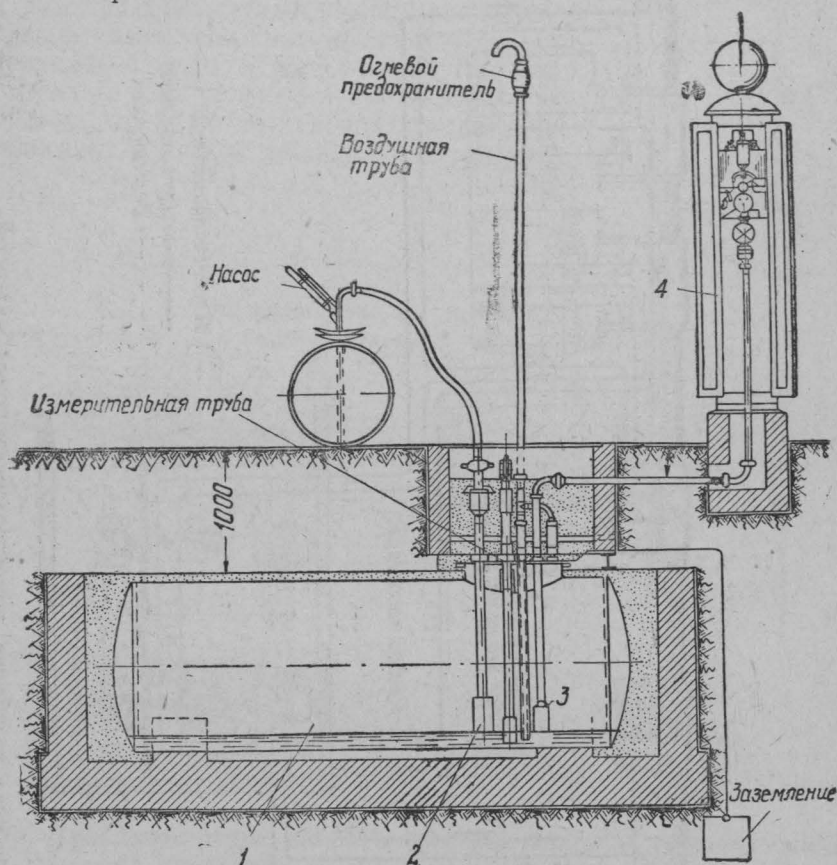
Рассмотрим схему подземного бензинохранилища с огневыми предохранителями (фиг. 240).

Железный резервуар (цистерна) 1, хорошо сваренный в швах и испытанный под соответствующим давлением на прочность и водонепроницаемость, обмазывают смолой, затем обвертывают мешковиной и по мешковине второй раз обмазывают смолой. После этого резервуар укладывают в вырытом котловане на бетонное или кирпичное основание и засыпают землей.

Над верхней частью резервуара устраивают горловину, в которой находятся предохранительные устройства.

Горловину и находящиеся на ней предохранительные устройства засыпают песком, который служит нетеплопроводным защитным слоем против проникновения огня и теплоты внутрь цистерны при пожаре над ней. Горловину накрывают крышкой.

Бензин, доставленный к хранилищу, сливают в подземную цистерну самотеком через фильтры (они же и огнепреградители), установленные в сливные колодцы, по сливной трубе, имеющей на конце гидравлический затвор 2.



Фиг. 240. Хранилище с огнепреградителями.

Раздача бензина осуществляется следующим образом: по трубе, имеющей на конце приемный клапан 3, бензин забирается насосом (ручным или центробежным) и дальше нагнетается в бензинораздаточную колонку 4 или может быть непосредственно направлен потребителю. Помимо этого, бензин можно непосредственно брать в бензинораздаточную колонку, отключив насосную станцию.

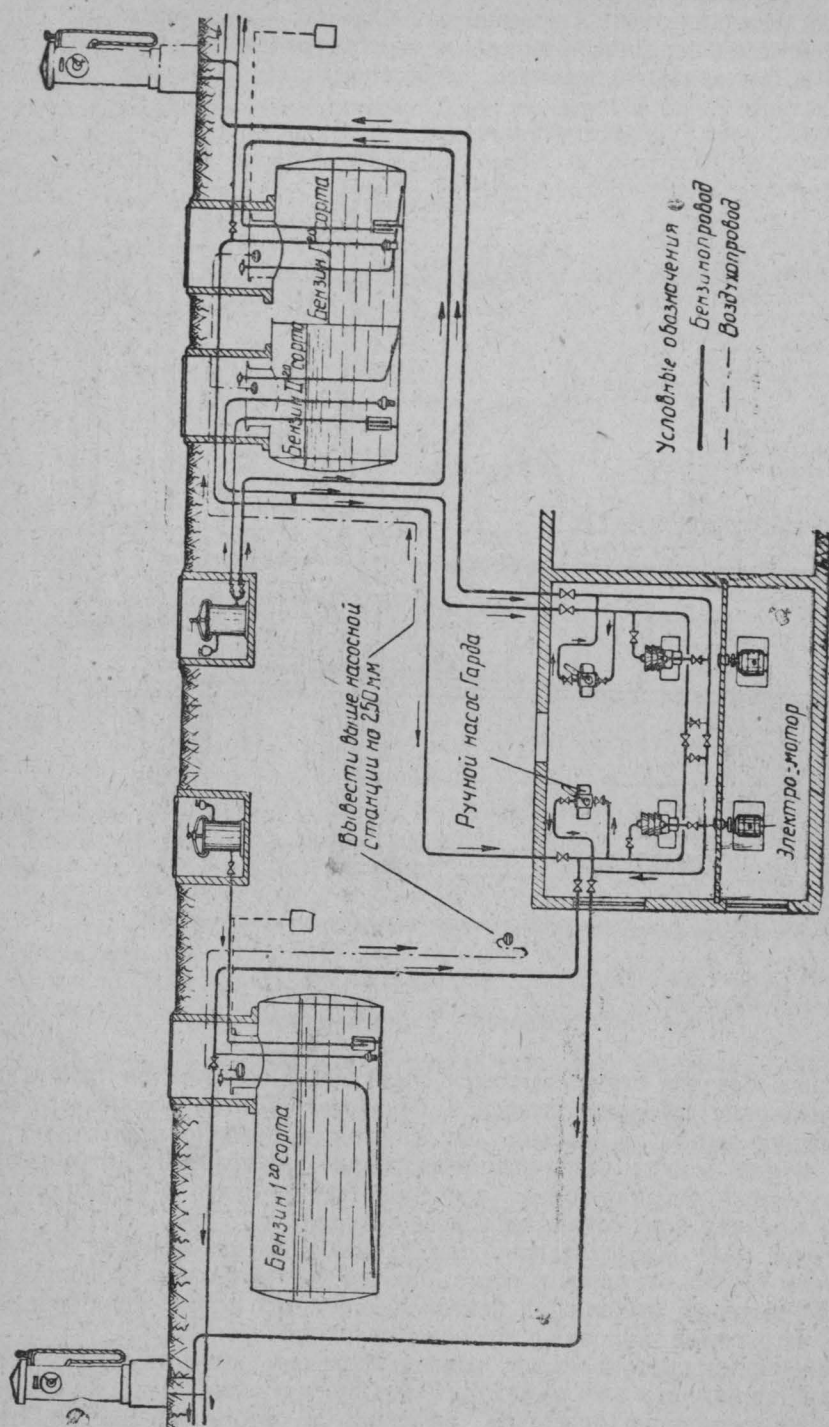
На фиг. 241 представлены две схемы хранения. Левая цистерна наполнена бензином одного сорта, правая же разделена пополам и в каждой половине находится бензин различного сорта. Наполнение и расход из каждой половины производится самостоятельно.

Движение жидкости (слив, разбор) показано стрелками. На плане насосной видно, что электромоторы, как представляющие для системы хранилища пожарную опасность, вынесены в особое помещение, отделенное от насосов огнестойкой стеной.

В случае пожара, возникшего около места слива, огонь не может проникнуть внутрь подземной цистерны, так как сливной трубопровод защищен двумя огнепреградителями: одним из них служит фильтр или

песколовка — гравийный предохранитель (фиг. 242а), другим — гидравлический затвор (фиг. 242б).

Огневым предохранителем (огнепреградителем) на расходной трубе служит приемный клапан, представляющий собой сетку с обратным



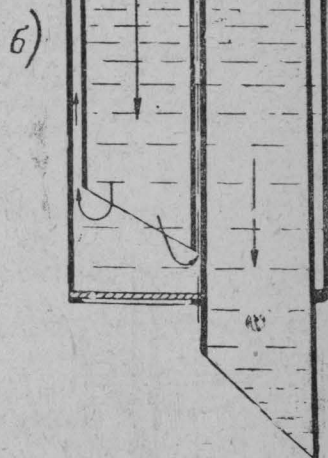
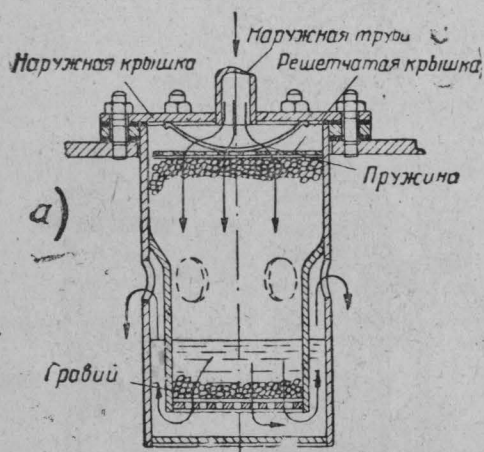
Фиг. 241. Двойное хранилище легко воспламеняющихся жидкостей

клапаном. Так как клапан постоянно закрыт и в трубопроводе имеется жидкость, то по расходной трубе огонь внутрь цистерны проникнуть не может.

д) Бензораздаточные колонки. Бензораздаточные колонки (фиг. 243) устраивают для заправки автомобилей, тракторов, самолетов и снабжения различных потребителей бензином с определенным замером его расхода.

Запрещается отпускать бензин при помощи выключателя, так как для этого служит револьверный кран. Во время перерывов работы колонки мотор нужно остановить, так как при работе вхолостую происходит перегрев мотора, изнашиваются детали: шланг, находясь под большим давлением, может лопнуть, от разлившегося бензина может возникнуть пожар.

Раздаточные колонки применяют, главным образом, для раздачи легковоспламеняющихся жидкостей с низкой температурой вспышки.



Фиг. 242. Гравийный предохранитель и гидравлический затвор.

§ 78. Транспортировка легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из хранилища в цех и загрузка их в аппаратуру

Подача легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из хранилища в цех и загрузка их в аппаратуру производится различными способами и представляет поэтому различную опасность в отношении пожаров и взрывов.

Загрузка легковоспламеняющихся жидкостей в аппараты может происходить: 1) ручным способом с применением металлической и даже стеклянной тары, 2) через расходные бачки или мерники под давлением насоса, инертного газа или воды (для сероуглерода), 3) при помощи мерников — самотеком.

Наиболее опасны способы загрузки вручную и при помощи мерников без инертного газа.

При загрузке ручным способом приходится открывать крышку аппарата, откуда интенсивно могут выходить пары жидкости; кроме того, при этом способе загрузки жидкость часто проливается.

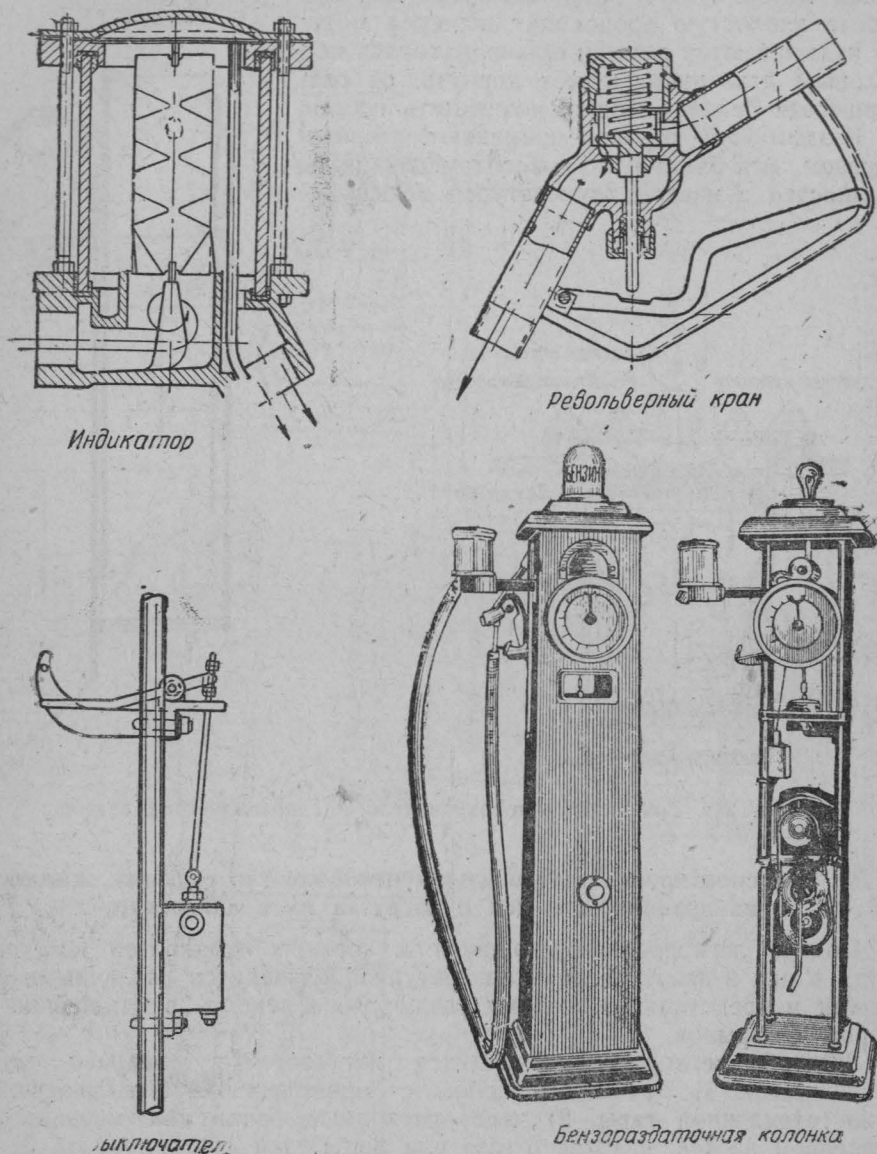
В мерниках с подачей без инертного газа возможно образование взрывоопасных концентраций.

Наиболее безопасна загрузка легковоспламеняющейся жидкости в аппараты с применением инертного газа, без использования насосов и электромоторов. Наличие инертного газа исключает возможность

образования взрывоопасных концентраций в мернике даже при полном его опорожнении.

На фиг. 244 дана схема устройства мерника с наличием инертного газа в производстве с применением бензина в качестве растворителя

Транспортировка легковоспламеняющихся жидкостей от хранилищ в цехи может происходить: а) транспортными средствами в таре, б) по



Фиг. 243. Бензораздаточная колонка.

трубопроводам: самотеком, под давлением насосов, под давлением инертного газа и под давлением воды.

Наиболее безопасна в пожарном отношении транспортировка по трубопроводам с применением огневых предохранителей и автоматических клапанов (фиг. 245).

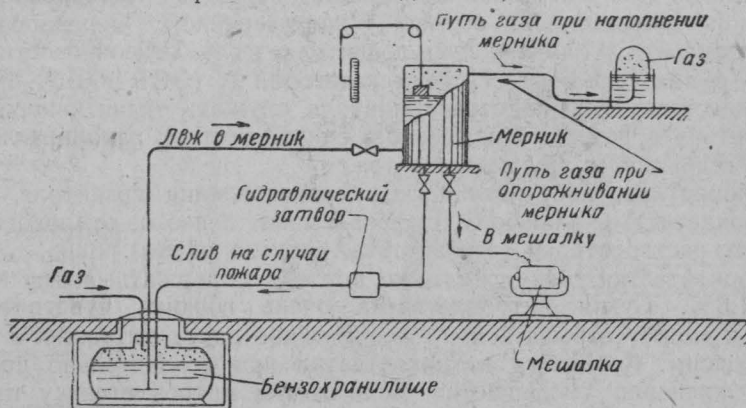
Загрузку легковоспламеняющихся жидкостей в аппаратуру производят принципом сифона или Монтежю, эти два способа можно считать безопасными в пожарном отношении и их нужно всемерно внедрять.

§ 79. Общие причины пожаров и взрывов и противопожарные мероприятия в производственных процессах с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

1. Общие положения

Огнеопасность отдельных стадий физико-химических процессов, а равно и аппаратов химической технологии при применении легковоспламеняющихся жидкостей, различна и зависит от:

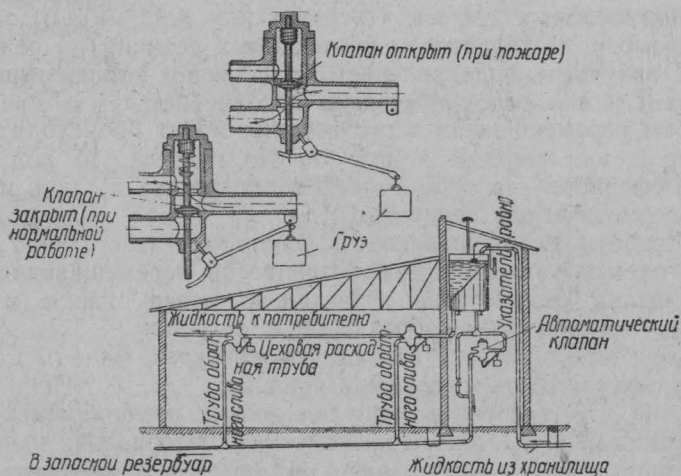
а) огнеопасности применяемых жидкостей;



Фиг. 244. Схема работы мерника с инертным газом.

б) характера процесса (наличия высоких температур от оборудования или от самой химической реакции);

в) режима работы отдельных аппаратов, машин, спецоборудования или приспособления.



Фиг. 245. Установка автоматических клапанов на трубопроводах легковоспламеняющихся жидкостей.

В производствах с применением легковоспламеняющихся жидкостей могут быть следующие, наиболее характерные с пожарной точки зрения процессы:

1) процессы, в которых легковоспламеняющиеся жидкости применяют как растворители, — процессы растворения и перемешивания;

2) процессы, предназначенные для удаления растворителей из изделий, — сушка и прессовка;

3) процессы, в которых легковоспламеняющиеся жидкости разгоняются на фракции, — перегонка;

4) процессы, в которых легковоспламеняющиеся жидкости перерабатываются в различных вариантах.

2. Производство гранитоля, киноплёнки, малярные и лакировочные цехи

Производство гранитоля

Гранитоль (искусственная кожа) имеет широкое применение в автомобильной, авиационной, обувной, галантерейной, деревообделочной промышленности. Производство гранитоля из-за огнеопасности применяемого в нем сырья относится к категории А (ОСТ 90015—39).

Сырьем для производства гранитоля служат: ткани, нитромастика, растворители и разбавители (бензол, спирт, ацетон), наполнители (тальк и мел), стабилиты и другие вещества.

Нитромастика, поступающая для изготовления гранитоля, состоит из нитроклетчатки, канифоля, дифениламина, бензола, этилового спирта и других растворителей (этилацетата, серного эфира).

Нитроклетчатка для гранитоля должна содержать азота не более 10,8—11,8%. Сухая нитроклетчатка очень горюча, чувствительна к ударам и может взрываться. Менее стойкие сорта нитроклетчатки наиболее опасны. Стойкость нитроклетчатки при сравнительно продолжительном хранении уменьшается. Если такую нитроклетчатку нагревать, быстро повышая температуру, то разложение наступает при температуре 160—180°. Для уменьшения опасности при перевозке и хранении нитроклетчатку разбавляют винным спиртом (C_2H_5OH).

а) Приготовление грунтмассы. Сущность приготовления грунтмассы заключается в перемешивании и одновременном растворении нитромастики в растворителе с добавлением наполнителей.

Пожарная оценка процесса перемешивания и растворения определяется: а) применяемым сырьем (твердым или жидким), б) загрузкой и выгрузкой сырья, в) характером протекаемых реакций, г) режимом процесса (под вакуумом, под давлением, с наличием температуры) и д) типом аппарата и его конструктивным выполнением.

Процессы перемешивания и растворения могут происходить: а) с нагревом паром или горячей водой; б) без нагрева; в) под давлением выше атмосферного — в термических аппаратах; д) под вакуумом — только в герметических аппаратах.

Режим работы перемешивающих аппаратов существенно влияет на пожарную оценку технологических процессов перемешивания и растворения. Мешалки без нагрева значительно менее опасны в пожарном отношении, чем мешалки, работающие с нагревом.

Но и при относительно низких температурах (60—70°) все же не исключена возможность перегрева мешалки.

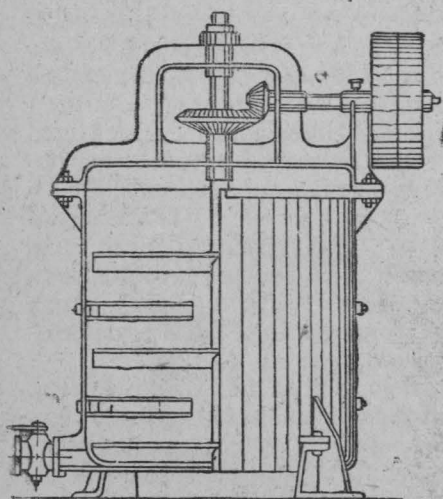
По форме и конструкции мешалки весьма разнообразны. Это зависит от сущности процесса перемешивания материалов; например, для перемешивания густых растворов и жидкостей применяются мешалки с вертикальным валом¹, на котором укреплены горизонтальные лопасти (фиг. 246). Для перемешивания красителей с растворителями применяются мешалки с горизонтально установленным валом и укрепленными S-образными лопастями (фиг. 247).

Перемешанный продукт выгружают из мешалок через трубы, расположенные сбоку или внизу мешалки. Этот способ применяется для легко подвижных смесей. Для выгрузки густых смесей (тестообразной массы) в мешалке имеются специальные шестерни и цепи, которые,

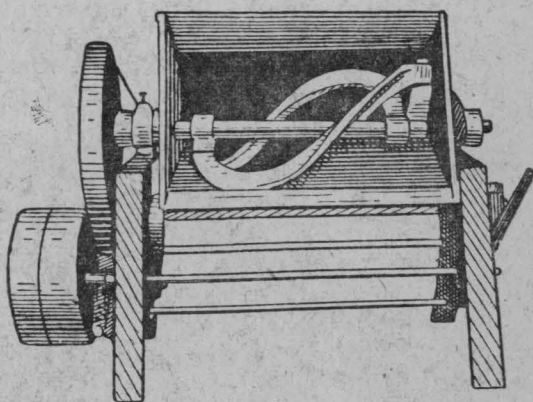
¹ А. Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии. Госхимиздат, 1941.

булучи приведены в действие (вручную или мотором), дают возможность опрокинуть корпус и масса через края будет выливаться в ящики (фиг. 248).

Пожарная опасность при эксплуатации мешалок заключается в следующем: а) в мешалку во время работы могут попадать посторонние



Фиг. 246. Мешалка с вертикальным валом.



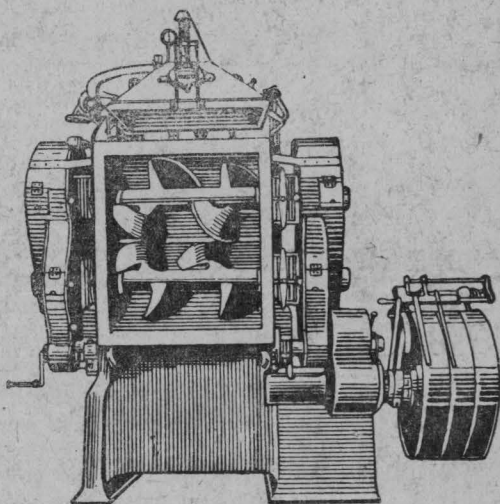
Фиг. 247. Мешалка с горизонтальным валом.

металлические предметы, которые способны высекать искры и тем самым воспламенять пары растворителя; б) в сальниках на валах с лопастями нет герметичности, в результате чего растворитель вытекает и испаряется; в) наблюдается перегрев стенок (рубашки) мешалки при отсутствии необходимой регулировки на паропроводе; давление пара свыше 2 ат уже вызывает перегрев; г) происходит перегрев сальников с появлением огня, который может привести к пожару в мешалках или даже взрыву; д) при загрузке, выгрузке и ремонте мешалок, если используют инструменты из твердых металлов, может происходить высекание искр.

Противопожарные мероприятия в процессе перемешивания грунтмассы заключаются в том, чтобы при загрузке нитромасстики в мешалку она не попадала на трущиеся и нагревающиеся части. Нитроклетчатка, поступающая в мешалку, и нитромасличная пленка должны иметь температуру разложения не ниже 160°.

При пуске мешалки в работу крышка должна быть закрыта. Перед началом работы мешалок должна быть приведена в действие приточно-вытяжная вентиляция. Растворители в мешалку можно загружать только при помощи труб и мерников.

Помещение для установки мешалок должно быть отдельное одноэтажное, огнестойкое, с легким покрытием и большой площадью остек-



Фиг. 248. Мешалка с опрокидывающимся корпусом.

ления. Двери, соединяющие помещения мешалок с другими помещениями, должны быть огнестойкими.

Электроосвещение в помещении мешалок должно быть с взрывобезопасной арматурой.

Вскрытие бочек и другой тары, сколачивание сухой нитромастики допускается лишь медными или латунными инструментами. К работе у мешалок допускаются лица, прошедшие соответствующий противопожарный техминимум.

Растворенная, смешанная с красителями и пластификаторами нитромастика поступает в грунтовальное отделение.

б) Грунтовка и сушка. Сущность работы гранитолового отделения заключается в наложении нитромастики на ткань и сушке ее в сушильных камерах особой конструкции. Схема гранитолового агрегата дана на фиг. 249.

Наложённая на ткань нитромастика, проходя внутри сушильной камеры при температуре около 90° , высыхает в течение 2—3 мин. Температура в сушильной камере получается за счет подачи пара в батареи и трубы, расположенные внутри камеры. Более целесообразна сушка горячим воздухом, не представляющая пожарной опасности. Сушильная камера гранитолового агрегата, работающая с применением горячего воздуха, изображена на фиг. 250.

Пожарная опасность при сушке гранитоля обуславливается:

1) наличием паров растворителей в сушильной камере, а также в помещении при грунтовании;

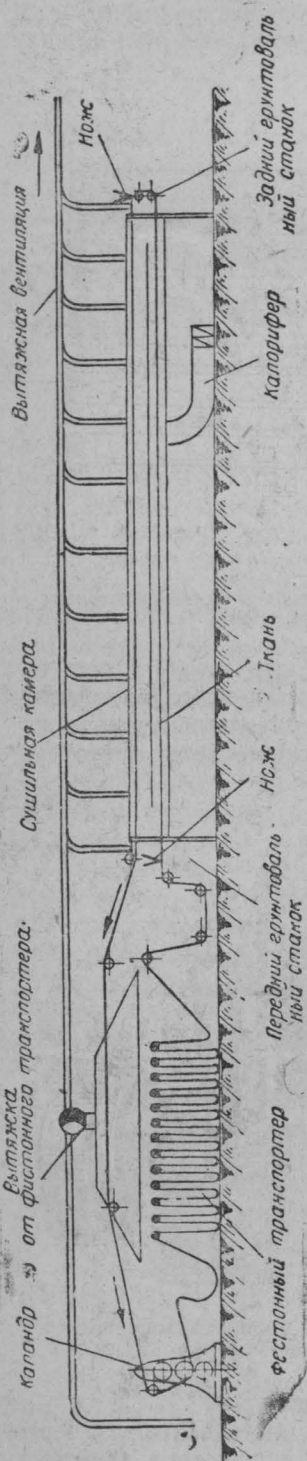
2) образованием статического электричества, разряд которого вызывает воспламенение паров растворителей;

3) попаданием нитромастики на паровые трубы, вследствие чего может произойти разложение и воспламенение ее;

4) перегревом подшипников и других трущихся частей.

Имея в виду большую пожароопасность процесса грунтования и сушки материала, необходимо соблюдать следующие противопожарные правила.

1. Работа на грунтоально-сушильном агрегате допускается при наличии исправных заземлений и щеток, отводящих статические заряды. Помимо металлических щеток должны быть установлены паровые, для местного увлажнения. Наиболее рациональными местами установки щеток надо считать: у грунтовального



Фиг. 249. Схема гранитолового агрегата.

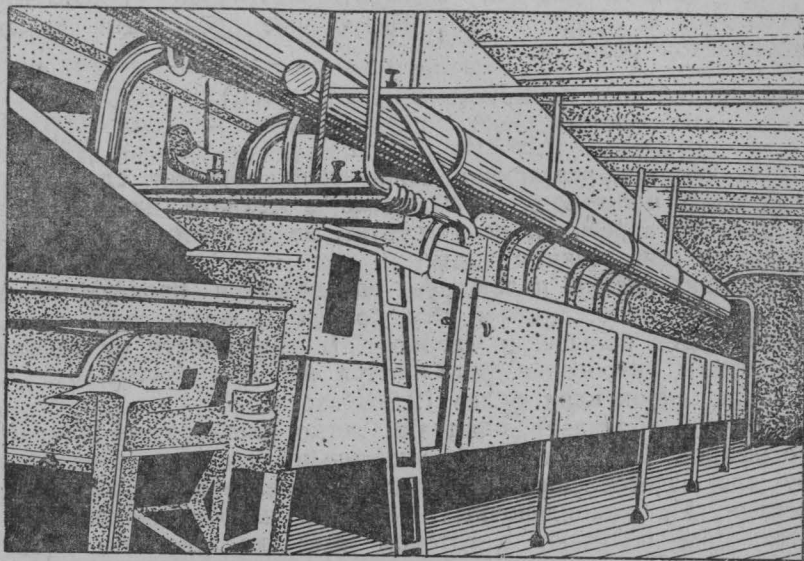
ножа, в месте схода материала с валов и на пути движения материала.

2. Грунтмасса в отделении должна находиться в металлических

банках, количество их должно быть не более 4. Банки с грунтомассой постоянно должны быть закрыты.

3. Сушильно-грунтовальный агрегат можно пускать в работу лишь при исправной системе вентиляции. Заборные воздухопроводы должны быть расположены таким образом, чтобы можно было равномерно отсасывать пары растворителей из сушильной камеры. Для отсасывания паров растворителей из помещения должны быть дополнительные воздухопроводы, заборные устройства которых располагают на высоте 30 см от пола.

4. Для собирания непригодной грунтомассы и отходов при грунтовании на каждый агрегат должно быть по две металлических банки.



Фиг. 250. Сушильный агрегат для гранитоля, работающий горячим воздухом.

5. Наличие ткани в грунтовальном отделении не должно быть более суточной потребности.

6. Для сушки нужно применять горячий воздух, а не пар.

7. При остановке работы агрегата вентиляция может быть выключена лишь через 10 мин. после момента остановки.

8. Для соскабливания грунтомассы с каландра грунтовальных ножей нужно применять медные или обмедненные инструменты.

9. К работе в грунтовальном отделении можно допускать рабочих, которые прошли специальный противопожарный техминимум.

10. Сушильная камера должна быть выполнена из малотеплопроводного, огнестойкого или полугонестойкого материала; в процессе работы камера должна быть закрыта.

11. При вспышке или пожаре необходимо выключить моторы машин и вентиляцию, обрезать у грунтовального станка грунтуемую ткань (для этой цели должен быть у каждого станка специальный нож), открыть вентиль паротушителя в агрегате и приступить к тушению пожара.

12. Помещения для агрегатов должны быть огнестойкими, с легкими покрытиями и большой площадью остекления.

13. Электроосвещение допускается лишь с взрывобезопасной арматурой. Проводка должна быть в герметических трубах или проводом СРГ. Пусковую аппаратуру рекомендуется располагать вне помещений.

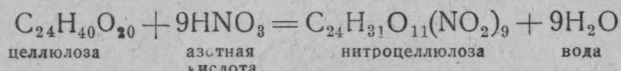
Производство киноплёнки

Процесс изготовления киноплёнки разделяется на две основных стадии: производство целлюлоидной или ацетилцеллюлозной основы и нанесение на основу светочувствительного слоя — эмульсии. По характеру применяемого сырья и готовой продукции производство киноплёнки в отношении его огне- и взрывоопасности относится к категории А.

1. Изготовление целлюлоидной основы. Сырьем для изготовления целлюлоида служит хлопок.

После очистки и разрыхления хлопок поступает в отделение, где происходит химическое его обезжиривание, достигаемое варкой в обогреваемых паром котлах, залитых растворами слабых щелочей.

Обработанная целлюлоза ($C_6H_{10}O_5$) нитруется — обрабатывается смесью азотной и серной кислот. Нитрование происходит по следующей химической реакции:



Азотная кислота, реагируя с целлюлозой, образует сложный азотнокислый эфир целлюлозы, называемый в технике нитроцеллюлозой. Серная кислота в реакции не участвует, но вводится для связывания образующейся при реакции воды.

Степень нитрования целлюлозы определяется процентным содержанием в ней азота, причем, чем больше в целлюлозе азота, тем нитрование будет больше, и наоборот. В зависимости от содержания азота продукты нитрования разделяются на: коллоксилин от 11,3 до 12,5% азота; пироксилин более 12,5% азота.

Коллоксилин обладает свойствами легко растворяться в спиртовой смеси с эфиром. Пироксилин же указанными свойствами не обладает, поэтому для изготовления целлюлоида применяется главным образом коллоксилин. На киноплёночных фабриках нитроцеллюлоза не изготавливается, а ее получают в готовом виде (коллоксилин) с заводов. Полученный коллоксилин растворяют в смеси спирта с эфиром. Непосредственно из раствора коллоксилина пластическую массу получить не удастся, ибо отлитая плёнка в процессе испарения растворителей (спирт и эфир обладают большой способностью испаряться) делается очень хрупкой и липкой, непригодной для киноплёнки. Поэтому, чтобы придать коллоксилину пластичность и гибкость, добавляют к раствору камфару ($C_{10}H_{16}O$).

Камфара — твердое летучее вещество, уд. вес 0,95; температура плавления 175°, кипит при 209°, горит дымящим пламенем, температура воспламенения около 50°. Камфара легко растворяется в спиртах, эфирах и других органических веществах. Композиция из нитроцеллюлозы и 20—26% камфары называется целлюлоидом.

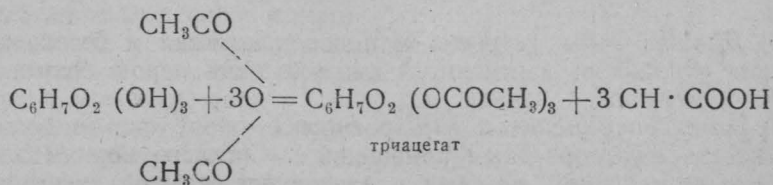
2. Изготовление ацетилцеллюлозной основы. Целлюлоид легко воспламеняется, выделяет при разложении ядовитые и взрывоопасные газы; тушение целлюлоида затруднительно.

Указанные свойства заставляют изыскивать способы уменьшения воспламеняемости целлюлоидной плёнки или вообще замены нитроцеллюлозы другими, безопасными в пожарном отношении эфирами целлюлозы, или какими-либо иными материалами.

Пока надо считать невоспламеняющимися плёнки, приготовленные из ацетилцеллюлозы, но они по сравнению с целлюлоидными обладают меньшей пластичностью и стойкостью и значительно дороже.

Ацетилцеллюлозную плёнку изготавливают, главным образом, узкую (16 мм), для узкоплёночных аппаратов. В отличие от целлюлоидной ацетилцеллюлозная плёнка трудно загорается, давая при этом бледно-жёлтое пламя, как при горении веществ, входящих в состав резины.

По химическому составу ацетилцеллюлоза представляет собой уксусно-кислый эфир целлюлозы, получаемый путем соответствующей обработки очищенной целлюлозы смесью уксусного ангидрида с ледяной уксусной кислотой при незначительном добавлении серной кислоты. Реакция ацетилирования целлюлозы дает возможность получить триацетат.

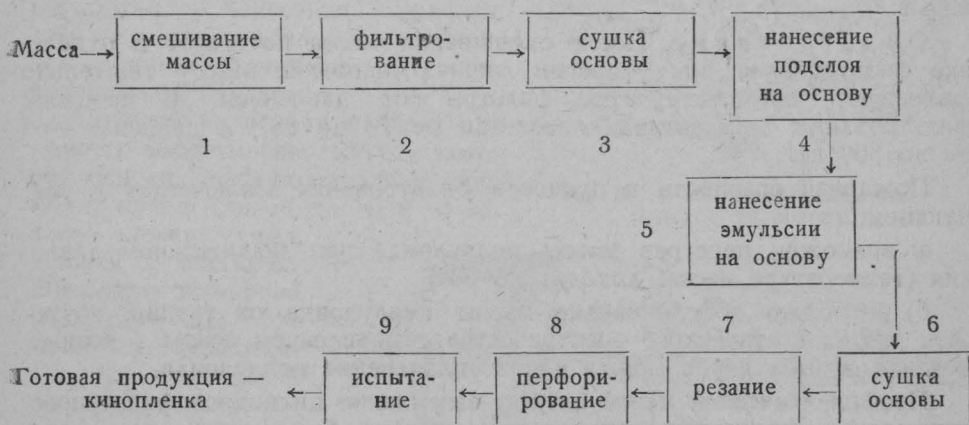


Полученную массу промывают, отжимают и сушат в специальных сушилках в вакууме аналогично коллоксилину.

Для создания гибкости и эластичности пленки к ацетилцеллюлозе добавляют пластификаторы — камфару или трифенилфосфат.

После растворения ацетилцеллюлозы в ацетоне и прибавления пластификаторов получается густая масса, поступающая на дальнейшую обработку. Кинопленку из целлулоида и ацетилоцеллюлозы изготавливают на одних и тех же машинах, поэтому разбор технологического процесса будет относиться к обоим видам пленки.

3. Изготовление кинопленки. Последовательность операций при производстве пленки изображена на схеме.



Рассмотрим каждую операцию в отношении ее пожарной опасности.

Смешивание массы. Нитроцеллюлозу с камфарой смешивают в особых аппаратах — маласкерах, состоящих из больших вертикально или горизонтально поставленных цилиндров. Масса все время перемешивается особыми мешалками и обогревается паром или горячей водой при температуре в среднем 50°.

В процессе смешивания пожарную опасность создают следующие моменты:

- а) наличие нитроцеллюлозы, огне- и взрывоопасного вещества;
- б) наличие в растворах большого количества спирта, вследствие чего в отделениях (помещениях) мешалок в результате испарения спирта может образоваться спиртовоздушная взрывоопасная смесь; особо интенсивное выделение паров спирта наблюдается в момент загрузки и выгрузки массы;

в) наличие неплотности в спиртопроводе, из-за чего может произойти утечка спирта, и концентрация паров спирта может достигнуть пределов взрывчатости.

В отделениях смешивания необходимо соблюдать следующие противопожарные мероприятия:

а) Мешалки в процессе работы должны быть закрыты герметически.

б) Должна быть устроена мощная, надежная и безопасная в пожарном отношении вентиляция для удаления паров спирта из помещения и мешалок.

в) Электроосвещение и электросиловое оборудование должно соответствовать взрывоопасным помещениям. Согласно нормам электропроводку в помещениях, опасных в отношении взрывов, разрешается выполнять лишь в сплошном, герметически закрытом трубопроводе или же бронированным кабелем. Целесообразнее электропроводку, пусковую аппаратуру и осветительную арматуру располагать вне помещения мешалок.

г) Барабаны, в которых производится нитроклетчатка, должны быть постоянно закрыты. Хранение нитроклетчатки в помещениях смешивания не разрешается.

д) Должно быть устроено подземное спиртохранилище и герметические трубопроводы для подачи в мешалки спирта под давлением инертного газа. Подача спирта должна производиться через мерники или расходные бачки, но не вручную.

е) Нельзя допускать удары металлических частей о барабаны с нитроклетчаткой, ибо появление в результате удара искры может вызвать взрыв.

Фильтрование. После смешивания масса поступает в отделение фильтрования для удаления лишних примесей. Массу тщательно фильтруют через матерчатые фильтры под давлением. В процессе фильтрования температура колеблется от 70 до 88°, а давление — от 50 до 300 ат.

Пожарная опасность в процессе фильтрования заключается в следующем:

а) возможен перегрев массы целлулоида при значительном давлении (температура массы доходит до 95°);

б) возможно воспламенение массы целлулоида от трения, возможен разряд статического электричества с появлением искры и возникновение взрыва паров спирта или воспламенение целлулоида.

Профилактической мерой служит заземление цилиндров фильтпресов для отвода статического электричества, наблюдение за температурой нагрева массы (при нагреве свыше 70—80° должна быть остановлена работа фильтпресса), запрещение пользования инструментами из черных металлов и открытыми источниками огня.

Сушка основы. Профильтрованная масса поступает для сушки в аппараты — треммеля, представляющие собой два барабана (кольца) с надетой на них бесконечной тонкой медной лентой.

Ленту с нанесенной на нее массой пропускают в закрытом кожухе через воздух температурой от 35 до 40°. Под действием теплого воздуха масса на ленте высыхает и получается готовая пленка, которую наматывают на барабан, расположенный под поливным приспособлением.

Процесс сушки наиболее опасен в пожарном отношении, так как из массы выделяются пары спирта, образующие с воздухом в сушильном аппарате и даже в помещении взрывчатые смеси.

Кроме того, возможно воспламенение целлулоида от чрезмерного нагревания ленты на барабанах, от искры статического электричества

при трении во время работы лент в аппарате, от недостаточной смазки в местах крепления вращающихся частей.

Профилактические меры, как и в других аналогичных процессах, следующие:

а) Устройство мощной, надежной и безопасной в пожарном отношении вентиляции для удаления из сушильных аппаратов паров спирта.

б) Заземление металлических частей ленточной машины для отвода статического электричества.

в) Обособленность помещения сушики и огнестойкость как самого помещения, так и сушильных аппаратов.

г) Устройство безопасной системы отопления (воздушной или водяной).

д) Устройство электрооборудования по техническим правилам для взрывоопасных производств.

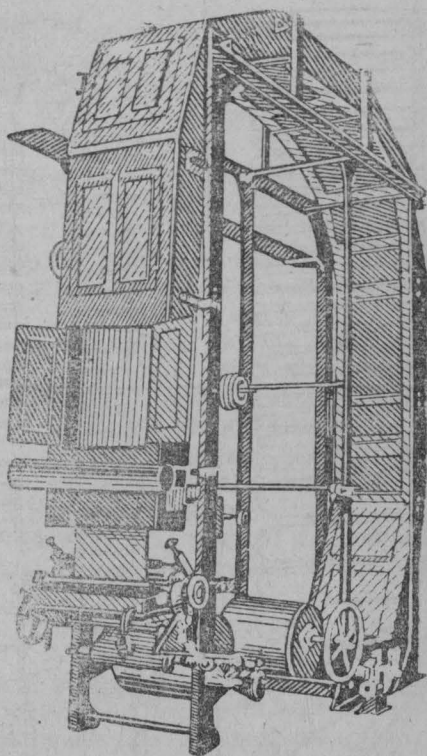
е) Запрещение курения и применения приборов с открытым огнем, а также электронагревательных.

Нанесение подслоя на основу. Изготовленная основа проходит дополнительную стадию обработки — нанесения подслоя, для того, чтобы основа могла плотнее соединиться со слоем светочувствительной эмульсии.

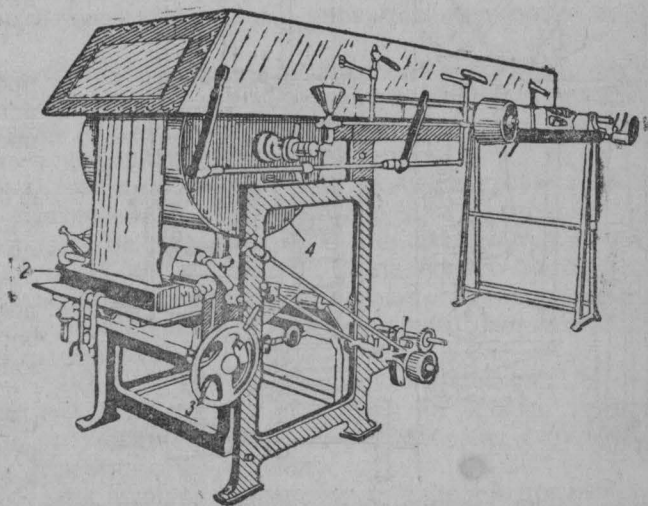
Подслой на основу наносят при помощи машины (фиг. 251), в которой основа, политая подслоем, проходит канал длиной до 10 м. В канале пленку сушат теплым воздухом. Элементы пожарной опасности при этом процессе аналогичны указанным в процессе сушки.

Нанесение эмульсии на основу. Светочувствительную эмульсию на основу наносят на эмульсионно-поливной машине (фиг. 252), состоящей из следующих основных частей: разматывающая ось 1; поливочная часть, в которой имеются ванночка 2 с паро-

вым приспособлением для разогревания эмульсии и валики для нанесения эмульсии на основу; механизм 3 для поднимания и опускания ванночки; устройство 4 для охлаждения эмульсии; пневматический столлик, служащий для передачи пленки на палочный аппарат и в сушику.



Фиг. 251. Машина для нанесения подслоя на основу.



Фиг. 252. Эмульсионно-поливная машина.

Сушка политой основы. Сушка основы, политой слоем эмульсии, очень ответственный процесс в производстве киноленты, и в то же время весьма опасный в пожарном отношении.

Киноленту сушат фестонным и канальным способом.

Фестонные сушилки бывают: с поворотным кругом и развернутые.

На фиг. 253 показана схема фестонной сушилки с поворотным кругом. Политую эмульсией пленку в виде фестона, который образуется при помощи палочного аппарата, подают в сушилку к потолку. В сушилке на специальных рейках 1 движется вторая бесконечная цепь, на которую и передаются первые фестоны.

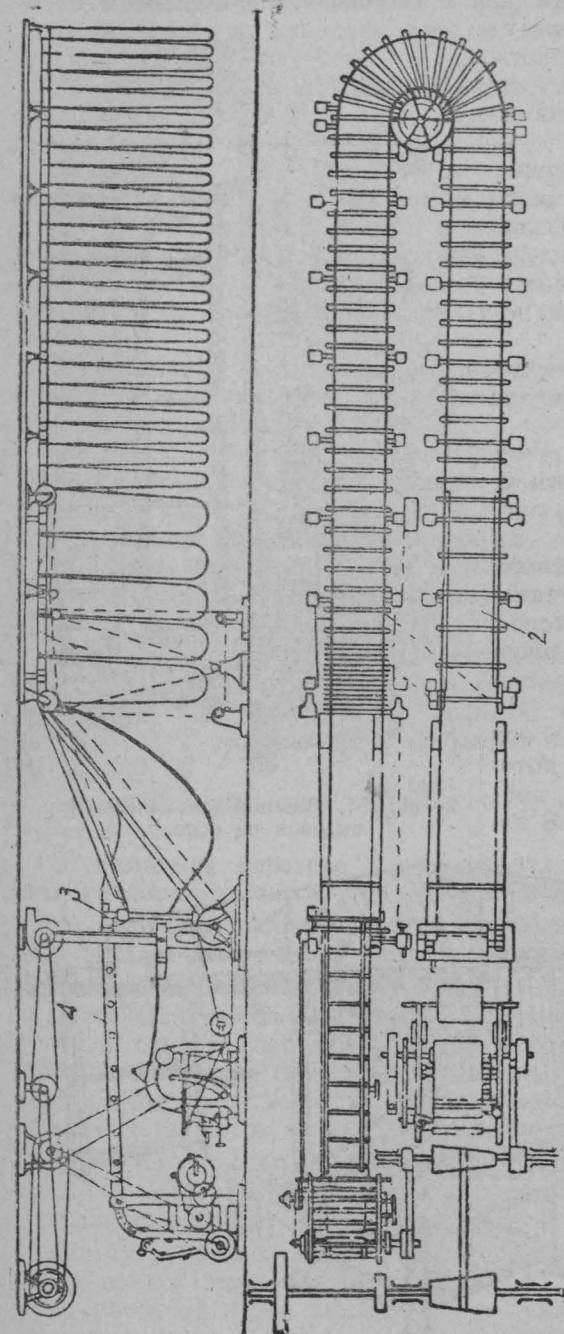
Фестоны с политой основой, двигаясь, доходят до поворотного круга 2, откуда возвращаются в палочный аппарат 3 и на скатывающее устройство 4.

Весь транспортер проходит по сушилке, в которой сушка производится в среде подогретого очищенного воздуха. Среднее время, в течение которого пленка проходит расстояние транспортера, около 2,5 час.

Пожарная опасность процесса сушки политой основы такая же, как и процесса сушки основы.

Разрезание и перфорирование пленки. Широкую ленту пленки после сушки слоя эмульсии разрезают на полосы, размеры которых определены соответствующими стандартами.

После детального просмотра пленку перфорируют — пробивают по краям отверстия для про-



Фиг. 253. Схема фестонной сушилки.

таскивания движущейся зубчаткой в проекционных аппаратах и передают на испытание.

Лакировочные и малярные цехи

Производство лаков сопряжено с опасностью пожара, так как приходится иметь дело с легколетучими и легковоспламеняющимися растворителями и с горючими смолами.

Смолы (терпентин, шеллак, канифоль) представляют густую массу, которую и в расплавленном виде невозможно нанести кистью ровно на поверхность какого-либо предмета. Если же смолу растворить, получается довольно подвижная негустая жидкость — лак.

В лакировочных цехах основную пожарную опасность создают пары растворителей при лакировке.

Особую опасность представляет нитролак — раствор нитроклетчатки в спирте.

Для удаления паров растворителей в лакировочном цехе должна быть установлена местная вентиляция. Лакировочные работы нужно производить в вытяжных кабинах. Пары растворителей из лакировочных цехов обычно удаляют наружу через выводную трубу, которая должна быть на конце защищена сеткой Деви.

Ввиду большой опасности лакировочных цехов они должны быть отделены от соседних производств Brandmauerами.

В малярных цехах опасность обуславливается наличием масла и способами механизации работ и сушки, причем опасность и меры пожарной профилактики при механизированной покраске и лакировке, в основном, одинаковы.

Меры предупреждения пожаров в малярных цехах следующие: тряпки, которыми рабочие вытирают руки или стирают пролитую краску, нужно складывать в железный ящик с плотно закрывающейся крышкой и по окончании рабочего дня выносить из помещения. В полу не должно быть щелей, в которые могла бы попадать пыль и мусор, так как в дальнейшем в эти же щели может попасть краска, все пропитается ею, а это может привести к самовозгоранию.

Современная массовая покраска изделий, а также и лакировка, производится в большинстве случаев механизированным способом с применением принудительной ускоренной сушки.

Механизация малярных работ. Существуют два способа механизации малярных работ: 1) посредством пульверизаторов — револьвера и 2) опусканием изделий в ванны, наполненные краской.

При работе пульверизатора некоторая часть распыленных частиц носится в воздухе в виде тумана (масляной или лаковой пыли), и если не принимать мер, то может создаться взрывчатая смесь из мельчайших частиц масла (краски) или растворителя и воздуха. Этот масляный туман садится на окружающие предметы, части зданий, и если онигораемые, то, покрытые слоем масла, делаются еще более горючим материалом.

Для устранения указанной пожарной опасности работать с пульверизатором — револьвером нужно в отдельных огнестойких помещениях (вытяжных кабинах) и выделяющийся масляный туман или пары растворителя отводить в вентиляцию (местный отсос).

Кабина должна быть из огнестойких или полугонестойких материалов (например, металлическая). При покраске или лакировке краска или лак, не попадающие на окрашиваемую или лакируемую поверхность, осаждаются на стенах кабины. Чтобы была возможность легко счищать наросты, внутренность кабины смазывают трудно горючими жидкостями (вазелином, глицерином). Стены внутри металлических кабин очищают медным скребком.

Для устранения опасности от статического электричества необходимо применять заземление, производя покраску на столе, обитом железом, соединенным проводом с землей. Целесообразно и пульверизатор присоединять к заземленному проводу.

Сушилки. Ускоренная сушка покрашенных изделий достигается помещением их в специальные сушильные камеры, нагреваемые паровыми трубами или электropечами примерно до 60°.

Покрашенные изделия в эти камеры вводят и удаляют при помощи транспортеров. Скорость движения транспортера принимают с таким

расчетом, чтобы высыхание покрашенного предмета произошло за время пребывания его в камере.

Для сушки крупных машин и деталей (тракторы, автомобили) сушильными камерами служат длинные бетонные помещения. Для сушки мелких изделий (фотоаппараты, кассеты к ним) устраивают камеры сечением до 1 м² и длиной 100—200 м, непосредственно в цехе. Опасность этих камер заключается в образовании в них огнеопасных паров (которые нужно удалять при помощи отсоса) и возможности их воспламенения и распространения огня по всей камере и по высыхающим изделиям. Камеры оборудуют установкой для тушения паром или углекислым газом. Вентиль паро- или газотушения устанавливают вне камер с таким расчетом, чтобы установку можно было пустить в действие с безопасного места.

Иногда для большей нетеплопроводности устанавливают деревянные камеры, защищенные от возгорания асбестом и снабженные паро- или газотушением.

Сушилки представляют пожарную опасность, так как внутреннее их пространство ввиду повышенной температуры наполнено парами улетучивающихся растворителей, а просушиваемые горючие предметы, находясь в сфере повышенной температуры, более восприимчивы к действию огня.

Повышенная огнеопасность сушилок требует особых мер при их устройстве и эксплуатации.

1. Сушилки нужно размещать вне помещений с огнеопасными производствами и изолировать от них огнестойкой стеной.

2. Материал для устройства сушилок должен быть огнестойкий или полугонестойкий; в некоторых случаях, для меньшей теплопроводности стен сушильных камер, применяют полусгораемые материалы.

3. Для удаления паров растворителей нужно устраивать самостоятельную вентиляцию, отнюдь не соединяя ее с общецеховой.

4. При пользовании вагонетками для загрузки сушилок изделиями рельсы в самой сушилке должны быть медные или деревянные, во избежание искрообразования при движении.

5. В зависимости от свойств растворителя или просушиваемой массы для каждой сушилки должна быть установлена определенная максимальная температура. Для ее контроля сушилки оборудуют термометрами и термосигнализацией, извещающей о повышении температуры сверх допустимой.

6. Сушилки больших размеров целесообразно оборудовать установками для тушения углекислым газом или паром; для прекращения горения в малых сушилках достаточно прекратить действие вентиляции и плотно закрыть двери.

7. При эксплуатации сушилок около них нельзя применять открытый огонь и должно быть воспрещено курение. Около сушилок не допускается накапливание горючего материала.

8. При применении для обогрева сушилок электроэнергии, необходимо следить, чтобы находящаяся под током арматура не оголялась и находилась под соответствующим слоем тепловой изоляции.

§ 80. Общие причины пожаров и взрывов и противопожарные мероприятия в производствах, вырабатывающих легковоспламеняющиеся и горючие жидкости

Огнеопасность производственных процессов, связанных с выработкой легковоспламеняющихся жидкостей, во многом сходна с огнеопасностью производств, потребляющих легковоспламеняющиеся жидкости.

Для примера рассмотрим наиболее характерные с пожарной точки зрения процессы

1. Производство сероуглерода. Пожарная характеристика сероуглерода:

1. Температура вспышки от 40 до 18°.
2. Температура самовоспламенения от 143 до 145°.
3. Легко воспламеняется не только от действия открытого огня, но даже от соприкосновения с нагретым телом, от искр статического электричества и искр, получающихся при ударе железа о железо, и от действия прямых солнечных лучей.
4. При движении по трубам и при истечении из отверстий электризуется; особенно сильно наблюдается электризация сероуглерода при движении по стеклянным трубкам.
5. Не растворяется в воде, но водою тушится, так как удельный вес сероуглерода при нормальной температуре 1,27—1,29.
6. Температура кипения 46°, плавления 110°, замерзания —116°.
7. Весьма чувствителен к ударам и резким механическим воздействиям.

8. Сероуглерод—сильный яд; содержание паров CS_2 в воздухе в количестве 0,5 мг на 1 м³ вызывает отравления в течение 5 час. Концентрация в 10 мг CS_2 на 1 м³ воздуха убивает человека.

Сероуглерод получается пропусканием паров серы через раскаленный древесный уголь (без доступа воздуха при температуре 800—900° ($\text{C} + 2\text{S} = \text{CS}_2$)).

Схема производства сероуглерода по системе Цана¹ показана на фиг. 254.

Сырьем для производства CS_2 служат древесный уголь и комковатая сера. Уголь перед загрузкой в реторту, в которой происходит реакция, нужно просушивать (для этого используют отработанные в реторте топочные газы). Серу очищают от примесей перед загрузкой в реторту.

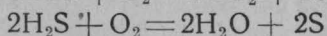
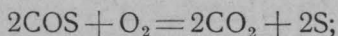
Подготовленный уголь и серу загружают в реторту. При производстве CS_2 по системе Цана стальная реторта, вмещаемая в кирпичную обмуровку, представляет ретортную печь.

Реторту нагревают с наружной стороны сжиганием нефти или генераторного газа, подаваемого в нижнюю часть кладки печи. Газ получается в генераторах, устанавливаемых в отдельных зданиях. Реакция присоединения паров серы к углю протекает при температуре внутри реторты около 800° С.

После реакции из реторты выходят газы следующего состава: CS_2 —91,3%; H_2S —4,62%; COS —2,67%; CO —0,28% и другие газы 1,13%.

Эти газы выходят из реторты при температуре 600° и направляются в конденсатор. В конденсаторе часть CS_2 конденсируется и поступает на склад сырья или на дистилляцию.

Часть несконденсированного CS_2 и другие газы (H_2S и COS) поступают в абсорбер, в котором при помощи масла происходит окончательное отделение CS_2 . Газы же, не поглощенные маслом (H_2S и COS), поступают в газгольдер, а из него на сжигание в специальные печи Клаууса. В результате химической реакции:



при сжигании газов получается порошкообразная сера.

Пожарная опасность производства. Пожарная опасность производства CS_2 заключается в следующем:

1. При наличии неплотностей в трубопроводах, подающих генераторный газ в ретортную печь, может быть утечка газа.

¹ В. А. Козлов. Производство сероуглерода по системе Цана. ОНТИ, 1933.

2. При загрузке мелкой серной пыли в пустую реторту возможно самовозгорание серы.

3. При загрузке серы в раскаленную реторту возможна вспышка мелкой серной пыли.

4. При перегревании реторты сера густеет, плохо течет из крана, может произойти ее перегрев и самовоспламенение (температура самовоспламенения серы 260—290°).

5. При падении температуры в реторте ниже 750° реакция замедляется, не вступившие в реакцию пары серы забивают газопровод и создают повышение давления в реторте.

При понижении давления против нормального, при наличии вакуума, воздух будет засасываться в реторту и вызовет образование взрывчатой смеси.

6. При загрузке угля создается повышенное давление в реторте, ввиду наличия в угле влаги. Поэтому после загрузки угля в течение часа нельзя загружать в реторту серу.

7. При растопке печи возможен взрыв, если генераторный газ пустили, а он не воспламенился.

8. При движении CS_2 по трубам образуется статическое электричество.

9. При прохождении CS_2 по железным трубам образуется сернистое железо, которое, окисляясь на воздухе, может самовоспламениться.

10. Возможно образование вакуума в системе, что вызовет засос воздуха и образование в дальнейшем взрывоопасных концентраций (особенно в дистилляторе и масляной колонне).

11. Неисправность и негерметичность арматуры и трубопроводов влечет утечку газов в помещение и образование взрывоопасных концентраций.

12. Возможно закупоривание трубопроводов серой и сернистыми соединениями, что повлечет повышение давления в трубах и аппаратах и интенсивный выход CS_2 через неплотности в помещение.

13. Возможны взрывы от искр, высекаемых при работе с железными инструментами и при ударе металлической тары о металлические части.

Меры профилактики при производстве сероуглерода следующие:

1. Необходимо соблюдать порядок растопки ретортной печи. Следить за непрерывной подачей генераторного газа. Для правильной растопки надо: положить дрова на решетку и разжечь их, создав температуру топочного пространства в 250—300°, выгresti угли и другие продукты сгорания и пустить генераторный газ, положив немного мелких дров для создания пламени.

Если газ не воспламенился, необходимо прекратить его подачу и произвести продувку всей печи и дымоходов.

2. Необходимо следить за работой реторты, не допускать закупорки сифона и поддерживать в сифоне постоянный уровень серы.

3. При загрузке угля в реторту предварительно нужно поджечь находящуюся в ней газовую смесь.

4. Необходимо периодически очищать реторты, причем перед очисткой: а) открыть верхнюю крышку и поджечь выходящую газовую смесь, б) спустить осторожно через нижний кран серу.

5. Необходимо поддерживать в аппаратуре и трубопроводах повышенное давление, во избежание попадания внутрь аппаратуры и трубопроводов воздуха.

6. Все аппараты и трубопроводы, а при наполнении и тара, должны быть заземлены.

7. Вся аппаратура и трубопроводы должны быть оцинкованы.

8. Применение стеклянных трубок и варюнок при погрузке CS_2 в тару недопустимо.

9. Подача CS_2 по трубам при производстве и при погрузке в тару должна производиться либо самотеком, либо под давлением воды.

Для перекачки CS_2 допускается применение только тихоходных насосов, в основном же используется самотек.

10. Надлежит производить периодическую очистку трубопроводов от серы; при этом серу нужно удалять с территории завода.

11. Необходима периодическая проверка аппаратов и трубопроводов на прочность и герметичность.

12. Нельзя допускать перегрева и понижения уровня CS_2 в дестилляторах. Температура в дестилляторах и масляной колонке должна быть не выше 47° .

13. На трубопроводах должно быть необходимое количество гидравлических затворов, препятствующих обратному движению газов в аппаратуре и распространению пламени.

14. Здания и отдельные помещения сероуглеродного завода должны быть огнестойкими. Ретортное отделение, где имеется открытый огонь, должно быть расположено в самостоятельном огнестойком здании, удаленном от дестилляционного корпуса на расстояние не менее 25 м.

Дестилляционный корпус должен быть расположен на территории завода самостоятельно, помещения с разными операциями в данном корпусе должны быть разделены брандмауерами. Окна помещений должны выходить на теневую сторону или должны быть покрашены белой краской.

Противопожарными средствами служат: противопожарный водопровод с внутренними пожарными кранами и огнетушители.

Сероуглеродный завод должен быть оборудован электрической пожарной сигнализацией и телефонной связью.

Противопожарное оборудование, выбор конструкции для зданий, расположение зданий на территории, выбор санитарно-технических устройств должны соответствовать нормам, установленным для производств категории А.

2. Переработка нефти. Пожарная характеристика нефти. Для получения легких нефтепродуктов из более тяжелых необходимы их подогрев. Процесс, связанный с нагреванием нефти для отгонки наиболее легких фракций, называется перегонкой нефти.

Переработка нефти в заводских условиях производится несколькими способами, в зависимости от требуемого вида нефтепродукта.

В зависимости от физико-химических явлений, протекаемых при перегонке, различают два метода:

перегонка, основанная на испарении нефти при нагревании, с последующей конденсацией паров.

перегонка, основанная на химическом разложении нефтепродуктов (тяжелых) при больших температурах и давлениях — крекинг-процесс.

Основные свойства нефти:

1. Нефть — жидкость, в состав которой входит: углерод до 85%, водород до 14%, кислород до 1%, азот до 1,5%, сера до 5%; уд. вес нефти от 0,75 до 0,98.

2. Температура вспышки нефти зависит от процента содержания в ней светлых нефтепродуктов и колеблется от 0 до 126° .

3. Нефти, не имеющие примеси воды, представляют собой диэлектрики.

4. Нефть обладает большой испаряемостью.

Перегонка нефти и нефтепродуктов на заводах производится, в основном, тремя способами: на кубовых батареях, в трубчатых печах, на крекинг-установке.

Нефтеперегонная установка с кубовыми батареями. Сущность работы кубовых батарей заключается в многократном нагревании и испарении нефти или нефтепродуктов с последующим охлаждением паров. В этом способе используют свойство нефти — при разных температурах выделять различные нефтепродукты.

Например, при температуре от 50 до 150° нефть отдает бензины, при температуре от 125 до 230° — лигроин, от 200 до 270° — керосины, от 270 до 300° — керосино-соляровые фракции и при температуре выше 300° выпадают масляные фракции.

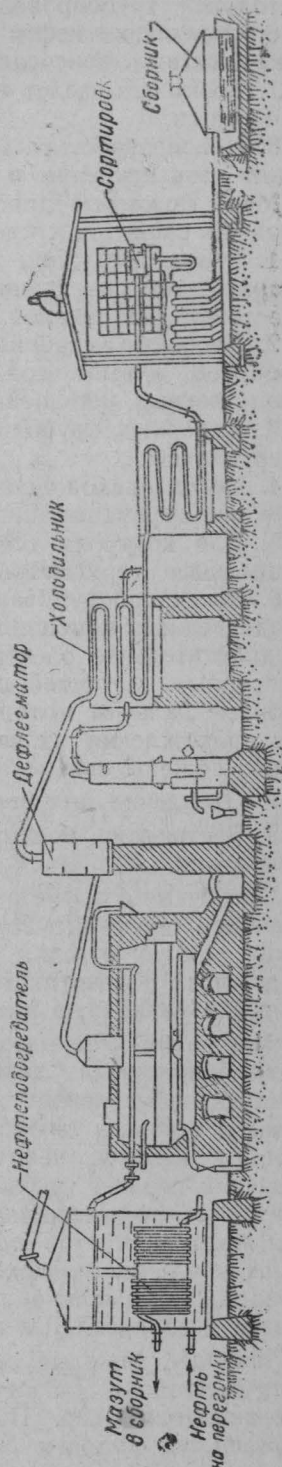
Для создания независимой работы каждый куб имеет свою топочную часть, переключающие устройства, приспособления для опоражнивания и другие. Температуру в кубах поддерживают в соответствии с получаемой фракцией и в последнем кубе она достигает 350°. Давление в кубах в процессе перегонки нефти поддерживают от 1 до 1,5 атм.

Работа кубовой установки (фиг. 255) заключается в следующем: нефть из подогревателя поступает по трубопроводу в первый куб, в котором, нагреваясь с 50 до 150°, отдает бензин. Из первого куба с отогнанными первыми фракциями нефть попадает в следующий, нижерасположенный куб, в котором отгоняются следующие очередные погоны. И, наконец, нефть, отдавшая все легкие продукты, выходит в виде мазута в последнем кубе. Мазут, имея по выходе температуру до 350°, поступает по трубопроводу в батарею, установленную в подогревателе нефти; отдавая нефти тепло, мазут выходит по трубе в сборник. Пары из каждого куба по трубе подаются в дефлегматор, где легкие нефтепродукты отделяются от тяжелых; тяжелые поступают в сборники, а легкие на ректификацию и охлаждение в холодильники и в приемник.

Пожарная опасность при работе кубовых батарей заключается в следующем:

1. В перегонных кубах при нарушении плотности швов может образоваться течь нефтепродукта, который, выливаясь, может самовоспламениться.
2. Возможны выхлопы в топках и борах, вследствие попадания в них нефтепродукта и остановки работы форсунки.

3. При прогорании днища или стенок куба от длительного нагрева и неравномерной теплопередачи в местах отложения кокса нефтепродукт может выливаться и непосредственно попадать в топку.



Фиг. 255. Схема кубовой установки с разрезом одного куба.

4. Отсутствие герметичности в фланцевых соединениях трубопроводов влечет самовоспламенение нефти и нефтепродуктов.

5. Отсутствие воды в холодильниках может вызвать перегрев нефтепродукта, трубопроводов и их повреждение.

6. Отсутствие нефти в кубах и трубопроводах при работе топки может вызвать прогорание стенок.

7. Возможен вылет из дымовых труб раскаленных частичек при горении сажи.

8. Неисправность осветительного и силового электрооборудования может дать искрение и быть причиной взрыва.

Меры пожарной профилактики при работе кубовых установок в основном сводятся к следующему:

1. Все конструкции помещения и здания, в котором размещаются аппараты, насосы, хранилища, должны быть из огнестойких или полуюгнестойких материалов.

2. Насосная установка для перекачки нефтепродуктов с температурой 150° и выше должна быть расположена отдельно от других производственных помещений.

3. Аппараты, трубопроводы и их соединения должны быть прочны и герметичны.

4. Нефть, находящаяся в кубах в момент перегонки, должна подвергаться перемешиванию.

5. Для контроля температуры в кубах должны быть установлены специальные термометры или термопары.

6. Электрооборудование, устанавливаемое непосредственно в производственных помещениях, должно быть взрывобезопасного типа. Предпочтительнее электрооборудование устанавливать в специальных, вынесенных с общей производственной площади, помещениях. Передаточные валы от моторов к насосам и другому оборудованию в местах прохождения их через стены взрывоопасных помещений должны быть снабжены сальниковыми устройствами.

7. Отопление помещений допускается лишь центральное.

8. Вентиляция помещения должна быть приточно-вытяжная с дефлекторами.

Трубчатая нефтеперегонная установка. Трубчатые установки перерабатывают нефть на бензин, лигроин, керосин, газойль и, как остаток отгонки, — мазут. Трубчатая печь представляет змеевик из прочных цельнотянутых труб диаметром от 75 до 125 мм, замурованный в кирпичную кладку.

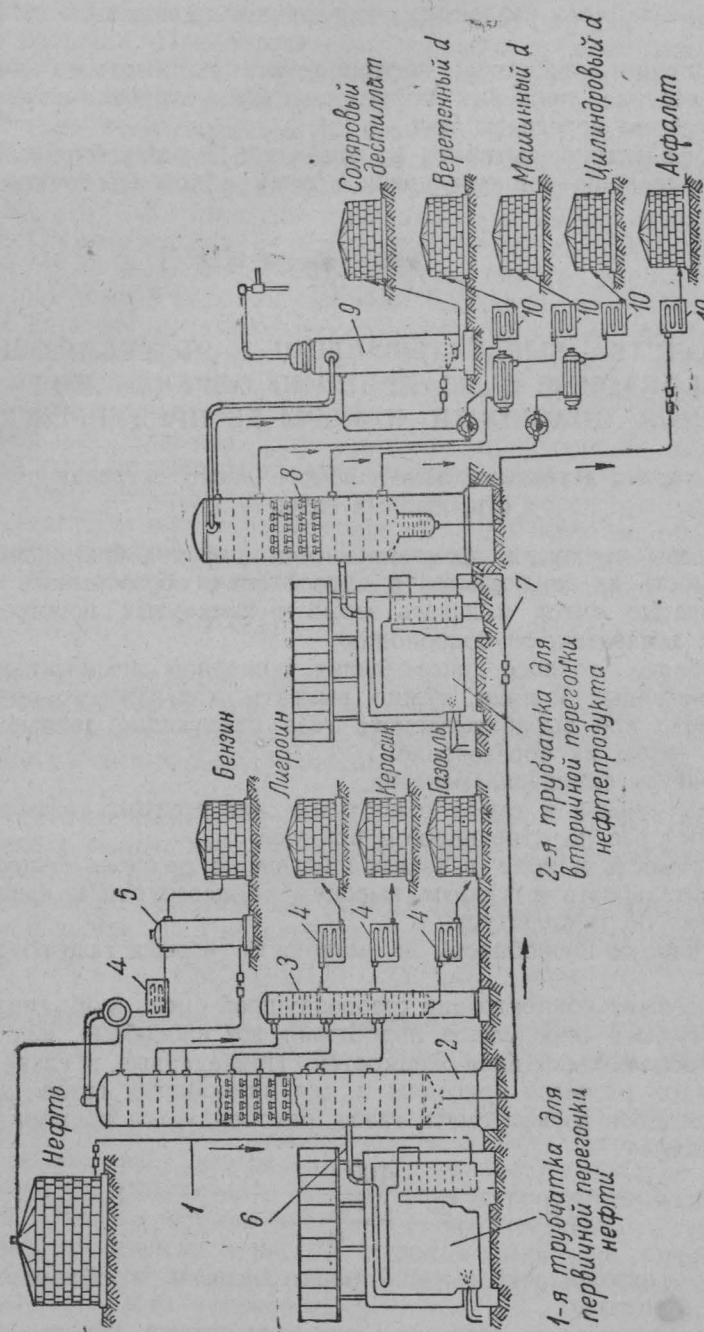
Основными установками, разделяющими погоны, служат ректификационные колонны. Схема атмосферно-вакуумной трубчатки для получения из нефти легких нефтепродуктов (бензин, лигроин, керосин, газойль) и тяжелых (мазут) дана на фиг. 256. Установка работает следующим образом: нефть из нефтехранилища по трубопроводу 1 поступает в первую трубчатку, где обращается в пар, и по трубе 6 проходит ректификационную колонну 2. Из ректификационной колонны пары нефтепродуктов поступают во вторичные ректификационные колонны 3 и 5, где происходит более чистая разгонка. Из вторичных ректификационных колонн пары, проходя через конденсаторы 4, конденсируются и собираются в промежуточные хранилища.

Наиболее тяжелые нефтепродукты из ректификационной колонны 2 по трубопроводу 7 поступают во вторую трубчатую печь, где вновь превращаются в пар. Пары этих нефтепродуктов поступают на ректификационную колонну 8 и 9, в дальнейшем в конденсаторы 10 и на склад.

Основная пожарная опасность трубчатых установок — это возможность прогорания труб, отложение внутри их кокса и прекращение подачи в трубы нефти.

Меры профилактики на трубчатых установках не отличаются от указанных для кубовых батарей.

Крекинг-установка. Сущность работы крекинг-установки заключается в разложении тяжелых углеводородов при помощи высоких



Фиг. 256. Схема трубчатой установки.

температур и давлений. Пожарная опасность вытекает из высоких давлений и температур, имеющих место в процессе работы этих установок.

1. Перегрев и разрыв труб в печи высокого давления. На эту причину аварии и пожара, главным образом, влияет отложение внутри труб кокса.

2. Прорыв прокладок на трубопроводах высокого давления, в результате чего образуется течь и самовоспламенение нефтепродукта.

3. Отсутствие охлаждения, что вызывает деформацию трубопроводов, их разрыв и течь.

4. Недостаточность регулировки главного питательного трубопровода, в результате чего создаются повышенные давления и разрыв соединения.

5. Прекращение движения нефтепродукта по системе. Особенно опасно прекращение движения нефтепродуктов в трубах печи, когда создаются местные перегревы труб.

Меры профилактики вытекают из указанной пожарной опасности и аналогичны приведенным в отношении других видов перегонных установок.

Глава III

ПРОИЗВОДСТВА, ВЫРАБАТЫВАЮЩИЕ И ПОТРЕБЛЯЮЩИЕ ОГНЕОПАСНЫЕ ГАЗЫ, ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ И МЕРЫ ЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

§ 81. Пожарная характеристика наиболее часто встречающихся огнеопасных газов

Горючие газы имеют в промышленности широкое применение. Основная опасность их заключается в способности образовывать с воздухом взрывчатые смеси и давать взрыв в замкнутых пространствах (помещениях, аппаратах, трубопроводах).

Для наиболее точного определения пожарной опасности газов и процессов, связанных с ними, нужно выявить для каждого применяемого, хранимого или вырабатываемого газа следующие данные:

1. Состав газов, их образование.
2. Температуру самовоспламенения.
3. Пределы взрыва в смеси с воздухом или другими газами.
4. Удельный вес по отношению к воздуху.
5. Растворимость в воде и взаимодействие с другими веществами.
6. Чувствительность к ударам, высоким температурам и давлениям.
7. Критическую температуру.
8. Теплотворную способность и мощность взрыва газо-воздушной смеси.

Пределы взрыва концентрации газозвушной смеси в объемных процентах могут быть определены подобными же способами, как и для паров легко воспламеняющихся жидкостей. Приведенные в главе II формулы и порядок расчетов пригодны и для однородных газов. Для определения пределов взрыва смеси газов рекомендуется применять формулу Ле Шателье.

$$Z = \frac{100}{\frac{a_1}{c_1} + \frac{a_2}{c_2} + \frac{a_3}{c_3} + \dots + \frac{a_n}{c_n}};$$

где: Z — низший или высший предел взрыва в объемных процентах;

a_1, a_2, a_3 — количество горючих газов в объемных процентах в общей газовой смеси;

c_1, c_2, c_3 — низшие пределы воспламенения (взрыва) входящих в смесь газов.

Пример. Определить низший предел взрыва смеси из 40% водорода, 35% метана и 25% аммиака.

Низший предел взрыва водорода—4,0%, метана 4,9%, аммиака 17% (объемных).

Подставляя данные в формулу Ле-Шателье, находим:

$$Z = \frac{100}{\frac{a_1}{c_1} + \frac{a_2}{c_2} + \frac{a_3}{c_3} + \dots + \frac{a_n}{c_n}} = \frac{100}{\frac{40}{4} + \frac{35}{4,9} + \frac{25}{17}} \cong 5,4\%.$$

Таким образом, нижний предел взрыва взятой смеси равен 5,4 объемных процента. При определении верхнего предела взрыва в данную формулу вместо нижних пределов взрыва подставляют верхние соответствующих компонентов.

Из часто встречающихся на практике газов наиболее огнеопасны:

а) Ацетилен (C_2H_2) получается из карбида кальция. Удельный вес ацетилена 0,92—0,96. Загорается ацетилен при 480° , взрывается при $509—515^\circ$. В закрытом помещении в смеси с воздухом очень опасен. Сжижается при 0° и давлении 21 ат, или при 20° и давлении 42,8 ат. В жидком виде ацетилен очень опасен, так как может взрываться без всякой видимой причины. Ацетилен, находящийся под давлением до 2 ат, сравнительно безопасен, если же давление увеличивают, наступает опасность взрыва. Поэтому ацетилен в аппаратах всегда находится под очень низким давлением. За давлением постоянно следят измерительными приборами и в аппаратах устраивают предохранительные клапаны, автоматически понижающие давление путем выпуска газа из замкнутого пространства. Другая опасность ацетилена на производстве заключается в том, что он почти при всякой пропорции с воздухом может взрываться (от 3 до 80% по объему). Наиболее опасна взрывчатая смесь ацетилена с воздухом: 1 объем ацетилена и 12,5 объема воздуха или 2,5 объема кислорода, так как:

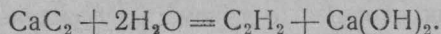


Полностью реакция идет при наличии на 1 объем ацетилена и 2,5 объема кислорода или соответственно 12,5 объема воздуха.

При соединении ацетилена с медью образуется взрывчатое вещество — ацетиленистая медь, которая взрывается при ударе или нагревании.

В производственных установках не должно быть соприкосновения ацетилена с медью, поэтому применение ее для устройства аппаратов, трубопроводов не допускается.

Ацетилен для технических целей получают соединением карбида кальция с водой. Из 1 кг карбида кальция получается около 280 л газа:



Ацетилен применяется для сварочных работ, может встречаться на любом металлообрабатывающем заводе и ремонтных мастерских любой отрасли промышленности.

б) Водород (H_2) — самый легкий из всех горючих газов (1 л весит 0,09 г). Не имеет запаха и цвета, в виду чего необходимы контрольные приборы, указывающие его наличие в воздухе и замкнутых пространствах (аппаратах). Теплотворная способность водорода 34 000 калорий. Границы взрыва водорода широки (4—75%) и указывают на опасность его взрыва в весьма широком диапазоне. Особенно сильные взрывы гремучего газа, состоящего из двух объемных частей водорода и одной части кислорода.

Температура самовоспламенения на воздухе $577—590^\circ$. Сгорая в кислороде, водород дает пламя температурой 2840° .

Получается водород заводским способом при разложении воды. Может быть получен воздействием слабых кислот на железо и цинк, а также из углеводов, например, нефтепродуктов, путем пиролиза.

Большое применение имеет водород в производствах связанного азота (на заводах синтеза аммиака). Атмосферный азот при этом хи-

мически связывается с водородом и получается аммиак: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$. Химическое связывание водорода с азотом осуществляется в присутствии катализаторов при высоком давлении и высокой температуре.

Под большим давлением и при высокой температуре водород представляет значительную опасность: он диффундирует внутрь углеродосодержащего материала (например, стали), сосудов высокого давления, что ведет к их разрушению. Разрушение происходит медленно, стенки сосуда постепенно теряют прочность, и может наступить такой момент, когда стенки уже не выдерживают давления и разрываются с выбросом водорода наружу. При разрыве сосуда от ударов металла о металл образуются искры, вследствие чего водород воспламеняется. Во избежание этого, аппараты, внутри которых водород находится под давлением и высокой температурой, должны быть испытаны на прочность, аппараты нужно снабжать специальной предохранительной арматурой.

Водород имеет значительное применение при электровакуумном производстве (лампы накаливания, радиолампы) для паяльных и сварочных работ.

Водород опасен еще тем, что может выделяться при весьма различных процессах и в разнообразных производствах. Выделение водорода можно наблюдать: при соприкосновении кислот с многими металлами, при соприкосновении паров воды с раскаленными и расплавленными металлами, при соприкосновении металлов натрия и калия с водой, в аккумуляторно-зарядных станциях, при электролизе, в травильниках при производстве хлора.

С хлором водород образует взрывчатую смесь, сильно взрывающуюся при действии солнечного или яркого искусственного света. В практике такой хлорный гремучий газ не употребляется, но он может образоваться в помещениях, где происходит одновременно выделение хлора и водорода, например, при электролизе хлористых соединений, поваренной соли.

в) Окись углерода (CO) — бесцветный, чрезвычайно ядовитый газ, легче воздуха; удельный вес 0,96. Температура самовоспламенения 651° . Имеет широкие границы взрыва (12,8—75%). Получается при неполном сгорании угля, дерева. Самостоятельного применения не имеет, а служит составной частью многих технических горючих газов. Может образоваться при недостаточной подаче воздуха в производственных печах, работающих на твердом топливе. При этом внутри печей или воздухопроводов образуются иногда взрывчатые смеси, взрывающиеся при соприкосновении с огнем. Содержание в воздухе окиси углерода концентрации 0,34% смертельно.

г) Аммиак (NH_3) — бесцветный газ с сильным запахом. Растворяется в воде; раствор известен под названием нашатырного спирта. Сжигается под давлением при обыкновенной температуре и в баллонах находится в сжиженном состоянии. Удельный вес 0,58.

Аммиак долгое время считали негорючим газом, но практика и опыты показали обратное: аммиак горюч (правда, загорается с большим трудом) и в пределах 17—27% с воздухом образует взрывчатые смеси, которые дают сравнительно слабые взрывы. В смеси с другими горючими газами аммиак лучше загорается и хорошо горит в чистом кислороде. Температура самовоспламенения 780° .

Аммиак в большом количестве производится на заводах синтеза аммиака для получения азотной кислоты.

д) Метан (CH_4) называют еще болотным газом, — не имеет запаха и цвета, является основной составной частью природного газа. Легче воздуха. В смеси с воздухом от 4 до 16% образует взрыв, самовзрывается в смеси с фосфористым водородом. Часто встречается в угольных шахтах, в угольных складах, в канализации, в виду чего в таких местах появление с огнем недопустимо.

Присутствие угольной пыли в метане, например, в шахтах увеличивает опасность взрыва.

е) Генераторный газ. Для получения генераторного газа употребляют каменный или древесный уголь, кокс, древесные отбросы, торф и нефть.

Состав генераторного газа зависит от топлива, из которого он получается. Генераторный газ из каменного угля имеет примерно следующий состав:

Оксид углерода (CO)	24%
Азот (N_2)	63%
Водород (H_2)	6,5%
Углекислый газ (CO_2)	6,5%

ж) Доменный газ состоит из окиси углерода CO —22%, CO_2 —13%, H_2 —3,5%, N_2 —61,5%.

Эти цифры несколько меняются в зависимости от характера топлива и сжигания, причем газ может еще иметь незначительное количество O_2 и CH_4 .

Таким образом, доменный газ в своем составе содержит до 25—30% горючих компонентов, и, вообще говоря, горюч, а следовательно, и опасен в пожарном отношении. Его не выбрасывают в дымовую трубу, а используют как топливо в других печах и для нагрева кауперов. Пределы взрыва близки к пределам взрыва окиси углерода.

з) Коксовый газ. Получается при производстве кокса в коксовых печах и обладает высокой калорийностью, так как главной частью его служит водород, содержание которого доходит до 52%. Кроме водорода, важная горючая составная часть коксового газа — метан (CH_4). Примерный состав коксового газа следующий:

Углекислый газ (CO_2)	3,9%
Оксид углерода (CO)	1,19%
Метан (CH_4)	25,10%
Водород (H_2)	45,64%
Кислород (O_2)	0,4%
Азот (N_2)	23,77%

и) Водяной газ получается, если пропускать над раскаленным коксом водяной пар, и представляет собой смесь водорода, окиси углерода и некоторого количества углекислоты. Легче воздуха (удельный вес — 0,54) и легко загорается. Будучи смешан с воздухом, взрывают, границы взрыва от 12 до 60%. Может образовываться при тушении раскаленного угля незначительным количеством воды.

Водяной газ применяется для паяльных работ и входит составной частью в светильный газ.

к) Светильный газ состоит из нескольких газов. В него могут входить каменноугольный (коксовый), водяной, генераторный, нефтяной и другие газы. Удельный вес от 0,4 до 0,6. Температура самовоспламенения 600°; температура пламени 1400°. Пределы взрыва от 8 до 24,5%. Теплотворная способность 8400—9960 калорий. В присутствии горючей пыли взрыв происходит при 3% содержании светильного газа.

л) Под естественными или природными газами понимаются газы, находящиеся в земных недрах, получаемые без применения химической технологии. Наиболее распространены: природный газ с большим содержанием метана и нефтяной газ.

Большая будущность предстоит газу, находящемуся в районе Саратова. Этот природный газ будет транспортироваться по газопроводу в Москву на расстояние 850 км. Саратовский газ будет максимально распространен для бытовых и промышленных нужд.

Составные части газа елшанского месторождения:

метан до 92—96%,

этан и другие тяжелые углеводороды до 3—5%,

азот до 2—5%.

Естественные газы одного месторождения бывают различны по составу. Поэтому в приведенных процентных величинах допущены значительные колебания.

Весовое соотношение элементов, входящих в указанный газ, примерно следующее:

углерод 72—73%,

водород 24%,

азот 3—4%.

В газе постоянно находится водяной пар (в виде тумана); при конденсации пара (в закрытых сосудах) образуются капли воды.

Теплотворная способность (низшая) — от 8 000 до 8 400 кал/м³.

Добываемый газ не имеет цвета и почти лишен запаха. С воздухом образует гремучие смеси; предел взрыва от 5 до 16%.

Практически горючая смесь, поступающая для сжигания в приборы, составляет свыше 20% по отношению к воздуху (пределы взрыва могут изменяться в зависимости от состава газа, влажности, температуры и др.).

Количество теоретически необходимого воздуха для сжигания 1 м³ газа составляет 10—12 м³.

Газ почти в два раза легче воздуха (удельный вес от 0,6 до 0,02); поэтому в момент его утечки опасности взрыва при открытом огне подвержены прежде всего верхние слои помещения.

Взрывоопасная газовая смесь воспламеняется от электрических искр, от искр, высекаемых механическим путем (железо о железо и т. п.) и от источников открытого огня.

Температура самовоспламенения колеблется в пределах 550—670° С.

В состав нефтяного газа, в отличие от елшанского, входят пары бензина, сероводорода и др.

Пожарно-техническая характеристика этих газов примерно одна и та же.

Помимо горючих газов, пожарную опасность представляют и негорючие газы, поддерживающие горение, например, кислород и до некоторой степени хлор.

а) Кислород — газ без цвета и запаха. Поддерживает горение горючих веществ. Удельный вес 1,1.

Количество теплоты, полученное при сжигании вещества в чистом кислороде, равняется количеству теплоты, полученному при сгорании в воздухе; однако температура горения, достигнутая сжиганием вещества в чистом кислороде, значительно выше температуры, полученной при сжигании в воздухе, так как в последнем случае теплота горения должна нагреть не только продукты горения — углекислоту и водяной пар, но также и азот воздуха. Взрывы смесей горючих газов с кислородом происходят со значительно большей скоростью, чем с воздухом (скорость химических реакций увеличивается от повышения температуры). Следовательно, если на пожаре будет налицо чистый кислород или же содержание кислорода в воздухе от какой-либо причины повысится (от взорвавшихся кислородных баллонов или от веществ, выделяющих кислород), то опасность значительно возрастет.

Существует большое число веществ, содержащих кислород и могущих его выделить при обыкновенной или более высокой температуре,

благодаря чему пожарная опасность этих горючих веществ сильно повышается. Такими отдающими кислород веществами служат: перекись водорода, перекиси бария и марганца, хлораты и перхлораты (хлорат и перхлорат калия), хроматы и бихроматы, нитраты (селитра).

Эти носители кислорода увеличивают и взрывоопасность газов, паров и пыли.

б) Хлор — желто-зеленый ядовитый газ, почти в 2,5 раза тяжелее воздуха. На предприятия поступает в сжиженном состоянии в стальных баллонах. Применяется в большом количестве в бумажной и текстильной промышленности для отбеливания.

Хлор не горюч, но, подобно кислороду, поддерживает горение некоторых веществ. Например, в хлоре загораются различные металлы (натрий, калий, тонко измельченная сурьма, железо), затем водород, ацетилен, пары эфира. Будучи смешан с водородом (хлорный гремучий газ), метаном, ацетиленом, хлор дает сильные взрывы. При вдыхании хлор действует как яд, происходит разъедание слизистых оболочек (удушие, легочные заболевания).

§ 82. Способы хранения горючих газов

1. Газгольдеры, их пожарная опасность, меры ее предупреждения. Хранение газов может осуществляться: в специальных резервуарах, газгольдерах и в баллонах. Первый способ применяется при наличии больших запасов газа и значительного их расхода, второй — при меньших количествах и необходимости транспортировать газ в различные места в незначительных, сравнительно, количествах.

Газгольдер представляет собой металлический резервуар, предназначенный для хранения различных газов.

Газгольдеры включают в газопровод между производителем газа и потребителем. Они служат не только для аккумуляции газов, но и для регулирования давления. Если количество производимого газа превышает его расход, то газгольдер наполняется, вмещая излишки газа. Как только расход увеличивается, газгольдер направляет в сеть накопленный в нем газ.

Давление, под которым газ поступает в газгольдер, не падает, так как подача из газгольдера к месту потребления происходит силой этого же давления, и только в тех случаях, когда потребителю необходимо большое давление и оно не может быть создано газгольдером, газ из него отсасывается.

Таким образом, газгольдер между потребителем и производителем служит как бы буфером и регулятором давления.

По конструкции газгольдеры могут быть: а) мокрые, б) сухие, в) для сжатого газа (постоянного объема и высокого давления).

Первые два типа представляют собой газгольдер постоянного давления и меняющегося объема, третий тип — меняющегося (высокого) давления, но постоянного объема.

Мокрые газгольдеры. Газгольдер состоит из двух основных частей: цилиндрического вертикального резервуара, наполненного водой, и колокола, также представляющего собой цилиндр со сферической верхней частью, открытой снизу (фиг. 257). Когда в газгольдер поступает газ, то, благодаря создающемуся внутреннему давлению, колокол поднимается вверх, при расходе газа колокол опускается вниз и своей тяжестью выдавливает газ к месту потребления. Вода, находящаяся в резервуаре, служит для создания гидравлического уплотнения (затвора) между стенками колокола и резервуара и препятствует утечке газа. У газгольдеров большой и даже средней емкости колокол по высоте разделяется на звенья.

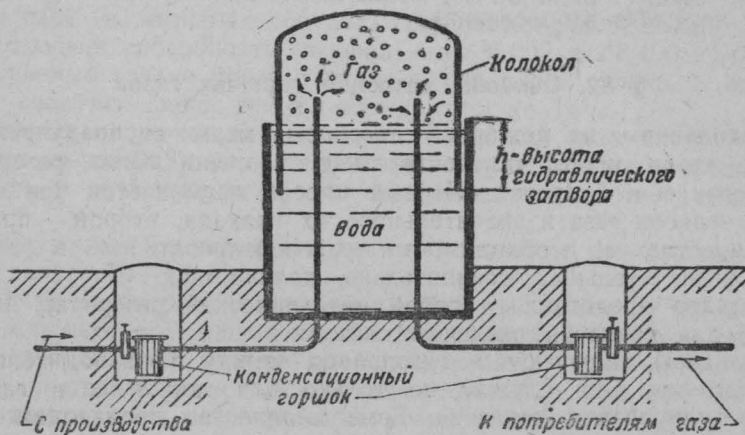
Бывают газгольдеры, имеющие колокол, состоящий из нескольких звеньев, они называются телескопическими.

Чтобы не было утечки газа в соединениях звеньев, между ними устраивают гидравлические затворы, представляющие собой входящие друг в друга кольцевые жолобы. Эти же жолобы служат и для сцепления звеньев при их подъеме.

Чтобы придать звеньям правильное вертикальное направление при их движении и избежать перекосов, опасных вследствие возможной утечки газа, газгольдеры снабжают роликами, катящимися по специальным направляющим рельсам.

Мокрые газгольдеры устанавливают как на открытом воздухе, так и внутри специальных зданий.

Преимущества газгольдера, стоящего в здании, заключается в том, что вода в резервуаре и в гидравлических затворах в зимнее время не так сильно подвергается влиянию мороза; в них легче поддерживать постоянную температуру воды. Однако, с точки зрения пожарной профилактики, установка газгольдеров в здании менее желательна



Фиг. 257. Схема мокрого газгольдера

из-за возможных утечек газа и образования в замкнутом пространстве здания взрывчатых смесей.

Основные причины утечки газа следующие:

1. Неплотность гидравлических затворов при неправильной их конструкции или при замерзании воды.
2. Неплотность швов, как результат плохого монтажа или разъедания металла газом.
3. Перекосы звеньев при переполнении газгольдеров, когда избыток газа выдувается через нижний борт нижнего звена.

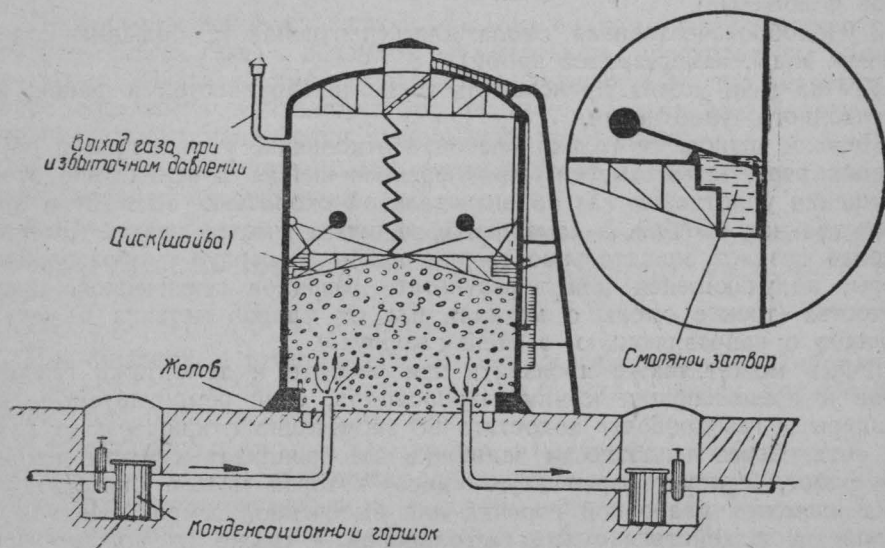
Во избежание образования взрывчатых смесей и взрывов при эксплуатации мокрых газгольдеров в здании, необходимо:

1. Тщательное изготовление газгольдера, особенно швов, и окраска, защищающая металл от коррозии, как внутри, так и снаружи газгольдера.
2. Отопление здания газгольдера в зимнее время для предотвращения замерзания.
3. Устройство огнестойкого здания больших размеров с огнестойким легким покрытием и большим количеством окон, уменьшающих разрушения в случае взрыва; окна можно рекомендовать устраивать аварийные, автоматически открывающиеся.
4. Частое производство анализа воздуха в здании; при обнаружении концентрации газа выше нормальной — принятие мер к отысканию утечки газа и ее устранению.
5. Применение электрооборудования взрывобезопасного типа или вынос его из помещения, в котором находится газгольдер, наружу.

В отношении взрыва и пожара мокрые газгольдеры, расположенные в здании, опасны так же, как и сухие. Образование взрывчатой смеси возможно не только в здании, но и в самом газгольдере, особенно при ремонтных работах и демонтаже, а также в случае неправильного хода технологического процесса при выработке газа (когда газ подается в газгольдер в смеси с воздухом).

Нужно тщательно следить, чтобы гидравлические затворы мокрых свободно-стоящих газгольдеров не промерзали, для чего необходимо отопление их горячей водой или паром и в промежутки между выступом верхнего затвора и соседним звеном наливать слой масла, защищающий воду от замерзания, а летом при повышенной температуре от испарения.

Сухие газгольдеры. С ростом потребности в больших газохранилищах нашел применение новый тип газохранилища — сухие газ-



Фиг. 258. Схема сухого газгольдера.

гольдеры, более дешевый, чем мокрые, имеющий значительно больший объем. Сухими газгольдеры называются потому, что в отличие от мокрых они не имеют резервуара с водой. Сухой газгольдер (фиг. 258) представляет собой цилиндрический резервуар (или резервуар, имеющий вид многогранной призмы с числом сторон от 8 до 28); резервуар имеет дно и крышу, а внутри его находится подвижной диск (шайба), прилегающий к внутренней поверхности стенок резервуара.

Газ подводится снизу под шайбу, которая при наполнении газгольдера, ввиду повышенного давления, поднимается вверх, а при расходе опускается вниз (аналогично плавающему колоколу). Шайба плоская и снабжена у края желобом, наполненным смолой и создающим смоляной затвор. В образующиеся неплотности между стенками резервуара и шайбой протекает смола и тем самым создает герметичность уплотнения. Стекающая смола попадает в нижний желоб, откуда насосом снова передается в смоляной затвор.

Во избежание перекаса шайбы, она движется на роликах по специальным направляющим. Другие типы сухих газгольдеров имеют вместо смолы для создания герметичности специальные набивки. Сухие газгольдеры устраивают свободно-стоящими.

В сухих газгольдерах представляет опасность пространство над шайбой, в котором может образоваться смесь газа с воздухом.

Вследствие недостаточного уплотнения между шайбой и резервуаром в пространстве над шайбой может иметься некоторое количество

газа. Поэтому в крыше должны быть устроены вытяжные приспособления, например, в виде жалюзи на фонарях и дефлекторы.

Одна из основных причин утечки газа заключается в перекосе шайбы, который может произойти по следующим причинам:

1. Резкая разница температур стенки резервуара по диаметрально противоположным сторонам. Например, зимой холодные ветры, дующие долгое время с одной стороны, могут вызвать одностороннее обледенение уплотнения, в результате чего шайба перекосится и уплотнение нарушится. При пожарах, происходящих вблизи сухих газгольдеров, сильный односторонний нагрев стенки нарушает нормальный режим работы и может нарушить также и уплотнение, а в отдельных случаях вызывать даже загорание самого уплотнения.

2. Неправильная конструкция и расчет шайбы (например, расположение центра тяжести шайбы выше линии основания создает неустойчивое положение).

3. Недоброкачественная смола для уплотнения (с большим содержанием воды, замерзающей зимой).

Утечка газа может происходить из-за неисправностей в шайбе, недостаточного уплотнения.

Перекас шайбы не только опасен в отношении утечки газа и образования взрывчатых смесей. При перекосе шайбы и вследствие этого нарушении уплотнения газ со значительной скоростью выходит в пространство над шайбой, а сама шайба начинает быстро падать. Быстрое падение создает значительное трение шайбы о корпус с образованием искры, получающейся или в результате разрядов статического электричества (трение смолы о металл), или от ударов металла о металл (роликов о направляющую, о стенку корпуса).

Взрыв может также произойти при ремонте и демонтаже газгольдеров и примыкающих к ним газопроводов, если ремонтируемые газгольдеры и газопроводы недостаточно герметично отключены от газовой сети. Через неплотности задвижки газ проникает к месту ремонтных работ, образует взрывчатую смесь, которая может быть подожжена пламенем сварочной горелки или высеченной искрой. Исходя из устройства и действия сухих газгольдеров, а также их пожаро-взрывоопасности, можно рекомендовать следующие мероприятия.

Во избежание перекаса шайбы при устройстве газгольдера:

1. Центр тяжести шайбы располагать не выше уровня основания.

2. Корпус газгольдера защищать термоизоляционным слоем из огнестойкого материала, во избежание одностороннего охлаждения при ветре зимой и нагревания летом, а также и возможного воспламенения уплотнения при близких пожарах или воспламенении газа.

3. Применять смолу хорошего качества, обратив особое внимание на ее безводность.

4. При шайбах с сальниковой набивкой следить, чтобы уплотняющее кольцо обладало механической прочностью и минимальным износом при трении, а также имело химическую стойкость по отношению к газам, наполняющим газгольдер.

Во избежание утечки при перекосах:

1. Установить достаточное количество насосов для бесперебойной подачи смолы в уплотнение и достаточный запас ее в смоляных резервуарах.

2. Установить приборы для подогрева в зимнее время смолы в смоляных резервуарах.

Для защиты газгольдера от пожара и взрыва:

1. Устраивать оросительную систему над куполом газгольдера для охлаждения его при пожарах, а также устроить подводку углекислого газа или пара в пространство над шайбой для тушения загоревшегося

уплотнения или создания безопасной газовой среды в угрожающие моменты.

2. Не допускать устройства в газгольдерах деревянных конструкций.

3. Удалять газгольдеры от огнеопасных и взрывоопасных производств, железнодорожных путей, линий электропроводки, соседних газгольдеров, причем наибольшие расстояния должны быть взяты именно для сухих газгольдеров, как наиболее пожароопасных.

4. Установить постоянную охрану газгольдеров и территории, к ним примыкающей; к газгольдерам без особого разрешения никого не допускать. Запретить на близком расстоянии от газгольдера разведение огня и производство огнеопасных работ. Эти требования относятся к газгольдерам всех типов.

При первоначальном пуске:

Первоначальный пуск газгольдера опасен тем, что возможно образование смеси газа с воздухом в «мертвых» пространствах (шайба не может лежать на дне газгольдера вплотную и то пространство, которое образуется в неплотностях, называется мертвым). Поэтому при первоначальном наполнении газгольдера необходимо:

1. Продуть инертным газом (углекислотой, азотом, дымовыми газами) мертвое пространство.

2. Продувку сухих газгольдеров хранимым газом не производить.

3. Производить продувку не только газгольдера, но и всего газопровода.

При ремонте и демонтаже:

При ремонтных работах или демонтаже газгольдеров наиболее часто происходят аварии. Поэтому именно в этих случаях должен быть принят ряд предупредительных мер.

1. Газопроводы нужно герметично и надежно отключать от газгольдеров не только запорными задвижками, но и при помощи заполнения водой конденсационных горшков или установки заглушек так, чтобы ремонтируемый или разбираемый участок был заключен между двумя герметическими запорами.

Целесообразно также полное отсоединение ремонтируемого участка газопровода от газгольдера и остальной части газопровода путем изъятия на время ремонта одной из секций газопровода.

2. После выключения газгольдер и соединенные с ним газопроводы должны быть хорошо проветрены; для этого оставляют на продолжительное время люки открытыми или продувают газопроводы инертным газом или паром.

Проветривание или продувка считается законченной, когда в газгольдере и газопроводах анализ воздуха или инертного газа, с помощью которых производилась продувка, покажет отсутствие горючего газа.

3. До начала ремонтных работ газгольдер и газопроводы нужно очистить от отложений (смола, нафталин); ввиду горючести этих отложений очистку производят медными лопатками и скребками.

4. Все ремонтные работы внутри зданий газгольдера, корпуса газгольдера и его частей, соприкасающихся с газом, и во всех местах около газгольдера, где возможно скопление газа, должны производиться без применения огня, с соблюдением правил работы в газовой среде (не курить, не зажигать спички для осмотра, применять медные молотки).

Автогенно-сварочные работы, в случае безусловной их необходимости, могут быть допущены с особого разрешения администрации (директора) предприятия или главного инженера и под их наблюдением.

5. Ремонт газгольдеров может производиться только под непрерывным и внимательным наблюдением ответственных лиц и представителей пожарного надзора.

При эксплуатации газгольдера:

1. Взрыв газгольдера может быть предупрежден, если своевременно дают сигнал о различных дефектах при помощи контрольно-измерительных приборов. Поэтому при эксплуатации газгольдеров необходимо действие контрольно-измерительных приборов, показывающих: степень наполнения газгольдера, давление газа, его температуру, содержание пыли в газе, анализ газа, анализ воздуха над шайбой. Очень удобно получать эти показатели при помощи самопишущих приборов.

2. Газгольдер для постоянного наблюдения должен быть связан с диспетчером газового цеха.

3. Чтобы своевременно выключить газгольдер при достижении шайбой ее крайних положений, нужно установить приборы, сигнализирующие о приближении шайбы к верхнему и к нижнему положению.

4. В случае замеченного отклонения давления газа от нормального нужно проверить уплотнение и положение шайбы, так как изменения давления указывают или на ее заедание, или на перекос.

5. В зимнее время опасно наличие влаги на стенках газгольдера, так как возможно их обледенение, о чем сигнализирует понижение температуры газа.

Разрывы между газгольдерами и различного рода сооружениями определяются соответствующими нормами.

2. Баллоны со сжатыми и сжиженными газами, их опасность и меры профилактики¹. Газы в баллонах могут быть в сжатом, сжиженном и растворенном состоянии.

Газы считаются:

сжатыми, — находящиеся под давлением более атмосферного;
сжиженными, — доведенные до жидкого состояния;
растворенными, — растворенные в жидкости.

Баллоны для хранения газов представляют собой сосуды, имеющие форму бутылки с коротким горлышком, изготовленные из лучшей стали или литого незакаливающегося железа. Они должны быть цельнотянутые, без швов (допускаются только поперечные автогенносварочные швы для соединения цилиндрической части баллона с верхней сферической). Клепаные баллоны не допускаются. К нижней части баллона прикрепляется башмак, с краями прямоугольной формы и копытообразными выступами, дающий возможность устанавливать баллон в вертикальном положении.

Баллоны снабжены запорными вентилями для получения из них газа. Для предохранения запорного вентиля от ударов и повреждений в пути или при обращении с ними баллоны снабжены специальными колпаками, навинчивающимися на горловину баллонов.

Запорные вентили для кислородных, водородных и других баллонов изготовляют из стали и латуни, а для ацетилена, ввиду опасности образования взрывчатой ацетиленистой меди, вентили делают только из стали.

Для уменьшения давления при пользовании газами из баллонов их снабжают редукционными клапанами (манодетандерами), имеющими по два манометра: правый показывает давление внутри баллона, левый — уменьшенное давление, которое имеет газ, пройдя редукционный клапан.

Во избежание ошибок при наполнении и расходовании газа баллоны

¹ Официальный материал см. «Правила устройства, содержания и освидетельствования баллонов сжатых, сжиженных и растворенных газов», изданные на основании § 2 Положения об инспекции надзора за котлами НКТП, утвержденного постановлением СНК СССР от 21/VIII 1937 г. за № 1425 и разрешения Экономсовета при СНК СССР от 20/III 1938 г. за № ЭС-100-1.

снабжают отличительными знаками, присвоенными определенным газам. Существует отличительная окраска, условные знаки в виде колец, располагаемых в верхней и нижней частях баллонов.

На баллоне должны быть четкие надписи: название газа, наименование баллона, время последнего испытания баллона, вес порожнего баллона, его емкость, степень наполнения и другие данные.

Название газа надписывается буквами высотой 80 мм и располагается перпендикулярно вертикальной оси баллона длиной $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ окружности баллона. Характеристика внешнего вида баллонов приведена в табл. 75.

Таблица 75

Наименование газа	Цвет баллона	Количество полос в цилиндрической части, их цвет и ширина
Кислород	голубой	—
Водород	темнозеленый защитный	2 красных шириной 25 мм В нижней части должна быть красная полоса шириной 50 см
Ацетилен	белый	—
Блаугаз	серый	—
Аммиак	желтый	—
Хлор	защитный	1 зеленая полоса шириной 25 мм на расстоянии 50 мм от верхней сферической части
Сжатый воздух	черный	Три красных шириной 25 мм по верхней цилиндрической части
Метан	красный	—
Чистый азот	черный	1 коричневая
Очищенный аргон	черный	1 белая у сферической части
Сырой аргон	верхняя половина желтая, нижняя — черная	—
Гелий	коричневый	—
Сероводород	белый	1 красная у сферической части
Углекислота и прочие инертные газы	черный	—
Прочие горючие газы	красный	—

Окраска баллонов производится заводами, изготавливающими газы, а наблюдают за сохранностью окраски потребители (предприятия, стройки). Баллоны, не имеющие четкой и правильной окраски, к наполнению газами допускать нельзя, так как возможна ошибка со всеми последствиями. Окраска не должна закрывать надписей. Кроме различия в окраске баллоны отличаются еще резьбой штуцера.

Баллоны для кислорода должны иметь вентили с правыми газовыми резьбами на боковых штуцерах. Баллоны, наполняемые газами, дающими с кислородом взрывчатые смеси, должны иметь левые резьбы. Ацетиленовый же баллон не имеет резьбы для редукционного клапана. Клапан присоединен посредством притяжного бугеля. Форма ацетиленового баллона также отличительна: он несколько шире и ниже баллонов, предназначенных для других газов.

Рабочее давление внутри баллонов ограничивается и в зависимости от газа может быть следующее (в ат):

Кислород	150	Углекислый газ	120	Независимо от температуры
Водород	150	Блаугаз	120	
Сжатый воздух	150	Аммиак	30	
Метан	150	Хлор и фосген	15	
Азот	150	Ацетилен	15	
Аргон	150	Сернистый газ	6	
Гелий	150			
Неон	150			

Как было указано, большое распространение в различных производствах имеет ацетилен.

Ацетилен в баллоне находится в сжатом состоянии. При давлении уже в 2 ат ацетилен взрывоопасен, а напснять баллон только до 2 ат невыгодно, так как пришлось бы часто делать перезарядку. Поэтому, чтобы наполнять ацетиленом баллоны до более высокого давления и сделать его в этом состоянии безопасным, пользуются ацетоном, в котором и растворяют ацетилен. Количество ацетона, необходимое для наполнения баллона, определяют по формуле:

$$A = 0,512 \, y,$$

где: A — количество ацетона в процентах емкости баллона;

y — пористость массы (например, для угля $y = 75\%$).

Вследствие поглощения ацетилена объем самого ацетона увеличивается, но даже при 12 ат давления насыщенный ацетиленом ацетон по объему только в полтора раза больше первоначального. Баллон, в котором содержится 12 л ацетона, может растворить в себе при 10 ат давления $25 \cdot 12 \cdot 10 = 3\,000$ л или $3 \, \text{м}^3$ ацетилена. Такой ацетилен носит название растворенного. Но и в таком виде он еще негоден к употреблению. Если стальной баллон наполнить такой жидкостью до указанного давления и затем из него расходовать ацетилен, то давление постепенно уменьшалось бы, соответственно этому уменьшался бы и объем жидкости, хотя в действительности расхода самой жидкости (ацетона) и не было бы. Таким образом, могло бы образоваться в баллоне свободное пространство, которое тотчас же заполнилось бы свободным ацетиленом. Такой заряд свободного ацетилена при сотрясении мог бы легко взорваться.

Во избежание этого, в баллоны вводится пористое вещество, например, древесный уголь, асбест. Это вещество должно быть расположено в баллоне так, чтобы не могла происходить его осадка.

При плохом качестве пористой массы могут происходить взрывы. У нас в качестве пористой массы применяют мелкий активизированный древесный уголь.

При испытаниях, вплоть до проплавления стенок баллона, эта масса показала ряд положительных сторон:

1) масса не вступает в соединение с материалом баллона, ацетоном и ацетиленом;

2) при продолжительной эксплуатации не оседает и не образует пустот, угрожающих взрывом;

3) обладая высокой пористостью, создает равномерное распределение ацетона в баллоне;

4) локализует распространение взрыва ацетилена, происшедшего в полом пространстве баллона.

Баллоны, предназначенные для газов, подвергают испытанию на прочность и дальнейшую пригодность для работы один раз в три года¹. Пробное давление должно составлять для баллонов, предназначенных для кислорода, водорода, метана, азота, сжатого воздуха, аргона, гелия и неона — 225 ат; для углекислого газа и блугаза — 190 ат; для аммиака — 60 ат; сернистого газа — 12 ат; хлора и фосгена — 30 ат.

Баллоны, предназначенные для растворенного ацетилена, испытывают пробным давлением в 30 ат, причем испытание их производится без удаления пористой массы. Пробное давление создается при помощи самого растворителя (ацетона) или при помощи погружения дозированного ацетоном баллона в водяную баню и нагревания его до температуры, необходимой для получения в баллоне нужного давления. При

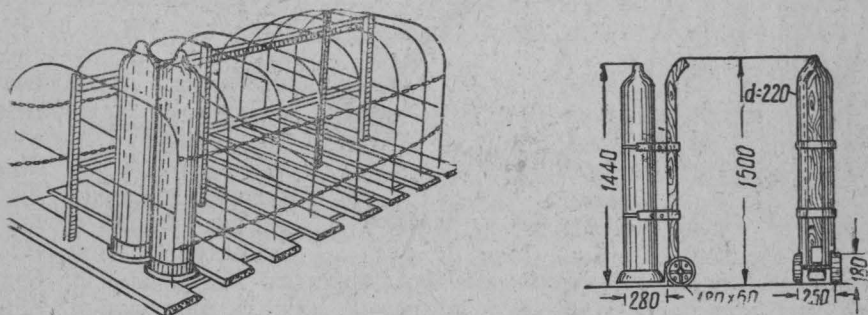
¹ Баллоны для сероводорода, хлора и сернистого газа испытывают 1 раз в 2 года.

нагревании давление в баллоне увеличивается вследствие расширения ацетона.

Баллоны с газами нужно хранить в особых огнестойких или полуюгнестойких одноэтажных зданиях с легкой огнестойкой или полуюгнестойкой кровлей. Помещения газохранилища должны быть сухие и вентилируемые, хотя бы при помощи дефлекторов или жалюзи, с защитой вытяжных труб огневыми предохранителями. Для различных по опасности газов необходимо устраивать отдельные помещения, изолированные от соседних глухими, огнестойкими и газонепроницаемыми стенками.

Полы всех складских помещений должны быть мягкие, дощатые или асфальтированные, ровные, гладкие, без выбоин и углублений.

Ввиду возможных утечек газа не допускается совместное хранение кислорода или хлора и горючих газов, или сжатого воздуха с горючими газами. Возможно хранение горючих газов совместно с инертными (азот, аргон, углекислый газ).



Фиг. 259. Хранение баллонов в вертикальном положении.

Ядовитые газы нужно также хранить в особых помещениях. Хранение водорода с хлором недопустимо в силу рассмотренных выше их свойств.

Температура в помещениях с баллонами газа не должна быть высока. Для измерений температуры в каждом помещении должен быть установлен термометр. Если по каким-либо причинам температура повышается (летнее время, происходящий вблизи пожар), то необходимо принять меры к поливке баллонов холодной водой, для удаления которой в полу необходимо предусмотреть стоки в канализацию.

Баллоны с газами должны находиться вдали от радиаторов и других нагревательных приборов и должны быть защищены от действия лучей солнца, так как вследствие нагревания баллонов давление газа может повыситься до взрывоопасного предела. Нагрев газов при их постоянном объеме (когда газ находится, например, в баллоне) сопровождается повышением давления. Например, это давление можно приближенно определить из термодинамической зависимости $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$.

Кислородный баллон наполнен до 150 ат при $t = 20^\circ \text{C}$, затем этот баллон поместили в среду с $t = 50^\circ \text{C}$. Итак, новое давление в баллоне будет:

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} = \frac{150 (273 + 50)}{273 + 20} = 166 \text{ ат},$$

т. е. давление поднялось на 16 ат, или на 11%, что с пожарной точки зрения совершенно не допустимо.

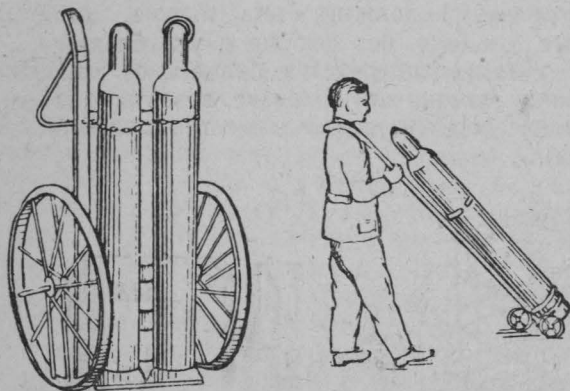
Баллоны нужно хранить в вертикальном положении, укрепленными в специальных гнездах или в каркасах (фиг. 259), правильными рядами. В горизонтальном положении разрешается хранить баллоны, не имеющие

щие башмаков. В этом случае штабели не должны превышать пяти рядов баллонов и все вентили должны быть обращены в одну сторону.

При поступлении на склад баллонов с кислородом необходимо проверять, чтобы они были чистыми от масла и жиров и не имели промасленных прокладок. Даже при незначительных утечках кислород, соприкасаясь с жировыми веществами, способен их зажечь, что представляет серьезную угрозу взрыва.

При перемещении, а также и перевозках, баллоны должны быть предохранены от падения, резких толчков и ударов, что может также

вызвать взрыв. Перевозить баллоны по территории предприятия к месту сварки нужно на специальной тележке (фиг. 260), на которой баллоны прочно укрепляются.



Фиг. 260. Перевозка баллонов на тележке.

Взрывы ацетиленовых баллонов могут происходить при загрязненности ацетилена фосфористым водородом, способным в присутствии кислорода самовозгораться. Поэтому при наполнении баллонов ацетиленом нужно вести строгий контроль и

производить анализ на содержание фосфористого водорода. При содержании фосфористого водорода в ацетилене даже в ничтожных количествах (более 0,1% по объему) уже возникает большая опасность.

На ацетиленовом баллоне не должно быть никаких медных частей.

Ввиду той взаимной угрозы, которую представляют склады баллонов со сжатыми и сжиженными газами и соседние постройки на заводах-наполнителях и производящих газы, склады баллонов должны отстоять от производственных зданий на расстоянии не менее 50 м. Если же в этих зданиях употребляются легковоспламеняющиеся жидкости или взрывчатые вещества, то расстояние это должно быть увеличено вдвое.

На заводах-наполнителях емкость каждого склада ограничивается и не может превышать 3 000 баллонов, причем в отдельном огнестойком изолированном помещении склада с самостоятельным выходом должно храниться не более 500 баллонов. Отдельные склады баллонов до 3 000 шт. должны находиться на расстоянии не менее 50 м друг от друга.

В местах потребления количество баллонов, сосредоточенных в одном месте, должно быть значительно меньше. Правилами предусматривается, что склады баллонов с числом их не более 50 должны отстоять от прочих зданий и складов не менее чем на 25 м, а при большем количестве не менее 50 м.

Опорожненные баллоны не безопасны, так как из них газ полностью не удаляется. Порожние баллоны нужно хранить в специально отведенном месте. Укладывать их надо горизонтально вентилями в одну сторону в штабели высотой не более 1,7 м с прокладкой между каждым рядом деревянных досок.

При хранении баллонов с газами вне помещений их нужно защищать от лучей солнца, покрывая брезентом и поливая его водой. Вблизи места хранения не должно быть горючих материалов и построек, а также не должна производиться работа с применением огня.

§ 83. Общие противопожарные мероприятия в производственных процессах, связанных с получением горючих газов

1. Общие сведения

Огнеопасность отдельных стадий технологических процессов при получении горючих газов зависит от: а) огнеопасности вырабатываемых газов, б) характера протекаемых химических реакций; в) режима работы аппаратов и г) соблюдения противопожарных норм и правил для данных процессов.

В качестве примера рассмотрим наиболее распространенные характерные с пожарной точки зрения процессы — производство ацетилена из генераторного газа. На основе этих примеров установим причины пожаров и общие меры пожарной профилактики на газовых производствах.

2. Производство ацетилена

Огнеопасные свойства ацетилена были рассмотрены выше. Выявим возможные причины пожаров и взрывов и укажем соответствующие противопожарные требования к устройству и эксплуатации аппаратуры для получения ацетилена.

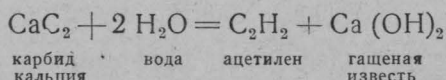
Приборы, при посредстве которых получается ацетилен, носят название газогенераторов. Они бывают: с подачей воды («вода на карбид») и с подачей карбида («карбид на воду»). Первыми вошли в употребление газогенераторы, в которых регулируется подача воды. Они находят применение и в настоящее время, главным образом, в переносных установках. Получаемый в них ацетилен очень горяч, и развивающееся при этом большое количество теплоты влечет за собой выделение вместе с ацетиленом других газов, которые влияют на сварку или могут вызвать опасность взрыва.

Генераторы типа «вода на карбид» устанавливают и для осветительных целей на вело-мото-автофонарях.

При сварке на каком-либо одном месте в сварочном цехе чаще пользуются стационарными генераторами типа «карбид на воду». В приборах, где карбид падает на воду, ацетилен получается с небольшим выделением теплоты, так как при падении в воду теплота, выделяемая карбидом, поглощается водой и ацетилен, получаемый в этих приборах, значительно чище ацетилена, получаемого в приборах «вода на карбид».

Установка типа «карбид на воду». Стационарная ацетиленовая установка типа «карбид на воду» (фиг. 261) состоит из следующих основных частей: газогенератора, в котором образуется ацетилен, колокола для собирания газа (газгольдер), очистителей, водяных затворов.

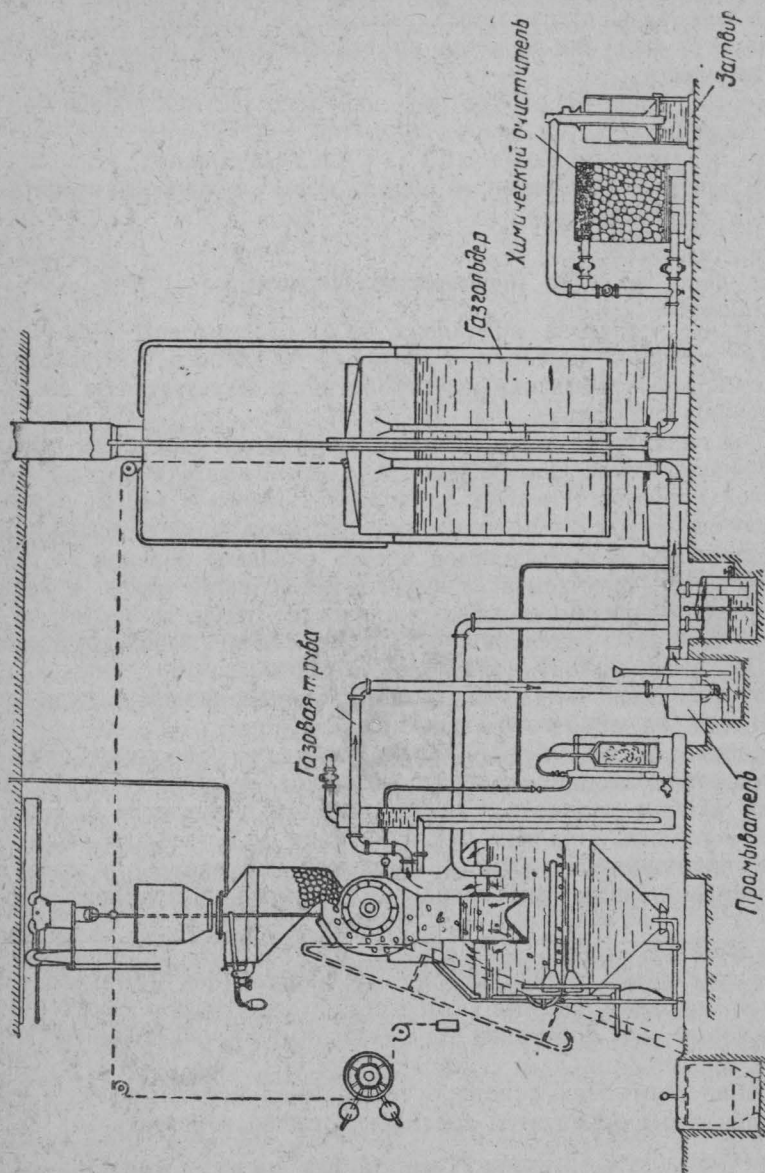
Получение ацетилена основано на взаимодействии воды и карбида кальция, при этом образуется ацетилен и гашеная известь:



Гашеная известь (известковый ил) осаждается внизу генератора, а ацетилен выходит на поверхность воды и идет по трубе в скруббер. При взаимодействии воды с карбидом кальция, вследствие недостаточной его чистоты, образуются, помимо ацетилена и извести, побочные продукты: аммиак, фосфористый водород и другие. Кроме того, реакция протекает экзотермично — с выделением теплоты, а потому в ацетилен попадают и пары воды. Перед употреблением ацетилен должен быть освобожден от этих продуктов.

В скруббере газ проходит через воду и очищается от аммиака путем растворения его в воде и от паров воды, конденсирующихся в холодной среде.

Из скруббера ацетилен по трубе поступает в мокрый газгольдер. При расхождении газа колокол своей тяжестью давит на газ, заставляя его идти по трубе в очистители, наполненные очистной массой.



Фиг. 261. Схема установки «карбида на воду».

В очистителе газ освобождается от фосфористого водорода и других вредных примесей и идет к потребителю (в сварочный цех или для наполнения в баллоны).

В качестве очистной массы применяют негашеную известь, хлористый кальций и гератол (натриевый хромпик, обработанный серной кислотой и смешанный с инфузальной землей).

В процессе действия установки могут возникать опасные моменты, против которых нужно принимать меры пожарной профилактики.

Загрузка карбида кальция. Загрузка карбида кальция в аппарат должна происходить так, чтобы не было выделения ацетилена

в атмосферу аппаратного помещения. В аппарате это достигается тем, что при открывании крышки выходу газа препятствует барабан, прилегающий своими лопастями вплотную к загрузочной воронке. Крышка должна иметь резиновые прокладки для герметичности и против искрообразования при ударах.

Перед зарядкой необходимо карбид кальция просматривать и удалять из него металлические и другие посторонние предметы, в противном случае, при засыпке от удара о железную воронку может возникнуть искра и взорвать газ, проникший в воронку или даже в газовое пространство, если там оказался воздух. Для мягкости железную воронку рекомендуют обивать свинцом или деревом.

Давление в аппарате. Одно из свойств ацетилена, находящегося под давлением, это его способность легко взрываться от незначительных толчков и ударов. Доведенный давлением до жидкого состояния, ацетилен весьма опасен. Ввиду того, что при давлении в 2 ат ацетилен уже взрывоопасен, согласно действующим законоположениям аппараты должны иметь такое устройство, чтобы давление ацетилена внутри аппаратов не могло превышать 1 кг/см² (1 ат по манометру).

Для получения у горелки высокого давления используют высокое давление кислорода, который при быстром прохождении мимо открытого выхода горелки для ацетиленового газа захватывает его. Сущность такого «инжекционного» способа подачи заключается в следующем. Сквозь широкую трубку горелки пропущена тонкая трубка так, что вокруг нее образуется кольцевой зазор, который заполняется ацетиленом. По внутренней трубке быстро движется под высоким давлением кислород. Выходя из трубки, он захватывает ацетилен, смешивается с ним и увлекает его дальше. Для наблюдения за давлением аппараты снабжают манометрами.

Газонепроницаемость аппаратов. Уже отмечалось, что ацетилен в смеси с воздухом от 3 до 80% взрывоопасен, а потому ацетиленовые аппараты должны быть прочной конструкции, газонепроницаемы и устроены так, чтобы перед пуском, а также и в случае надобности, можно было выпустить из аппарата воздух или смесь его с ацетиленом.

Температура внутри газогенератора. Образование ацетилена идет с выделением тепла, температура внутри аппарата повышается, и обычно газ получается нагретый. Это опасно и может повлечь за собой взрыв. Особенно это относится к аппаратам системы «вода на карбид». Бывали случаи, что при открывании реторты газ вспыхивал вследствие соприкосновения атмосферного воздуха с нагретым ацетиленом. Наблюдалось иногда, что карбид кальция нагревался до темновишневого каления. Нагрев ацетилена, помимо пожарной опасности, нежелателен и с производственной точки зрения. Поэтому газогенератор должен иметь такое устройство, чтобы температура в нем не поднималась выше 50°.

В газогенераторе должно быть водяное полезное пространство, чтобы на каждый килограмм карбида кальция приходилось не менее 10 л воды. При капельной системе («вода на карбид») это требование относится к воде, служащей для охлаждения газогенератора. Воду нужно менять через два-три дня при полной нагрузке аппарата.

Материал установки и арматуры. В ацетиленовых аппаратах не должно быть частей из красной меди, ее сплавов и серебра.

Разрешается применять арматуру и измерительные приборы из латуни с содержанием меди не более 55%. Газопровод, за исключением резинового шланга, должен быть железный.

Очистители. В ацетиленовых установках должны быть приняты меры к тому, чтобы ацетилен поступал в рабочий трубопровод

достаточно сухим и очищенным от фосфористого водорода, сернистого водорода и других примесей. Масса очистителя не должна содержать или выделять какие-либо вещества, которые, будучи увлечены ацетиленом, могли бы разрушительно действовать на металл частей установки или трубопровода или давать взрывчатые соединения с ацетиленом.

Помещения для установки ацетиленовых аппаратов. Ацетиленовые аппараты воспрещается устанавливать в жилых и рабочих помещениях и под ними. Помещение для аппаратов должно быть из огнестойкого или полугогнестойкого материала с легкой полугогнестойкой кровлей. Аппаратное помещение может вплотную прилегать к жилым, рабочим и складским помещениям при условии отделения от них глухим брандмауером. Если аппаратное помещение устраивают в отдельном здании, то разрыв до соседних зданий устанавливается согласно действующим нормам. При устройстве аппаратного помещения в отдельном здании надлежит располагать последнее не против окон и дверей соседних зданий, а против глухой огнестойкой стены. В помещении должна быть естественная вентиляция. Освещение должно быть электрическое с взрывобезопасной арматурой, включаемой извне помещения и с бронированными проводами.

Предпочтительнее электрическое освещение наружное, через окна (лампами «Кососвет»), причем как застекление, так и оконные переплеты не должны иметь каких-либо щелей или отверстий.

Отопление аппаратных помещений должно быть такого устройства, чтобы оно не допускало появления в помещении искр или нагревания отопительных приборов выше 70° . От места топki аппаратное помещение должно быть отделено брандмауером.

Устройство трубопровода для ацетилена. Трубопровод для ацетилена может быть надземный и подземный и должен быть устроен только из железных труб. Весьма опасна закупорка газопровода, вследствие чего в нем могут возникать давления, угрожающие взрывом. Трубопровод может закупориться сконденсировавшейся и замерзшей водой, которую в незначительном количестве все же несет с собой ацетилен. Наиболее вероятным местом закупорки льдом нужно считать повороты трубопровода. Поэтому расположение и способ прокладки газопроводных и газоотводных труб не должны давать возможностей для закупорки газовых труб. Для воды нужно устанавливать конденсационные горшки, а трубопровод должен иметь уклон в сторону станции: надземный — в 5° , подземный в 3° . Во избежание замерзания в трубах конденсационной влаги подземный трубопровод нужно прокладывать ниже уровня промерзания почвы, а надземный — надежно утеплять (войлоком, смоченным в растворе глины, или другими негорючими термоизоляционными материалами). Трубопровод должен быть газонепроницаем и проложен так, чтобы его можно было осматривать во всех частях. Если при осмотре будут обнаружены трещины в трубопроводе, то дефектные трубы нужно заменить исправными. Замазывание и подчеканка неплотных мест газопровода не допускается.

При прокладке трубопровода под полом настил не должен лежать на трубах.

При прохождении через стены газопровод должен быть заключен в предохранительные трубы диаметром больше диаметра газопровода не менее чем на 1 см, причем газопровод не должен иметь соединительных частей в предохранительной трубе. Если трубопровод проложить без предохранительной трубы, то при осадке стена сядет непосредственно на трубопровод с ацетиленом, вызовет нарушение прочности трубы и затруднит ее замену. Зазор в 1 см должен быть заделан каким-либо эластичным негорючим материалом.

Запрещается прокладка ацетиленопровода около дымовых труб и боровов.

Проверку прочности ацетиленопровода можно производить только при помощи мыльной воды (в неплотностях появляются пузырьки), но ни в коем случае не открытым огнем.

Гидравлические затворы. По трубопроводу ацетилен поступает в сварочный цех, изолированный от аппаратного помещения, как было указано, глухим брандмауэром или удаленный на соответствующий разрыв. Газ сжигается в специальной горелке в смеси с кислородом, который поступает из баллона.

Несмотря на понижение давления кислорода до 2,5 ат, он идет к горелке со значительно большим давлением, чем ацетилен. Сварщик во время работы держит горелку на некотором расстоянии от свариваемого или разрезаемого предмета и может оказаться,

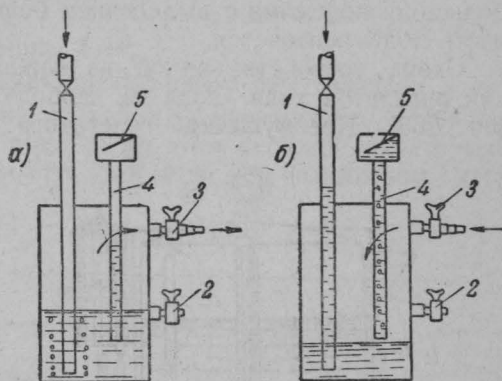
что концом горелки он дотронется до расплавленного металла. Тогда в горелке произойдет закупорка (пламя сразу же потухнет), и кислород, имея большее давление, чем ацетилен, направится по трубопроводу ацетиленового газа в газгольдер и даже в генератор, образуя взрывчатые смеси. При получении же ацетилена образуется весьма огнеопасная примесь — фосфористый водород, воспламеняющийся при соприкосновении с кислородом. Как только кислород из баллона проникнет в ацетиленовую установку, он может поджечь фосфористый водород и произойдет взрыв.

Для препятствия прониканию кислорода в трубопровод ацетилена между аппаратом и горелкой устанавливают специальные приборы, — гидравлические предохранительные затворы. Затвор (фиг. 262а) состоит из закрытого железного цилиндра, сквозь верхнюю крышку которого проходит труба 1 от газгольдера. Нижний конец трубы открыт. Справа на цилиндре помещены два отвода с кранами 2 и 3; верхний соединяется с резиновым рукавом, идущим к горелке, нижний служит пробным краном для указания уровня воды, которую наливают в цилиндр перед работой. Вверх идет труба 4 с воронкой 5.

Действие гидравлического затвора при обратном ударе при движении кислорода в ацетиленовую установку (фиг. 262б) заключается в следующем: кислород идет через верхний отвод и давит на воду, которая вследствие этого частично заполняет трубу 1, а вода, оставшаяся в трубе 4, выбрасывается наружу и освобождает выход кислорода. Заполненная же водой труба 1 препятствует прониканию кислорода в аппарат. Следовательно, действие гидравлического затвора сводится к тому, чтобы: а) не допустить проникания кислорода в аппарат и б) выпустить его наружу.

Иногда во время работы сварщика бывают обратные удары пламени. Пламя, направляясь по резиновому шлангу, в котором может находиться смесь ацетилена с кислородом, стремится проникнуть в установку. В этом случае пламя, ворвавшись в цилиндр, с силой давит на воду, и гидравлический затвор, путем заполнения трубы 1 водой, препятствует прониканию пламени в аппарат.

Перед началом работы затвор наполняют водой настолько, чтобы уровень воды был несколько выше уровня пробного крана. Когда

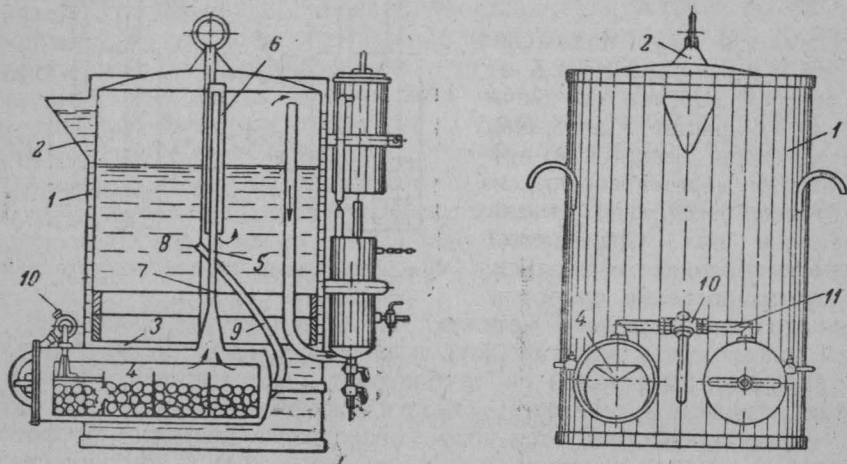


Фиг. 262. Схема гидравлического затвора.

ацетилен не проходит через затвор, открывают пробный кран и спускают избыток воды. Каждый раз при пуске аппарата в работу необходимо удостовериться, что затвор наполнен водой.

Установка типа «вода на карбид». По конструкции аппараты типа «вода на карбид» проще, но обладают тем недостатком, что газ в них получается недостаточно чистым и горячим. Причина этого заключается в том, что карбид кальция разлагается постепенно, небольшими порциями с выделением большого количества теплоты, отчего часть воды испаряется.

Схема устройства одной из наиболее распространенных конструкций аппаратов типа «вода на карбид» газогенератора РА показана на фиг. 263¹. Преимущество генератора РА заключается в возможности



Фиг. 263. Схема генератора «вода на карбид».

производить с ним работу в любом месте, что особенно важно на новостройках, при прокладке каких-либо трубопроводов на далекое расстояние.

В корпусе генератора 1 плавает колокол 2. В нижней части корпуса помещены две параллельно расположенные реторты 3, в которые устанавливаются грузозачные ящики 4. Каждый ящик разделен перегородками на четыре отделения, загружаемые карбидом. Каждая реторта имеет газоотводящую трубу 5, накрытую сверху колпаком 6. Колпак служит для промывки ацетилена в воде, а также образует водяную пробку, препятствующую выходу ацетилена из-под колокола при открывании крышки реторты для перезарядки.

Колокол имеет предохранительную трубку 7, нижний конец которой при переполнении колокола газом выходит из воды, открывая выход ацетилену. К трубке 7 приварен ниппель 8 с резиновым шлангом 9, через который из корпуса генератора в реторты поступает вода. Направление воды в ту или иную реторту осуществляется переключением трехходового крана 10.

У генераторов, изготавливаемых в настоящее время, такой кран отсутствует, а вместо него имеются два крана, расположенные по обеим сторонам трубы 11.

Выделяющийся при соприкосновении карбида с водой ацетилен отводится по трубке 5 под колокол 2. Давлением ацетилена колокол поднимается, пока предохранительная труба не выйдет из воды. Помимо устройств, позволяющих генератору работать только при расходе газа, и предохранительной выводной трубки для выпуска излишков, объем колокола должен быть такой, чтобы мог вместить в себя все количе-

¹ Инж. В. С. Черняк. Памятка сварщика. Машгиз. 1942.

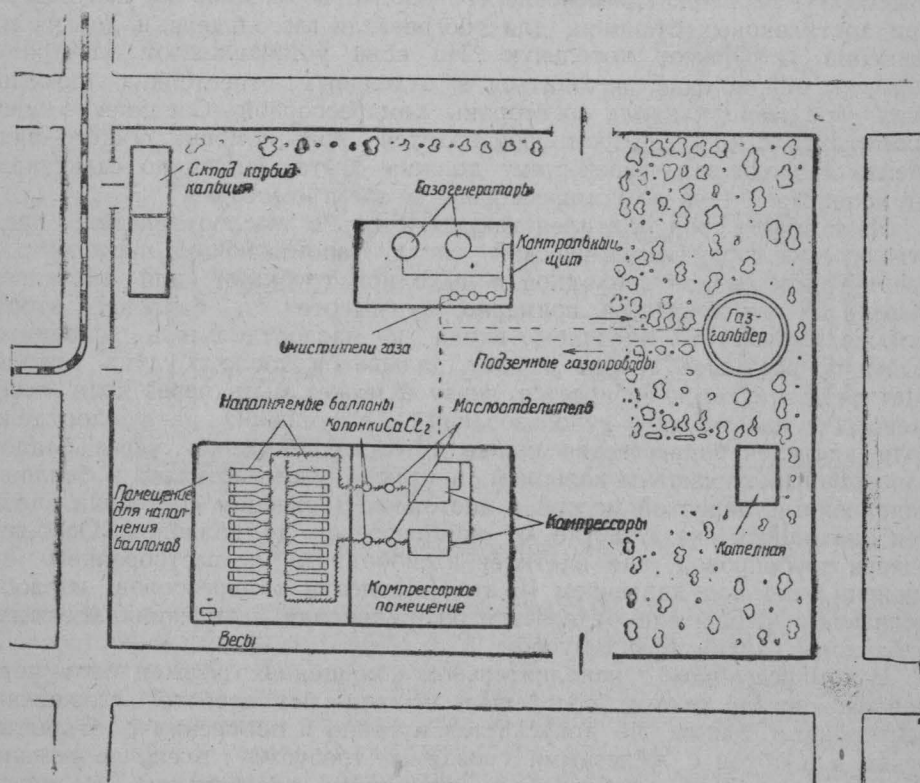
ство газа, образовавшегося от карбида кальция, загружаемого в одну зарядку. 1 кг карбида кальция дает $0,28 \text{ м}^3$ газа, следовательно, при полной загрузке зарядных камер, составляющей 2 кг, полезный объем колокола должен быть не менее $0,28 \times 2 = 0,56 \text{ м}^3$. Вообще же объем колокола должен быть:

$$V_k = 0,28 P,$$

где: V_k — полезный объем колокола в м^3 ;

P — полная загрузка камер карбидом кальция в одну зарядку в кг.

Прежде чем приступить к пуску в ход уже заряженного карбидом кальция аппарата, его наполняют водой, при этом необходимо открыть краны и выпустить из аппарата воздух, могущий с ацетиленом дать



Фиг. 264. Схема ацетиленового производства.

взрывчатые смеси. Затем надо проверить, чтобы уровень воды в предохранительном затворе доходил до спускного крана. Во время работы нужно время от времени проверять наличие воды в гидравлическом затворе и добавлять в генератор свежей воды, взамен испарившейся.

Переносные аппараты для сварочных работ можно устанавливать только в цехах, безопасных в пожарном отношении, имеющих объем помещения не менее 50 м^3 , и на территории объекта — с разрешения в каждом случае пожарной охраны.

Наполнение баллонов ацетиленом. На заводах, пользующихся ацетиленовой сваркой в различных пунктах заводской территории, ацетилен доставляют к месту работ в баллонах. Баллоны наполняют ацетиленом из газогенератора. Схема ацетиленового производства показана на фиг. 264.

Ввиду того, что взрыв в одной части установки повлек бы за собой взрыв всей ацетиленовой станции, газогенераторы, газгольдеры,

компрессорную и помещение для наполнения баллонов отделяют друг от друга глухими брандмауерами или размещают в отдельных помещениях. Помещения или здания для указанных агрегатов должны быть огнестойкие или полугонестойкие с прочными стенами и легкими крышами, чтобы действие взрыва было направлено вверх, а не на соседние здания.

Так как ацетилен, находящийся под давлением поршня компрессора, взрывоопасен и чувствителен к толчкам, работа компрессоров должна быть особенно смягчена. Для этого компрессоры помещают в специальные коробки, а ацетилен поступает в цилиндр компрессора также вместе с маслом, льющимся из масленки в газовый трубопровод (соприкосновение ацетилена с маслом не создает взрывоопасных смесей). Поршень компрессора движется медленно. Безопасный двигатель для компрессора — паровой. Применение его вполне возможно, так как обычно при ацетиленовых станциях для обогрева газгольдера и других помещений устраивают котельную. Но если устанавливают электромоторы, то они должны находиться в отдельных огнестойких помещениях, не имеющих входа со стороны компрессорной. Соединение электромоторов с компрессором производится при помощи общего вала. Место прохода вала через стену должно быть защищено сальниками от проникания газа из компрессорной к электромоторам.

Из компрессоров ацетилен направляется в маслоотделитель, представляющий собой металлический сосуд, напоминающий перевернутый вверх дном баллон с входной и выходной трубками для ацетилена. Первая из них кончается, примерно, на высоте $\frac{1}{3}$ баллона, вторая там же начинается. Ацетилен, входя в маслоотделитель, стремится выйти по выходной трубке и идет дальше, а масло, будучи тяжелее ацетилена, падает и собирается внизу и может быть через кран выпущено для дальнейшего использования. Поступивший из маслоотделителя ацетилен подвергается сушке путем прохождения через баллон, наполненный хлористым кальцием, и отсюда уже поступает в баллоны, наполненные пористой массой и ацетоном. В опасном состоянии ацетилен находится на участке от компрессоров до баллонов. Особенно опасен трубопровод, где ацетилен в свободном (не растворенном) состоянии идет под давлением 16 ат. Помещение компрессоров, маслоотделителя и осушителя отделяется от помещения наполнения ацетилена в баллоны глухим брандмауером.

В компрессорном и наполнительном помещениях должен быть установлен жесткий режим: воспрещается вход без особого разрешения посторонним лицам, не допускается курение и появление с открытым огнем и в обуви с железными гвоздями; требуется в случае ремонта компрессоров или трубопровода применять инструменты из мягких металлов; баллоны при наполнении во избежание их падения держать в горизонтальном положении; стекла окон всех помещений установки закрашивать белой краской.

Ацетиленовая станция должна быть удалена от заводских и других построек на расстояние не менее 100—150 м.

Карбид кальция для газогенераторов должен храниться в отдельном, самостоятельном складе, отстоящем от станции на расстоянии 10—15 м и оборудуемом согласно рассмотренным выше требованиям.

Наполнение баллонов с пористой массой ацетоном производится там же, где и наполнение баллонов ацетиленом. Вес баллона вместе с пористой массой и ацетоном установлен определенный, строго соблюдаемый. Помимо опасности от ацетилена, не исключена возможность вспышки ацетона при его разливе и хранении. При хранении и применении ацетона должны быть соблюдены меры пожарной безопасности, установленные для легковоспламеняющихся жидкостей I класса.

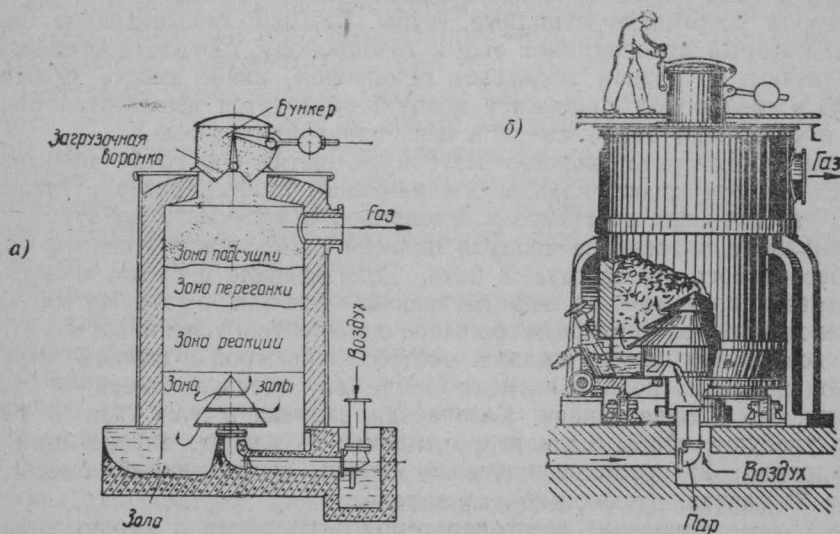
Для удаления скопившихся паров устраивают вентиляционные трубы, начинающиеся снизу (на высоте 30 см от пола), а сверху окан-

чивающиеся железной сеткой Деви. Для удаления из помещений ацетилена должны быть устроены также вытяжки, начинающиеся сверху (так как по удельному весу ацетилен легче воздуха — 0,96) и оканчивающиеся снаружи железными сетками Деви.

3. Производство генераторного газа

Сущность образования генераторного газа состоит в том, что горючий материал сжигают при недостаточном притоке воздуха, вследствие чего образуется окись углерода, частью углеводороды и свободный водород. Полученный газ направляют в топку, где его сжигают при необходимом количестве подаваемого свежего воздуха. Состав генераторного газа зависит от топлива, из которого он получается.

Температура газа при выходе из генератора 1000° . Если воздух подогреть до такой же температуры, то, сжигая газ, например, в мар-



Фиг. 265. Газогенератор: а—разрез; б—общий вид.

теновской печи, можно достичь очень высокой температуры (до 2000°): Генераторный газ вырабатывается в газогенераторе, откуда по газопроводу идет в печь.

Газогенератор (фиг. 265) представляет особого устройства печь, в которой производится отгонка газа из какого-либо твердого горючего вещества (угля, кокса). В газогенераторе же горение происходит лишь частично, с небольшим количеством воздуха, а продукты горения особыми трубами собирают и направляют в производство.

Генераторный газ с воздухом образует взрывчатые смеси, которые при соприкосновении с огнем или искрой дают сильные взрывы.

Смешивание газа с воздухом и взрывы могут происходить при следующих обстоятельствах. Опасные моменты могут быть при задувке (разжигании) генератора в первом пуске газа в газопровод и затем в печь. В газопроводе до пуска газа находится воздух, и первые порции газа будут образовывать с воздухом взрывоопасную смесь. Если эту смесь направить в печь, произойдет взрыв. Необходимо первоначально эту смесь направлять не на огонь, а на выхлоп в воздух через трубу или особые клапаны.

В газопроводе всегда должно быть положительное давление газа, достаточное для того, чтобы при открывании клапана или задвижки газ из газопровода шел струей под напором. Но может случиться, что по какой-либо причине газогенератор стал слабее подавать газ. Напор

в газопроводе упадет и может уменьшиться до такой величины, что в пробное отверстие не только не пойдет газ, а, наоборот, в газопровод пойдет наружный воздух. В этом случае в газопроводе может получиться гремучая смесь.

При пуске газогенератора необходимо следить, чтобы он не потух в самом начале работы. Если же генератор потухает, то нельзя его сейчас же разжигать снова, так как в нем может быть опасная смесь газа с воздухом. Если при затухании сразу открыть отверстие, в генератор проникнет воздух, который смешается с газом, и если в такую смесь попадет огонь, то произойдет взрыв. Во избежание взрыва, необходимо перед новым разжиганием газогенератор, а также всю сеть газопроводов, тщательно продуть воздухом, чтобы там не осталось смеси газа с воздухом.

Чтобы генератор не потухал, нужно перед пуском газа в газопровод давать генератору хорошо разгореться. Получающиеся при горении дым и газы не должны попадать в газопровод, для этого у газогенераторов устраивают отводные трубы. Каждый газогенератор имеет клапан, который присоединяет его к газопроводу. Когда газогенератор растапливают, то клапан закрывает газопровод, иначе вместе с дымом и газом в газопровод проникнет воздух, образуется взрывчатая смесь, и при поступлении такой смеси в печь произойдет взрыв.

Когда газогенератор хорошо разгорится, вытяжную трубу закрывают и сейчас же открывают клапан, соединяющий газогенератор с газопроводом; газ начинает поступать в газопровод и вытеснять воздух.

Правильное вытеснение воздуха из всей сети служит главным условием безопасного пуска газа в печь. Если вначале и будет некоторая смесь газа с воздухом, то это не опасно, так как в это время идет еще негорючий газ (имеющий большое количество углекислоты).

Во всяком случае газ должен поступать быстрой и полной струей, тогда он вытеснит воздух впереди себя, не образуя смеси, и сразу вспыхнет без хлопка в печи. Безопасная задувка и пуск газа в газопровод требуют, чтобы были непроницаемы: 1) клапан, впускающий газ в газопровод; 2) предохранительный клапан, выпускающий смесь на воздух; 3) клапан, пускающий газ в печь.

При пуске нескольких газогенераторов одновременно нужно хорошо разжечь каждый из них, прежде чем присоединить их к общему газопроводу. Если какой-нибудь газогенератор заглохнет, то его немедленно нужно выключить из общей сети.

В неработающий газогенератор, через неплотно закрытый клапан, из общего газопровода может просочиться газ, образоваться гремучая смесь, и в тот момент, когда будут поджигать пускаемый генератор, может получиться взрыв, а потому перед разжиганием газогенератор необходимо тщательно продуть воздухом.

4. Общие противопожарные мероприятия на производствах, вырабатывающих и потребляющих горючие газы

Чтобы судить об опасности горючего газа на производстве, необходимо знать свойства этого газа. Из приведенного выше описания свойств некоторых газов видно, что не все газы одинаково опасны. Например, наиболее опасны в отношении воспламенения и взрыва ацетилен, водород и окись углерода.

Таким образом, прежде чем принимать какие либо меры пожарной профилактики, необходимо изучить свойства газов. В зависимости от этих свойств можно предъявлять к аппаратуре, вентиляции, конструкции здания требования безопасности при получении и применении газов.

Основная опасность горючих газов — это возможность образования взрывчатых смесей и взрывы их. Потому главное средство защиты от

взрывов газообразных смесей должно состоять в том, чтобы путем соответствующего режима и устройством надежной вентиляции не допускать в атмосфере производственных помещений образования взрывоопасных концентраций газов.

Для своевременного обнаружения опасных концентраций газов в помещениях должны быть установлены газоанализаторы, которые автоматически дают сигнал, путем включения звонка или лампочки, о наступающей опасности или включают аварийную вентиляцию в действие. Без газоанализаторов трудно судить о составе воздуха мастерских или лабораторий, особенно, когда выделяющиеся газы не имеют запаха и цвета.

Основной мерой предупреждения пожаров и взрывов на предприятиях, связанных с производством и потреблением газов (а также и легковоспламеняющихся жидкостей), служит недопущение образования и скопления горючих и взрывчатых газов и паров в производственных помещениях путем хранения, доставки и переработки всех материалов, представляющих опасность, в закрытых резервуарах, трубопроводах и аппаратах.

Появление огнеопасных смесей в рабочих помещениях предупреждается путем отсасывания их общей вентиляцией. При наличии постоянно действующей основной вентиляции в огнеопасных производствах с газами и парами должна быть предусмотрена запасная (аварийная) вентиляция. Эта вентиляция, вступает в действие при появлении в воздухе значительного количества опасных паров и газов или при неисправности основной вентиляции.

Вентиляция в производствах с горючими газами должна быть выполнена особенно тщательно в части герметичности агрегатов и транспортных устройств. При устройстве локализующей вентиляции места выделения газов из аппаратов должны быть наиболее полно обслужены капсьюлирующими устройствами, и в этом случае наилучшим приспособлением служат вытяжные шкафы с зонтами.

Все газопроводы должны быть прочны, газонепроницаемы и удобны для осмотра. При выявлении свойств генераторного газа было отмечено, что в газопроводах должно быть положительное давление, так как в случае неплотности возможно засасывание воздуха и образование взрывчатой смеси.

Однако газопроводы не всегда могут иметь положительное давление. Нужно различать газопроводы, работающие под давлением и работающие под вакуумом. В первом случае вентилятор стоит в непосредственной близости к газообразователю, во втором — к потребителю.

С точки зрения пожарной безопасности выгоднее иметь газопровод под давлением, так как в этом случае при нормальной работе исключается возможность образования внутри газопровода взрывчатой смеси, при неплотностях труб и их соединений. Опасность в этом случае (при неплотностях) заключается в возможном выделении горючего газа в атмосферу помещений, но эту опасность можно устранить устройством соответствующей вентиляции.

Воспламенение газа в газопроводе или аппарате не представляется угрожающим (оно опасно, как появление огня в огнеопасном производстве). При воспламенении взрывающегося газа нельзя прекратить действие вентилятора и тем самым снижать давление, так как тогда возможно засасывание внутрь трубопровода воздуха и огня, что вызовет взрыв. Если воспламенение произошло и факел пламени незначительный, его легко можно потушить, положив на отверстие мокрую тряпку или глину. Если факел вырывающегося пламени велик и указанным способом потушить его невозможно, пользуются для тушения струей воды. После прекращения горения отверстие замазывают глиной и за-

варивают после остановки работы вентилятора и тщательной продувки газопровода паром или инертным газом.

Газопровод под вакуумом более опасен, так как при незначительных неплотностях и повреждениях газопровода возможно засасывание внутрь его воздуха, что влечет за собой образование взрывчатой смеси. При эксплуатации газопроводов под вакуумом их нужно тщательно оберегать от тепловых воздействий: нельзя, например, подходить близко к нагретым предметам, производить осмотр с открытым огнем.

Аппараты и их оборудование так же, как и трубопроводы, должны быть герметичны и при работе не должны выделять огнеопасных газов наружу. Если аппараты работают под разрежением, то должны быть приняты меры против проникания в них воздуха. Аппараты, работающие под давлением, должны быть рассчитаны с достаточным запасом прочности, а трубопровод применяют цельнотянутый. Перед пуском все аппараты и трубопроводы должны быть испытаны на герметичность давлением, на 50% превышающим рабочее давление. После испытания горючий газ в аппараты и трубы вводить нельзя из-за наличия в них воздуха, поэтому перед работой воздух должен быть удален путем продувки всей системы инертным газом. Продувку можно считать законченной когда анализ на содержание кислорода показывает присутствие его не более 0,3—0,4%. Аппараты и газопровод при остановке работы нужно оставлять под избыточным давлением во избежание проникания в них воздуха.

Глава IV

ПРОИЗВОДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ВЫДЕЛЕНИЕМ, ПОЛУЧЕНИЕМ И ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ И ОБРАБОТКОЙ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ. ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ И МЕРЫ ЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

§ 84. Пожарная характеристика горючих пылей и материалов

1. Горючие пыли

Пыли в производствах образуются при физико-химических процессах, при обработке различных твердых и сыпучих материалов. Ряд производственных процессов сопровождается образованием мелкой, легкой пыли, которая легко поднимается и плавает в воздухе. Если пыль по своему химическому составу горюча, она, находясь в воздухе во взвешенном состоянии, или скопясь где-нибудь слоем, представляет собой значительную опасность в отношении пожара и взрыва.

Пыль, осевшая на стенах и оборудовании рыхлым слоем, в случае загорания в одном месте со значительной скоростью сгорает на всей поверхности слоя, при этом огонь распространяется в различных направлениях и на большое расстояние. Пыль, взвешенная в воздухе, — пылевое облако, образует при определенной концентрации взрывчатую смесь, которая при наличии огня и искры воспламеняется и взрывается.

Для наиболее правильного изыскания противопожарных мер в пыльных производствах необходимо рассмотреть пожарную характеристику пыли, которая складывается из следующих факторов:

- а) измельченность частичек пыли;
- б) электрические ее свойства;
- в) температура воспламенения;
- г) взрывоопасность концентрации;
- д) склонность к самовозгоранию;
- е) величина давления взрыва пылевоздушной смеси.

Измельченность частичек пыли служит серьезным фактором, определяющим склонность к самовозгоранию, способность к электризации и возможность создавать взрывоопасные концентрации.

В зависимости от величины составляющих частиц аэрозоли принято делить на три группы:

Пыль — при диаметре частиц свыше 10^{-3} см; такие частицы в неподвижной воздушной среде легко оседают.

Облака (туманы) — при диаметре частиц от 10^{-3} до 10^{-5} см; такие частицы медленно оседают в неподвижной воздушной среде.

Дым — при диаметре частиц от 10^{-5} до 10^{-7} ; такие частицы не оседают в неподвижной воздушной среде.

Электрические свойства. Размельчение тела вызывает соответственно увеличение поверхности, а вместе с тем и способности электризоваться. Электризация пыли наблюдается в результате трения пылевых частиц в воздухе, трения о твердую поверхность. Величина заряда пылевого облака бывает различна и может достигать до 1000 V. Знак заряда пылевого облака или отдельных частиц зависит от самого вещества (табл. 76).

Таблица 76

Вещество	Заряд	Вещество	Заряд
Уголь	+	Мука	—
Хлорная медь	+	Железо	—
Азотно-калиевая соль	+	Окись железа	—
Хлористый натрий	+	Ликоподий	—
Крахмал	+	Углекислый магний	—
Сера	+	Окись магния	—
Алюминий	—	Сода	—
Окись алюминия	—	Цинк	—
Декстрин	—	Углекислый цинк	—
Декстроза	—	Окись цинка	—

Химическая и адсорбционная активность. Тела, находящиеся в раздробленном состоянии, значительно активнее и легче вступают в химические реакции, легко адсорбируют кислород воздуха, чем и характеризуют повышенную опасность по сравнению с твердым телом.

Температура воспламенения зависит от измельченности пыли, от наличия в теле горючих продуктов. На основании опытов установлены температуры воспламенения (приблизенно) для ряда пылей.

В табл. 77 указаны минимальные и средние температуры воспламенения¹.

Взрывоопасные концентрации. Возникновение взрыва пыли возможно при смеси пыли и воздуха — определенной концентрации — и действии теплового источника с температурой выше 600° (например, пламени спички, электрической искры). Наименьшие концентрации, при которых возможен взрыв, зависят от характера пыли, воздушной среды и запала (табл. 78)².

¹ Проф. Б. Г. Тидеман и Д. Б. Сциборский. Химия горения. 1940.

² И. С. Ройзен. Борьба со взрывами пыли, газов и паров в промышленности, 1939.

Таблица 77

Вещество	Температура воспламенения, °С	Средняя температура вос- пламенения, °С
Сахар	805	540
Декстрин	940	540
Жмыхи масляные	945	620
Крахмал	960	630
Опилки древесные	970	635
Какао	970	620
Пробка	975	630
Древесная мука	985	610
Маис	1010	645
Мука	1050	600
Брикеты	1090	
Различные сорта битуминозных углей до	1000	
Сажа	не воспламеня- лась	

Примечание. Минимальной температурой воспламенения называется начальная температура, при которой происходит воспламенение пыли.

Таблица 78

Вещество	Наименьшие концентрации в миллиграммах на литр воздуха		
	Характер запала		
	раска- ленное тепло	вольтова дуга	Искра от индукцион- ного тока
Крахмал	7,0	10,3	13,7
Мука	10,3	10,3	Не дает должного распространения
Сера	7,0	13,7	13,7
Сахар	10,3	17,2	34,4
Алюминий	7,0	7,0	13,7
Каменный уголь	17,2	24,1	Нет возгорания

Склонность к самовозгоранию. Рыхлое расположение сухой органической пыли служит одним из благоприятных условий, при котором может начаться процесс самовозгорания. Наибольшую опасность самовозгорания представляет пыль, находящаяся в кучах, где возможна аккумуляция тепла.

Важный фактор для определения огнеопасности пыли, это величина давления, которое может возникнуть при взрыве пылевоздушной смеси. Величина давления при взрыве пыли в воздухе зависит от концентрации физико-химического состава пыли, состояния воздушной среды и характера запала.

2. Горючие материалы

К горючим материалам, находящимся в твердом состоянии, относятся: каменный уголь разных сортов, лигнитоматериалы и изделия из них, волокнистые материалы, зерно и продукты его обработки.

Огнеопасность данной группы твердых горючих материалов определяется на основе данных:

- а) физико-химический состав материала;
- б) температура воспламенения и самовоспламенения;
- в) склонность к самовозгоранию;
- г) теплотворная способность;
- д) теплоемкость;
- е) растворимость в воде и в различных химических веществах;
- ж) удельный вес по отношению к воде.

В виду того, что большинство характеристик, указанных для твердых горючих материалов, уже рассмотрены при изучении легковоспламеняющихся жидкостей и пылей, остановимся лишь на краткой характеристике угля, хлопка сырца и зерна.

Каменный уголь. Пожарная опасность каменного угля заключается в способности большинства сортов самовозгораться. По степени пожарной опасности ископаемые угли делятся на две категории:

- а) опасные: бурые и каменные угли, за исключением марки Т;
- б) устойчивые: антрацит и каменные угли марки Т.

Большинство углей, содержащих битуминозные вещества, подвержено самовозгоранию. Физико-химический процесс разложения угля на воздухе связан с повышением температуры. Опасность самовозгорания угля возрастает при наличии в толще штабеля влаги, при увеличении размеров штабеля (особенно высоты). Наблюдения показали: на складах при наличии штабелей по 500 т загорелся один штабель из 400, одновременно из 400 штабелей по 2000 т подвергались самовозгоранию 36.

Хлопок-сырец. Основная опасность хлопка сырца — склонность к самовозгоранию. Самовозгорание, как и каменного угля, обусловливается окислительными процессами¹.

Зерно. Самовозгорание зерна на практике не имело места. Зерно, находясь в силосах, может лишь самонагреваться, в силу чего его качество нарушается.

§ 85. Противопожарные мероприятия при хранении твердых горючих материалов.

1. Хранение ископаемого угля и угольной пыли.

Общие сведения. Уголь можно хранить: а) в штабелях на специально устроенных открытых площадках; б) в ямах; в) под навесами; г) в специальных помещениях и д) под водой.

Уголь каждой марки нужно хранить в отдельном штабеле. Склады угля делятся на механизированные и немеханизированные (при применении ручного труда во время эксплуатации складов).

Устройство складов. Участок-территория склада не должна затопляться паводками. При наличии сырой почвы площадка, где расположены штабеля, должна быть оборудована дренажем и сточными колодцами.

Открытые площадки угля должны иметь уклон для стока вод в сточные канавы вне склада. Площадка должна быть плотно утрамбована. Малотеплопроводные горючие материалы не рекомендуются для мощения площадки. Размеры штабелей в плане не ограничиваются и определяются в зависимости от характера и огнеопасности производства и территориальных возможностей предприятия.

Высота штабелей зависит прежде всего: от категории угля, продолжительности хранения и способа укладки. На немеханизированных складах высота штабелей ограничивается в соответствии с данными табл. 79.

¹ Пожарная характеристика хлопка и хлопковой пыли подробно изложена в книге Д. Л. Кольберта «Противопожарная оборона хлопковой промышленности». Госиздат УзССР. 1944.

Таблица 79

Категория угля	Род углей	Высота укладки в метрах	
		при хранении до двух месяцев	при хранении более двух месяцев
А	Бурые угли	2,0—2,5	1,5—2,0
А	Каменные угли за исключением марки Т	2,5—3,5	2,0—2,5
Б	Каменные угли марки Т	До 3,5	До 2,5
Б	Антрацит	Не ограничивается	

Высота штабелей угля на механизированных складах практически не ограничивается и определяется в зависимости от эксплуатационных требований и производственной возможности подъемно-транспортных устройств.

Примечание. В случаях, когда размельчение угля, вызываемое его уплотнением в штабелях, не допускается по условиям производственного назначения угля, на механизированных складах должны предусматриваться меры, направленные к ограничению высоты укладки угля в соответствии с табл. 79; выемка разогретшегося угля и уплотнение его в штабелях.

Пожарная опасность на складах в основном обусловливается возможностью самовозгорания угля и несоблюдением противопожарного режима.

Меры пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации складов угля.

Основные меры предупреждения самовозгорания угля на складах:

- ограничение высоты штабелей;
- уплотнение угля в штабелях;
- выемка разогретшегося угля.

На складах для охлаждения разогретшегося угля должны быть предусмотрены запасные площадки, площадью не менее $\frac{1}{6}$ общей площади штабелей.

Стенки, ограждающие штабели каменного угля категории А, не должны иметь трещин или щелей, способствующих прониканию внутрь штабеля воздуха.

Хранение угля в полуподвальных или подвальных этажах многоэтажных зданий допускается при условии, что стены и перекрытия огнестойкие или полуюгнестойкие.

Площадь навесов и сараев для хранения угля, разрывы, проезды между ними и соседними сооружениями определяются ОСТ 90015—39. Хранение углей категории А приравнивается к производству категории В, а углей категории Б — к производству Д.

Разрывы между смежными штабелями должны быть не менее 1,0 м при высоте штабелей не более 3 м и не менее 2,0 м при высоте штабелей более 3 м.

Разрывы между штабелями и близрасположенными сооружениями должны быть не менее указанных в табл. 80.

Наименование зданий или сооружений	Величина разрыва, м	Примечание
Сгораемые или полу- сгораемые	20,0	При наличии угля на складе не свыше 500 т разрыв может быть уменьшен до 15 м
Полуогнестойкие и огнестойкие	15,0	То же, разрыв может быть умень- шен до 10 м при хранении угля не более 500 т
Забор склада	3,0	
Железнодорожный путь	1,25	Разрывы от склада угля до скла- да легковоспламеняющихся жид- костей определяются по ОСТ 90039—39.
Проезд	1 5	

Перед укладкой угля в штабель площадка должна быть очищена от мусора, щепы.

При укладке угля и его хранении необходимо тщательно наблюдать за тем, чтобы в штабель не попадали куски дерева, тряпки, бумага, сено, торф.

Уголь должен быть уложен слоями толщиной не более 0,5 м с уплотнением каждого слоя.

В летнее время уплотнение каждого слоя угля, уложенного в штабель, должно производиться не позже чем через сутки после укладки слоя.

Укладка угля в ямы должна производиться слоями толщиной не более 1,0 м с выравниванием поверхности каждого слоя. Уплотнять уголь нужно после заполнения ямы на всю ее глубину.

Особое внимание необходимо уделять уплотнению поверхности нижней части откосов. Крупные куски угля, скатившиеся к этим поверхностям при укладке в штабель, нужно удалять перед уплотнением каждого слоя угля.

Поверхность откосов после ее уплотнения нужно покрывать сплошной коркой: поливкой жидким раствором тощей глины или смеси из известки, глины и песка; толщина корки — не менее 5 мм.

Допускается вместо поливки раствором применять покрытие откосов угольной мелочью; такое покрытие нужно производить перед уплотнением поверхности.

Каждый штабель или отдельные его участки должны быть снабжены дощечкой с указанием категории угля и даты его поступления на склад.

В процессе хранения угля нужно наблюдать за ровностью и плотностью поверхности штабелей и целостью защитной корки. Трещины или иные повреждения поверхности, способствующие прониканию воздуха внутрь штабелей, нужно немедленно устранять выравниванием и уплотнением, восстановлением разрушенной защитной корки или заделкой поврежденных мест.

На складах нужно вести систематический контроль температуры хранимого угля путем установки в откосах штабелей контрольных железных труб или хвостовых термометров.

Контрольные железные трубы устанавливаются вертикально рядами вдоль края подошвы штабелей согласно табл. 81. Расстояние между трубами одного ряда должно быть не более 10 м. Нижние концы труб

нужно располагать на высоте не более 0,5 от подошвы штабеля (обязательна заварка нижних концов труб). Верхние концы труб должны выступать не менее чем на 0,2 м над поверхностью штабеля и плотно закрываться пробками.

Замер температуры в трубах производится ртутными термометрами, прикрепленными к шнуру. Термометры должны быть заключены в деревянный футляр, а ртутный шарик — в гильзу, наполненную машинным маслом или металлическими опилками.

Хвостовые термометры применяют с ножкой длиной 1,0—1,5 м; их погружают в откосы штабелей в наклонном положении.

Число рядов термометров и расстояние между термометрами в ряду определяют по табл. 81.

Таблица 81

Высота штабеля, м	Число рядов	Расстояние от края подошвы штабеля до трубы (в плане), м
До 3	1	1,5
„ 6	2	1,5 и 3,0
Более 6	3	1,5; 3,0 и 6,0

Кроме температурных замеров необходимо ежедневное систематическое наблюдение за штабелями. Парение, таяние снега, появление влажных пятен, смолистого или сернистого запаха, образование солевых налетов на поверхности штабеля служат признаками местного разогрева угля и возможного образования очагов самовозгорания.

В случае обнаружения температуры угля выше $+60^{\circ}$ необходимо:

а) тщательно уплотнить катком или ручным трамбованием поверхность штабеля на участке образования очага самовозгорания и покрыть этот участок защитной корой, или

б) вынуть разогревшийся уголь и немедленно засыпать места выемки свежим углем и тщательно его уплотнить.

При уплотнении угля для воспрепятствования самонагрева должен быть установлен тщательный контроль температуры угля на участке замеченного нагревания. Если очаг нагревания будет продолжать развиваться, то уплотнение угля нужно повторять впредь до полной ликвидации очага.

Вынутый из штабеля разогревшийся уголь охлаждают, разбрасывая его на запасной площадке слоем не толще 0,5 м. Разгоревшийся уголь после его охлаждения нельзя класть обратно в штабель, а нужно пускать в расход.

Тушение или охлаждение угля водой в штабелях не допускается. Загоревшийся уголь можно тушить водой только после выемки его из штабеля и распластования на запасной площадке.

Во избежание разрыхления поверхности штабелей при контрольном осмотре их и производстве замеров температуры должны быть уложены трапы на откосах и ходовые доски по верхней поверхности штабелей.

Угольную пыль хранят в местах потребления, в бункерах. Недопущение длительного ее хранения — это основная противопожарная мера. Бункеры, во избежание образования мертвых пространств, должны иметь гладкую поверхность, расположенную под углом не менее 60° к горизонту.

2. Общие сведения о хранении торфа, лесоматериалов и волокнистых веществ.

Склады торфа делятся на базисные, расходные, аварийные, оперативные и полевые, т. е. склады, находящиеся в местах выработки торфа — в поле. Величина штабелей зависит от сорта торфа и способа его укладки. Длина штабеля (каравана) кускового и фрезерного торфа допускается до 125 м; высота кускового торфа не ограничивается, а для фрезерного — не более 8 м. Разрывы между штабелями торфа должны быть: а) между торцами кускового торфа не менее 20 м; б) между торцами фрезерного торфа не менее 50 м; в) между рядами вдоль штабелей не менее 12 м.

Полевые склады торфа должны иметь разрывы, согласно табл. 82.

Таблица 82

Граница объекта	Расстояние	
	до полевых складов кускового торфа, м	до полевых складов фрезерного торфа, м
От поселков	150	250
От полевых складов фрезерного торфа . .	500	—
От колеи узкоколейного железнодорожного пути	30	30
От складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	150	250
От лесных массивов	250	500
От колеи ширококолейного железнодорожного пути	250	500

На базисных складах должны быть отведены места для аварийных складов. Для ликвидации очагов самовозгорания фрезерного торфа на складе должен быть запас сырой фрезерной крошки в количестве 0,2% общего запаса торфа на складе.

На территории предприятий хранение торфа допустимо: для фрезерного торфа не более 5 000 т, а для кускового не более 10 000 т, при этом должны быть соблюдены разрывы, указанные в табл. 83.

Таблица 83

Граница объекта	Базисные склады		Расходные склады	
	кускового торфа, м	фрезерного торфа, м	кускового торфа, м	фрезерного торфа, м
До поселков и отдельных строений	200	250	100	100
До железнодорожного пути широкой колеи	200	250	—	—
До хвойных лесных массивов	200	250	50	50

Пожарная профилактика, контроль и меры борьбы с самовозгоранием на складах торфа те же, что и на складах угля.

Склады лесоматериалов делятся на склады пиленого леса и бревен. Пиленый лес укладывают в клетку; штабели круглого леса кладут вплотную (сплошной массой).

Пожарная опасность складов пиломатериалов значительно больше, чем складов бревен. Увеличенная опасность складов пиленого леса обуславливается, во-первых, тем, что пиленый лес имеет большую площадь соприкосновения с воздухом, большую горючесть, чем круглый лес, и, во-вторых, наличием на складах сквозняков. Мерами предупреждения и ограничения пожаров на складах служат:

а) установление и соблюдение жесткого противопожарного режима;

б) выбор наиболее рациональной планировки территории и размещения на ней штабелей с учетом разрывов как на самом складе, так и от смежных строений.

Базисные склады пиленых лесоматериалов должны иметь разрывы:

а) до окружающих сооружений и производственных зданий не менее 100 м;

б) до поселков не менее 300 м;

в) до складов бревен — 100 м;

г) до складов прочих горючих материалов не менее 500 м.

Расходные склады пиломатериалов (на территории предприятия) допускается располагать не ближе 50 м от производственных зданий и сооружений.

Размеры штабелей на площади зависят от длины складываемого материала. Высота штабелей допускается не более 12 м (на механизированных складах) и до 8 м при ручной укладке.

Разрывы между двумя смежно-расположенными штабелями установлены от 2 до 6 м. Несколько штабелей (до 10) образуют группу, при общей площади не более 800—900 м².

Каждая группа штабелей со всех четырех сторон должна выходить на рабочие дороги шириной от 9 до 12 м. Помимо этих дорог на больших складах через 150 м должны быть специальные пожарные разрывы шириной не менее 25—30 м. На полосе противопожарных разрывов должен быть устроен противопожарный водопровод. Режим на складах лесоматериалов должен соответствовать правилам Наркомлеса СССР.

Склады волокнистых веществ. Склады волокнистых материалов (хлопка, пакли, пеньки) представляет большую пожарную опасность ввиду легкой воспламеняемости этих материалов от искры открытого огня.

Волокнистые материалы можно хранить на открытых площадках, под навесами и в специальных хранилищах.

Площадь пола на складах, не имеющих спринклерного оборудования, не должна превышать:

а) для огнестойких и полуюгнестойких складов 1 800 м²,

б) для полусгораемых складов 900 м².

При наличии спринклерного оборудования площадь пола увеличивается вдвое.

Если площадь пола превышает указанные нормы, то устраивают брандмауэры для разделения склада на секции. Конструкция складов и навесов — основные элементы сооружения — должны быть из огнестойких или полуюгнестойких материалов; фонари, покрытия и другие второстепенные элементы могут быть полуюгнестойкими, полусгораемыми и сгораемыми.

Разрывы между штабелями (бунтами) и их размеры при расположении их на открытых площадках установлены:

- а) размеры штабеля: длина 22 м, ширина 11 м, высота не более 8 м;
- б) разрывы между штабелями волокнистых материалов в одной группе, состоящей из шести штабелей, должны быть: в торцах штабелей не менее 5 м, между продольными сторонами штабелей 15 м;
- в) разрывы между группами штабелей, при наличии их не более шести, равны 25 м.

Режимные противопожарные мероприятия на складах волокнистых материалов должны удовлетворять требованиям «Противопожарных норм текстильной промышленности СССР».

§ 86. Транспортировка твердых горючих материалов внутри производств

Твердые материалы внутри производств транспортируют различными способами. Все транспортные средства, при помощи которых на предприятиях перемещаются грузы, носят название внутризаводского транспорта.

К внутризаводскому транспорту должны предъявляться следующие требования:

- а) поточность перемещения грузов сообразно с общей схемой технологического процесса — перемещение сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- б) соответствие транспортных средств характеру и огнеопасности перемещаемых материалов;
- в) соответствие транспортных средств огнеопасности и характеру производства в целом.

Внутризаводские транспортные средства для перемещения твердых материалов делятся на:

- а) непрерывно действующие;
- б) периодически действующие.

В зависимости от направления перемещаемых материалов внутризаводские транспортные средства делятся на: а) горизонтально расположенные, б) расположенные с небольшим наклоном, в) расположенные вертикально и г) смешанные.

Для перемещения твердых материалов наибольшее применение имеет:

- а) Безрельсовый транспорт: ручные тачки, тележки, вагонетки, электрокары и автокары.
- б) Рельсовый транспорт: различные вагонетки, платформы.
- в) Подвесные дороги (тельферы) наиболее приемлемый вид транспорта угля и торфа, не загромождающий территории.
- г) Транспортёры с тягой: скребки (волокуши), ленточные транспортёры и нории (элеваторы).
- д) Транспортёры без тяги — шнеки, вращающиеся трубы, трясушки и гравитационные транспортёры, применяемые в основном для перемещения материалов под действием собственного веса (в мукомольных и углеразмольных производствах).

е) Пневматические транспортёры применяются на текстильных и других производствах для перемещения мелкозернистых материалов при помощи скоростного напора воздуха.

Кроме специального вида транспорта материалы перемещают вручную различными способами.

Пожарная опасность и меры профилактики при эксплуатации внутризаводского транспорта вытекают из характеристики работы транспортных средств, огнеопасности транспортируемых материалов и тяговых средств.

§ 87. Общие причины пожаров и противопожарные мероприятия в производствах, связанных с обработкой горючих материалов и выработкой пылей

1. Общие сведения

Пожарная опасность процессов при обработке горючих материалов складывается из:

- а) огнеопасности обрабатываемого материала;
- б) способности обрабатываемого материала образовывать пыль и огнеопасности этой пыли;
- в) теплового режима и нормальной работы агрегатов.

Наиболее характерны с пожарной точки зрения следующие процессы при обработке твердых горючих материалов и веществ: а) покраска и сушка; б) размельчение — дробление, разлом; в) грохочение и сортировка; г) чесание, прядение; д) распиловка.

Указанные процессы применяются в следующих производствах:

- а) деревообрабатывающих;
- б) текстильных;
- в) вырабатывающих пыли;
- г) мукомольных и других.

Перечисленные производства на основании ОСТ 90015—39 необходимо отнести к категории В (мукомольные производства имеют наибольшую пожароопасность, чем остальные категории группы В).

2. Деревообрабатывающие производства

Из деревообрабатывающих производств рассмотрим деревообделочные мастерские, которые имеются почти при каждом крупном предприятии машиностроения и которые наиболее характерны в пожарном отношении.

Упрощенно схему небольшого деревообделочного производства можно представить по последовательности в следующем виде: лесоматериал с железнодорожного или водного транспорта поступает на лесопилку, откуда уже в виде пиломатериала — в сушилки и затем в деревообделочный цех. Такие цехи разделяются на три основных отделения: а) деревообделочное (станочное), в котором происходит обработка пиломатериала и изготовление деталей; б) сборочное, в котором детали собирают в изделия; в) отделочное, в котором собранные изделия окрашивают, лакируют.

Пожарную опасность в деревообделочных и модельных цехах представляет само дерево. Кроме того, сухие стружки, опилки и пыль, образующиеся в большом количестве при обработке дерева в станочном отделении, легко могут загореться даже от искры, а излишняя загроможденность изделиями и вообще деревом, находящимся в стадии обработки, может способствовать быстрому распространению пожара в цехе.

Опасность стружки, а также опилок и пыли, заключается в том, что они при малом объеме имеют большую поверхность соприкосновения с кислородом воздуха, энергично горят, а древесная пыль, образующаяся при работе некоторых станков, особенно шлифовальных, при отсутствии вентиляции может образовывать взрывчатые смеси. Следовательно, непрерывное удаление из деревообделочных цехов сухих стружек, опилок и пыли служит одной из важных противопожарных мер. От механических станков пыль и стружки нужно удалять при помощи транспортеров или вентиляционных устройств.

Деревообделочная мастерская, постоянно очищаемая пневматическим устройством от стружек, опилок и пыли, значительно менее опасна в пожарном отношении. Загромождение деревообделочных мастерских деревом, как необработанным, так и находящимся в стадии обработки, представляет прямую угрозу быстрого распростра-

ления пожара. Поэтому нельзя допускать излишнего скопления лесного материала и отходов вблизи деревообделочных станков.

Если по роду производства нужно иметь запас лесного материала в самой мастерской, то для него должно быть отведено специальное место; сложенный материал не должен стеснять обслуживания станков.

В деревообделочной мастерской должен поддерживаться жесткий противопожарный режим:

а) Брошенный незатушенный окурок или спичка, попавшие в опилки или стружки, легко могут их зажечь. Поэтому курение в деревообделочных мастерских воспрещается. Для курения должно быть отведено специальное помещение с необходимыми средствами тушения пожара. В самой мастерской курительные помещения устраивать не рекомендуется.

б) Трение в машинах, трансмиссиях, станках при недостаточной и несовершенной системе смазки также может послужить причиной пожара.

Под масло, капающее из-под подшипников трансмиссий, должны быть подвешены небольшие железные противни (капельницы), за которыми необходим надзор. Нужно иметь ввиду, что опилки (или пыль), смоченные маслом, особенно если для смазки употребляется растительное масло или смесь растительного масла с минеральным, способны самовозгораться. В полу деревообделочной не должно быть щелей, так как скопившаяся в щелях случайно промасленная пыль может самовозгораться.

в) Масляные концы и тряпки, остающиеся от обтирки станков, нужно складывать в железные ящики с автоматически закрывающимися крышками и по мере накопления удалять из мастерской.

При распиловке дерева, особенно твердых пород, может возникнуть сильное трение, при этом выделяется настолько значительное количество теплоты, что дерево начинает нагреваться и обугливаться, мелкие же угли в виде искр летят вместе с опилками, зажигая их. Особенно часто возникает такое трение, если пила ржавая, негладкая или тупая. При таком нагревании дерева и выбрасывании вместе с опилками искр нужно немедленно остановить станок и опилки или стружки полить водой.

Для предупреждения пожара от трения дерева при распиловке, нужно применять для работы острую пилу, с гладкой, свободной от ржавчины поверхностью. Кроме того, пила, предназначенная для продольной распиловки, не должна употребляться для поперечной. Каждый деревообрабатывающий станок должен быть снабжен быстро и надежно действующим выключательным приспособлением для немедленной остановки.

г) Опасность представляет варка клея, поэтому для варки клея должно быть отведено специальное помещение, достаточно изолированное от деревообрабатывающих мастерских.

Предпочтительна варка клея паром или электричеством. В случае варки клея на огне, рабочий не должен отходить от плиты во все время варки.

В помещении деревообделочных мастерских допускается разогревание клея только паром или при помощи электричества. Однако электрическую варку клея нельзя признать в полной мере безопасной. Случайно невыключенная после работы электроклееварка сильно разогревается, клей испаряется и разогревшаяся клееварка может служить причиной пожара. Необходимо своевременное выключение клееварок из электросети и применение клееварок на высоких ножках.

д) В мастерских с устройством пневматического транспорта все же может иметь место выделение в помещении пыли и постепенное накопление ее на стенах, фермах, электрооборудовании. Осевшую

пыль нужно периодически отовсюду снимать мокрой тряпкой или шваброй, особенно не допуская скопления ее на предметах электрооборудования и приборах отопления.

Изложенное касалось, главным образом, станочного отделения, но те же меры необходимы и в сборочном.

В лесопилке может произойти пожар от наличия неубранных опилок, если в их массу попадает окурок, искра. Отходы производства при накоплении их в мастерской, могут, несмотря на то, что они в большинстве случаев влажны, служить причиной распространения огня.

Источником возникновения огня в лесопилке может быть следующее: лесопилка представляет собой здание, в котором силовая установка располагается или в подвале или просто в помещении под деревянным полом, так что лесопильная рама, имея движение по вертикали вверх и вниз, находится нижней частью в нижнем помещении, верхней — в верхнем помещении.

При работе пил опилки сыплются вниз. При движении рамы часть смазки ее выбрасывается и падает около основания станка. Опилки, находящиеся у основания рамы, смешавшись с выбрасываемым маслом, представляют легкогорючую массу, способную самовозгораться.

При распиливании бревна может случайно оказаться гвоздь или застрявшая пуля. При встрече пилы с такими предметами получаются довольно крупные искры и, возникает настолько сильное трение, что металл, оказавшийся в бревне, накаливается, обугливает прилегающую к нему часть дерева и раскаленные угольки в виде искр падают вниз на горячую массу — смесь опилок со смазкой.

Для предупреждения пожара от перечисленных причин необходимо устройство в лесопилках автоматического удаления пыли и отходов, а также и постоянная уборка их вручную.

Курение в лесопилке должно быть воспрещено. Для курения, как и в деревообделочной мастерской, должно быть отведено специальное, надлежаще оборудованное помещение.

Станок с круглыми пилами и механическим толкателем для обрезания краев досок в продольном направлении может также послужить причиной пожара.

При этой работе пилы на своем пути могут встретить большой сук, отчего возникает сильное трение, особенно если обрезают толстую доску твердой породы дерева. При этом механический толкатель (два зубчатых валика, расположенные один от другого на толщину доски, вращающиеся в сторону пил) продолжает толкать доску на пилу, отчего трение еще более усиливается, а образующиеся красные угольки в виде искр вместе с опилками падают вниз и могут служить причиной загорания опилок и пожара в мастерской.

Для предупреждения такого явления, как и в деревообделочных мастерских, необходимо приспособление для немедленной остановки станка или тормоз. Работающий у обрезной пилы должен быть инструктирован об опасностях возникновения пожара. В случае же появления из-под пил искр необходимо опилки немедленно осмотреть, полить водой и убрать из мастерской.

Противопожарные мероприятия в малярных и лакировочных цехах рассмотрены в главе II.

3. Производства, вырабатывающие пыли

Выработка эбонитовой пыли. Эбонит изготавливается из резины, прошедшей значительную вулканизацию, и по внешнему виду представляет собой твердое вещество темного цвета, хорошо поддающееся механической обработке. В твердом состоянии он

трудно воспламеняется, но пыль огнеопасна, так как способна самовозгораться.

Эбонит хорошо электризуется, будучи сам непроводником. Эбонитовая пыль с воздухом образуют сильно взрывчатые смеси.

Для приготовления пыли применяют отходы эбонита. Эти отходы, предварительно распаренные и смоченные, поступают на зубчатые вальцы, на которых они дробятся, проходя через вальцы 2—4 раза. Раздробленный эбонит поступает на гладкие вальцы и, проходя их 5—6 раз, размалывается в эбонитовую пыль. После каждого пропуска пыли вальцы сближаются. При размоле эбонита на гладких вальцах температура поднимается до 75—90°, ввиду возникающего значительного трения.

После гладких вальцев пыль охлаждают и загружают в воронку ленточного транспортера, который подает ее для просеивания на сито, после предварительного пропуска через магнитный сепаратор для удаления случайно попавших металлических примесей.

Пыль, прошедшую первое сито, просеивают еще раз на более мелком и затем укупоривают как готовый продукт, крупные же остатки после просеивания направляют вновь на вальцы.

Пожароопасные моменты при производстве пыли заключаются в следующем. При размоле эбонитового лома и пыли на вальцах выделяются горючие газы вследствие пригорания резины от трения и перегрева вальцев до 90°. Эти горючие газы и горючая эбонитовая пыль около вальцев создают опасность пожара и даже взрыва, так как возможно воспламенение вследствие:

а) попадания инородных металлических предметов в вальцы, в результате недосмотра при сортировке;

б) разрядов статического электричества, образовавшегося от трения эбонита о вальцы;

в) самовозгорания нагретой пыли и резины.

Меры пожарной профилактики при вальцовке состоят:

а) в увлажнении около вальцев воздуха; это уменьшает количество взвешенной пыли и исключает возможность образования электрических зарядов;

б) в подведении к вальцам водяного охлаждения с таким расчетом, чтобы температура при размалывании не поднималась выше 75°C (при этой температуре пригорание и выделение опасных газов не наблюдается);

в) в заземлении вальцев и машин в целом, а при наличии приводных ремней и шкивов, в принятии мер к отводу статического электричества путем установки щеток-разрядников или сеток;

г) в тщательной сортировке эбонита перед поступлением его на вальцы;

д) в оборудовании помещения соответствующей вентиляцией, вытяжной и приточной, подающей увлажненный воздух.

Приготовленную на вальцах пыль, насыпанную в противни слоем до 50 мм, помещают в охлаждающую камеру. Охлаждение производится струей воздуха, подаваемого вентилятором. Скорость движения воздуха незначительна, так как в противном случае будет раздувание пыли. Если охлаждающая камера не успевает пропускать производимую вальцами пыль, то ее охлаждают непосредственно в мастерской, путем перемешивания лопаткой.

Горячая эбонитовая пыль слоем в 50 мм склонна к самовозгоранию; такие случаи имели место на практике. Особенно часты они при охлаждении пыли вне камеры, так как при перелопачивании ее в противнях получают слои толще 50 мм. При этом масса начинает чернеть, а затем плавиться и выделяется дым темносерого цвета. Дымящая масса часто не успевает разогреться, и ее бросают в вальцы,

прекращая этим дальнейшее возгорание, которое нельзя признать безопасным для окружающей вальцы пыли, так как дымящая масса иногда накаляется до-красна и горит пламенем.

Во избежание самовозгорания рекомендуется слой пыли в противнях не увеличивать более 50 мм и охлаждение производить в охлаждающей камере, а не вне ее.

Опасен и ленточный транспортер, помещенный в железном кожухе, внутри которого постоянно над лентой имеется взрывчатая смесь эбонитовой пыли. А так как пыль способна самовозгораться, то не исключена возможность загорания пыли на транспортере с последующим взрывом.

Поэтому применение ленточного транспортера для передачи мелкой горючей пыли нежелательно. Вместо него целесообразнее применять подачу бесконечным винтом, оборудованным глушителем взрыва.

При пользовании ленточными транспортерами нужно ежедневно производить их очистку от осевшей эбонитовой пыли, а в воронках, через которые поступает пыль в транспортеры, должны быть установлены сетки, препятствующие попаданию комков. Пыль просеивают на специальных ситах, причем ввиду возможного пылеобразования всю работу нужно вести в закрытых пространствах. Отделения просеивания весьма опасны в пожарном отношении, так как, несмотря на то, что они закрыты, мельчайшие частицы эбонитовой пыли при работе через незаметные отверстия проникают наружу и плавают в воздухе, создавая огнеопасные и взрывчатые смеси. Поэтому в этих отделениях должна быть устроена вентиляция для очистки воздуха и приняты меры против искрообразования. Сита должны быть заземлены и установлено приспособление для снятия электрических зарядов с приводных ремней и шкивов. Помещение должно быть оборудовано воздухоувлажнительными приборами.

Взрыв пыли может произойти и в закрытом пространстве сита, поэтому на некоторых заводах закрытые пространства заполняют инертным газом, так как установлено, что при наличии в воздухе 7% инертного газа смесь эбонитовой пыли и воздуха не взрывается.

Взрывы эбонитовой пыли могут сопровождаться значительными разрушениями, поэтому производственное здание нужно строить с легкими перекрытиями.

Выработка угольной пыли. Угольную пыль готовят в местах ее сжигания на электростанциях, заводских силовых котельных.

Для приготовления угольной пыли могут быть использованы две системы: центральная и индивидуальная.

При центральной системе приготовление угольной пыли для всей котельной сосредоточено в одном месте—в специальном пылеприготовительном заводе или цехе. С завода угольная пыль подается в расходные бункеры и расходуется на питание котлов.

При индивидуальной системе приготовления пыли (для каждого котла отдельно) в самой котельной имеется углеразмольная установка, которая и питает данный котел пылью.

Получение пыли схематично можно представить следующим образом. Уголь с угольного склада поступает в небольшой приемный бункер и затем в дробилку, где и измельчается до кусков от 1 до 40—50 мм. Из дробилки измельченное топливо подается по элеватору вверх и ссыпается, пройдя магнитный сепаратор, в бункер для кускового угля. Из этого бункера сырое топливо поступает в сушилку, где подсушивается. Высушенное топливо поступает на другой элеватор, поднимается вверх и сбрасывается в бункер для сухого кускового угля. Из второго бункера топливо идет в мельницу, где и раз-

мельчается в тонкую угольную пыль. С мельницы угольная пыль забирается эксгаустером, который нагнетает смесь угольной пыли с воздухом (аэропыль) в циклон, отделяющий пыль от воздуха.

Выпадающую из циклона пыль собирают в бункерах готовой пыли, а очищенный воздух направляют снова в мельницу. Из бункера готовая угольная пыль самотеком поступает в пылепровод, в котором подхватывается сильной струей сжатого воздуха, транспортируется к котлам и расходуется.

Здание приготовления пыли должно быть огнестойкое, или полугонестойкое, рассчитанное на возможность взрыва. Поэтому оно должно быть прочным и иметь железобетонную или металлическую каркасную конструкцию. Для погашения могущего возникнуть взрывного давления и для отвода из помещения газов, образовавшихся во время взрыва, должно быть устроено большое количество окон. При наличии одной наружной стены остекление должно быть не менее 25% общей поверхности стены; при двух наружных стенах, не менее 15%, причем окна нужно располагать в обеих стенах. Рамы должны быть металлические и открываться наружу, стекла применяют простые, менее прочные. Употребление армированного стекла не допускается. Здание должно иметь простую форму с минимальным количеством выступающих частей, чтобы пыль не оседала на конструктивных элементах. Стены должны быть гладкие и для удобства обнаружения осаждающейся пыли иметь белую окраску.

Места, на которых возможно осаждение пыли, должны быть легко доступны для очистки. Помещение для приготовления пыли должно быть оборудовано надежно действующей вентиляционной установкой, с удалением пыли из воздуха в специальные камеры или бункеры и с применением для отделения воздуха соответствующих фильтров. Пылеотсасывающая установка должна иметь приспособление для автоматического прекращения действия в случае возникновения пожара.

Удаление пыли. Осевшую угольную пыль ручным способом удалять небезопасно из-за возможности образования воздушно-пыльных смесей, а потому удаление осевшей угольной пыли нужно производить центральной пневматической пылеотсасывающей установкой, а в крайнем случае применять ручную очистку влажным способом.

В помещениях размола и дробления угля, где усиленно выделяется пыль, необходимо периодически или постоянно увлажнять воздух, при помощи пульверизаторов, струйных приборов, водораспылителей. При таком увлажнении воздуха помещений пыль осаждается на пол и подметанием безопасно удаляется из помещения.

Бункеры представляют опасность из-за возможного самовозгорания в них угольной пыли и передачи пожара дальше по системе пылепровода. Если угольная пыль не находится долгое время неподвижно в бункерах, то опасности в отношении самовозгорания ее нет. Опасность появляется в том случае, когда часть пыли в бункере вследствие шероховатости стенок или каких-либо выступов задерживается, образуя «мертвые пространства». В «мертвых пространствах» пыль может лежать до тех пор, пока не самовозгорится.

Во избежание образования в бункерах залежей (мертвых пространств), бункеры должны иметь внутреннюю поверхность и форму, дающую гарантию полного их опорожнения от угольной пыли. Углы между стенками (гранями), во избежание накопления пыли, должны быть закруглены; угол наклона стенок или воронки должен быть не менее 60° к горизонту, что также способствует полному освобождению бункера от пыли.

Бункеры должны быть из огнестойких материалов (бетонные или

железобетонные) и защищены от нагревания (в нагретом состоянии вещества быстрее самовозгораются).

Во избежание утечки пыли из бункеров конструкция их должна быть герметичной. Количество отверстий в бункерах должно быть минимальным, причем эти отверстия должны быть снабжены плотно закрывающимися крышками.

Ввиду того, что бункер закрыт, возможность самовозгорания пыли можно определять только при помощи наблюдения за ее температурой. Для этой цели в пылевых бункерах для всех сортов углей, кроме антрацита (как не подверженного самовозгоранию), должны быть установлены термомпары.

В случае самовозгорания пыли тушить ее, как уже отмечалось, струей воды нельзя из-за возможного завихрения. Для тушения горячей или тлеющей угольной пыли в бункерах должна быть подводка углекислого газа или пара (для всех сортов углей, кроме антрацита).

Если обнаруживается запах гари, тлеющие очаги или резкое повышение температуры на том или ином участке системы, то такое состояние называется аварийным. На этот случай должны быть устроены приспособления для спуска пыли из бункеров в каналы гидрозолоудаления, по которым золу удаляют влажным способом, или в специально рассчитанную на это канализацию.

Вообще же в случае обнаружения тления или горения пыли в бункере рекомендуется немедленно:

- а) прекратить подачу в него пыли;
- б) исключить всякую возможность попадания воздуха (герметически закрыть крышки);
- в) заполнить бункер углекислотой;
- г) одновременно продолжать расходование пыли в топку или в каналы гидрозолоудаления и канализацию.

После освобождения бункера от пыли можно подавать в него свежую пыль.

Опасное место установки приготовления пыли — это сушилки угля, в которых поддерживается высокая температура.

В нагретом состоянии уже раздробленный уголь весьма склонен к самовозгоранию, а потому очистку «мертвых пространств» и поверхностей, где может осажаться уголь, нужно производить тщательно и возможно чаще.

Сушилки применяют газовые и паровые.

Сущность газовых сушилок заключается в том, что в сушильной камере уголь, двигаясь, встречается с горячими газами (продуктами горения той же угольной пыли), омывается ими и высушивается.

В паровой сушилке предварительно нагревается воздух, который как и газ, омывает уголь и высушивает его.

Пылепроводы должны быть устроены так, чтобы полностью исключалась возможность отложения в них угольной пыли. Опасность самовозгорания угольной пыли в пылепроводах заключается в том, что возможно быстрое распространение огня по всей системе и взрыв самого пылепровода. Поэтому при применении всех сортов угля, кроме антрацита, не допускается устройство горизонтальных участков, в которых пыль остается лежать при остановке действия пылесосов. Необходимо такое расположение пылепроводов, чтобы угольная пыль, находящаяся в пылепроводе, во время остановки действия пылесосов ссыпалась. Это достигается устройством пылепровода под углом не менее 45° к горизонту.

Ссыпавшуюся пыль при остановке системы можно собирать в специальные металлические ящики, закрывающиеся герметическими крышками.

Угольная пыль может задерживаться в различных мешках, тупиках, коллекторах, соединяющих два или несколько сушильных или мель-

нических агрегатов, а потому наличие таких мешков в общей системе пылепровода не допускается.

Пылепроводы должны быть из полугогнестойких материалов. Обычно применяют металлические сварные с минимальным количеством фланцев. Все газо- и воздухопроводы должны иметь тепловую изоляцию из огнестойких материалов (асбест, глина).

Все трубопроводы должны быть жесткими и плотными. Перед пуском в работу новой пылеприготовительной установки она должна быть испытана давлением не менее 3 ат.

В пылепровод должен быть устроен подвод пара низкого давления или углекислоты.

Люки для осмотра и очистки должны быть герметичными. Все пылеприготовительное оборудование и газо- и воздухопроводы должны быть окрашены масляной краской светлого цвета.

Для уборки пыли и оборудования должно быть предусмотрено необходимое количество площадок и лестниц. При устройстве и эксплуатации сушильно-размольных и топочных приспособлений необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

а) температура газовой смеси (поступающей в мельницу для просушки топлива) по выходе из мельницы не должна превышать 70°;

б) должна быть установлена сигнализация, извещающая персонал о повышении температуры в сушильно-размольном тракте (мельнице, трубопроводе), выше предусмотренной проектом (в зависимости от сорта угля, обычно около 70°);

в) блокировка механизмов, подающих воздух в топливо, должна гарантировать прекращение подачи воздуха при прекращении поступления топлива в случае остановки эксгаустера;

г) для контроля работы сушильно-помольных устройств должны быть установлены контрольно-измерительные приборы (газоанализаторы, термометры);

д) если подсушка угля происходит во взвешенном состоянии, то должно быть предусмотрено устройство питания мельницы сырым углем из бункера и во время остановки.

Все элементы системы приготовления пыли (бункеры, пылепроводы, мельницы, циклоны) должны иметь предохранительные клапаны, уменьшающие давление взрывной волны путем выпуска образовавшихся при взрыве газов наружу. Примером таких клапанов могут служить выхлопные мембраны и компенсаторы взрывной волны, применяемые на трубопроводах в рекуперационных установках (см. гл. V, § 31). Специальными правилами точно установлено место их установки и размеры.

Пуск и остановка работы системы приготовления пыли наиболее опасны. Когда система работает с полной нагрузкой, то пыль с воздухом, проходящая по системе, имеет невзрывоопасную концентрацию, благодаря большому количеству пыли. При пуске и остановке, когда первое время количество проходящей пыли невелико, вполне могут создаваться взрывчатые смеси пыли с воздухом.

Поэтому перед пуском мельничных устройств в работу необходимо убедиться в отсутствии каких-либо тлеющих отложений. Обнаруженные очаги перед пуском должны быть ликвидированы.

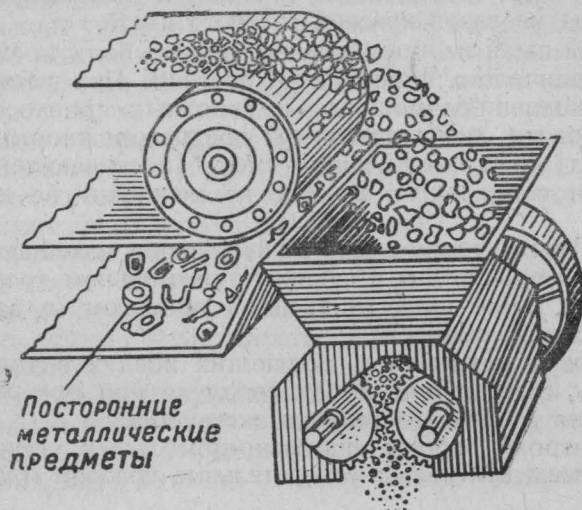
При пуске углемольной системы сначала пускают вентилятор, а затем мельницы, а при прекращении работы останавливают сначала мельницу, а потом вентилятор.

В качестве мероприятия, способствующего снижению содержания свободного кислорода в воздухе, при пуске и остановке системы производят подачу насыщенного пара в горловину перед мельницей. Прекращают подачу пара, когда мельница будет иметь не менее 50% нормальной нагрузки, а при ее остановке—после выключения эксгау-

стера. При переключении мельничной системы на работу сырым углем подача пара не требуется.

Перед поступлением сухого угля в мельницу, как указывалось выше, он проходит магнитный сепаратор (фиг. 266). Внутри мельницы при большом количестве пыли, смешанной с воздухом, искра опасна из-за возможного воспламенения или даже взрыва. Искра может образоваться при попадании в мельницу металлических частей (болтов, гаек), которые в угле часто встречаются. Магнитный сепаратор служит для удаления из угля железных частей перед поступлением в мельницу.

Кроме того, вся система приготовления пыли должна быть заземлена во избежание образования искр от разрядов статического электричества.



Фиг. 266. Магнитный сепаратор.

тричества, получающегося при трении пыли о трубопровод, при трении приводных ремней (о мерах борьбы со статическим электричеством см. § 75).

Помимо применения рассмотренных предохранительных устройств и безопасных способов эксплуатации системы, необходимо проводить строгий режим: соблюдать чистоту в помещении, регулярно счищать пыль со стен, подоконников, перекрытий и с внешних поверхностей оборудования, производить регулярно чистку моторов пылесосами; следить за исправным состоянием проводки электрооборудования и заземлением мельничного оборудования; не допускать попадания в уголь смазки, которая может ускорить самовозгорание; воспретить курение и применение открытого огня в помещениях приготовления пыли. Перед остановкой печей больше чем на 2 дня опорожнить все элементы оборудования от содержащейся в них пыли; следить за плотностью пылепроводов и других элементов системы.

4. Текстильные производства

Текстильные предприятия по характеру технологического процесса однотипны. Если предприятия служат для обработки хлопка и получения из хлопка нитки, то принципиальная схема технологического процесса представляется в следующем виде:

1) Рыхление — превращение спрессованного в кипы хлопка в рыхлую массу и очистка его от посторонних примесей.

2) Трепание, — предназначенное для дальнейшего рыхления и очистки хлопка от сорных примесей и коротких волокон (пуха).

3) Кардочесание, — имеющее назначение для дальнейшей очистки хлопка от примесей, разделение пучков хлопка на отдельные волокна, превращение массы хлопка в ленту, близкую к пряже.

4) Прядение — получение из хлопковой ленты нитки, идущей после соответствующей обработки на производство ткани.

Указанные основные стадии технологического процесса наиболее опасны в пожарном отношении. На основе приведенных стадий технологического процесса можно установить общие причины пожаров и меры их устранения для текстильного производства в целом.

Общие причины пожаров при обработке хлопка следующие:

а) образование легковоспламеняющейся хлопковой пыли как внутри агрегатов, а также и в самих производственных помещениях;

б) образование искр в хлопкообрабатывающих машинах в результате попадания в них посторонних металлических и других предметов, находящихся в хлопке;

в) нагревание подшипников и воспламенение их смазки или находящейся на них пыли;

г) искрение от порчи или неправильной работы электросиловых или осветительных машин и аппаратов;

д) воспламенение пыли, осевшей на оборудовании от разрядов статического электричества;

е) самовозгорание хлопка, находящегося длительно в промасленном состоянии в агрегатах;

ж) небрежное обращение с огнем (например, курение).

Пожарная опасность на хлопкообрабатывающих предприятиях усугубляется возможностью быстрого распространения огня по вентиляционным системам, по пневматическим трубопроводам, транспортирующим хлопок из одного помещения в другое по этажам, по помещению и оборудованию, которое не всегда очищается от пыли. Кроме того, перекрытия значительно пропитаны смазочными маслами, если они сгораемые, то огонь быстро может распространиться по этажам.

Для устранения производственных причин пожаров на текстильных предприятиях должны соблюдаться следующие основные меры профилактики:

а) Хлопок, идущий на рыхление, нужно просматривать и перебирать. Вскрытие кип при помощи топора, лома недопустимо, во избежание высекания искр. В кипоразбивателях при входе в него хлопка и внутри должны быть установлены магнитные сепараторы.

б) Систематически вести наблюдение за исправной смазкой во всех машинах и за температурой нагрева наиболее трущихся частей агрегатов.

в) Во избежание искрения от вентиляторов, моторов и прочего оборудования следить за исправной их работой и изоляцией электрических контактов. Электрооборудование и вентиляция должны быть выполнены, как для производств категории В.

г) На главных воздуховодах, их ответвлениях и в местах перехода воздуховодов через стены или перекрытия, должны быть установлены противопожарные заслонки автоматического и ручного действия.

д) Должен поддерживаться жесткий противопожарный режим в части уборки помещений и оборудования от пыли, соблюдения мер пожарной безопасности при ремонтных работах, при пользовании различными инструментами и электроприборами.

е) Устройство зданий и планировка текстильных предприятий, устройство противопожарного водопровода, отопления, электросвязи и прочего санитарно-технического и противопожарного оборудования должно проводиться на основании специальных правил и норм с учетом отнесения данного производства к категории В (ОСТ 90015—39).

5. Мукомольное производство

Определение пожарной опасности в мукомольных предприятиях особой сложности не представляет, ибо эта опасность заключается в основном в возможности взрыва пылевоздушной смеси при наличии соответствующего, теплового импульса. Огнеопасность же мучной пыли уже рассмотрена.

Технологический процесс мукомольного производства складывается из следующих основных операций:

- а) Прием зерна с транспорта и подача его в зернохранилище.
- б) Очистка зерна от вредных примесей, сорных растений, камня, песка, металлических предметов при помощи сит, веялок, сепараторов, триеров.
- в) Сушка зерна до момента размола или перед хранением.
- г) Белая очистка от пшеницы и пыли; может быть мокрая в моечных машинах и сухая — наждачная обойка — в шелушительных и в щеточных машинах.
- д) Рассев и наполнение мешков зерном.

Причины пожаров на мукомольных предприятиях следующие:

- а) Неисправная работа сушилок, перегрев зерна при сушке.
- б) Искрообразование в агрегатах, вследствие попадания в них во время работы посторонних металлических предметов.
- в) Возможность образования взрывоопасных концентраций в агрегатах и помещениях.
- г) Искрообразование от электрооборудования и другие причины пожаров, связанные с эксплуатацией силовых и осветительных электросетей.
- д) Перегрев подшипников и других трущихся частей и механизмов при несовершенной смазке или неправильной работе.
- е) Несоблюдение противопожарного режима, установленного для агрегата, цеха или предприятия в целом.

Пожарная опасность мукомольного производства усугубляется возможностью быстрого распространения огня по транспортным и вентиляционным установкам.

Для устранения указанных основных причин пожаров в мукомольных производствах нужно соблюдать следующие меры профилактики:

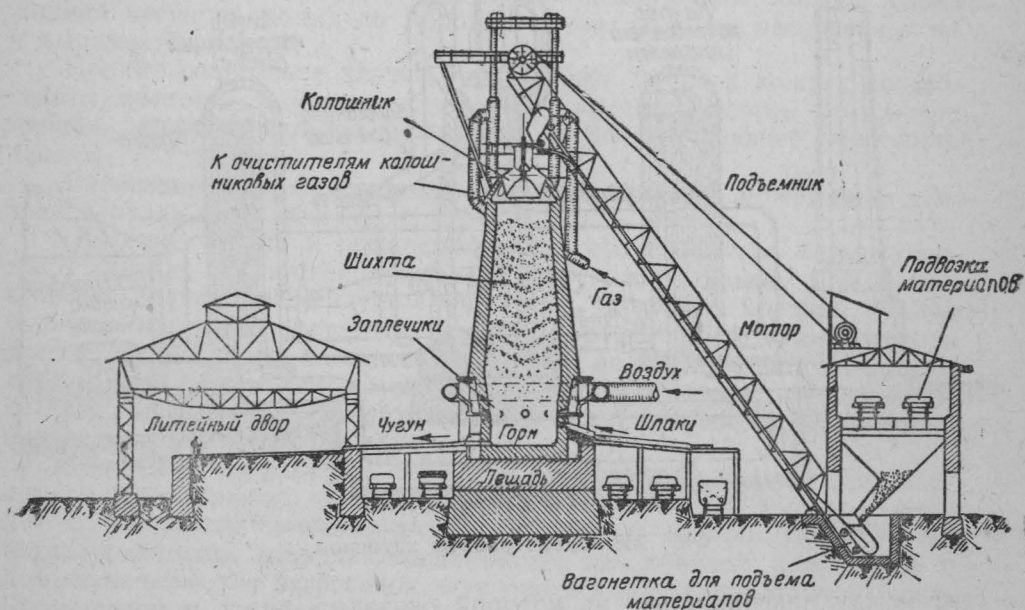
- а) Должен быть установлен строгий режим и контроль при сушке зерна.
- б) В местах прохождения зерна в очистные или размольные машины должны быть установлены магнитные сепараторы.
- в) Аппаратура и трубопроводы должны быть по возможности герметическими.
- г) Агрегаты для очистки и размола зерна должны быть максимально снабжены аспираторами.
- д) Должно быть систематическое наблюдение и уход за подшипниками и другими трущимися частями.
- е) Должна производиться систематическая тщательная уборка помещения и оборудования от пыли.
- ж) Нужно строго соблюдать установленный режим при различных ремонтных работах; при наличии огневых работ должен быть установлен пожарный пост.
- к) Устройство здания, его электрооборудование, устройство вентиляции и отопления должны соответствовать специальным требованиям для мукомольных производств и требованиям ОСТ 90015—39.

**ПРОИЗВОДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ВЫРАБОТКОЙ И ОБРАБОТКОЙ
МЕТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР.
ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ
И МЕРЫ ЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ**

§ 88. Причины пожаров и их предупреждение при получении чугуна

1. Общие сведения о получении чугуна

Сущность процессов, происходящих при получении чугуна, сводится к следующему. Образующаяся при горении кокса окись углерода воздействует на раскаленные куски угля и восстанавливает железо из его окислов, находящихся в руде. Восстановленное железо насыщается углеродом и легко плавится. Пустая порода, к которой присоединен флюс, образует шлак.



Фиг. 267. Разрез доменной печи.

Чугун получается в доменных печах (фиг. 267).

Около печи проложен кольцевой воздухопровод, футерованный огнеупорным кирпичом. Нагретый воздух идет из воздухопровода в доменную печь через фурменные приборы. Отверстия для ввода воздуха в печь защищены фурмами и амбразурами, охлаждаемыми водой.

Воздух подогревается (до температуры 600—850°) в специальных устройствах — кауперах (фиг. 268).

Доменные цехи обычно имеют несколько доменных печей. Располагают их парами. Часть заводской площади около доменных печей имеет перекрытие (литейный двор).

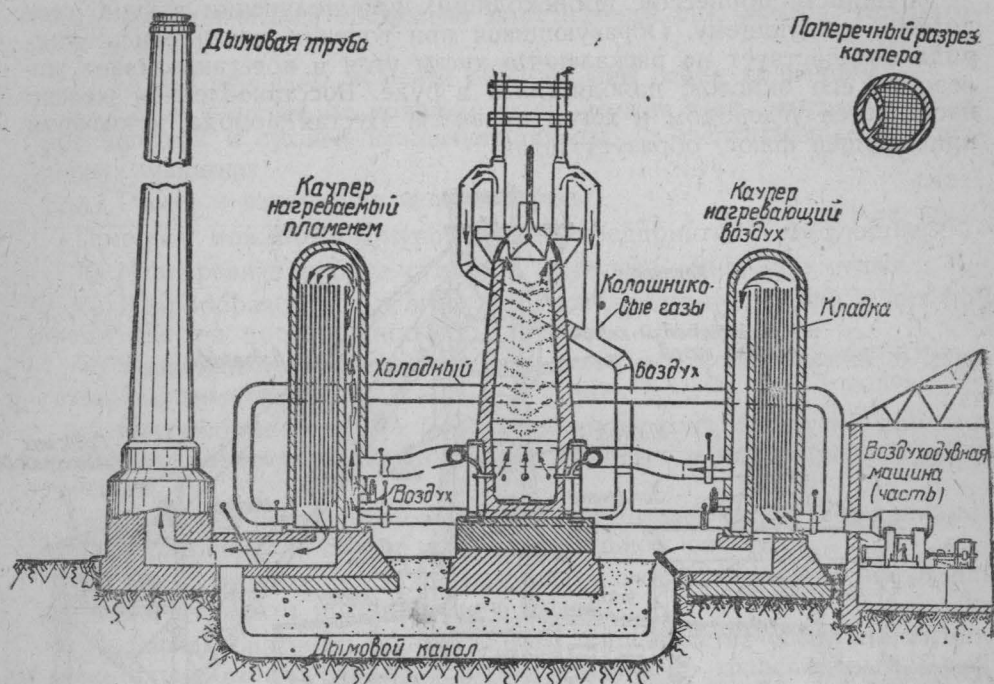
2. Причины пожаров и взрывов при получении чугуна и меры профилактики

Взрывы, влекущие за собой большие пожары на металлургических заводах, можно разбить на две группы: а) взрывы жидкого металла и б) взрывы газовых смесей.

Взрывы жидкого металла происходят при соприкосании его с влагой и только в том случае, если влага оказалась накрытой расплавленной массой.

Тщательно проанализировав взаимодействие расплавленного металла с водой, можно прийти к выводу, что химической реакции, протекающей с большой скоростью и с большим выделением тепла и газообразных продуктов, в данном случае не происходит.

Выделение теплоты отсутствует, наоборот, теплота расплавленного металла тратится на парообразование. Металл разлетается на значительное расстояние под действием пара, который, благодаря высокой температуре, образовался мгновенно в ограниченном простран-



Фиг. 268. Схема работы кауперов.

стве между поверхностью, на которой оказалась влага, и поверхностью соприкосания с ней металла. Следовательно, происходит явление физическое, напоминающее взрыв парового котла.

Причиной взрыва металла служит мгновенное парообразование в замкнутом пространстве. Однако часть влаги может при этом оказаться разложенной с образованием водорода. Водород в смеси с кислородом будет способствовать усилению взрыва. При гранулировании чугуна или шлака всегда наблюдается на поверхности воды синее пламя, это и есть пламя водорода, образовавшегося вследствие разложения воды.

Если расплавленный металл в небольшом количестве попадает в большое количество воды, взрыва не происходит (например, при грануляции). Но если влаги немного, а расплавленного металла много, происходит довольно сильные и разрушительные взрывы. Такие случаи могут быть при очистке ковшей, когда опрокидывают ковши над ямой с водой; при побегах жидкого чугуна на влажное место, при наливании металла в сырой ковш, при выпускании чугуна по мокрому жолобу.

Для предупреждения взрывов при попадании расплавленного металла на влажные места, нужно создать такие условия, чтобы обра-

зовавшийся пар не оказался в ограниченном пространстве. Такой мерой служит посыпка песком: жолобов, полов около плавильных печей; пар легко может уйти внутрь песка и взрыва не происходит. Не происходит взрыва также и при поливке расплавленного металла водой сверху, так как пар не имеет ограниченного пространства и уходит в атмосферу.

Одна из причин несчастных случаев при работе доменной печи это «прорывы» — разрушения кладки доменной печи в той или иной ее части.

Прорывы стенок горна доменной печи наблюдаются в результате:

- а) разъедания стенок дутьем, особенно над чугунной леткой;
- б) химического действия жидкого чугуна и шлака на кирпичную кладку;
- в) механического действия чугуна в швах кладки.

Независимо от толщины стен горна и интенсивности их охлаждения, кладка все же разрушается. Стенки становятся тонкими и сохраняют свою форму только вследствие охлаждения и крепления металлическим кожухом. В результате разрушения кладки горна жидкий чугун проходит до холодильников и брони, расплавляет их и вырывается наружу.

Помимо разъедания кладки, прониканию чугуна к кожуху способствуют трещины в кладке. Средством, препятствующим появлению трещин, служит сильное крепление горна, создающее плотность кладки.

Временной мерой устранения опасности прорыва может быть усиленное охлаждение кожуха.

Прорывы чугуна и преждевременные его побеги из летки угрожают зданию, где производится выпуск чугуна из домны. Для предохранения здания рекомендуется применять бетонные колонны, а при наличии железных — ставить их на высокие бетонные подушки. Кровля должна быть из огнестойкого или полугонестойкого материала, так как пожар легко может возникнуть от брызг или взрывов, а также от действия лучистой теплоты, распространяющейся от расплавленного металла.

Взрывы газовых смесей. В состав доменного газа входит до 30% горючих частей и, главным образом, CO (окись углерода) с небольшим добавлением H_2 (водорода) и CH_4 (метана). На металлургических заводах доменный газ как топливо используют в доменном цехе для нагревания кауперов и в котельной воздухоудвки. Кроме того, его сжигают или в чистом виде, или в смеси с коксовым газом в мартеновских печах сталелитейного цеха и нагревательных печах кузниц, прокатного, термического и других подобных цехов.

Из домны по газопроводу газ выходит со значительным количеством пыли, и поэтому перед употреблением проходит очистку.

Для отключения газопроводов от доменной печи наверху печи, с каждой стороны, ставят специальные клапаны. Чтобы клапан не коробился и не пропускал газа (чтобы при остановках печи не создавалась взрывчатая смесь), его делают из чугуна или стали. Для управления клапаном на площадке, у самой доменной печи, установлена лебедка, на которую наматывается канат, поднимающий и опускающий клапан.

Взрывы при эксплуатации доменного газа могут быть в различных установках. Природа взрывов и противопожарные мероприятия в различных установках, имеющих дело с доменными газами, аналогичны рассмотренным в гл. III, § 83.

Чугунолитейные цехи

Литейный чугун обычно отливается в чушки. Чушки направляют в чугунолитейные цехи, где идет их переплавка в вагранках. Помимо

доменного чугуна, в вагранки идет также чугунный бой и отчасти стальной scrap. Вагранка в простейшем виде представляет собой железный цилиндр, выложенный внутри шмотным кирпичом (фиг. 269)

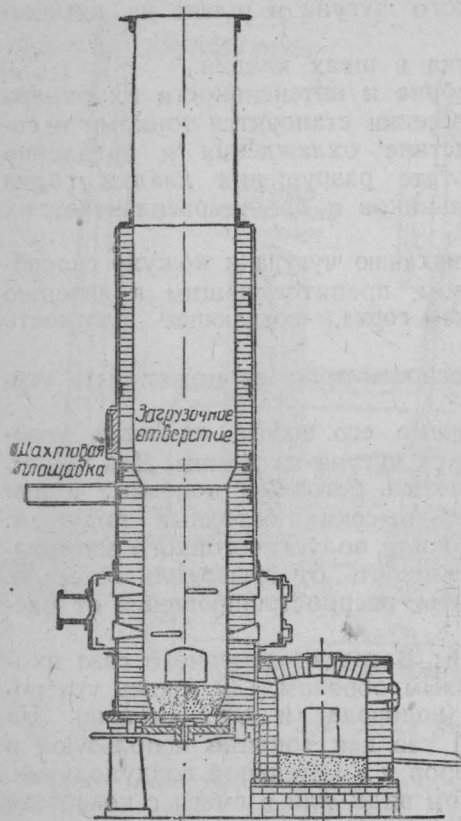
Вверху кожуха имеется отверстие для загрузки чугуна и кокса (шихты). Отверстие это называется шихтовым (колошниковым).

Воздух в вагранку подается через ряд фурм, расположенных по окружности вагранки. Для выпуска чугуна делается специальное отверстие (летка), выше его находится отверстие для выпуска шлака (шлаковая летка).

Из трубы вагранки во время работы вылетают в большом количестве искры. Если литейная расположена в близком соседстве с другими постройками, то при неправильном устройстве искроуловителя легко может возникнуть пожар от падения искр на крыши.

Искроуловитель по конструкции и действию должен удовлетворять двум условиям: 1) не пропускать искр, 2) не затруднять тягу, так как это отражается на ходе плавки и ведет к наполнению колошникового помещения газами.

Когда прекращается подача дутья в вагранку, из горна вагранки может проникнуть газ в воздушную камеру и воздухопровод. Газ этот, смешиваясь с воздухом, образует взрывчатую смесь, и при возобновлении дутья эта смесь попадает в вагранку, где, воспламенившись, производит серьезные взрывы. Поэтому при временных перерывах дутья надо следить за удалением накопившейся окиси углерода, для чего немедленно после остановки дутья необходимо открыть все фурменные заслонки. Тогда выходящий из вагранки угарный газ будет целиком сгорать, как только он придет в соприкосновение с притекающим извне воздухом. При следующем пуске дутья фурменные заслонки должны в течение некоторо-



Фиг. 269. Разрез вагранки.

го времени (примерно 0,5 мин.) оставаться открытыми, чтобы имеющаяся в воздушной камере смесь газов могла выйти наружу. За этим надо строго следить, так как даже кратковременная остановка может повлечь за собой взрыв и пожар. При остановке вагранки на продолжительное время (более часа) сверх загрузки насыпают слой мелкого кокса и поверх него древесноугольную мелочь. При новом пуске вагранки открывают фурмы и выпускное очко и минут через 10, в течение которых должны улетучиться собравшиеся взрывчатые газы, пускают дутье. С полминуты дуют при открытых фурменных клапанах, а выпускное окно закрывают лишь тогда, когда покажется жидкий чугун.

В случае применения почти бесшумных турбовентилаторов вагранщик может не заметить прекращения дутья. Ввиду этого вагранки нужно снабжать автоматически действующими предохранителями.

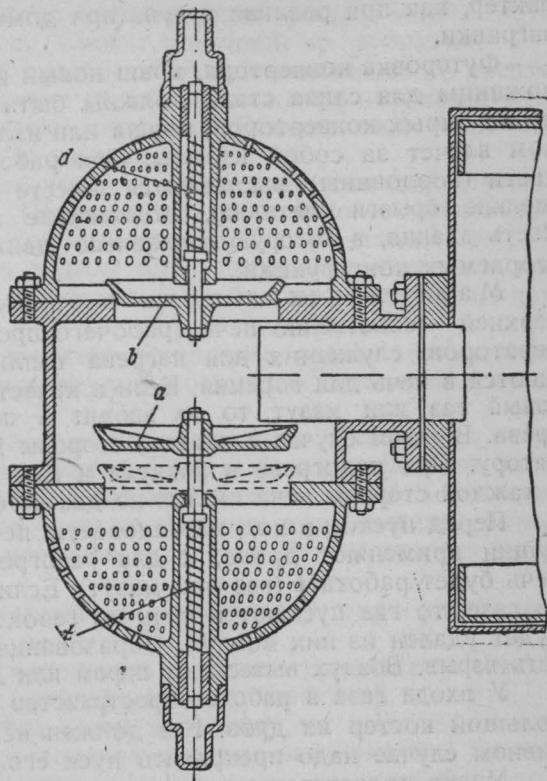
Обыкновенные предохранительные клапаны, устанавливаемые на воздушной коробке или на воздухопроводе, несколько смягчают мелкие взрывы, но бессильны против серьезных взрывов. Положительные

результаты в этом отношении дает двойной предохранительный клапан (фиг. 270). В нем имеются два тарельчатых клапана — всасывающий *a* и выпускной *b*. Пружина *c* всасывающего клапана отрегулирована так, что клапан закрывается лишь под давлением в коробке, превышающем 200 мм водяного столба. Таким образом, как только прекратится дутье, клапан *b* открывает доступ наружного воздуха в коробку, а из него в фурмы так, что окись углерода не выходит через фурмы из вагранки, а если бы вышла, то тут же, при выходе из фурмы, была бы сожжена в наружном воздухе.

При возобновлении дутья давление не сразу подымается до 200 мм водяного столба, и, следовательно, клапан *b* остается некоторое время открытым, давая возможность выхода гремучей смеси, если она образовалась в коробке и не была сожжена. Клапан автоматически выполняет те манипуляции, которые необходимы при внезапной остановке дутья.

Выпускной клапан *b* регулируется пружиной *d* на максимальное давление и представляет собой обычный предохранительный клапан. При наличии центробежных вентиляторов он бесполезен, так как в этих вентиляторах давление зависит только от скорости движения лопаток, и при уменьшении выпускного отверстия количество подаваемого воздуха само собой уменьшается пропорционально сечению, без повышения давления.

При наличии же коробчатых вентиляторов этот клапан оказывает существенную пользу, так как при зашлаковании фурм и стеснении прохода воздуха в вагранку открывает свободный выход наружу излишнему воздуху, чем устраняет перегрузку вентилятора. Шум, происходящий вследствие всасывания или выхода воздуха через предохранительный клапан, дает знать вагранщику о происшедшем перебое дутья.



Фиг. 270. Двойной предохранительный клапан.

§ 89. Общие сведения о производстве стали.

Для получения стали из чугуна нужно удалить часть углерода (до 0,1—2%) и другие примеси. Это можно сделать в специальных печах, дающих высокую температуру, — мартеновских и электропечах.

Кроме того, для получения стали применяют бессемеровский способ, при котором через жидкий чугун, в специальном грушевидном сосуде — конверторе, пропускают воздух и за счет кислорода воздуха выжигают углерод из чугуна. Сталь, полученная таким способом, называется бессемеровской.

Конвертор Бессемера футерован внутри динасом или кварцевой массой. При помощи специальных механизмов конвертор может быть наклонен для выливания готовой продукции и для приема чугуна. В нижней части конвертора имеются устройства для ввода воздуха: сверху — открытое отверстие, которое служит для наливания и выливания металла, а также для выхода газов — продуктов горения углерода (CO_2).

Пожарная опасность в бессемеровском цехе имеет такой же характер, как при разливе чугуна при доменной плавке или при работе вагранки.

Футеровка конвертора, ковш новый или отремонтированный и изложницы для слива стали должны быть хорошо просушены. Наполнение сырых конверторов, ковша или изложниц расплавленным металлом влечет за собой взрывы. При работе конвертора из узкой его части (горловины) вырываются вместе с газом и пламенем искры (мелкие брызги металла), отлетающие на значительное расстояние. Часть здания, в которую направлено движение искр, не должна иметь сгораемых конструкций.

Мартеновская печь в основном состоит из двух частей: верхней — собственно печи (рабочего пространства) и нижней — регенераторов, служащих для нагрева топлива и воздуха, которые подаются в печь для горения. Если в качестве топлива применяется коксовый газ или мазут, то их вводят в печное пространство без подогрева. В таком случае с каждой стороны печи стоит по одному регенератору. При подогреве и воздуха и газа (регенераторный, смешанный) с каждой стороны печи имеется по два регенератора.

Перед пуском в ход мартеновскую печь сушат и разогревают. Для сушки применяют дрова, а для разогрева то топливо, на котором печь будет работать (газ или мазут). Если мартеновская печь работает на газе, то газ пускают в печь по газоходам только после того, как будет удален из них воздух. Образование гремучей смеси может вызвать взрыв. Воздух вытесняют паром или дымом.

У входа газа в рабочее пространство печи должен быть разложен большой костер из дров. Газ должен немедленно загореться, в противном случае надо прекратить пуск его в печь.

Мазут подается непосредственно в печь при помощи форсунок и распыляется воздухом или паром. Для лучшего распыления мазут должен быть подогрет. К форсункам мазут подводится или под напором, создаваемым расположенными выше печей расходными баками, либо насосами.

Нужно остерегаться забрасывания в печь сырой шихты (зимой обледеневшей и покрытой снегом). Попавшие вместе с шихтой в печь вода, лед или снег моментально превращаются в пар, что создает взрыв.

Электрические печи. В настоящее время широкое применение в сталелитейных цехах получили электрические печи. Помимо удобства обслуживания и компактности эти печи дают сталь (электро-сталь) лучшего качества.

Современные печи для выплавки стали работают в основном на трехфазном токе. Между электродами создается вольтова дуга, дающая температуру около 3000° .

Причины пожаров и взрывов в электропечах в основном те же, что и в других установках для производства чугуна и стали.

§ 90. Пожарная профилактика при горячей обработке металлов

В прокатных цехах раскаленный металл в виде болванок пропускают много раз между вальцами прокатных станов, блюмингов. В зависимости от формы вальцов получают: листы железа, проволока,

рельсы, балки, трубы, различные изделия углового и круглого сечения.

Болванки привозят в мастерские горячей обработки в горячем или холодном виде, и независимо от их температуры помещают предварительно в печи для доведения их до температуры, близкой к сварочной.

Пожарная опасность возникает от пламени, которое выбрасывается из печи не только в виде сажи. Часто приходится наблюдать, как вылетают и подхватываются тягой воздуха кверху искры, которые, попадая на осевшую сажу, служат причиной ее загорания.

Усиленная тяга воздуха способствует возникновению и распространению пожара. Во избежание подобных пожаров необходимо накопившуюся сажу периодически очищать. Обычно сажу очищают водой при помощи рукавов и стволов.

Более надежно снабжение печей приспособлениями для удаления продуктов горения, копоти. Приспособления эти могут действовать естественной тягой или при помощи эксгаустеров (вентиляторов).

Кроме того, каждая печь должна быть снабжена зонтами или колпаками с вытяжкой наружу, что также способствует удалению из цеха копоти.

Если по условиям производства постоянные зонты препятствуют работе, можно устраивать над печами подвижные или передвижные зонты.

На заводах, расположенных вблизи доменных и коксовых печей, применяют для сжигания в нагревательных печах доменный газ в смеси с коксовым. Один доменный газ недостаточно высок по калорийности и его сжигают с более богатым горючим компонентом — коксовым газом (так же, как и в мартеновских печах, но там процент коксового газа больший).

Газ из смесительной станции по газопроводу подходит к цеху и по рукавам расходится к печам.

Опасности при использовании газа в нагревательных печах те же, что и при его применении в котлах или кауперах.

На время отсутствия газа печи переводят на жидкое топливо. Расходные бачки с резервом топлива должны находиться в безопасном месте в закрытом состоянии.

Нагревательные печи нельзя ставить близко к деревянным частям здания, так как они могут воспламениться от высокой температуры, развиваемой печами.

В вытяжных трубах с течением времени появляется большой осадок сажи, которая от искры загорается, и горение вследствие действия вентиляторов быстро распространяется по железному трубопроводу, накаляя его докрасна. Поэтому прокладка трубопровода около деревянных частей здания не разрешается. В случае же необходимости, особенно если вытяжка проходит через сгораемое перекрытие, железный трубопровод должен быть изолирован нетеплопроводным слоем (асбестом или песочницей).

В цехах горячей обработки стены и перегородки не должны иметь деревянных частей. Нельзя допускать в цехах луж воды (охлаждающей, дождевой, протекающей через кровлю). Образовавшиеся лужи необходимо немедленно засыпать песком, особенно если раскаленный металл от печей к молотам или прокатным станам подают вручную на тачках.

Во времяковки от молота разлетаются раскаленные кусочки окалины, иногда довольно значительных размеров (в несколько граммов). Попадая на деревянное перекрытие, такой кусочек может служить причиной пожара.

Мерой профилактики служит защита сгораемых перекрытий или, в крайнем случае, устройство железного кожуха над молотами. Кожух

под действием температуры и газов, имеющих в кузнице, подвергается коррозии, и на нем образуются отверстия, через которые на перекрытия может лететь окалина. Поэтому кожух периодически нужно заменять новым. Такую же опасность представляет циркулярная пила, разрезающая длинный сортовой прокат в раскаленном состоянии на части. Во время работы из-под нее в большом количестве сыплются искры (раскаленные опилки металла), разлетаясь на большое расстояние и, попадая на дерево, зажигают его. Противопожарной мерой служит защита сгораемых конструкций и устройство защитных зонтов или кожухов, если перекрытие не огнестойкое или полуюгнестойкое.

Нагретые куски металла, представляющие собой продукцию проката, складывают в каком-либо помещении цеха и иногда в довольно большом количестве. Этот материал действием своей лучистой энергии способен зажечь перекрытия, в особенности, если они низко расположены; поэтому над местами такого складывания раскаленного металла не должно быть сгораемых перекрытий.

Термической или тепловой обработкой стремятся улучшить качество металла, из которого изготовляют изделия. К термической обработке относятся: отжиг, закалка, отпуск.

Отжиг — операция, состоящая в медленном нагревании и охлаждении сплава железа и углерода. Поскольку нагревание и охлаждение происходят медленно на воздухе, этот процесс особой пожарной опасности не представляет.

Закалка осуществляется быстрым охлаждением в какой-либо жидкости металла, нагретого выше 700° . Если нагреть сталь приблизительно до 650° и затем быстро охладить ее, то она твердостью обладать не будет. Она может стать твердой только в том случае, если будет нагрета по крайней мере до 700° , а затем быстро охлаждена. Обычно нагрев бывает выше. Вообще температура закалки стали находится между 725 и 850° , а для быстрорежущей стали температура закалки еще выше.

Если сталь закалить в холодной воде, то она станет твердой и хрупкой, поэтому применяют горячую воду или другие жидкости. Инструменты из быстрорежущей стали закаливают в масле, сале, керосине. Жидкости, дающие умеренную закалку: нефть, мазут, разные растительные масла, сало.

Закалка происходит в специальной закалочной ванне, в которую наливают закалочную жидкость и опускают нагретые инструменты.

Конструкция закалочных ванн различна.

Ванна может состоять из двух неодинаковых резервуаров, вставленных один в другой (фиг. 271), промежуток между резервуарами заполняют для охлаждения водой, а сами резервуары — закалочной жидкостью.

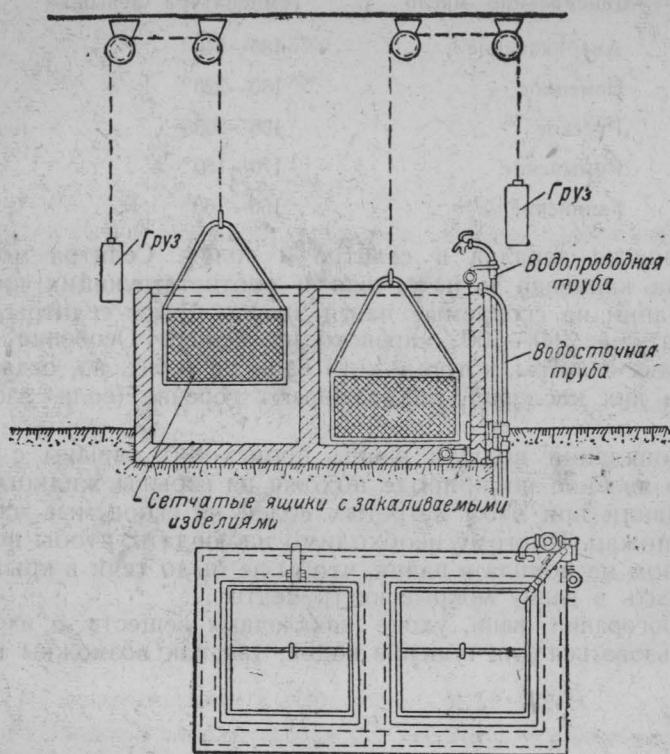
При опускании раскаленных железных предметов жидкость сильно нагревается, и пары ее, достигнув температуры самовоспламенения, могут вспыхнуть, а при закалке в масле могут выделяться взрывоопасные масляные пары.

Для удаления паров из закалочных ванн применяют местную вентиляцию (фиг. 272). На фиг. 272-а показан бортовой отсос масляных паров, а на фиг. 272-б — система горизонтальной воздушной завесы (сдувка и отсос).

Во избежание нагревания и вспышки паров, а затем и самой жидкости при закалке охлаждающая вода между резервуарами все время меняется: свежая, холодная поступает, а нагревшаяся через специальную трубу уходит.

Кроме того, к ванне подведена трубка, по которой поступает холодный воздух, производящий перемешивание жидкости для создания равномерной ее температуры.

Главным предохранением жидкости от воспламенения и образования паров служит охлаждение, за нормальной работой которого и надо следить. Охлаждение иногда достигается и тем, что нагревшееся



Фиг. 271. Закалочная ванна.

масло поступает в холодильник, откуда охлажденное насосом вновь перекачивается в ванну.

Масло в процессе закалки металла может вспыхнуть.

Горящее масло, особенно растительное, развивает очень высокие температуры и трудно поддается тушению.



Фиг. 272. Схема местной вентиляции у закалочных ванн.

На случай пожара нужно иметь под руками песок, золу, огнетушители. Резервуары для закалки должны быть снабжены хорошо закрывающимися крышками, чтобы в случае воспламенения жидкости можно было закрыть резервуар и прекратить доступ воздуха. Целесообразно оборудование ванн стационарной пенной установкой.

Температура вспышки растительных масел и жиров 300—320°. Температура воспламенения на 30—50° выше. Температура вспышки закалочных минеральных масел следующая:

Минеральное масло	Температура вспышки
Американское	185—240°
Немецкое	180—220°
Русское	195—205°
Румынское	170—180°
Галийское	150—160°

Небезопасна закалка в селитре и солях. Селитра может быть употреблена калиевая и натриевая в соответствующих пропорциях. При попадании на сгораемые части здания брызг селитры, нагретых до температуры 360—500°, происходит пожар. Особенно опасны в таких случаях селитры, которые хотя сами не горят, но, отдавая содержащийся в них кислород, поддерживают горение (соли азотной кислоты).

При попадании воды в ванны происходят взрывы с выбросом массы. Это явление по природе похоже на взрывы жидкого металла. При попадании при этом нагретых солей на сгораемые части также возможен пожар. Поэтому необходимо наблюдать, чтобы вода каким-либо образом не попала в ванну, чтобы не было течи в крыше, нельзя также бросать в ванну мокрые инструменты.

При прогорании ванн, уходе закалочных веществ и их загорании нельзя пользоваться для тушения водой, так как возможны взрывы.

ЛИТЕРАТУРА

А. Г. Касаткин. Основные процессы и аппараты химической технологии, Госхимиздат, 1941 г.

Инж.-майор Ф. Л. Логинов. Пожарная профилактика в электросетях и электроустановках. Изд. 1 ПТШ НКВД, 1945.

Н. М. Лужецкий. Противопожарная защита текстильной промышленности, Гизлегпром, 1941 г.

Проф. М. М. Майзель. Процессы и аппараты химической технологии, Академия наук, 1940 г.

И. С. Ройзен. Борьба со взрывами пыли, газов и паров в промышленности, Госхимиздат, 1939 г.

Проф. Л. А. Серя. Курс архитектуры I, II и III том, Госстройиздат, 1939—41 гг.

Н. А. Скворцов. Пожарная профилактика, часть 1, Наркомхоз, 1939 г.

И. С. Стекольников. Физика молнии и грозозащита, 1943 г.

Проф. Б. Г. Тидеман. Д. Б. Сциборский. Химия горения, Наркомхоз, 1940 г.

Л. К. Хрезов. Отопление и вентиляция, ОНТИ, 1936 г.

Правила устройства электротехнических установок промышленных предприятий, Госэнергоиздат, 1944 г.

Справочник по вопросам пожарной охраны, Наркомхоз, 1941 г.

Электротехнические правила и нормы, I и II часть, 1933 г.

О Г Л А В Л Е Н И Е

От издательства	2
---------------------------	---

Часть первая

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПОСТРОЙКЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Глава I

Значение и задача пожарной профилактики. Государственный пожарный надзор и его деятельность

§ 1. Значение пожарной профилактики и ее задачи в системе народного хозяйства	3
§ 2. Государственный пожарный надзор и его деятельность	3

Глава II

Характеристика огнестойкости строительных материалов. Защита материалов от огня

§ 3. Общие свойства и классификация огнестойкости основных строительных материалов	4
§ 4. Огнестойкие строительные материалы	10
§ 5. Полуогнестойкие строительные материалы	21
§ 6. Сгораемые строительные материалы	24
§ 7. Полусгораемые строительные материалы	28
§ 8. Защита сгораемых материалов и конструкций от действия огня и высоких температур	29

Глава III

Общие сведения об устройстве и огнестойкости зданий и конструктивных элементов

§ 9. Общие положения. Сведения об устройстве основания и фундаментов зданий	34
§ 10. Устройство стен и их оценка в пожарном отношении	35
§ 11. Устройство перегородок	41
§ 12. Оценка огнестойкости опор	43
§ 13. Междуетажные и чердачные перекрытия	45
§ 14. Устройство и огнестойкость покрытий	51
§ 15. Устройство и огнестойкость кровель	56
§ 16. Лестничные клетки и лестницы	60
§ 17. Огнестойкость зданий в целом	62

Глава IV

Противопожарные требования к устройству зданий и их планировке на территории

§ 18. Требования к устройству зданий	63
§ 19. Размеры зданий	64
§ 20. Противопожарные преграды	67
§ 21. Оборудование зданий путями эвакуации	79
§ 22. Противопожарные требования к планировке промышленных объектов	89
§ 23. Противопожарные мероприятия при строительных работах	94

Глава V

Противопожарные требования к устройству отопления и вентиляции зданий и к котельным установкам

Отопление

§ 24. Системы отопления. Характеристика видов топлива с точки зрения пожарной опасности	95
§ 25. Системы местного отопления, их пожарная опасность, противопожарные мероприятия	101
§ 26. Центральные системы отопления и их пожарно-техническая оценка	113

Вентиляция

§ 27. Классификация вентиляционных установок	118
§ 28. Пожарно-техническая оценка естественной вентиляции	119
§ 29. Пожарно-техническая оценка искусственной вентиляции	120
§ 30. Противопожарные требования к устройству отдельных частей вентиляционных установок	123
§ 31. Противопожарные мероприятия в рекуперационных установках	130

Котельные установки

§ 32. Общие сведения о котельных и паровых установках	134
§ 33. Взрывы паровых котлов и меры их предупреждения	135
§ 34. Противопожарные требования к устройству котельных помещений	138

Часть вторая

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ СИЛЬНОГО ТОКА ВЫСОКОГО И НИЗКОГО НАПЯЖЕНИЯ

Глава I

Общая классификация и определения

§ 35. Классификация электроизолирующих и защитных материалов по степени сопротивляемости действию высоких температур, паров кислот и воды	140
§ 36. Общая характеристика и определение электроустановок по электро-техническим правилам	144

Глава II

Основные причины пожарной опасности электрического тока. Меры профилактики

§ 37. Общие сведения	146
§ 38. Перегрузка	146
§ 39. Короткое замыкание	149
§ 40. Искрение	151
§ 41. Большие переходные сопротивления	152
§ 42. Токи Фуко	152

Глава III

Противопожарные мероприятия при устройстве электрических сетей

§ 43. Виды проводов и кабелей	153
§ 44. Способы прокладки проводов. Пожарно-техническая оценка проводов	158
§ 45. Способы прокладки кабелей и их пожарно-техническая оценка	181
§ 46. Пожарная опасность при эксплуатации силовых и осветительных сетей	181
§ 47. Противопожарные мероприятия при монтаже и эксплуатации электросетей	182
§ 48. Выбор типа проводки и важнейших ее частей для различных помещений	184

Глава IV

Противопожарные мероприятия при устройстве и эксплуатации электрических приборов и при электросварке

§ 49. Нагревательные приборы	187
§ 50. Измерительные приборы	191
§ 51. Приборы выключения и переключения электрических цепей	192
§ 52. Штепсельные соединения в электрических сетях	194
§ 53. Предохранители для электрических сетей и установок	196

§ 54. Реостаты	211
§ 55. Электрические осветительные лампы и арматура	212
§ 56. Дуговые лампы, электросварка и электроплавильные печи	219
§ 57. Электрическая сварка	219

Глава V

Противопожарные мероприятия при устройстве и эксплуатации электромашин и пусковых аппаратов

§ 58. Общая классификация электромашин	222
§ 59. Пожарная опасность при эксплуатации электромашин	223
§ 60. Противопожарные мероприятия в электромашинах	225
§ 61. Пусковая электротехническая аппаратура	233
§ 62. Выбор безопасных машин и пусковых аппаратов для различных категорий производств	234

Глава VI

Противопожарные мероприятия в распределительных устройствах и аппа- ратах высокого напряжения

§ 63. Общие сведения	235
§ 64. Трансформаторы, причины пожаров и взрывов и противопожарные мероприятия	236
§ 65. Высоковольтные выключатели. Причины пожаров и взрывов и меры пожарной безопасности	245
§ 66. Противопожарные мероприятия в аккумуляторных установках	250
§ 67. Противопожарные требования при устройстве и эксплуатации распре- делительных установок	252

Глава VII

Устройство и эксплуатация электрических установок и сетей в особых условиях

§ 68. Устройство подстанций	255
§ 69. Изменения в электрооборудовании промышленных предприятий	257

Глава VIII

Меры предупреждения пожаров от грозовых разрядов

§ 70. Защита от грозовых разрядов объектов первой и второй категории	259
§ 71. Защита от грозовых разрядов объектов третьей и четвертой категории	262

Глава IX

Порядок пожарно-профилактического обследования электроустановок и сетей

§ 72. Общие сведения	263
§ 73. Порядок обследования электрических сетей и электроустановок	264

Часть третья

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Глава I

Определения пожарной опасности производств

§ 74. Факторы, определяющие пожарную опасность производств	268
§ 75. Опасные моменты общего характера на производствах. Группировка производств по степени пожарной опасности	269

Глава II

Производства, вырабатывающие и потребляющие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Принцип определения пожарной опасности и меры ее предупреждения

§ 76. Пожарная характеристика наиболее часто встречающихся легковос- пламеняющихся и горючих жидкостей	273
§ 77. Противопожарные мероприятия при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	285
§ 78. Транспортировка легковоспламеняющихся и горючих жидкостей из хранилища в цех и загрузка их в аппаратуру	313

§ 79. Общие причины пожаров и взрывов и противопожарные мероприятия в производственных процессах с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	315
§ 80. Общие причины пожаров и взрывов и противопожарные мероприятия в производствах, вырабатывающих легковоспламеняющиеся и горючие жидкости	326

Глава III

Производства, вырабатывающие и потребляющие огнеопасные газы. Принцип определения пожарной опасности и меры ее предупреждения

§ 81. Пожарная характеристика наиболее часто встречающихся огнеопасных газов	334
§ 82. Способы хранения горючих газов	339
§ 83. Общие противопожарные мероприятия в производственных процессах, связанных с получением горючих газов	349

Глава IV

Производства, связанные с выделением, получением и применением горючей пыли и обработкой горючих материалов. Принцип определения пожарной опасности и меры ее предупреждения

§ 84. Пожарная характеристика горючих пылей и материалов	360
§ 85. Противопожарные мероприятия при хранении твердых горючих материалов	363
§ 86. Транспортировка твердых горючих материалов внутри производств	369
§ 87. Общие причины пожаров и противопожарные мероприятия в производствах, связанных с обработкой горючих материалов и выработкой пылей	370

Глава V

Производства, связанные с выработкой и обработкой металлов в условиях высоких температур. Принцип определения пожарной опасности и меры ее предупреждения

§ 88. Причины пожаров и их предупреждение при получении чугуна	381
§ 89. Общие сведения о производстве стали	385
§ 90. Пожарная профилактика при горячей обработке металлов	386
Литература	391

Редактор Н. П. Ермолов
Техн. редактор Е. Петровская



Сдано в набор 9/1 1945
Подписано к печати 10/XII 1945
Тираж 5 000



Цена 35 руб. Переплет 2 руб.
Л 139634, Формат бум. 70 × 108/16. Печ. л. 24,75
Печ. зн. в печ. л. 70 000. Учетно-изд. л. 42,5.
Типогр. им. Воровского, Москва, ул. Дзержин-
ского, 18.