

Р.65 11.1.58

М.Я. РОЙТМАН

ПОЖАРНАЯ
ПРОФИЛАКТИКА
В
СТРОИТЕЛЬНОМ
ДЕЛЕ



ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

Проверено

М. Я. РОЙТМАН
кандидат технических наук

62444
Р.65
П.1:38

ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА В СТРОИТЕЛЬНОМ ДЕЛЕ

7996
30675



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва—1954

к

В книге изложены вопросы огнестойкости зданий, устройства противопожарных преград, пожарной безопасности отопительно-вентиляционных систем, пожарно-технического обследования строительных элементов и планировки зданий.

Книга предназначена для инженерно-технических работников пожарной охраны и может служить полезным пособием для слушателей пожарно-технических учебных заведений.

М. Я. Ройтман. Пожарная профилактика в строительном деле

Редактор В. А. Пчелинцев. Редактор издательства Е. Б. Винокурова

Переплет художника Г. В. Лаврухина

Техн. редактор Е. Петровская

Корректоры О. Ю. Каперская и Б. И. Айрапетян

Сдано в набор 23/1 1954 г. Подписано к печати 30/IV 1954 г.
Л37244. Форм. бум. 60×92/16. Тираж 20 000 (1-й завод (1—10000). Печ. л. 20.
Уч.-изд. л. 21,25. Изд. № 1456. Заказ 481.

Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР,
Москва К-12, Ипатьевский пер., д. 14.

Типография изд-ва Министерства коммунального хозяйства РСФСР,
г. Перово, ул. Плещева, 22.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Советском Союзе охрана народного достояния и личной собственности граждан от пожара рассматривается как дело государственной важности. Проблемой предупреждения пожаров занимаются научно-исследовательские институты, специальные лаборатории при управлениях пожарной охраны больших городов, крупные советские ученые.

В борьбе с пожарами важнейшее значение имеет пожарная профилактика — предупреждение пожаров инженерно-техническими и организационными мероприятиями.

При строительстве зданий и сооружений о пожарной безопасности необходимо заботиться с момента их проектирования. Настоящая книга посвящена вопросам пожарной профилактики при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных сооружений, жилых, общественных и иных зданий. В ней подробно рассматриваются вопросы огнестойкости строительных элементов зданий и сооружений, устройства противопожарных преград и пожарной безопасности отопительно-вентиляционных систем.

Некоторые вопросы изменения прочности строительных материалов и конструкций при действии высоких температур, а также выбора огнестойкости зданий объединены в разделе «Огнестойкость здания». В основу его положены работы Центрального научно-исследовательского института противопожарной обороны (ЦНИИПО) советских ученых — К. Д. Некрасова, В. И. Мурашева, И. Е. Гурвич, Г. М. Рушук и других — по исследованию прочности строительных материалов и конструкций.

Вопросы локализации пожаров освещены в разделе «Противопожарные преграды», в котором использованы работы проф. Л. А. Серк, дополненные и измененные автором, обобщившим опыт пожарной охраны и проектных организаций.

НЕАТМОСФЕРОУСТОЙЧИВЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

№ рецепта	Наименование покрытия	Рецепт покрытия	Содержание компонентов в % (всех)	Расход огнезащитного состава на 1 м² поверхности в г	Время практического высыхания в час.	Огнезащитное свойство — потеря в весе при огневом испытании в %		Гигроскопичность — относительная влажность воздуха				Стойкость во времени				Огнезащитное свойство после искусственного старения — потеря в весе при огневом испытании в % (по методу «фанерных образцов»)	Корродирующее действие — потеря в весе стальной пластинки в г/м² час			
						по методу «огневой трубы»	по методу «фанерных образцов»	φ = 80%		φ = 100%		в комнатных условиях		при искусственном старении			при нанесении покрытия на металл		при контакте металла с покрытием, нанесенным на дерево	
								% поглощения влаги	состояние покрытия	% поглощения влаги	состояние покрытия	время испытания в мес.	состояние покрытия	время испытания в днях	состояние покрытия		φ = 80%	φ = 100%	φ = 80%	φ = 100%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Краска СК-Г	Жидкое стекло Мел Глицерин Цинковые белила Вода	37,1 37,1 1,9 1,9 22,0	500	12	12,7	17,9	5,35	Изменений нет	15,8	Покровтие мелит; наблюдается отслаивание пленки	12	Покровтие мелит	15	Мелкая сетка и белый налет	—	0,0035	Нет	0,0096	0,0025
2	Краска СК-ХЭМ	Жидкое стекло Мел Сурик железный Глицерин Цинковые белила Эмульсия хлорпарафина Вода	37,1 36,5 0,6 1,9 1,9 10,0 12,0	550	12	11,0	10,8	4,78	То же	15,8	На покрытие имеется зеленый налет, легко удаляемый при протирании	12	Изменений нет	15	Незначительное растрескивание пленки	16,1 *	0,0063	0,0077	0,0019	0,0076
3	Краска ХЛ-К	Литопон Окись магния Хлористый кальций — раствор уд. веса — 1,37 Хлористый магний — раствор уд. веса — 1,27 Вода	20,0 25,0 5,0 42,5 7,5	500	24	13,93	7,5	5,35	„	24,7	Изменений нет	12	То же	15	Изменений нет	16,8	0,0121	0,0465	0,0200	0,0470
4	Краска ПК-С	а) Поверхностная огнезащитная пропитка см. рец. 8 б) Краска: литопон и пигмент для подцветки Тальк Глицерин Карбамидная смола, разбавленная водой 1:1	35,48 14,19 3,47 46,87	400	24	18,0	18,5	1,92	„	25,8	То же	12	„	15	То же	17,8	0,0140	0,0177	Нет	0,0372
5	Краска СГ-К	Сульфитный шло Глина Вода	25,0 50,0 25	1000	12	14,8	11,0	4,05	„	12,5	Липкое	10	„	15	„	10,2	0,0161	0,0452	0,0047	0,0555
6	Краска СС-Г	Суперфосфат Сульфитный шло Глина и пигмент для подцветки Вода	25,0 15,0 25,0 35,0	2000	12	10,98	12,4	8,13	„	27,3	То же	10	„	15	Мелкая сетка	18,9	0,0229	0,0240	0,0437	0,1464
7	Суперфосфатная обмазка	Суперфосфат Вода	70,0 30,0	2000	12	11,2	7,26	2,2	„	15,2	Влажное	10	„	15	Изменений нет	8,0	0,0401	0,0747	0,0249	0,1190
8	Поверхностная огнезащитная пропитка	Диаммоний фосфат Сульфат аммония Соляровый контакт Вода	20,0 5,0 3,0 72,0	1100	24	17,9	17,8	14,56	„	56,8	То же	—	—	15	То же	18,6	—	—	—	0,0300**

* Для рецепта № 2 в графе 17 указан результат огневых испытаний образцов после выдержки их в комнатных условиях в течение года.

** Потеря в весе при коррозии неокрашенных контрольных стальных пластинок в условиях φ_{воз} = 80% — 0,0070 г/м² · час, в условиях φ_{воз} = 100% — 0,0093 г/м² · час. При контакте металла с неокрашенным деревом потеря в весе контрольных пластинок в условиях φ_{воз} = 80% — 0,0140 г/м² · час, в условиях φ_{воз} = 100% — 0,0810 г/м² · час.

АТМОСФЕРОУСТОЙЧИВЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

№ рецепта	Наименование покрытия	Рецепт покрытия	Содержание компонентов в % (весовых)		Расход огнезащитного состава на 1 м² поверхности в г	Вязкость по вискозиметру ФЭ (сопло № 2)	% сухого остатка	Время практического высыхания в час	Эластичность пленки по шкале ННП в мм	Прочность пленки на удар в кг/см	Огнезащитное свойство—потеря в весе при огневом испытании в %		Водостойкость—поглощение влаги при испытании на водостойкость в %		Стойкость во времени				Огнезащитное свойство—потеря в весе при огневом испытании в %		Корродирующее свойство—потеря в весе стальной пластинки в г/м² час					
			в полуфабрикате	в краске							по методу "огневой трубы"	по методу "фанерных образцов"	% поглощения влаги	состояние покрытия	испытание на искусственное старение на везе-рометре		в условиях крышной станции	после искусственного старения по методу "фанерных образцов"	после испытания на водостойкость по методу "огневой трубы"	при нанесении покрытия на металл		при контакте металла с покрытием, нанесенным на дерево				
															время в днях	состояние покрытия				время в мес.	состояние покрытия	φ = 80%	φ = 100%	φ = 80%	φ = 100%	
9	Краска ПХВО	а) Основа: 1) перхлорвиниловая смола (сухая) 2) летучая часть: бутилацетат —15% ацетон —25% толуол —60% 3) сплав К-6	13,5 81,1 5,4	77,9																						
10	Краска ПХВО-А	б) Паста: 1) хлорпарафин 2) пигментная часть	100,0 33,5 66,7	22,1	600	15—40	36	3	1	35	11,9	9,2	0,66	Изменений нет	15	Изменений нет	12	Изменений нет	11,1	11,5	0,0027	Нет	0,0069	0,0002		
		а) Перхлорвиниловая смола (сухая) б) Летучая часть: бутилацетат —15% ацетон —25% толуол —60% в) Сплав К-6 г) Хлорпарафин д) Цинковые белила и пигмент для подцветки е) Асбестит	100,0 12,0 56,0 3,6 4,2 12,6 11,6	100,0																						
			500	—	44	6	—	—	10,4	13,8	33,8	То же	15	То же	—	—	13,13	—	0,0052	0,0013	0,0066	0,0052				
11	Краска ХЛ	а) Грунт ХЛ: 1) лак ХЛ для грунта: хлорлакойль уайт-спирит	100,0 70,0 30,0	50,0																						
		2) пигмент для грунта—железный сурик	100,0 50,0	1050	—	—	48	—	—	13,3	13,29	7,9	То же	30	То же	12	Сетка в поверхностном слое	8,8	11,3	0,0133	0,0135	0,0214	0,0545			
		б) Присыпка—песок речной в) Подцветка: 1) лак для подцветки: хлорлакойль уайт-спирит толуол	100,0 10,0 43,4 46,6	87,0																						
		2) пигмент для подцветки — алюминиевая пудра	100,0 13,0																							
				100,0																						

Огнезащитная глубокая пропитка

№ ре- цепта	Наименование состава	Рецепт состава	Содержание компонентов в %	Привес соли на 1 м³ дре- весины в кг	Огнезащи- щенность	Сохран- ность ог- незащиты во време- ни	Гигроско- пическая точка	Повышение влажности пропитанной древесины по сравне- нию с непро- питанной при $\varphi_{воз} = 80\%$ и комнатной температуре	Корроди- рующее действие		Механические свойства—% прочности по сравнению с непропитанной древесиной при испытании					Влияние на склейку пропитанной древе- сины—% прочности по сравнению с не- пропитанной древесиной					Сохранность склейки древеси- ны альбуминока- зеиновым клеем в условиях про- питки—% проч- ности по сравне- нию со склеенной древесиной, не подвергавшейся пропитке		Влияние на лакокрас- очные по- крытия		Антисептическое свойство
									на сталь	на медь и ее сплавы	на сжатие вдоль волокон	на поперечный статический изгиб (тангент)	на сопро- тивление скалыванию		на поперечный ударный изгиб (тангент)	альбуминоказе- иновый клей *		столяр- ный клей	спиртовая баке- литовая пленка марки ВФ		скалыва- ние в су- хом виде	скалыва- ние после кипячения	масляные и эма- левые покрытия	клеевые краски	
													скалывание в сухом виде	скалывание после кипя- чения		скалыва- ние в су- хом виде	скалыва- ние после кипячения		скалыва- ние в су- хом виде	скалыва- ние после кипячения					
12	Состав МС—1 : 1	Диаммоний фосфат Сульфат аммония Фтористый натрий Вода	7,5 7,5 2,0 83,0	75	Продолжи- тельность самостоя- тельного горения и тления в отдельно- сти не превышает 30 сек.	Более 30 лет	$\varphi_{воз} = 80\%$ при ком- натной темпера- туре	~ на 5%	Не дей- ству- ет	Дей- ству- ет	90,7	91,7	90,9	95,3	60	68	75,5	67**	86,6	106	95,1	107	Не влияет	Влияет	Защищает от действия раз- рушающих дерево грибов

* Склеиваемая поверхность для улучшения склейки предварительно промазывалась 10-процентным раствором едкого натрия.

** Склеиваемая поверхность не промазывалась 10-процентным раствором едкого натрия.

Анализ причин пожаров показывает, что значительное количество их происходит из-за нарушения правил безопасности при эксплуатации отопительных и вентиляционных систем. Этим проблемам отведены специальные разделы, где нашли отражение работы советских специалистов: Б. М. Аше, В. В. Батурина, М. И. Кисина, В. В. Кучерук, Г. А. Максимова и других.

В практической деятельности работников пожарной охраны большое место занимают пожарно-технические обследования. Некоторые сведения о порядке обследования строительной части объектов даны в разделе «Пожарно-техническое обследование конструктивной части зданий».

РАЗДЕЛ I

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЗДАНИЙ

ГЛАВА I

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

На развитие пожара влияют количество и род горючих веществ, их теплотворная способность и скорость сгорания. Важно знать, какое количество воздуха требуется для сгорания вещества и какое фактически участвует в процессе горения. В зависимости от всех этих обстоятельств во время пожара выделяется то или иное количество тепла и развиваются определенные температуры, которые воздействуют на строительные конструкции и материалы. Строительные конструкции теряют несущую способность в результате нагревания и химических изменений, происходящих в материалах, из которых они изготовлены, а также по другим причинам.

В ряде случаев при пожарах в сценических коробках театров необходимо учитывать и возникающие давления газов, вследствие значительного объема и высоты сценических помещений. Давление в помещениях может увеличиться и в результате взрыва пыли-, газо- и паровоздушных смесей, которые нередко предшествуют пожарам.

Обрушение отдельных частей здания, а также излишне пролигающая вода могут увеличить нагрузки на строительные конструкции, а увеличение нагрузки, так же как одновременное воздействие высокой температуры и воды, используемой для тушения пожара, неблагоприятно действуют на строительные конструкции и способствуют их обрушению.

До настоящего времени точно еще не разработаны достоверные теоретические методы определения огнестойкости строительных конструкций и материалов, поэтому исследования проводят экспериментальным путем.

Если учитывать свободное горение при пожаре, то длительность его (при прочих равных условиях) и величина температур

будут зависеть от количества горючих веществ и их физико-химических свойств. Пока еще не установлена строгая зависимость между длительностью горения и температурой на пожаре и между количеством горючего и его физико-химическими свойствами.

При разработке пожарно-профилактических или пожарно-тактических мероприятий было принято задаваться максимальными величинами температур горения на пожаре и длительностью их действия. Ввиду отсутствия единой точки зрения по этому вопросу авторы различных работ и учебных пособий по-своему устанавливали температуры и длительность их действия. При этом температуры на пожарах рассматривались как величины постоянные. Фактически температура на поверхности конструкций является не постоянной величиной, а переменной и возрастает от нормальной до максимума и снова снижается до нормальной. При этом длительное воздействие высоких температур (свыше 1000°) наблюдается лишь в зданиях, где содержится много горючих материалов. Следует отметить, что температуры на пожарах зависят от целого ряда факторов, из которых можно отметить, прежде всего, теплотворную способность горючих материалов и скорость их сгорания. Эти факторы, в свою очередь, зависят от соотношения воздуха и горючего вещества и связанной с этим соотношением степени полноты сгорания.

Иногда, упрощенно, температуру на пожаре при заданных условиях рассматривают как функцию от времени горения и теплотворной способности горючих материалов. В общем виде эта эмпирическая зависимость может быть выражена уравнением:

$$t = f(q_1 \tau), \quad (1)$$

где: τ — время горения на пожаре в часах;

q — теплотворная способность горючих веществ в ккал/кг.

Теоретического решения уравнения (1) пока еще нет, и для практических целей пользуются упрощенной зависимостью:

$$t = f(\tau). \quad (2)$$

Причем эта последняя зависимость определяется на основании соответствующих экспериментальных работ в предположении, что q является величиной постоянной.

Совершенно очевидно, что уравнение (2) может дать представление о развитии пожара для ограниченного числа случаев и для горючих материалов с данной теплотворной способностью. В связи с этим возникает настоятельная необходимость в решении уравнения (1) или его экспериментальном исследовании для веществ с различной теплотворной способностью.

Тем не менее зависимость, представленная уравнением (2), положена в основу экспериментальных исследований огнестойкости конструкций как в СССР, так и в зарубежных странах для характеристики температур, развивающихся в условиях пожара.

В связи с работами Энергетического института Академии наук СССР¹, а также ЦНИИПО², мы располагаем в настоящее время некоторыми дан-

¹ Г. П. Худяков. АН СССР О. Т. Н., 1948.

² ЦНИИПО. Информационный сборник «Тушение пожаров нефтепродуктов в резервуарах». Издательство МКХ РСФСР, 1951.

ными о скорости выгорания легковоспламеняющихся и горючих жидкостей со свободной поверхности и температурами горения этих жидкостей. Что же касается процессов горения твердых материалов, то они подлежат дальнейшему исследованию.

Очевидно, что конструкция или конструктивный элемент, находясь в сфере действия высоких температур, претерпевает изменение не только на своей поверхности, но и в толще. Изучение поведения конструкций в условиях пожара и огневых испытаний показывает, что именно температуры в толще конструкций являются основным показателем, на базе которого можно строить выводы об изменениях прочности и других свойств материалов, существенных для устойчивости конструкций при заданных условиях.

ВЕЛИЧИНА ТЕМПЕРАТУР И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

На основании испытаний, а также измерений температур на пожарах, была предложена «стандартная температурная кривая», характеризующая нарастание температуры в зависимости от времени горения (рис. 1).

При построении этой кривой предполагалось, что площадь, заключающаяся между кривой и осью абсцисс, на которой отложены единицы времени, была бы приблизительно равна площади, полученной в результате построения температурных кривых по наблюдениям над пожарами. Эта температурная кривая может быть легко построена на основе данных, приведенных в противопожарных нормах строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест. (НСП 102—51) (см. табл. 1).

Длительность горения находится в зависимости от рода и количества горючих

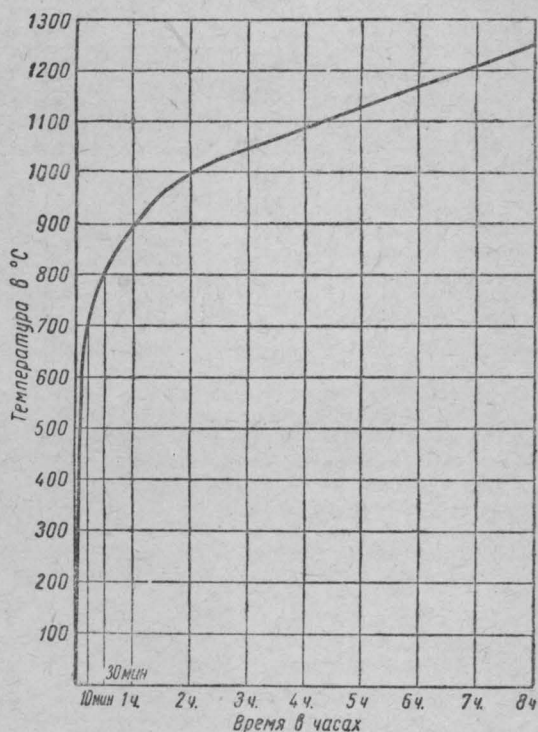


Рис. 1. Стандартная кривая «температура—время».

Таблица 1

Время горения в мин. и час.	10 мин.	30 мин.	1 час.	2 час.	4 час.	6 час.	8 час.
Температура горения в градусах	700	800	900	1000	1100	1190	1250

веществ, приходящихся на единицу площади перекрытия здания. При этом количество тепла, выделяемого с единицы площади перекрытия, принято называть тепловой нагрузкой.

Если обозначить количество горючих веществ, приходящихся на единицу площади перекрытия, буквой n , а теплотворную способность этих горючих — буквой q , тогда:

$$q' = q \cdot n, \quad (3)$$

где q' — тепловая нагрузка в ккал/м^2 .

Для горючих веществ с теплотворной способностью порядка 4000—5000 ккал/кг длительность горения приведена в табл. 2.

Таблица 2

Количество горючих материалов в кг/м^2	Тепловая нагрузка в ккал/м^2	Ориентировочная длительность горения в часах
50	220 000	1,0
75	330 000	1,5
100	440 000	2,0
150	660 000	3,0
200	880 000	4,5
250	1 050 000	7,0
300	1 200 000	8,0

Следует отметить, что эти данные ориентировочны, так как длительность горения зависит от того, как расположены и в каком виде находятся горючие материалы, а также, каковы условия горения.

Как видно из табл. 2, длительность горения в этих условиях находится в прямой зависимости от тепловой нагрузки. Если известна удельная тепловая нагрузка, т. е. количество тепла, выделяемое в единицу времени с единицы площади, то ориентировочная длительность горения может быть определена по эмпирической зависимости:

$$\tau = \frac{q \cdot n}{K}, \quad \frac{\text{ккал} \cdot \text{м}^2 \text{ час} \cdot \text{кг}}{\text{кг} \cdot \text{ккал} \cdot \text{м}^2} \quad (4)$$

где: τ — длительность горения в часах;

K — удельная тепловая нагрузка в $\text{ккал/м}^2 \text{ час}$.

В рассмотренном случае $K = 220\,000 \text{ ккал/м}^2 \text{ час}$ и соответствует сгоранию 50 кг горючих материалов с теплотворной способностью 4000—5000 ккал/кг с 1 м^2 площади пола в течение 1 часа.

Приведенная формула не учитывает многообразных условий горения и может быть использована для ориентировочного определения длительности горения твердых веществ с теплотворной способностью 4000—5000 ккал/кг при относительно свободном доступе воздуха к горючим веществам. Во всех остальных случаях в формулу должны вноситься соответствующие поправки.

Для определения примерной длительности горения жидких горючих веществ можно руководствоваться данными Г. Н. Худякова, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Наименование жидкостей	Удельный вес	Скорость выгорания	
		мм/мин	кг/м ² час
Автол	0,91	0,611	33,69
Машинное масло	0,9	0,74	39,96
Соляровое масло	0,875	0,84	44,10
Керосин	0,845	0,973	49,33
Керосин	0,835	1,10	55,11
Зеленое масло	0,928	1,30	72,38
Автобензин	0,77	1,75	80,85
Авиабензин	0,73	2,10	91,98
Петролейный эфир	0,71	2,45	104,37
Бензольная головка	0,825	3,30	163,35
Бензол	0,875	3,15	165,37
Толуол	0,86	2,68	138,29
Ксилол	0,855	2,04	104,65
Скипидар	0,86	2,41	123,84
Ацетон	0,79	1,40	66,36
Метилловый спирт	0,80	1,20	57,60
Серный эфир	0,715	2,93	125,84
Уксусно-этиловый эфир	0,89	1,32	70,31
Амиловый спирт	0,81	1,297	63,03
Изоамиловый спирт	0,805	1,39	66,80
Бутиловый спирт	0,812	1,069	52,08
Изобутиловый спирт	0,80	1,12	53,85
Сероуглерод	1,27	1,745	132,97

На основании данных экспериментальных работ Г. Н. Худяков приходит к следующим выводам.

1. Скорость выгорания жидкостей со свободной поверхности определяется скоростью их испарения с поверхности за счет тепла, излучаемого от диффузионного пламени, причем поглощенное тепло расходуется на нагрев жидкости с поверхности до температуры кипения и на скрытую теплоту испарения.

2. Теплонапряжение зеркала испарения жидкости при горении со свободной поверхности является для каждой жидкости характерной константой.

3. Скорость выгорания для каждой жидкости будет расти с увеличением теплонапряжения, уменьшением скрытой теплоты испарения и теплоемкости и повышением температуры подогрева.

Кроме высоких температур, могут воздействовать также резкие их колебания при поливке конструкций водой. Конструкции в условиях пожара подвергаются воздействию воды в трех случаях:

- а) при поливке с целью охлаждения;
- б) при случайном попадании на них воды во время тушения пожара;

в) при скапливании воды на перекрытиях зданий в процессе тушения.

Во время тушения пожара конструкции из материалов неорганического происхождения не рекомендуется поливать водой с целью охлаждения по двум причинам:

а) одновременное воздействие высоких температур и воды создает колебание температур на поверхности конструкций, что образует мелкие трещины и откалывание наружных слоев от 3 до 4 см и более (большинство строительных материалов не термостойки и не может выдерживать резких колебаний температур, не разрушаясь);

б) при одновременном воздействии высоких температур и воды только на части поверхности конструкций могут появиться местные напряжения значительной величины.

Большие трещины, даже иногда сквозные, в железобетонных перекрытиях объясняются интенсивным охлаждением отдельных участков.

Для выяснения степени разрушения конструкций от действия резких колебаний температур весьма существенно установить глубину проникновения колебаний температуры в конструкциях.

С этой целью приводим следующий расчет.

Определим, какова будет температура t через $\tau = 5$ мин. на расстоянии $x = 1, 2, 3$ и 4 см от поверхности кирпичной стенки толщиной $\delta = 15$ см, если одна поверхность стенки внезапно, вследствие охлаждения, принимает температуру $t_k = 20^\circ$, тогда как первоначальная равномерная температура всей стенки $t_n = 1000^\circ$. Коэффициент температуропроводности материала стены $a = 0,002 \text{ м}^2/\text{час}$.

Определение температур производим так же, как для случая теплового потока в стенке конечной толщины при внезапном изменении температуры поверхности.

Ввиду того, что для данного случая $\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}$ больше чем 0,6, можно пользоваться уравнением:

$$t_{x\tau} = t_k - (t_k - t_n) f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right). \quad (5)$$

Значение функций определяем по данным, приведенным в табл. 19.

$$\text{при } x = 0,01 \text{ м } f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = 0,419,$$

$$\text{при } x = 0,02 \text{ м } f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = 0,718,$$

$$\text{при } x = 0,03 \text{ м } f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = 0,90,$$

$$\text{при } x = 0,04 \text{ м } f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = 0,972.$$

Подставляя значение функций в уравнение (5), получим следующее значение температур:

при $x = 0,01$ м

$$t = 20 - (20 - 1000) \cdot 0,419 = 431^{\circ};$$

при $x = 0,02$ м

$$t = 20 - (20 - 1000) \cdot 0,718 = 724^{\circ};$$

при $x = 0,03$ м

$$t = 20 - (20 - 1000) \cdot 0,9 = 802^{\circ};$$

при $x = 0,04$ м

$$t = 20 - (20 - 1000) \cdot 0,972 = 973^{\circ}.$$

Из примера видно, что даже при таких невероятных условиях охлаждения, как внезапное падение температуры на 980° , температура на расстоянии 4 см от охлажденной поверхности через 5 мин. останется практически неизменной.

Таким образом, приходим к следующим выводам:

а) в условиях пожара на поверхность конструкций действует высокая температура, изменяющаяся по определенной кривой;

б) согласно стандартной кривой максимальная длительность действия высоких температур равна 8 час;

в) в толще конструкций основная масса строительных материалов, из которых эта конструкция выполнена, подвергается воздействию только высоких температур, но без резких колебаний.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТОЛЩЕ КОНСТРУКЦИИ

Как было доказано, в условиях пожара действию резких колебаний температуры будут подвергаться только поверхностные слои материала. Если пожар происходит в здании с оштукатуренными стенами и перекрытиями и облицованными колоннами, то действию резких колебаний температуры подвергнутся штукатурка, облицовка или защитный слой в железобетонных конструкциях.

Более глубоко лежащие слои будут подвергаться воздействию высокой температуры, но без резких колебаний.

Действие высокой температуры на поверхность конструкции вызывает нарастание температуры в ее толще.

Температура t в любой точке конструктивного элемента является функцией от координаты x , времени τ и параметров $\lambda, c, \gamma, \alpha, \theta, t, e$.

$$t = f(\lambda, c, \gamma, \alpha, \theta, x, \tau), \quad (6)$$

где: λ — коэффициент теплопроводности в ккал/м час град;

γ — объемный вес в кг/м³;

c — удельная теплоемкость в ккал/кг град;

θ — температура на поверхности конструктивного элемента;

α — коэффициент теплоотдачи в ккал/м² час град.

Значение величин температур в толще конструкций может быть определено теоретически и экспериментально. Приведем следующий пример:

а) при испытании стены из красного кирпича (толщиной в 30 см, оштукатуренной с двух сторон) после нагревания ее до 1250° в течение 8 час. на стороне, противоположной огню, температура составляла всего лишь 60° , а на глубине 15 см — 200° ;

б) при испытании железобетонной колонны $d = 32$ см, находящейся в сфере огня в течение 2 час. с температурой порядка 1000° , в центре ее оказалась температура 100° .

Отсюда видно, что в толще конструктивных элементов температура меняется по законам нестационарной теплопроводности, а величина этих температур зависит от факторов, приведенных в уравнении (6).

При заданных условиях развития температур на поверхности конструкций максимальная температура будет в слоях, близлежащих к поверхности, а минимальная — в наиболее удаленных от поверхности, подвергающейся действию высокой температуры.

Очевидно, что минимальное значение температуры может быть при определенных условиях развития пожара, близко к нормальной, а максимальное значение температуры в наружных слоях конструкций близко к температуре сферы огня. Имея в виду, что в сфере горения температуры могут достигать $1100\text{—}1200^\circ$, надо сделать следующие выводы:

а) температура в толще конструкций при пожарах может колебаться в пределах от нормальной (в слоях, наиболее удаленных от сферы огня) до $1100\text{—}1200^\circ$ в поверхностных слоях конструкций;

б) температура в толще конструкций изменяется по законам нестационарной теплопроводности.

ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Конструкция в условиях пожара может разрушиться в результате повышения напряжений до величин, характеризующих предельное состояние материалов, из которых эти конструкции выполнены, а также вследствие изменения их физико-механических свойств.

Напряжения могут повыситься в результате увеличения нагрузки сверх расчетной, а также появления температурных напряжений. Нагрузка в условиях пожара может повыситься за счет падающих обломков, обрушившихся элементов конструкций, скапливания воды на перекрытиях, пролитой при тушении, и повышения внутренних давлений от нагретых газов.

Снижение механической прочности конструкций происходит вследствие:

а) изменений физико-механических свойств строительных материалов при действии высоких температур;

б) одновременного воздействия высокой температуры и воды, вызывающих резкое колебание температур на поверхности конструкций. Резкое колебание температур разрушает наружные слои конструкций из материалов неорганического происхождения, что уменьшает их рабочее сечение;

в) уменьшения сечений конструкций из материалов органического происхождения из-за их обгорания.

Температурные напряжения в конструкциях появляются в результате местного нагрева или охлаждения, неравномерного прогревания, ограничения свободной деформации.

Увеличение нагрузки и температурные воздействия ведут к увеличению напряжений. В то же время предел прочности материалов в значительной части сечения может быть резко снижен. Такое неблагоприятное стечение обстоятельств, при котором в конструкции увеличение напряжений совпадает с уменьшением прочности материалов, служит при определенных условиях пожара причиной разрушений строительных конструкций.

Следовательно, основным критерием для характеристики огнестойкости конструкций является способность их сохранять

прочность при заданных температурных условиях. Температурные условия могут быть заданы в виде кривой «температура — время».

Таким образом, под понятием огнестойкость несущих конструкций мы в дальнейшем будем подразумевать их способность выдерживать расчетные нагрузки, не разрушаясь при действии стандартного огня в течение времени, соответствующего возможной длительности свободного горения при пожаре¹.

Теоретически огнестойкость конструкций может быть определена установлением напряжений, которые появляются в них при действии заданных факторов, имеющих место при пожаре.

Если считать неработающей и исключить часть сечения конструктивного элемента, которая заведомо будет разрушена от действия резких колебаний температуры, то напряжения в работающей части ее при заданных температурных условиях будут зависеть от:

а) изменения прочности и упругих свойств строительных материалов и

б) температурных напряжений.

С изменением температуры механическая прочность и другие свойства строительных материалов, из которых выполнен конструктивный элемент, также изменяются.

Знание закона изменения механической прочности и упругих свойств материалов, в зависимости от температуры, явилось бы одним из критериев для определения огнестойкости конструкций.

Указанное может быть иллюстрировано следующим примером.

Известно, что при температуре 600° временное сопротивление стали составляет не более 25% от первоначального значения. Из сказанного вытекает, что при температуре 600° сталь становится практически неработоспособной.

Сделанный вывод подтверждается целым рядом экспериментальных данных, полученных при испытании металлических конструкций на огнестойкость.

В данном случае характеристика материала является достаточным критерием для оценки огнестойкости конструкций. Это особенно показательно для стальных конструкций ввиду их быстрой прогреваемости. Результаты изменения механической прочности стали в зависимости от температуры могут быть применены с небольшой погрешностью и к конструктивным элементам. Чтобы использовать для этой цели кривые изменения механической прочности других строительных материалов, необходимо знать кривую распределения температур в толще того или иного конструктивного элемента. Наличие двух кривых (изменения

¹ Практически огнестойкость характеризуется и другими факторами, определяющими возможность конструкций (главным образом ограждающих) служить причиной распространения пожара вследствие их прогрева или образования в них трещин.

прочности и распределения температур в толще конструктивного элемента) может практически считаться достаточным для определения изменения прочности конструктивного элемента, происходящего вследствие физико-химических процессов в материале при воздействии на него высоких температур.

Возможность учета температурных напряжений в конструкциях, подвергающихся действию высоких температур, могла бы послужить дополнительным элементом для окончательного разрешения вопроса о теоретическом определении огнестойкости конструкций.

ГЛАВА II

ПОНЯТИЕ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

При проектировании и постройке зданий нельзя забывать, что они должны быть прочны и устойчивы не только в нормальных условиях, но и в условиях возможного пожара, т. е. здания должны обладать соответствующей огнестойкостью. Огнестойкость зданий зависит от огнестойкости основных его несущих элементов и их возгораемости.

Способность несущих конструктивных элементов (стен, колонн, перекрытий, покрытий и т. д.) нести расчетную нагрузку в течение определенного времени в условиях пожара зависит от сечения конструкции, т. е. от ее размеров, а также механических свойств материалов. Есть строительные материалы, которые долго сохраняют свою прочность при действии высоких температур, но есть и такие, которые даже при незначительных температурах и кратковременном действии их теряют ее.

Таким образом, для установления несущей способности конструкций при пожарах необходимо изучать изменение прочности материалов в условиях действия высоких температур. Ученые заинтересовались этим вопросом еще в конце XIX столетия.

В СССР изучением прочности строительных материалов при действии высоких температур занимались: акад. П. П. Будников, доц. Г. М. Рушук, доц. И. Е. Гурвич, докт. техн. наук В. И. Мурашев, докт. техн. наук К. Д. Некрасов и др.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ РАСТВОРОВ И БЕТОНОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Работы советских ученых в области изучения прочности растворов и бетонов при действии высоких температур, а также физико-химических процессов, происходящих при этом, позволяют сделать важные практические выводы.

Работа И. Е. Гурвич¹ была направлена на изучение влияния высоких температур на различные марки гидратизированных портландцементов и на выяснение тех температурных пределов, при которых возможно применить данную марку портландцементов для приготовления бетонов.

Из опытов выяснено следующее: при нагревании до 250° механическая прочность на сжатие повышается, при температуре 300° наблюдается падение прочности; при 400 и 500° прочность снижается, однако превышает прочность образцов до нагревания. При 600° механическая прочность в среднем на 20—30% меньше первоначальной, а при 800—900° она составляет только 20—30% от первоначальной. Проведенные опыты показали, что на изменение прочности бетона при действии высоких температур должны оказывать влияние свойства вяжущих веществ. Это было подтверждено дальнейшими исследованиями Г. М. Рушук². На основе полученных данных Г. М. Рушук приходит к следующим выводам о причинах изменения прочности цемента.

1. Нагрев отвердевшего цемента приводит к дегидратации образовавшихся в процессе твердения гидросиликата и гидроалюмината кальция, а равно гидрата окиси кальция.

2. Температурный предел для дегидратации первых двух гидратов ограничивается температурой нагрева в 350°, а для гидрата окиси кальция — температурой 547°.

3. Распад гидратов приводит к нарушению механической прочности отвердевшей цементной массы. Решающее значение имеет дегидратация гидрата окиси кальция. При этом образуется окись кальция, способная ко вторичной гидратации. Явление гидратации окиси кальция, сопровождаемое увеличением в объеме, приводит большей частью к полной потере прочности отвердевшего цемента. Для практических выводов следует иметь в виду, что процесс дегидратации гидрата окиси кальция начинается значительно ниже температуры полного распада (около 547°), а потому можно ожидать разрушения цемента при нагреве и ниже этой температуры. На основании имеющихся данных о температурах распада гидрата окиси кальция за нижний предел следует принять 300°.

4. При нагревании отвердевшая масса расширяется только до достижения некоторой температуры, превышение которой ведет уже к сокращению. По мере повышения температуры сокращение увеличивается и значительно превосходит первоначальное расширение. Переходная точка от расширения к сокращению лежит в пределах 200—400°. Явление сокращения в объеме должно способствовать появлению усадочных трещин в цементе при нагреве, а равно вызвать дополнительные напряжения в растворах и бетонах в силу возникающих при этом деформаций различных знаков у цемента и заполнителя.

В целях выяснения ряда других факторов, влияющих на изменение прочности бетона при действии высоких температур, а также уточнения вопросов методики исследования, автором в 1939—1940 гг. были проведены соответствующие экспериментальные исследования.

Изучение изменения механической прочности бетонов с различными заполнителями, а также некоторых естественных камней при действии высоких температур, производилось при обязательном условии полного прогрева образцов.

Время, потребное для полного прогрева образца до заданной температуры, определялось расчетом и проверялось экспериментально. При этом характерно, что время прогрева образца обратно пропорционально температуре, до которой желательно его прогреть при такой же температуре среды.

¹ И. Е. Гурвич. Об огнестойкости бетонов. Журн. «Строительная промышленность», № 7, 1936.

² Г. М. Рушук. К вопросу о сравнительной оценке цемента с точки зрения влияния на них высоких температур. Сборник «Пуццолановые цементы», Изд. Института цемента, 1936.

Так, например, для того чтобы прогреть образец $10 \times 10 \times 10$ см до температуры 100° при такой же температуре среды, требуется около 9 час., в то время как для прогрева образца до температуры 700° достаточно 2 час.

С определенностью также установлено, что время нагревания образцов сверх потребного для их полного прогрева не оказывает существенного влияния на прочность строительных материалов.

Ниже приводятся графики изменения механической прочности бетона с гранитным заполнителем состава $1:2:4$ с $\frac{B^1}{Ц} = 0,68$ и бетона с известняковым заполнителем состава $1:2:3$ с $\frac{B}{Ц} = 0,65$.

Размер бетонных образцов $10 \times 10 \times 10$, гранитных и известняковых — $5 \times 5 \times 5$. Ко времени испытаний возраст бетона составлял 1 месяц. После изготовления образцы хранились до испытаний во влажных опилках. Затем, прогретые до заданной температуры, они охлаждались до комнатной в течение 24 час. и, наконец, подвергались испытаниям.

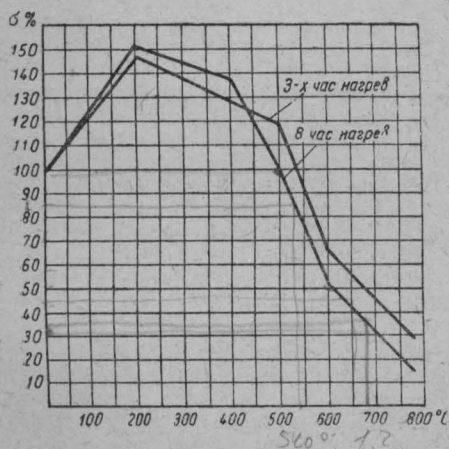


Рис. 2. График изменения прочности бетона с гранитным заполнителем.

наблюдается у бетона с известняковым заполнителем (рис. 3). У последнего прочность продолжает нарастать до температуры 400° и составляет при этой температуре 138% от первоначальной при трехчасовом и 117% при восьмичасовом прогреваниях.

При 500° прочность бетона составляет 120% от первоначальной. Резкое падение прочности начинается после 500° . При температуре 570° прочность еще продолжает оставаться равной первоначальной. При 600° прочность составляет 92% и при 800° — 34%.

Приведенные примеры показывают явное превосходство бетона с известняковым заполнителем перед бетоном с гранитным заполнителем.

В этом можно также убедиться при внешнем осмотре образцов после их нагрева. До 500° у обоих бетонов как при трехчасовом, так и при восьмичасовом прогревании нет трещин. При 600° появляются мелкие трещины у бетона с гранитным заполнителем и при 800° на нем появляются большие трещины, по которым можно судить о полной потере прочности. На рис. 4 по-

Из графика (рис. 2) видно, что максимальная прочность бетона с гранитным заполнителем достигается при температуре равной 200° , и при этом почти в полтора раза превышает прочность в нормальных условиях. После температуры, равной 200° , начинается падение прочности, причем резкое снижение прочности наблюдается между 400 и 500° . Однако в обоих случаях прогрева в течение 3 и 8 час., при 500° временное сопротивление бетона не ниже такого же, но полученного в нормальных условиях. При 600° временное сопротивление составляет около 60% от первоначального, а при 800° наступает почти полное разрушение. Совсем иная картина

¹ $\frac{B}{Ц}$ — водоцементное отношение.

казаны бетонные образцы с гранитным заполнителем после их прогреваний до температуры 600 и 800°.

У бетона с известняковым заполнителем мелкие поверхностные трещины начинают появляться только при температуре 800°. Учитывая некоторое увеличение прочности указанных бетонов при определенных температурах, можно практически принять следующие температуры, при которых они сохраняют полную работоспособность в конструкции: для бетона с гранитным заполнителем — 550°, а для бетона с известняковым заполнителем — 700°.

Однако общих выводов из полученных данных сделать нельзя из-за многочисленных факторов, которые могут так или иначе влиять на механическую прочность бетона при действии высоких температур. Даже при одном и том же составе бетона его прочность при прочих равных условиях зависит от двух факторов: от прочности цемента и от водоцементного отношения.

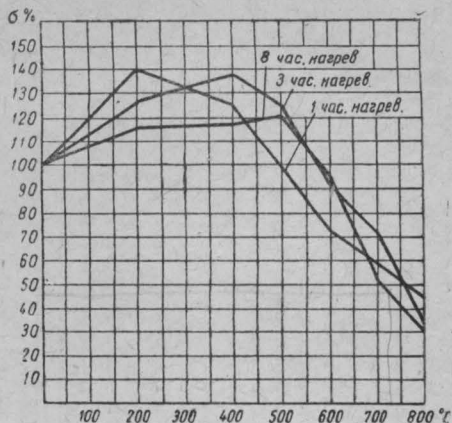


Рис. 3. График изменения прочности бетона с известняковым заполнителем.

29662
30676-1

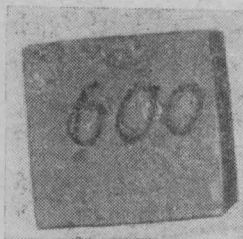


Рис. 4. Общий вид образцов бетона, прогретых до различных температур: наверху: образец с известняковым заполнителем, нагретый до 800° (слева); образец с гранитным заполнителем, нагретый до 800° (справа); внизу: образец с известняковым заполнителем, нагретый до 600° (справа); образец с гранитным заполнителем, нагретый до 600° (слева).



Так как есть многочисленные составы бетонов и различные способы их изготовления, от которых также будет зависеть прочность бетона при действии высоких температур, необходимо в каждом отдельном случае образцы подвергать испытанию.

Для выяснения влияния температуры на изменение прочности заполни-

прогретых образцов гранита и известняка. На рис. 5 показан график изменения механической прочности гранита при действии высоких температур.

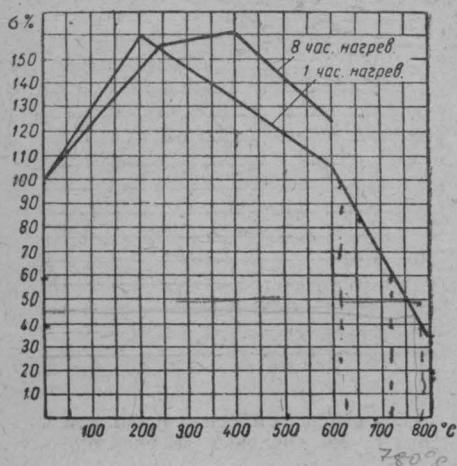


Рис. 5. График изменения прочности гранита.

Как видно из этого графика, прочность прогретого гранита до определенных температур также превышает начальную. По данным опытов прочность гранита при 200° составляет 160% от первоначальной. Данные получены при двух- и восьмичасовом прогреве кубиков с размером грани 5 см.

При температуре, превышающей 200°, начинается падение прочности, которое, однако, при 600° превышает прочность в нормальных условиях и составляет 107%.

После 600° наступает резкое падение прочности и при 800° она составляет всего 35% от первоначальной. По существу при температуре 800° данный гранит

можно считать неработоспособным. С повышением температуры цвет гранита начинает изменяться. Особо заметным становится изменение цвета после 400°. Трещины на поверхности появляются только при 650° и выше. При 800° появляются сквозные трещины (рис. 6).

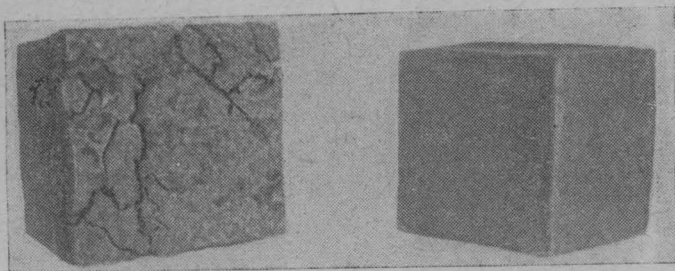


Рис. 6. Внешний вид образцов гранита. Слева — образец, прогретый до температуры 800°. Справа — образец, не подвергавшийся нагреву.

Совершенно неожиданные результаты были получены при испытании известняка: Так же, как и в предыдущих случаях, известняк показал повышение прочности при температуре 130° (рис. 7). Затем прочность не претерпевает заметных изменений до температуры 600°, при которой она составляет 134% от первоначальной. После 600° начинается резкое падение прочности и при 750° она составляет 104% от первоначальной.

Таким образом, подвергавшийся испытанию известняк при 750° сохраняет

первоначальную прочность в то время, как гранит при этой температуре сохраняет всего только 50% ее.

Проведенные опыты показывают, что изменение механических свойств заполнителей при действии высоких температур может оказаться более благоприятным для бетонов, чем изменение свойств вяжущих веществ. Это особенно наглядно на таком заполнителе, как известняк.

В 1942—1943 гг. в ЦНИПС¹ К. Д. Некрасовым и В. И. Мурашевым были проведены две серии испытаний для выяснения влияния высоких температур на прочность бетонов. Для бетона применялся портландцемент марок 300 и 500, а в качестве заполнителя — кварцевый песок и гравий с максимальным размером зерен 25 мм. Образцы нагревались до температуры 100, 200, 300, 400 и 500°. Эти исследования также подтвердили общую закономерность в изменении прочности бетонов, т. е. первоначальное увеличение прочности до известных температур, а затем ее снижение. Однако в этих опытах получен несколько другой порядок цифр. При нагревании до 100° наблюдается повышение прочности, при 200° прочность бетона снижается на 9%, а при 300° — на 10%.

Дальнейшие исследования, проведенные лабораторией огнеупорных строительных материалов и конструкций ЦНИПС, позволили установить основные причины повреждения структуры бетона, которые в конечном счете приводят к его разрушению.

К этим причинам относятся:

1) гашение свободной окиси кальция цементного камня влагой воздуха после охлаждения бетона, нагретого до температуры 547° или более, что сопровождается значительным увеличением объема окиси кальция;

2) модификационное превращение кристаллического кварца — заполнителя, происходящее при температуре 575°, и также сопровождаемое значительным увеличением объема минерала;

3) разнозначность деформаций цементного камня и заполнителя в процессе первого нагревания бетона, что приводит к образованию микротрещин в местах соприкосновения зерен заполнителя с цементным камнем и к разрыву цементного скелета на отдельные, не связанные между собой, частицы;

4) обезвоживание цементного камня, что приводит к разрушению пространственной решетки кристаллогидратов и, следовательно, к потере ими прочности.

Обширные и систематические исследования поведения затвердевшего портландцемента, раствора и бетона в условиях высоких температур, проведенные К. Д. Некрасовым, позволили ему создать огнеупорный бетон на портландцементе с тонкомолотыми добавками (микронаполнителями). Этот бетон не требует предварительного обжига для применения в тепловых агрегатах и строительных конструкциях, которые находятся в условиях воздействия температуры 1250—1300°.

На основании анализа имеющихся литературных данных и результатов собственных исследований К. Д. Некрасов считает, что одним из главных

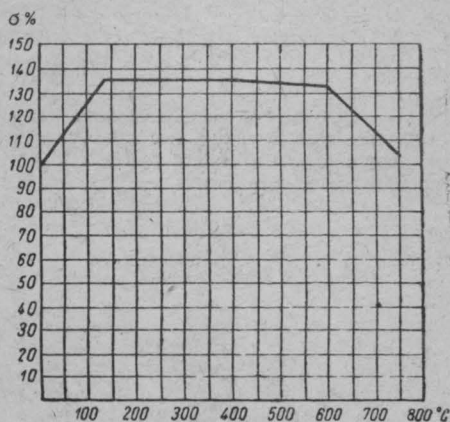


Рис. 7. График изменения прочности известняка.

¹ К. Д. Некрасов. Огнеупорные бетоны, их свойства и применение Стройиздат, 1949.

условий для затвердевшего портландцемента, работающего при высоких температурах, является необходимость связывания гидрата окиси кальция (выделяющегося в результате гидратации клинкерных минералов) в гидросиликаты и гидроалюминаты. Кроме того, необходимо связывание окиси кальция, получающейся в результате нагревания при дегидратации гидрата окиси кальция и частично гидросиликатов и гидроалюминатов, в безводные силикаты и алюминаты.

В огнеупорном бетоне на портландцементе свободная известь цемента связывается кремнеземистой или алюмокремнеземистой тонкомолотой добавкой, а обычные виды заполнителя заменяются материалами, обладающими достаточной степенью огнеупорности и термостойкостью. Опытами подтверждено, что для связывания свободной извести цементного камня достаточно вводить 25—30% добавки от веса портландцемента.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В настоящее время довольно подробно изучены механические свойства металлов при высоких температурах. Этот вопрос имеет большое значение не только с точки зрения поведения металлов в условиях пожара, но и применения их в установках, работающих при высокой температуре.

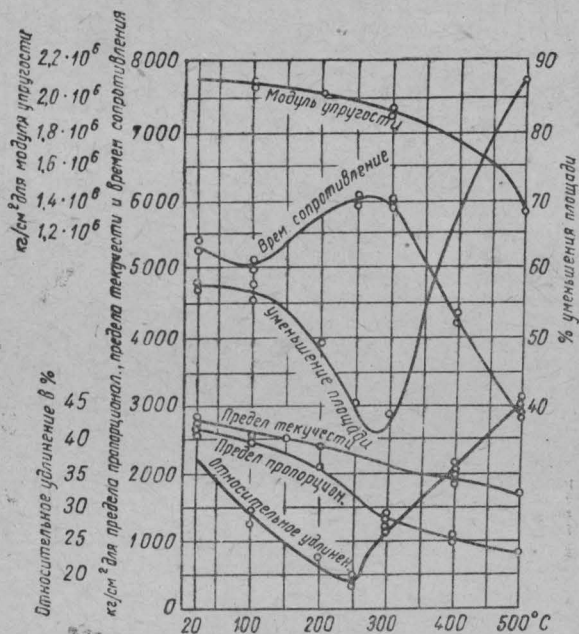


Рис. 8. График изменения механических свойств стали при действии высоких температур.

Изучены изменения временного сопротивления, модуля упругости, предела текучести и пропорциональности при действии высоких температур (рис. 8).

Наиболее характерной кривой для характеристики металла является кривая изменения временного сопротивления в зависимости от температуры.

Из этой кривой видно, что временное сопротивление стали достигает максимума при температуре 250°.

При более высокой температуре временное сопротивление стали резко падает и при 500° составляет не более 50—55%, а при 600° не более 25% от первоначального своего значения.

Предел текучести уменьшается непрерывно, стабилизируясь на одном уровне при температуре 200—500°.

Из сказанного вытекает, что допусκαемым пределом работы стали без значительной потери прочности и упругих свойств следует считать температуру в 400°. При температуре 600° сталь становится практически неработоспособной.

С точки зрения возможности использования и исправления металлических конструкций, подвергавшихся воздействию высоких температур, небезинтересным являются данные о механических свойствах строительных сталей в охлажденном состоянии после их нагрева.

Ценными являются опыты, проведенные в 1943 г. Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова¹. Они производились при нагреве образцов в интервале температур 20—1100° с испытанием образцов до правки, а также после правки в холодном и горячем состояниях. Механические свойства испытывались при нормальной температуре. Результаты испытаний показывают, что сталь под влиянием высоких температур (до 1000—1100°) при нагреве в течение 5 час. не теряет своих механических свойств после охлаждения.

Нагрев металла до температуры 900—1000° соответствует нормальному отжигу стали, поэтому после такого нагрева в остывшей стали исчезают все последствия, предшествующие наклепу и синеломкости. Как холодная, так и горячая правка не оказывает также вредного влияния на механические свойства стали. Правка в холодном состоянии даже несколько упрочняет сталь, однако при этом снижается ее пластичность.

Е. Ф. Котляр приходит к выводу, что практически металл поврежденных стальных конструкций при отсутствии значительных деформаций, пережогов, трещин, надрывов и других внешних пороков полноценен и может быть допущен к дальнейшей эксплуатации без снижения допускаемых напряжений.

Стали, получившие значительные деформации и другие внешние и внутренние повреждения, не применяются в несущих конструкциях и после правки используются для конструктивных и монтажных связей. Значительными деформациями считаются:

а) для искривленных листовых элементов — изгиб с радиусом кривизны менее 10 толщин элемента, а для элементов из фасонного металла (угольники, швеллеры, двутавры) — изгиб с радиусом кривизны менее 10-кратной ширины полки или 10-кратной высоты сечения, в зависимости от положения плоскости изгиба;

б) для скрученных элементов угол закручивания более 15° в пределах длины, равной 5-кратной высоте сечения.

Признаками пережженной стали являются: пленка серовато-синего или черного цвета, а также мелкие трещины, имеющие иногда вид сетки. Признаками непережженной стали являются следы краски, отсутствие окалин, а также окалина темнокрасного цвета.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КИРПИЧА ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

1. Кирпич глиняный обыкновенный

Глиняный обыкновенный и силикатный кирпич относят к искусственным каменным изделиям, которые вырабатывают на заводах из различного

¹ Е. Ф. Котляр и др. Восстановление стальных конструкций промышленных сооружений. Стройиздат, 1947.

сырья. В процессе производства этим изделиям придают определенную прочность, дающую право называть их каменными.

Основным сырьем для глиняного обыкновенного кирпича является глина, которая в процессе обжига приобретает прочность.

В зависимости от температуры плавления глины разделяются на три группы:

- 1) огнеупорные глины, температура плавления которых — не ниже 1580° ;
- 2) тугоплавкие глины, температура плавления которых — от 1350 до 1580° ;
- 3) легкоплавкие глины, температура плавления которых — 1350° и ниже.

Температура плавления глин зависит от их состава. В табл. 4 дан химический состав глин. Как видно из таблицы, основными компонентами глины являются кремнезем и каолинит. Чистый каолинит расплавляется при температуре 1780° , кремнезем (кварц) — при температуре 1680° .

Таблица 4

Наименование химических соединений	Содержание химических соединений в %		
	каолинит	огнеупорная глина	кирпичная глина
SiO_2	46,4	53,6	54,6
Al_2O_3	39,7	28,0	14,6
Fe_2O_3	—	1,9	5,7
F_2O	—	1,2	—
CaO	—	0,7	5,2
MgO	—	0,3	2,9
K_2O	—	0,5	} 5,9
Na_2O	—	0,2	
CO_2	—	—	4,8
H_2O	13,9	13,2	4,6

Смесь этих двух веществ, обычно содержащихся в глине, имеет более низкую температуру плавления. Смесь, состоящая из 81% SiO_2 и 19% каолинита, имеет температуру плавления около 1580° .

Для характеристики механических свойств глиняного обыкновенного кирпича весьма существенно выяснить физико-химические изменения глины в процессе ее обжига.

При действии повышенных температур на глину прежде всего теряются летучие составляющие. Сначала испаряется свободная влага, затем удаляется вода, химически связанная с каолинитом и другими минералами; попутно выгорают органические примеси, а далее может выделяться углекислый газ из примесей углекислого кальция в глине. Потеря химически связанной воды начинается с температуры 150° , но резко проявляется при температуре 450° и заканчивается при температуре 650° .

От потери воды глина теряет пластичность и становится пористой. При нагревании глины до 750° каолинит переходит в безводный каолинитовый ангидрид. Выгорание органических примесей в глине заканчивается при температуре около 900° .

При температуре красного каления и выше глина превращается в камнеподобный материал, прочный и не размокающий в воде.

После того, как глина теряет химически связанную воду и газы, она становится максимально пористой. При дальнейшем повышении температуры некоторые частички глины начинают размягчаться, расплавляться и связывают всю массу.

Этот процесс называется спеканием глины. Для большинства глин начало спекания лежит не ниже температуры 750 — 800° . При спекании глина

уплотняется. Дальнейшее повышение температуры свыше 900—1000° приводит к ее плавлению.

Как видно, глиняный обыкновенный кирпич получается при температуре спекания глины не ниже 800°, когда он и приобретает прочность. При этих температурах временное сопротивление таких материалов как бетон, гранит, растворы и др. практически равно нулю. Это показывает, что глиняный кирпич обладает значительными преимуществами по сравнению с другими строительными материалами.

Глиняный обыкновенный кирпич применяют для кладки печей и дымоходов, где он подвергается длительному действию высоких температур. В условиях возможного пожара будут оплавляться лишь те слои кирпичных конструкций, которые подвергаются действию температур свыше 900°.

2. Силикатный кирпич

Силикатный кирпич представляет собой искусственный камень, изготовленный из смеси кварцевого песка и гашеной извести путем формования под большим давлением и последующего отвердевания в запарном котле (при большом давлении пара). Сырьем для производства силикатного кирпича служат кварцевый песок и известь. Основным сырьем (по количеству) является песок, который составляет от 92 до 95% веса сухой смеси.

Кварцевый песок, входящий в состав силикатного кирпича, состоит из кремнезема SiO_2 в кристаллической форме. В таком состоянии кремнезем способен химически соединиться с известью при давлении водяного пара порядка 8 атм и температуре до 160° с образованием гидросиликата кальция. При этом не вся известь в составе кирпича вступает в химическое соединение с кремнеземом, так как реакция происходит только по поверхности зерен. После запарки кирпич продолжает твердеть на воздухе под влиянием атмосферной углекислоты и образует CaCO_3 . Однако образование CaCO_3 происходит только на поверхности кирпича.

Таким образом, силикатный кирпич может содержать гидросиликат кальция, известняк и гашеную известь. Поведение этих компонентов при действии высокой температуры различно: известняк разлагается при 900°, гашеная известь — при 547°, гидросиликат кальция — при еще более низкой температуре.

Можно предположить, что прочность силикатного кирпича начнет снижаться при 300—400° вследствие постепенного разрушения гидросиликата кальция. Значительного снижения прочности следует ожидать при 550—600° в результате диссоциации $\text{Ca}(\text{OH})_2$, а также резкого увеличения объема кварца при температуре 575°. При длительном действии высоких температур разложение силикатного кирпича несомненно происходит, вследствие чего он не рекомендуется к применению в установках с высокими температурами. То же самое можно сказать и о других силикатных изделиях и безобжиговых камнях.

В качестве критической для прочности силикатного кирпича можно принять температуру, равную 600°.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ

В большинстве случаев все строительные материалы неорганического происхождения, за исключением керамических изделий, теряют прочность при температурах 600—800°. Однако из этого не следует, что и конструктивные элементы, выполненные из этих строительных материалов, будут терять несущую способность при указанных температурах пожара. Разрушение конструкций вследствие изменения механических свойств строительных материалов будет зависеть при прочих равных условиях от степени их прогрета. Изучение повреждений каменных конст-

рукций после пожара¹ показывает, что степень разрушения зависит от длительности воздействия высоких температур. Кирпичные стены при одностороннем нагревании редко прогреваются до 500—600° на глубину более 5—8 см. Известно, что глиняный обыкновенный кирпич среднего качества удовлетворительно выдерживает одностороннее нагревание до 700—900°, не снижая своей прочности и не обнаруживая признаков разрушения. Хотя точка плавления глиняного обыкновенного кирпича лежит значительно выше 900°, но уже при температурах около 800—1000° заметны поверхностные повреждения кладки.

Они начинаются с образования многочисленных волосных трещин и отслаивания тонких пластинок материала. Поврежденные трещинами слои кладки настолько слабы, что при сотрясениях и ударах легко отваливаются. Прочность слоев кладки, нагреваемых до 500—700°, несколько снижается вследствие понижения прочности раствора. Практически снижение прочности такой кладки не учитывают, так как влияние указанного снижения на общую несущую способность элемента незначительно, а также потому, что раствор обладает избыточной по сравнению с проектной прочностью, накопленной за время существования здания. Описанное выше показывает, что в каждом отдельном случае при анализе степени повреждения конструкций необходимо знать критическую для прочности материала температуру, а также глубину ее проникания. После этого, учитывая возникшие температурные напряжения и сечение конструктивного элемента, можно предположительно сделать вывод о его несущей способности.

Данные о температурах, критических для прочности материалов, можно использовать при решении вопроса о применимости тех или иных строительных материалов для установок с действием постоянных температурных источников (приборы отопления, дымоходы, термические цехи и др.). Так, известно, что для кладки печей запрещается применение обычных растворов. Это объясняется тем, что при длительном действии высоких температур растворы с течением времени полностью теряют свою несущую способность. По этим же соображениям не допускается кладка печей и дымоходов из обычных бетонов и силикатного кирпича. Известно также, что постоянное действие высоких температур, начиная с 70°, отрицательно сказывается на прочности обычных бетонов. При этой температуре прочность начинает снижаться и достигает 50% от первоначальной при температуре, равной 200°.

Значительная теплопроводность металлических конструкций, а также их относительно незначительные сечения позволяют критическую температуру для прочности материала считать также критической и для конструкции.

¹ А. П. Раковицан, А. Я. Хорхот, О. О. Литвинов. Восстановление многоэтажных зданий. Гостехиздат Украины, 1947.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ ПО ВОЗГОРАЕМОСТИ

При пожарно-техническом обследовании объектов, а также при рассмотрении проектов с точки зрения соответствия конструктивного оформления зданий противопожарным требованиям приходится выяснять главным образом два вопроса:

1) соответствие группы возгораемости материалов конструктивных элементов противопожарным требованиям;

2) соответствие огнестойкости конструкций и зданий противопожарным требованиям.

Что касается первого вопроса, НСП 102—51 предложена классификация строительных материалов и конструкций по возгораемости.

При классификации строительных материалов, конструкций и зданий нормы исходят из кратковременного термического воздействия, имеющего место при пожарах, в отличие от длительного воздействия высокой температуры в термических цехах и тепловых агрегатах. Кратковременное термическое воздействие разделяется на местное температурное воздействие, связанное с начальной стадией развития пожара, и общее температурное воздействие, охватывающее значительную часть здания или конструкции и связанное с условиями интенсивного развития горения при пожаре.

В начальной стадии развития пожара, характеризуемой длительностью горения, исчисляемой несколькими минутами, и местным воздействием температурных источников, возможно лишь загорание конструктивных элементов. Загорание в этом случае обуславливается главным образом свойством строительных материалов и в незначительной мере зависит от сечения конструктивных элементов и конструктивных решений. При этом способность к загоранию строительных конструкций и характеристика интенсивности их горения весьма существенны для анализа и оценки пожарной опасности объекта в целом.

Когда конструкции подвергаются относительно длительному воздействию высоких температур, их устойчивость зависит от их механических свойств.

В соответствии с названной классификацией термического воздействия сопротивляемость ему материалов и конструкций характеризуется возгораемостью и огнестойкостью.

При этом под свойством возгораемости строительных материалов и конструкций подразумевается способность их сопротивляться загоранию, а также прекращать горение и тление после исключения теплового источника.

По возгораемости строительные материалы и конструкции делятся на три группы: негораемые, трудногораемые, сгораемые.

Негораемыми называются материалы, которые под воздействием огня или высоких температур не воспламеняются,

gelten *verbleiben* *natürliche*
не тлеют и не обугливаются. К ним относятся все естественные и искусственные неорганические минеральные материалы, а также применяемые в строительстве металлы.

Трудносгораемыми называются материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника зажигания; после удаления его горение и тление прекращаются. К трудносгораемым относятся материалы, состоящие из комбинации органических и неорганических веществ.

Сгораемыми называются материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника зажигания. К сгораемым относятся все органические материалы.

В табл. 5 приведен перечень строительных материалов по их возгораемости.

Таблица 5

Несгораемые материалы	Трудносгораемые материалы	Сгораемые материалы
<ol style="list-style-type: none"> Алебастр (гипс) и изделия из него Асбест Асбоцементные изделия Бетоны цементные и изделия из них Глина и глинистые сланцы Гончарные изделия (черепица, изразцы, метлахские и облицовочные плитки) Гравий Железобетон и изделия из него Известковые растворы Известь воздушная и гидравлическая Изделия трепельные и огнеупорные Камни кремнистые и песчаниковые из естественных горных пород Камни шлаковые цементные Камни из теплобетона с минеральными заполнителями 	<ol style="list-style-type: none"> Войлок, вымоченный в глиняном растворе Камни и изделия из теплобетона с органическими заполнителями Камышит, спрессованный с вяжущими веществами минерального происхождения Кирпич саманный Ксилолит Линолеум (в конструкции пола) Пробковые плиты Соломит, спрессованный с вяжущими веществами минерального происхождения Фибролитовые плиты Асбобитумные материалы (борудин) Асфальтовые растворы и бетон Гипсовые детали с органической арматурой или наполнителями (дранка, камни, опилки и т. п.) 	<ol style="list-style-type: none"> Битуминозные материалы (асфальты, битумы, гудрон и др.) Бумага, картон и т. п. Войлок Геркулес (бумага упаковочно-изоляционная) Древесные отходы (опилки, стружка) Камышит Кошма Лесоматериалы Битумная мастика для кровель Пакля и очесы текстильного производства Беспокровный битумо-картон Битумо-картон (руберонд) Соломит Дегте-картон (только кровельный) Беспокровный дегте-картон Торфоопилиты Шевелин

Несгораемые материалы	Трудносгораемые материалы	Сгораемые материалы
15. Кирпич глиняный (сплошной, пустотелый, пористый) тугоплавкий, огнеупорный, шлаковый, цементно-песчаный всех видов, силикатный, глино-трепельный 16. Керамические блоки и керамические изделия 17. Кровельные сланцы (естественный шифер) 18. Песок всех видов 19. Пемза, пемзовая мелочь 20. Пемзобетон 21. Стекло армированное и простое 22. Трепел, диатомит кизельгур 23. Туф	13. Древесина поперек волокон (шашки) в конструкции пола 14. Древесина во всех ее вилах, подвергнутая глубокой пропитке огнезащитными составами	

Несгораемыми конструкциями являются такие, которые выполнены из несгораемых, а также из трудносгораемых материалов, защищенных от огня штукатуркой или облицовкой из несгораемых материалов.

Трудносгораемыми конструкциями являются такие, которые выполнены из трудносгораемых, а также из сгораемых материалов, защищенных от огня штукатуркой или облицовкой из несгораемых материалов.

Сгораемыми конструкциями являются такие, которые выполнены из сгораемых материалов и не защищены от огня штукатуркой или облицовкой из несгораемых материалов.

Классификации конструкций по их огнестойкости в настоящее время нет. Вместо существовавшей до 1951 г. классификации конструкций по степени огнестойкости вводится количественная характеристика сопротивляемости конструкций разрушению в условиях возможного пожара. Соответствие огнестойкости конструкций противопожарным требованиям устанавливают сопоставлением данных о фактической длительности сопротивления конструкций термическому воздействию с возможной длительностью пожара или, исходя из оценки пожарной опасности производств, для которых конструкции проектируются.

ГЛАВА III

ИСПЫТАНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Попытки исследования прочности конструкций при действии высоких температур на реальных пожарах пока не дали положительного эффекта.

Наиболее приемлемым методом исследования прочности конструкций в условиях действия высоких температур признан экспериментальный. Основная идея методики постановки эксперимента сводится к созданию условий, близких к обстановке реальных пожаров, в которых испытывают отдельные конструктивные элементы зданий.

Сущность эксперимента сводится к тому, чтобы конструктивный элемент, выполненный в натуральную величину, подвергнуть воздействию реальных факторов, встречающихся в условиях пожара, и фиксировать время с момента начала испытания до момента разрушения образца. Указанное время и характеризует предел огнестойкости испытываемого конструктивного элемента.

ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При разработке методики испытаний огнестойкости строительных конструкций надлежало выяснить следующие вопросы:

- а) способы нагрева конструктивных элементов, характер теплового источника и численное значение его температур;
- б) порядок и способы исследования сопротивления конструкций воздействию резких колебаний температур;
- в) размеры конструктивных элементов, подлежащих испытанию, порядок их хранения и изготовления, количество образцов, характер и величина нагрузки, характер и способы заделки конструкций и др.;
- г) критерии разрушения конструктивного элемента в процессе испытания.

1. Тепловой источник

Учитывая, что обстановка испытания должна быть максимально приближена к реальным условиям пожара, исследования огнестойкости проводят в специальных пламенных печах, где основным воздействующим на элемент фактором являются пламя и продукты горения с соответствующей температурой. Воздействие других факторов, имеющих место при пожаре, — давление газовой среды, движение горячего воздуха и т. п., — испытанием не учитывают, как не имеющие существенного значения в силу кратковременности процесса. Характер нарастания температур и их

величину регулируют в испытательных установках в соответствии со стандартной кривой «температура — время», приведенной на рис. 1. Температуру в печи измеряют термопарами не менее чем в трех точках, симметрично расположенных у поверхности испытуемого образца.

Кривая температуры печи строится по средним значениям отсчетов всех приборов. Отклонение фактических температур в печи от стандартной кривой не должно превышать:

- а) в течение первого часа испытания $\pm 10\%$,
- б) в течение второго часа испытания $\pm 7\%$,
- в) в последующие часы $\pm 5\%$.

Температура измеряется в течение первого часа испытания через интервалы не более 5 мин. и в последующие часы — через интервалы не более 15 мин.

Характер воздействия теплового источника на конструкции также должен строго соответствовать натурным условиям. Так, согласно принятой методике, ограждающие конструкции (несущие и не несущие стены, перегородки, двери, окна и т. п.) подвергают одностороннему воздействию огня. Колонны подвергают воздействию огня со всех сторон, а балки — с одной или с трех сторон.

2. Испытание термической стойкости

Термическую стойкость конструкций при резком охлаждении испытывают водой. При этом воспроизводится не только охлаждающее, но и ударное действия водяных струй. На термическую стойкость испытывают только конструкции, огнестойкость которых более 0,5 часа. Испытание проводят следующим образом.

Первый образец подвергают только огневому воздействию при соответствующей нагрузке и выдерживают в печи до его полного разрушения. Для определения влияния водяной струи на раскаленный элемент испытывают дополнительные образцы. Эти образцы сначала подвергают воздействию огня в течение времени, равного половине предела огнестойкости, но не более 1 часа, и немедленно после этого ударному действию водяной струи, направленной сначала в середину, а затем на все другие части поверхности образца.

Воду подают из пожарного ствола со стандартным 19-мм соплом, при давлении в 3 атм, с расстояния 6 м. Продолжительность действия водяной струи в минутах принимается равной пределу огнестойкости в часах, полученному для первого образца, но не более 3 мин. В последнее время орошение конструкций водой после огневых испытаний проводится только в отдельных случаях, когда действие воды может оказать решающее влияние на предел огнестойкости испытуемой конструкции.

3. Образцы

Размеры, имеющие основное значение для огнестойкости (толщина стен, сечение колонн, размеры дверей, окон и т. п.), принимают в опытных образцах натуральными. Моделирование в этих размерах, ввиду сложности явлений, не применяют. Остальные размеры опытных образцов принимают близкими к натуральным.

Размеры испытываемых образцов:

- | | |
|--|--|
| а) несущих стен и перегородок | высота—2,5 м
ширина—2 м
толщина—натуральная |
| б) перекрытий | длина—4 м
ширина—2,5 м
толщина—натуральная |
| в) колонн и столбов | высота, подвергаемая
воздействию огня,
—3 м
сечение—натуральное |
| г) сборных кровельных и между-
этажных плит | сечение—натуральное |
| д) дверей, крышек, люков и т. п. | сечение—натуральное |
| е) остеклений | сечение—натуральное |

Физические, механические и другие характеристики материалов, из которых изготовлены образцы, должны соответствовать требованиям действующих ГОСТов или технических условий.

Образцы испытывают лишь после того, как их прочность достигнет величины и возраста, в которых действующими нормами разрешается вводить в эксплуатацию соответственные строительные элементы и сооружения.

Способ опирания или заделки испытываемых конструкций должен соответствовать условиям их работы.

4. Нагрузка и число образцов

При испытании на огнестойкость несущие элементы должны нести нагрузку, создающую в конструкции расчетные рабочие напряжения.

Не несущие элементы испытывают без нагрузки. Число испытываемых образцов устанавливают программой испытаний. Однако по каждому типу конструкций должно быть испытано не менее трех образцов, один из которых может подвергаться орошению водой.

При испытании балок и перекрытий измеряют прогибы. Другие деформации испытываемых образцов измеряют в необходимых и возможных случаях.

5. Критерии разрушения испытуемого образца

По рассмотренной выше методике проведения огневых испытаний определяют пределы огнестойкости строительных конструкций, которые выражают в часах.

Предел огнестойкости конструктивного элемента характеризуется следующими критериями:

- а) потерей несущей способности или устойчивости;
- б) образованием сквозных трещин, пропускающих пламя или горячие газы;
- в) повышением температуры необращенных к огню поверхностей до 150° .

Установлено, что повышение температуры на поверхности, не обращенной к очагу пожара, свыше 150° уже представляет опасность для воспламенения целлюлозных материалов. В связи с этим прогрев ограждающих конструкций до температуры, равной 150° , принят за критерий, характеризующий предел огнестойкости образца. Имеет существенное значение методика замера температур на необращенной к огню поверхности.

Температуру на необращенной к огню поверхности испытуемого образца стены, перегородки, перекрытия измеряют термометрами не менее чем в пяти точках, одна из которых находится в центре, а четыре — приблизительно в центрах четвертей поверхности.

Опыты ЦНИИПО показали, что не всегда удается зафиксировать предельное состояние образца с помощью перечисленных выше критериев. Так, при испытании стальных балок в отдельных случаях появляются значительные прогибы, превышающие в несколько раз прогибы, допускаемые соответствующими нормами проектирования, хотя видимых критериев разрушения не наблюдается.

В связи с этим при испытании стальных защищенных балок вводят четвертый критерий, характеризующий предел огнестойкости образца. Таким критерием является нарастание деформаций во времени. Так, согласно методике испытания балок, образец считается разрушенным, если скорость нарастания прогиба в любой его точке достигает величины $0,3 \text{ мм/сек}$ при величине пролета 6 м .

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

1. Установка для испытания балок¹

Установка для огневых испытаний балок под нагрузкой сконструирована инженером А. И. Яковлевым.

Печь представляет собой горизонтальный прямоугольный параллелепипед, выложенный из гжельского кирпича. Огневая ка-

¹ А. И. Яковлев. Печь для огневых испытаний балок под нагрузкой. Издательство МХ РСФСР, 1950.

мера и каналы дымоходов футерованы шамотным кирпичом. Размеры печи подобраны таким образом, чтобы можно было испытать образец длиной 6 м и сечением до 250×500 мм. Для раз-

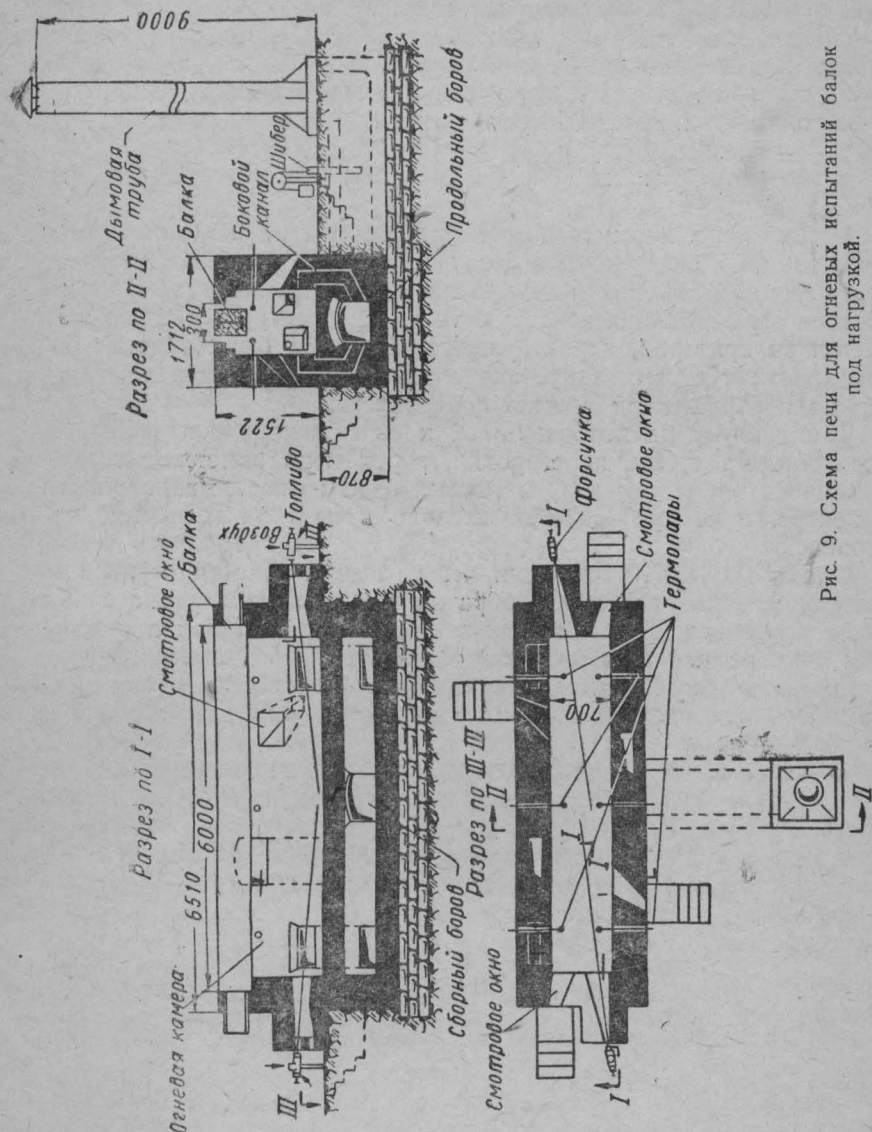


Рис. 9. Схема печи для огневых испытаний балок под нагрузкой.

мещения образца балки в верхней части печи имеется соответствующий выем (рис. 9). Обогревают печь двумя форсунками, расположенными с ее торцов. Факелы форсунок действуют навстречу

чу друг другу вдоль огневой камеры. Топливо к форсункам поступает из напорного бака, размещаемого вне огневой установки на высоте 10 м. Продукты горения удаляют из огневой камеры через дымовые каналы и продольные борозы в дымовую трубу. Температура в огневой камере изменяется по стандартной кривой и измеряется термопарами, горячие спай которых размещают в сфере газов вблизи граней балок. Термопары соединены с самопишущим прибором — милливольтметром, смонтированным на щите в помещении пульта управления. Температуру можно из-

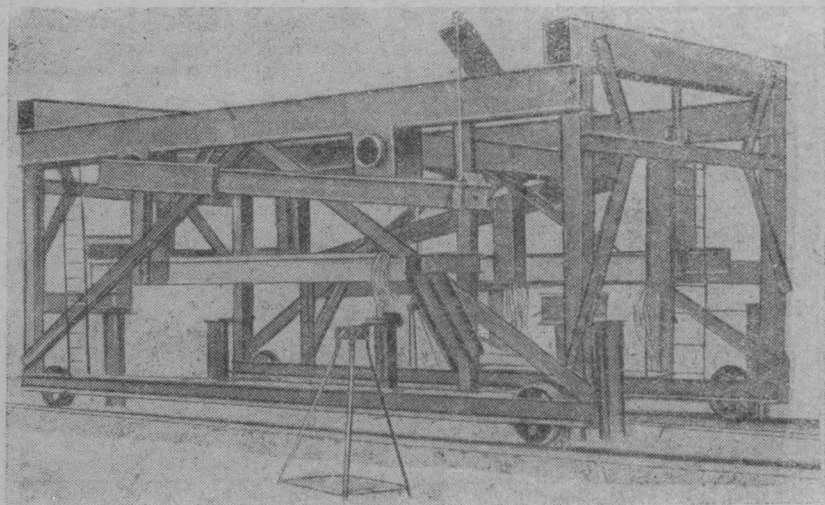


Рис. 10. Общий вид подвижной рамы.

мерять стационарными термопарами и переносными приборами, которые вводят в печь через отверстия в ее боковых стенках. Для наблюдения за поведением балок в процессе испытания в боковых и торцовых стенах печи есть смотровые окна.

Подвозку балок к печи, их установку и нагружение производят с помощью специально смонтированной стальной рамы, передвигающейся по рельсам. Габариты рамы таковы, что она вместе с испытуемым образцом свободно «наезжает» на печь (рис. 10). При этом образец оказывается точно над выемом огневой камеры. С помощью домкратных винтов с хомутами балку выравнивают и устанавливают в печи. Благодаря такой системе подвески балки легко принять любую схему ее нагрева. Перемещая балку по вертикали, можно обеспечить обогрев одной грани балки, как показано на фиг. а рис. 11, или трех граней, как показано на фиг. б того же рисунка. Балку нагружают двумя рычагами, которые смонтированы в верхней части подвижной

рамы. С помощью этих рычагов создают сосредоточенные нагрузки в третях пролета. Соотношение плеч рычага равно 1 : 10, что

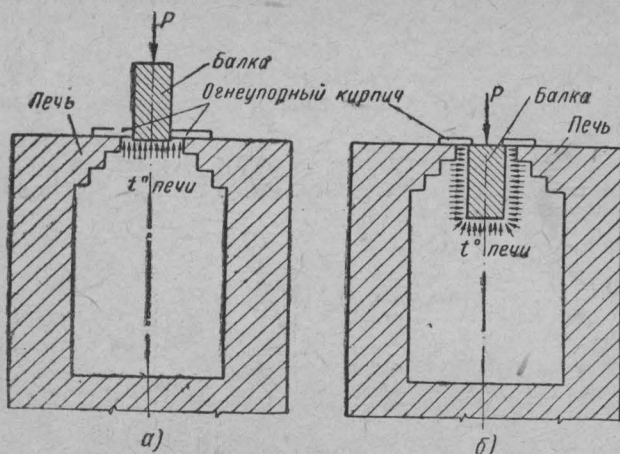


Рис. 11. Способы нагрева балок в печи.

позволяет довести величину сосредоточенной нагрузки до 10 т. Схема рычагов для нагружения балок приведена на рис. 12.

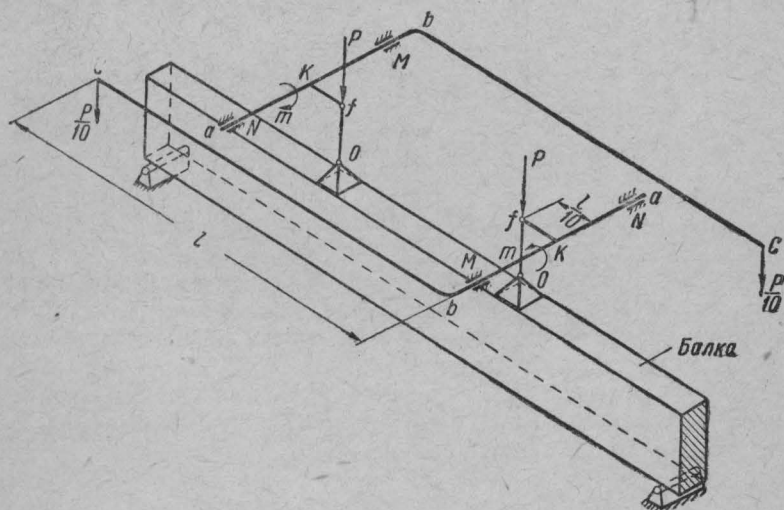


Рис. 12. Схема рычагов для нагружения балок.

2. Установка для испытания колонн

Эта установка спроектирована инженерами А. И. Яковлевым и В. С. Федоренко. Общая схема установки дана на рис. 13. Установка включает в себя печь, состоящую из двух половин, пе-

редвигающихся на тележках по рельсовому пути, и нагрузочное устройство в виде рамы с двухсоттонным гидравлическим прессом. Установка позволяет испытывать колонны высотой 3,5 м и

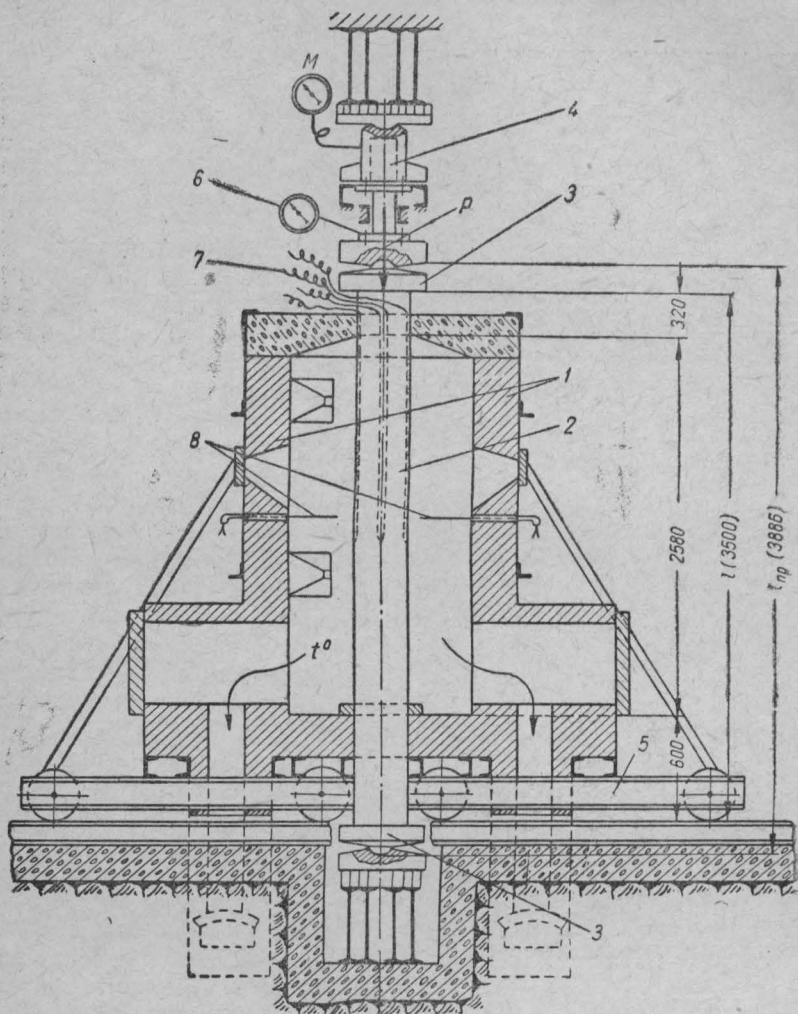


Рис. 13. Печь для испытания колонн:

1 — стены печи; 2 — образец; 3 — опорная плита с полусферой; 4 — пресс; 5 — тележка; 6 — прогибомер; 7 — свободные концы термопар в образце; 8 — термопары.

сечением до 500×500 мм. В процессе испытания колонну подвергают нагреву со всех сторон, перед началом испытания ее загружают центрально приложенной нагрузкой. Центрирование об-

3*

разца производят двумя полусферами, к которым примыкают опорные плиты механизма нагружения.

После установки колонны половинки печи подкатывают. Они охватывают колонну и образуют огневую камеру для ее нагрева на длине 2,7 м. На рис. 14 изображены половина печи и образец деревянной стойки после огневого испытания.

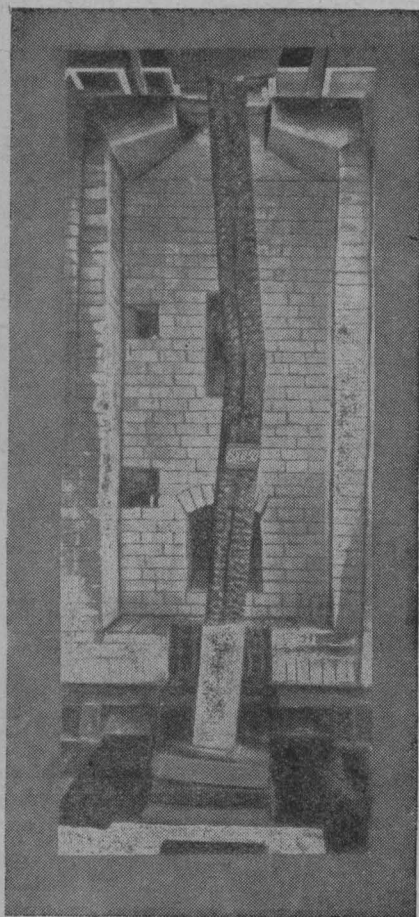


Рис. 14. Общий вид печи после испытания деревянной стойки.

размеров окна печи, то этот образец заключают в устанавливаемую на тележку раму, изготовленную из кирпича или жароупорного бетона.

3. Установка для испытания стен, перегородок и дверей

Эта установка разработана инженером В. П. Бушевым. Установка включает в себя печь и тележку для образцов (рис. 15). Печь представляет собой вертикальную, открытую с одной стороны огневую камеру и позволяет подвергать одностороннему тепловому воздействию конструкции на площади до $2,0 \times 2,1$ м при натуральной толщине. Полный размер образцов, подвергаемых огневым испытаниям, должен быть не менее $2,5 \times 2,5$ м (исходя из необходимости перекрытия огневой камеры).

Испытываемые конструкции устанавливают в вертикальном положении на тележке, передвигающейся по рельсовому пути от места хранения образцов к печи. Образец конструкции подвозят к фасаду печи на тележке и на время опыта закрепляют его. Если размеры элемента испытываемой конструкции меньше

4. Установка для испытания перекрытий

Эта установка сконструирована инженерами В. П. Бушевым и А. И. Яковлевым. Установка включает в себя печь и две под-

вижные рамы, служащие для опирания и транспортировки образцов конструкций.

Печь представляет собой горизонтальную, открытую сверху камеру размера $2,2 \times 3,0$ м (рис. 16). Она позволяет испыты-

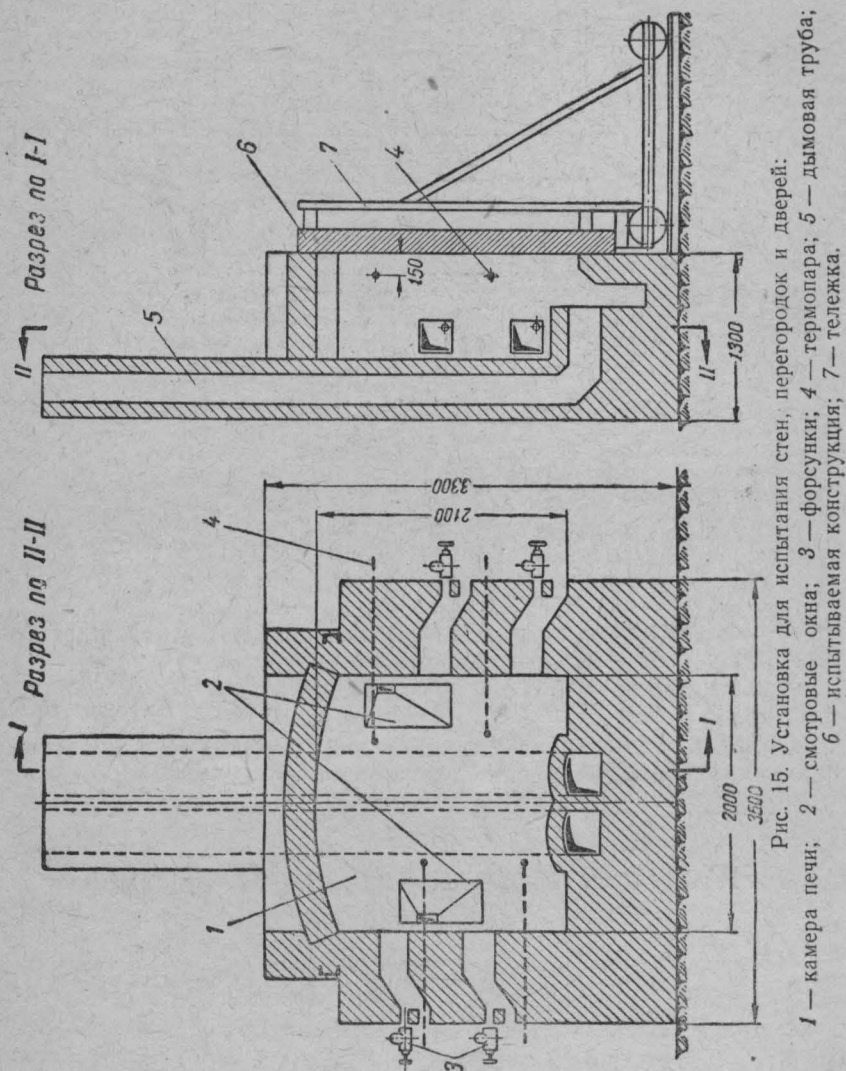


Рис. 15. Установка для испытания стен, перегородок и дверей:

1 — камера печи; 2 — смотровые окна; 3 — форсунки; 4 — термопара; 5 — дымовая труба; 6 — испытываемая конструкция; 7 — тележка.

вать перекрытия размерами до $3,5 \times 3,1$ м (при опирании по контуру) и до $4,0 \times 2,2$ м (при опирании по двум сторонам). Толщина образцов соответствует натуральной толщине конструкций. Испытываемые образцы обогреваются только снизу. Во время ис-

питания может быть осуществлена одна из следующих схем опирания образцов:

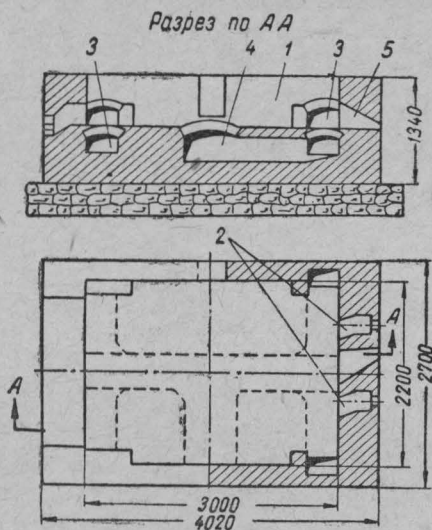


Рис. 16. Схема печи для испытания перекрытия:

1 — открытая огневая камера; 2 — каналы для сгорания топлива; 3 — дымовые каналы; 4 — боров; 5 — смотровые окна.

образец опирается двумя сторонами на две балки, подвешенные на хомутах к подвижной раме;

образец опирается всем контуром на жесткую железобетонную раму.

Образцы нагружают с помощью чугунных чашек, обеспечивающих равномерно распределенную нагрузку.

ГЛАВА IV

РАСЧЕТ ОГНЕСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИИ¹

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальные данные о пределах огнестойкости конструктивных элементов, а также о возможной длительности горения на пожарах позволяют установить методику расчета огнестойкости.

Сущность расчета сводится к сопоставлению пределов огнестойкости за-проектированных или построенных конструктивных элементов с возможной длительностью горения на пожаре. Это сопоставление должно показать, в какой степени предел огнестойкости удовлетворяет специальным требованиям.

¹ Расчет огнестойкости составлен в результате обработки данных проекта Урочного положения 1950 г. и, в частности, предложений докт. техн. наук В. И. Мурашева.

Очевидно, что в идеальном случае предел огнестойкости должен быть больше возможной длительности горения. Это создавало бы полную гарантию сохранения прочности конструкциями в условиях возможного пожара. Однако такое решение вопроса исключило бы полностью применение дерева как строительного материала и в значительной степени ограничило бы использование незащищенных металлических конструкций. Поэтому нормы проектирования регламентируют случаи расчета. В соответствии с примечанием к п. 3 НСП 102—51 расчет огнестойкости необходимо производить для зданий I степени огнестойкости, где в среднем размещено более 100 кг (на 1 м² площади пола одного этажа в пределах противопожарного отсека) горючего материала.

Расчет огнестойкости сводится к следующим последовательным операциям:

- 1) определение расчетной длительности горения;
- 2) определение требуемого предела огнестойкости;
- 3) сравнение требуемого и фактического пределов огнестойкости.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ГОРЕНИЯ

Ранее нами была установлена эмпирическая зависимость для определения длительности горения. Эта зависимость установлена для случаев горения веществ с теплотворной способностью 4000—5000 ккал/кг при свободном доступе воздуха к горящим веществам (горение в условиях жилых и административно-общественных зданий) и применительно к условиям нарастания температур по стандартной кривой «температура — время». Учитывая, что все конструкции испытываются при стандартных температурных условиях, целесообразно получать не фактическую длительность горения, а расчетную. Под расчетной длительностью горения подразумевают длительность, приведенную к стандартным условиям. Таким образом, задача определения расчетной длительности горения усложняется. Она сводится к выяснению фактической длительности горения и температурных условий на пожаре, а также к переходу от фактической температурной кривой к стандартной. Переход от фактических температурных условий к стандартным может быть осуществлен с помощью коэффициентов, которые, вообще говоря, могут быть больше и меньше единицы.

В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют температурные кривые для различных случаев горения, теоретическое определение значений переходных коэффициентов представляет известные трудности.

Для практического определения расчетной длительности горения вводится переходный коэффициент β .

Ориентировочное значение величин β приведено в табл. 6. Как видно из таблицы, β во всех случаях равна или меньше единицы.

Таблица 6*

Значение коэффициента β

Наименование материалов и деталей	β
Все сгораемые материалы, находящиеся в открытом, легко доступном для воздуха и огня виде	1
Материалы в конструкциях и оборудовании, покрытых несгораемыми штукатуркой или облицовкой, металлической обшивкой или пропитанных огнезащитными составами	0,5
Материалы, хранящиеся в металлической таре (за исключением легковоспламеняющихся горючих жидкостей, целлулоида и т. п.)	0,5

* В таблице приведены ориентировочные данные.

Наименование материалов и деталей	β
Бревна и бревенчатые элементы конструкций	0,5
Деревянные полы при учете веса сгораемых материалов только с одного этажа:	
а) уложенные по несгораемому основанию	0,15
б) то же, пропитанные маслом	0,30
в) уложенные по сгораемому основанию	0,50
г) то же, пропитанные маслом	0,75
Деревянные полы при учете веса сгораемых материалов с нескольких этажей	1,0
Бумага и ткани в рулонах и кипах, фанера в штабелях и хлопок в кипах:	
а) при среднем весе материала, равном или более 2000 кг/м ²	0,10
б) " " " " " 1000 кг/м ²	0,15
" " " " " 700 "	0,20
" " " " " 500 "	0,25
" " " " " 300 "	0,40
в) " " " " " или менее 100 кг/м ²	1,0

В окончательном виде расчетная длительность горения может быть определена по формуле:

$$\tau = \frac{q \cdot n \cdot \beta}{K},$$

где: q — теплотворная способность в ккал/кг;

n — количество горючего вещества на 1 м² площади пола в кг.

При этом принимают следующие значения K : для твердых горючих веществ с теплотворной способностью до 5000 ккал/кг $K = 200\,000$ ккал/м² час, а для жидких горючих веществ $K = 300\,000$ ккал/м² час.

При определении расчетной длительности горения учитываются все сгораемые материалы, в том числе сгораемые конструкции и оборудование, находящиеся в данном помещении.

Количество горючих веществ, приходящихся на единицу площади пола, определяется как частное от деления общего количества горючих веществ, находящихся в данном объеме, на площадь пола рассматриваемого помещения. В отдельных случаях, когда расположение горючих веществ в промышленных зданиях носит явно выраженный местный характер, n определяется как частное от деления количества горючих веществ на площадь, занимаемую этими веществами.

Пример. Определить расчетную длительность горения в складе, в котором на единицу площади пола приходится 500 кг хлопка. Теплотворная способность хлопка $q = 4000$ ккал/кг.

Решение. В таблице значений переходных коэффициентов находим $\beta = 0,25$, тогда:

$$\tau = \frac{q \cdot n \cdot \beta}{K} = \frac{4000 \cdot 500 \cdot 0,25}{200\,000} = 2,5 \text{ часа.}$$

При определении требуемого предела огнестойкости перекрытий учитывают материалы, заключенные только в помещении, расположенном под рассчитываемым перекрытием. Для определения требуемого предела огнестойкости внутренних несущих и не несущих стен, перегородок и стен лестничных клеток учитывают материалы, расположенные в помещениях с более пожароопасной стороны рассчитываемого ограждения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО И ФАКТИЧЕСКОГО ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ

Требуемый предел огнестойкости конструктивных элементов устанавливается как функция расчетной длительности горения по уравнению:

$$P_{тр} = K_0 \tau,$$

где: $P_{тр}$ — требуемый предел огнестойкости в часах;
 K_0 — коэффициент огнестойкости (безразмерная величина);
 τ — расчетная длительность горения в часах.

Величина коэффициента огнестойкости должна устанавливаться с учетом требований, предъявляемых к огнестойкости здания в целом и степени важности конструктивного элемента. Так, очевидно, требуемый предел огнестойкости ограждений, выполняющих функции противопожарных преград, должен быть больше при прочих равных условиях, чем у обычных стен, перекрытий и перегородок.

Кроме этого, коэффициент огнестойкости зависит и от такого фактора, как боеспособность пожарных подразделений и формирования, насыщенности объектов автоматическими средствами пожаротушения. При наличии автоматических средств пожаротушения и боеспособных пожарных подразделений, очевидно, что коэффициент огнестойкости может быть принят меньше единицы. В случае применения сгораемых деревянных конструктивных элементов расчет огнестойкости вообще теряет смысл, так как конструкции участвуют в процессе горения.

Значение величин коэффициентов огнестойкости может быть определено по табл. 7.

Таблица 7

Наименование конструктивных элементов	Несущие стены или стены лестничных клеток	Колонны и столбы	Междуэтажные и чердачные перекрытия	Бесчердачные покрытия	Перегородки и заполнение каркаса	Брандмауеры
Значение коэффициента огнестойкости	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	2,5

При этом пределы огнестойкости конструкций здания, полученные по расчету, принимаются не более:

9 час. для брандмауеров,

5 час. для несущих стен, колонн и стен лестничных клеток,

3 час. для перекрытий, покрытий и перегородок.

Фактический предел огнестойкости $P_{ф}$ запроектированных или построенных конструкций определяют следующим образом:

а) устанавливают сечение конструктивного элемента и строительный материал, из которого он выполнен;

б) устанавливают по приложению 1 фактический предел огнестойкости и группу возгораемости.

Расчет огнестойкости завершается сравнением фактического и требуемого пределов огнестойкости. При этом противопожарные требования выполнены, если фактический предел огнестойкости больше или равен требуемому.

Пример. В здании I степени огнестойкости запроектированы металлические колонны, защищенные слоем бетона толщиной 75 мм, и перекрытия по металлическим балкам с несгораемым заполнением, защищенным слоем штукатурки по сетке толщиной в 2 см.

Установить:

а) требуемый предел огнестойкости колонн и перекрытий, если в здании происходит технологический процесс, связанный с применением легковоспламеняющихся жидкостей. При этом количество горючих веществ, приходящихся на 1 м² площади пола, равно 120 кг. Теплотворная способность горючих 10 000 ккал/кг;

б) соответствие запроектированных конструкций противопожарным требованиям.

Решение. 1. Определяем расчетную длительность горения:

$$\tau = \frac{q \cdot n \cdot \beta}{K} = \frac{120 \cdot 10\,000}{300\,000} = 4 \text{ часа};$$

для данного случая принимаем $\beta = 1$ и $K = 300\,000 \text{ ккал/м}^2 \text{ час}$.

2. Определяем требуемый предел огнестойкости. По табл. 7 находим: K_0 колонн равен 1,5, K_0 перекрытий равен 1,0.

Для колонн

$$P_{тр} = K_0 \cdot \tau = 1,5 \times 4 = 6 \text{ часов},$$

для перекрытий

$$P_{тр} = K_0 \cdot \tau = 1,0 \times 4 = 4 \text{ часа}.$$

3. Определение P_{ϕ} .

По приложению I находим:

P_{ϕ} колонн равен 3 часам;

P_{ϕ} перекрытий равен 2 часам.

Таким образом:

P_{ϕ} колонн меньше $P_{тр}$,

P_{ϕ} перекрытий меньше $P_{тр}$.

Вывод. Запроектированные конструкции не соответствуют противопожарным требованиям.

В тех случаях, когда расчет огнестойкости по каким-либо обстоятельствам вызывает затруднения, следует руководствоваться проектом Урочного положения. В нем приведены данные о пределах огнестойкости основных конструктивных элементов в зданиях I степени огнестойкости, при размещении в них сгораемых материалов в среднем более 100 кг на 1 м² площади пола одного этажа. Данные эти приведены в табл. 8.

Таблица 8

Количество сгораемых материалов в кг на 1 м ² площади пола одного этажа	Наименование элементов зданий			
	несущие стены и стены лестничных клеток	колонны и столбы	перекрытия и бесчердачные покрытия, перегородки	брандмауэры
101—200	4,5	4,0	2,0	7,0
Более 200	5,0	5,0	3,0	9,0

ВЫБОР СТЕПЕНИ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Расчет огнестойкости может быть применен для отдельных частных случаев и требует дальнейших уточнений. В частности, дальнейшему изучению и уточнению подлежат данные о коэффициентах огнестойкости и переходных коэффициентах. В связи с этим в проектной практике и деятельности работников пожарной охраны вопросы огнестойкости зданий регламентируются НСП 102—51.

На практике приходится рассматривать два основных вопроса: соответствует ли огнестойкость построенных зданий противопожарным требованиям; соответствует ли огнестойкость запроектированных зданий противопожарным требованиям. Для этого устанавливают требуемую и фактическую степени огнестойкости зданий и сравнивают их. Если требуемая степень огнестойкости здания равна или меньше фактической, то запроектированное или построенное здание соответствует противопожарным требованиям.

Требуемую степень огнестойкости зданий устанавливают в зависимости от степени пожарной опасности производства и оборудования, размещаемого в рассматриваемом здании.

ФАКТИЧЕСКАЯ ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЗДАНИЙ

Огнестойкость зданий устанавливают, учитывая предел огнестойкости и возгораемость основных конструктивных элементов: наружных и несущих внутренних стен, колонн, стен лестничных клеток, перекрытий и бесчердачных покрытий, внутренних не несущих стен и перегородок.

В соответствии с этим здания, сооружения и отдельные помещения по огнестойкости разделяются на пять степеней, обозначаемых цифрами I, II, III, IV, V.

Характеристика зданий по их огнестойкости приведена в табл. 9¹.

Пользуясь этой таблицей, можно определить фактическую степень огнестойкости промышленных, жилых и общественных зданий.

Для отнесения запроектированного или построенного здания к определенной степени огнестойкости необходимо, чтобы группы возгораемости и фактические пределы огнестойкости всех его частей были не ниже норм, установленных для зданий данной степени огнестойкости. Увеличение пределов огнестойкости одной или нескольких частей здания не является достаточным для отнесения его к более высокой степени огнестойкости.

¹ Таблица взята из НСП 102—51.

Группы возгораемости частей зданий						
Минимальные пределы огнестойкости (в часах)						
Степень огнестойкости здания или сооружения	несущие стены и лестничных клеток	заполнение фахверка каменных стен	колонны и столбы	междуэтажные и чердачные перекрытия	бесчердачные покрытия	перегородки
I	Несгораемые 4,0	Несгораемые 1,0	Несгораемые 3,0	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1,5	Несгораемые 1,0
II	Несгораемые 3,0	Несгораемые 0,25	Несгораемые 3,0	Несгораемые 1,0	Несгораемые 0,25	Несгораемые 0,25
III	Несгораемые 3,0	Несгораемые 0,25	Несгораемые 3,0	Трудногораемые 0,75	Сгораемые —	Трудногораемые 0,25
IV	Трудногораемые 0,40	Трудногораемые 0,25	Трудногораемые 0,40	Трудногораемые 0,25	Сгораемые —	Трудногораемые 0,25
V	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —	Сгораемые —
						Несгораемые 5,0
						Несгораемые 5,0
						Несгораемые 5,0
						Несгораемые 5,0
						Несгораемые 5,0

НСП 102—51 допускают в одноэтажных промышленных зданиях II степени огнестойкости открытые несущие металлические конструкции с пределами огнестойкости для колонн и покрытий 0,25 часа.

Пример. Запроектировано одноэтажное здание промышленного типа. Характеристика конструктивных элементов следующая:

- 1) стены кирпичные толщиной в два кирпича;
- 2) колонны железобетонные с меньшим размером сечения 300 мм;
- 3) покрытие бесчердачное из монолитного железобетона с защитным слоем арматуры балок толщиной 25 мм;
- 4) перегородки кирпичные толщиной 65 мм.

Установить фактическую степень огнестойкости здания.

Решение. 1. Устанавливаем по приложению 1 фактические пределы огнестойкости конструктивных элементов и группу их возгораемости:

P_{ϕ} стен равен 15 час. (по интерполяции);

P_{ϕ} колонн равен 3,5 часа;

P_{ϕ} покрытия равен 1,5 часа;

P_{ϕ} перегородок равен 1 час.

Все перечисленные конструктивные элементы выполнены из материалов неорганического происхождения и, следовательно, могут быть отнесены к группе несгораемых.

2. Устанавливаем фактическую степень огнестойкости здания в целом.

Сопоставляя данные о фактических пределах огнестойкости с таблицами, легко заметить, что здание может быть отнесено к I степени огнестойкости.

Как видно из табл. 9, при определении фактической огнестойкости зданий не учитывают такие конструктивные элементы, как окна, двери, ворота, несущие элементы лестниц, кровли и др. В связи с этим в пп. 4, 5 и 6 НСП 102—51 имеются дополнительные указания.

Двери, ворота, переплеты окон и фонарей, цеховые перегородки (щитовые остекленные или со стальной сеткой при высоте глухой части не более 1 м от уровня пола), полы и отделку стен (панели и т. п.), а также обрешетку и стропила надчердачных покрытий в зданиях всех степеней огнестойкости допускают выполнять сгораемыми. Нельзя делать сгораемыми двери, ворота и заполнения оконных проемов в брандмауерах и других противопожарных преградах.

Несущие элементы закрытых лестниц в зданиях I, II и III степеней огнестойкости должны быть несгораемыми и иметь предел огнестойкости не менее 1,5 часа, за исключением двухэтажных жилых зданий III степени огнестойкости, в которых допускается применение деревянных, оштукатуренных снизу лестничных маршей и площадок. Несущие элементы лестниц в зданиях IV и V степеней огнестойкости могут быть сгораемыми.

В жилых, общественных и вспомогательных зданиях II и III степеней огнестойкости несущие элементы закрытых лестниц (косоуры и балки) можно устраивать без защиты штукатуркой.

Кровли бесчердачных покрытий в зданиях всех степеней огнестойкости разрешается выполнять сгораемыми.

Кровли надчердачных покрытий в зданиях III—V степеней огнестойкости допускается выполнять сгораемыми; в зданиях II степени огнестойкости — трудносгораемыми, а в зданиях I степени огнестойкости — только несгораемыми.

Кровли из стружки, щепы, гонта и деревянных кровельных плиток допускается устраивать в жилых и общественных зданиях V степени огнестойкости.

Предел огнестойкости облегченных бесчердачных покрытий для взрывоопасных цехов не нормируется при условии выполнения таких покрытий из несгораемых материалов.

Применение сгораемых кровель по сгораемому основанию для зданий, располагаемых ближе 30 м от железнодорожных путей организованного движения поездов с паровой тягой, не допускается.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВ ПО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

При разработке строительно-технических противопожарных мероприятий (выбор строительных материалов и конструкций, внутренняя и генеральная планировки и др.) учитывают вероятность возникновения и распространения пожара, а также его возможную длительность.

Длительность пожара устанавливают по известной нам методике.

Вероятность же возникновения и распространения пожара устанавливают по признаку характеристики физико-химических свойств веществ, обращающихся в производстве.

Исходя из этого, противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест делят все производства на пять категорий: А, Б, В, Г и Д. Классификация производств по их пожарной опасности дана в табл. 10.

ТРЕБУЕМАЯ ОГНЕСТОЙКОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Требуемую степень огнестойкости промышленных зданий устанавливают в зависимости от пожарной опасности производства, этажности здания и площади пола первого этажа, ограниченной противопожарными преградами.

В настоящее время нет достаточных данных для характеристики абсолютных количественных величин пожарной опасности. Поэтому приходится руководствоваться сравнительными данными.

Так, например, вероятность возникновения пожара характеризуется категорией производства. Возможная убыточность на пожаре характеризуется капитальностью сооружения, его этажностью, государственной важностью, ценностью оборудования, сырья или готовой продукции. В обоих случаях могут быть полу-

Категории производств	Характеристика пожарной опасности технологического процесса	Наименование производств
А	Производства, связанные с применением веществ, воспламенение или взрыв которых может последовать в результате воздействия воды или кислорода воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров 28° и ниже; горючих газов, нижний предел взрываемости которых менее 10% к объему воздуха, при применении этих газов и жидкостей в количествах, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси	Цехи обработки и применения металлического натрия и калия; баратные и ксантантные цехи фабрик искусственного волокна, цехи стержневой полимеризации синтетического каучука, водородные и ацетиленовые станции, цехи основы фабрик киноплёнки, химические цехи фабрик ацетатного шелка, бензино-экстракционные цехи, цехи гидрирования, дистилляции и газофракционирования, производства искусственного жидкого топлива, рекуперации и ректификации органических растворителей с температурой вспышки паров 28° и ниже и тому подобные производства
Б	Производства, связанные с применением: жидкостей с температурой вспышки паров выше 28 до 120°; горючих газов, нижний предел взрываемости которых более 10% к объему воздуха, при применении этих газов и жидкостей в количествах, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Производства, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие волокна или пыль и в таком количестве, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси	Цехи приготовления, транспортировки угольной пыли и древесной муки, промывочно-пропарочные станции цистерн и другой тары от мазута и других жидкостей, имеющих температуру вспышки паров выше 28 до 120°, выбойные и размольные отделения мельниц, цехи обработки синтетического каучука, цехи полива и склады горючей киноплёнки, цехи изготовления сахарной пудры и т. п.
В	Производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, а также жидкостей с температурой вспышки паров выше 120°	Лесопильные, деревообделочные, столярные, модельные, бондарные и лесотарные цехи, трикотажные и швейные фабрики, цехи текстильной и бумажной промышленности, предприятия первичной обработки хлопка, заводы сухой первичной обработки льна, конопли и лубных волокон, зерноочистительные отделения мельниц и зерновые элеваторы, цехи регенерации

Категории производств	Характеристика пожарной опасности технологического процесса	Наименование производств
Г	Производства, связанные с обработкой негорюемых веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии и сопровождающиеся выделением лучистого тепла, систематическим выделением искр и пламени, а также производства, связанные со сжиганием твердого, жидкого и газообразного топлива	смазочных масел, смолоперегонные цехи и пековарки, трансформаторные и другие помещения с маслонаполненным электрооборудованием, насосные станции по перекачке жидкостей с температурой вспышки паров выше 120°, пакгаузы смешанных грузов и т. п.
Д	Производства, связанные с обработкой негорюемых веществ и материалов в холодном состоянии	Литейные и плавильные цехи металлов, печные отделения газогенераторных станций, кузницы, депо мотовозные и паровозные, цехи горячей прокатки металлов, моторо-испытательные станции, помещения двигателей внутреннего сгорания, цехи термической обработки металла, машинные залы электростанций, котельные и т. п. Механические цехи холодной обработки металлов (кроме магниевых сплавов), шихтовые (скрапные) дворы, содовое производство (кроме печных отделений), воздуходувные и компрессорные станции воздуха и других негорючих газов, цехи регенерации кислот, депо электрокар и электровозов, инструментальные цехи, цехи холодной штамповки и прокатки металлов, добыча и холодная обработка минералов, руд, асбеста, солей и других негорючих материалов, насосные станции для перекачки негорючих жидкостей, цехи с мокрыми процессами производства текстильной и бумажной промышленности, цехи переработки мясных, рыбных и молочных продуктов и т. п.

Примечания: 1. К категориям А, Б и В не относятся производства, в которых горючие жидкости, газы и пары сжигаются в качестве топлива или утилизируются сжиганием в этом же помещении, а также производства, в которых технологический процесс протекает с применением открытого огня.

2. Склады подразделяются на категории в соответствии с пожарной опасностью находящихся в них материалов.

чены сравнительные данные, и лишь возможная длительность горения ориентировочно определяется в абсолютных величинах, но с целым рядом оговорок.

В связи со сложностью установления теоретических зависимостей, требуемая степень огнестойкости здания регламентируется п. 8 НСП 102—51. Требуемая степень огнестойкости, в соответствии с этим, определяется по табл. 11.

Таблица 11

Категория производств	Наибольшее допускаемое число этажей	Требуемая степень огнестойкости	Наибольшие допустимые площади между брандмауэрами в м ²	
			одноэтажные здания	многоэтажные здания
А	1	I	Не ограничивается	
	1	II	3000	—
Б	6	I	Не ограничивается	
	3	II	4000	2000
В	Не ограничивается	I	Не ограничивается	
	6	II	7000	4000
	3	III	3000	2000
	1	IV	2000	—
	1	V	1200	—
Г	Не ограничивается	I и II	Не ограничивается	
	2	III	3000	2000
	1	IV	2500	—
	1	V	1500	—
Д	Не ограничивается	I и II	Не ограничивается	
	3	III	4500	3000
	2	IV	3000	2000
	2	V	2000	1250

Выбор требуемой степени огнестойкости зданий затруднен в тех случаях, когда в производственных помещениях проводится ряд операций или процессов с различной пожарной опасностью. Как правило, в таких случаях требуемую степень огнестойкости устанавливают по наиболее пожароопасному процессу.

Если, однако, более пожароопасные операции занимают незначительную площадь или объем по сравнению с площадями и объемами, занимаемыми менее пожароопасными, степень огнестойкости подбирают по последним. При этом должны быть приняты меры, устраняющие возможность создания местной взрывоопасной концентрации или распространения пожара за пределы участков, имеющих повышенную пожарную опасность.

В качестве таких мер может быть предложено устройство местной вытяжной вентиляции, камер, перегородок и т. п.

При наличии двух смежных цехов с различной пожарной опасностью, требуемая степень огнестойкости может устанавливаться для каждого цеха в отдельности при условии, что они будут разделены противопожарными преградами: брандмауерами, несгораемыми перекрытиями и т. п.

При выборе требуемой огнестойкости здания, в зависимости от категории пожарной опасности производства, необходимо учитывать также следующие указания НСП 102—51 (примечания 1, 2, 3, 4, 5 и 6 к п. 8).

1. Размещение производств категорий А в подвальных и полуподвальных помещениях не допускается.

2. Допускается устройство четырехэтажных зданий III степени огнестойкости для производств категорий В (без применения горючих жидкостей), при условии возведения несгораемых перекрытий с пределом огнестойкости не ниже 1 часа над подвалом, вторым и четвертым этажами.

3. Лесопильные цехи до четырех рам включительно можно размещать в двухэтажных зданиях V степени огнестойкости.

4. Производства категории Г с источниками выделения тепла от раскаленных поверхностей, искр и открытого пламени, а также категории В при применении горючих жидкостей можно размещать в отдельно стоящих одноэтажных зданиях III и IV степеней огнестойкости при площади застройки здания не более 500 м², а также в зданиях V степени огнестойкости при площади застройки здания не более 300 м², если размещаемые в таких зданиях производства являются подсобными, т. е. не влияют на выпуск основной продукции предприятия.

5. Котельные с общей поверхностью нагрева котлов до 450 м², а также электростанции мощностью до 500 кВт можно размещать в зданиях и помещениях III степени огнестойкости.

6. Полуподвальные этажи не включаются в число этажей, если верх перекрытия полуподвального этажа возвышается над уровнем земли менее чем на 2 м.

Как видно из изложенного, методика установления требуемой степени огнестойкости очень проста. Она сводится к следующему:

а) установлению категории пожарной опасности производства;

б) установлению этажности здания и площади, ограниченной противопожарными преградами;

в) установлению требуемой степени огнестойкости здания в соответствии с категорией производства, этажностью и площадью здания.

Пример. Деревообделочное производство проектируется в одноэтажном здании площадью 1200 м². Установить минимальную требуемую степень огнестойкости здания.

Решение. 1. Устанавливаем категорию пожарной опасности производства.

Деревообделочное производство по пожарной опасности, в соответствии с НСП 102—51, относят к категории В.

2. Устанавливаем минимальную требуемую степень огнестойкости.

В соответствии с табл. 11 для производства категории В может быть допущено одноэтажное здание V степени огнестойкости. Из табл. 9 легко узнать, что здание V степени огнестойкости может быть выполнено из сгораемых конструктивных элементов.

В практической деятельности приходится чаще всего устанавливать соответствие огнестойкости уже существующих или запроектированных зданий требованиям пожарной безопасности. В этом случае остается сравнить фактическую огнестойкость здания с требуемой и сделать необходимые выводы.

Пример. Текстильная фабрика (прядильное отделение) запроектирована в четырехэтажном здании. Характеристика конструкций следующая:

- 1) стены кирпичные, толщиной в 2,5 кирпича;
- 2) колонны стальные незащищенные, сечением 300 см²;
- 3) перекрытие по металлическим балкам с негораемым заполнением. Балки защищены снизу слоем штукатурки, толщиной 20 мм;
- 4) покрытие чердачное по деревянным фермам;
- 5) кровля металлическая по деревянной обрешетке;
- 6) перегородки деревянные оштукатуренные, толщиной 10 см;
- 7) лестницы: ступени бетонные по металлическим незащищенным косякам.

Дать заключение о соответствии запроектированных конструкций противопожарным требованиям.

Решение. 1. Устанавливаем фактическую огнестойкость здания.

С этой целью составим таблицу фактических пределов огнестойкости и групп возгораемости запроектированных конструктивных элементов (табл. 12).

Сопоставляя полученные данные с данными табл. 9, можно увидеть, что здание может быть отнесено к III степени огнестойкости при условии защиты металлических колонн и повышения их предела огнестойкости до 3 час. и лестниц до 1,5 часа.

2. Устанавливаем категорию пожарной опасности производства.

Прядильное отделение в целом может быть отнесено к категории В.

3. Устанавливаем требуемую степень огнестойкости здания.

Из табл. 11 видно, что для четырехэтажных зданий с производством категории В требуемая степень огнестойкости должна быть не ниже II. Однако, учитывая примечание 2 к табл. 4 НСП 102—51, требуемая степень огнестойкости может быть не выше III при условии возведения негораемых перекрытий с пределом огнестойкости не ниже часа над подвалом, вторым и четвертым этажами.

Таблица 12

Наименование конструкций	Толщина или размер сечения конструк- ции в мм	Предел огнестой- кости в ча- сах	Группа воз- гораемости
Стены кирпичные	650	20	Несгораемые
Колонны стальные	300	0,40	"
Перекрытия по металлическим балкам с несгораемым запол- нением и защитой балок сло- ем штукатурки толщиной 20 мм	—	2,0	"
Покрытие по деревянным фер- мам	—	—	Сгораемые
Перегородки деревянные ош- тукатуренные	100	0,6	Трудносо- гораемые
Лестницы	—	0,25	Несгораемые

4. **Заключение.** Фактическая степень огнестойкости запроектированного здания ниже требуемой в связи с применением металлических незащищенных колонн и косоуров лестниц. Для приведения в соответствие фактической степени огнестойкости здания с требуемой НСП 102—51 необходимо довести предел огнестойкости колонн до 3 часов, а лестниц — до 1,5 часа.

ТРЕБУЕМАЯ ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Исходя из общего определения пожарной опасности, легко установить, что вероятность возникновения пожара, при прочих равных условиях, во всех жилых зданиях одинакова. Это подтверждается тем, что тепловые источники, а также количество горючих веществ, приходящихся на единицу площади в этих сооружениях, примерно одни и те же. Таким образом, сравнительным критерием оценки пожарной опасности данных объектов может быть лишь размер возможного пожара и убытков от него. Возможные убытки от пожаров, при прочих равных условиях, будут зависеть от этажности здания и его размеров в плане. Учитывая изложенное НСП 102—51, и устанавливают требуемую степень огнестойкости зданий.

Зная площадь и этажность здания, можно по табл. 13 установить требуемую степень огнестойкости.

Методика установления соответствия огнестойкости жилых и общественных зданий противопожарным требованиям такая же, как и для промышленных зданий.

Таблица 13

Степень огнестойкости	Число этажей	Наибольшая допустимая длина здания в м		Наибольшая допустимая площадь застройки в м ²	
		с брандмауэрами	без брандмауэров	с брандмауэрами	без брандмауэров
I—II	Не ограничивается	Не ограничивается	90	Не ограничивается	1800
III	1—5	То же	90	То же	1800
IV	1	140	70	2800	1400
IV	2	100	50	2000	1000
V	1	100	50	2000	1000
V	2	80	40	1600	800

Пример. Запроектирован жилой четырехэтажный дом, имеющий в плане форму прямоугольника размером 60×16 м. Характеристика конструкций следующая:

- 1) стены из силикатного кирпича толщиной 2,5 кирпича;
- 2) колонны кирпичные размером $2,5 \times 2,5$ кирпича;
- 3) перекрытия по деревянным балкам с деревянным накатом, оштукатуренные снизу слоем штукатурки, толщиной 20 мм;
- 4) покрытие по деревянным фермам;
- 5) перегородки междуквартирные кирпичные толщиной в полкирпича;
- 6) лестницы: ступени бетонные по металлическим незащищенным косякам.

Дать заключение о соответствии огнестойкости запроектированного здания противопожарным требованиям.

Решение 1. Устанавливаем фактическую огнестойкость запроектированного здания. С этой целью составляем таблицу фактических пределов огнестойкости и групп возгораемости запроектированных конструктивных элементов (табл. 14).

Таблица 14

Наименование конструкций	Толщина или размер сечения конструкции в мм	Предел огнестойкости в часах	Группа возгораемости
Стены кирпичные	650	20	Несгораемые
Колонны кирпичные	650×650	8,5	"
Перекрытия по деревянным балкам со сгораемым заполнением, оштукатуренные снизу слоем штукатурки толщиной 20 мм	—	0,75	Трудногораемые
Покрытие по деревянным фермам	—	—	Сгораемые
Перегородки кирпичные	120	2,5	Несгораемые
Лестницы	—	0,25	"

Сопоставляя данные табл. 14 с данными табл. 9, устанавливаем, что запроектированное здание относится к I¹ степени огнестойкости.

2. Устанавливаем требуемую степень огнестойкости здания.

В соответствии с табл. 13 четырехэтажные здания длиной не свыше 90 м могут проектироваться, как здания III степени огнестойкости.

3. **З а к л ю ч е н и е.** Запроектированное здание в части конструктивного оформления соответствует противопожарным требованиям.

При выборе требуемой огнестойкости общественных зданий — школ, больницы, торговых предприятий, клубов и домов культуры, театров, кинотеатров — следует учитывать их особенности в связи с тем, что они вмещают большое количество людей. Требуемую степень огнестойкости зданий общественного назначения устанавливают по техническим условиям ТУ 101—51¹ (табл. 15).

Таблица 15

Наименование зданий и количество мест	Степень огнестойкости зданий	Число этажей
Детские ясли:		
а) до 50 мест (включительно)	V	1
б) более 50 мест	III	1—2
в) „ 50 „	II	3
Детские сады:		
а) до 50 мест (включительно)	V	1
б) более 50 мест	III	1—2
в) „ 50 „	II	3
Больницы—лечебные корпуса больничных учреждений, стационары и родильные дома:		
а) до 50 коек	V	1
б) более 50 коек	III	1—4
в) „ 50 „	II	Не ограничивается
Отдельно стоящие здания амбулаторно-поликлинических отделений больниц (независимо от пропускной способности)	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> V III II </div> </div>	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> 1 2—4 Не ограничивается </div>
Общеобразовательные школы:		
а) до 280 ученических мест (включительно)	V	1
б) от 400 ученических мест и более	III	1—4
в) „ 400 „	II	Не ограничивается

¹ Технические условия на огнестойкость и этажность зданий детских яслей, детских садов, больниц, родильных домов, общеобразовательных школ, торговых предприятий, клубов и домов культуры. Издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953.

Наименование зданий и количество мест	Степень огнестойкости зданий	Число этажей
Торговые предприятия: розничные магазины и предприятия общественного питания (независимо от вместимости) . .	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 5px;">}</div> <div style="text-align: center;"> V IV III II </div> </div>	1 2 3 Не ограничивается
Клубы и дома культуры со зрительными залами:		
а) до 300 мест (включительно)	V	1
б) от 300 до 500 мест (включительно) . .	III	1—3
в) более 500 мест	II	Не ограничивается

Примечания: 1. Здания больниц вместимостью до 50 коек включительно, здания амбулаторно-поликлинических отделений больниц (независимо от пропускной способности), а также здания школ вместимостью до 280 ученических мест включительно V степени огнестойкости можно строить двухэтажными при условии, что эти здания имеют рубленые стены, оштукатуренные изнутри.

2. Здания клубов и домов культуры вместимостью до 300 мест V степени огнестойкости допускаются строить двухэтажными при условии, что эти здания имеют рубленые стены, оштукатуренные изнутри, а зрительные залы и фойе располагаются на первом этаже.

Дополнительные требования к отдельным конструктивным элементам зданий, перечисленные в табл. 15, даны в приложении 8.

Огнестойкость зданий театров в зависимости от их вместимости устанавливают по временным нормам строительного проектирования театров.

При выборе огнестойкости конструктивных элементов зданий кинотеатров следует руководствоваться «Нормами проектирования кинотеатров художественного фильма в самостоятельных зданиях» (ГОСТ 2691—44).

При пользовании ГОСТ 2691—44, а также временными нормами строительного проектирования театров надо учитывать, что в этих нормах принята отличная от ныне действующей классификация конструктивных элементов и зданий. Строительные материалы, конструктивные элементы и здания разделены на огнестойкие, полуюгнестойкие, полусгораемые и сгораемые. При необходимости перехода от старой классификации к новой рекомендуется руководствоваться следующей переходной шкалой.

Старая классификация	Новая классификация
Огнестойкие и полуюгнестойкие	Несгораемые
Полусгораемые	Трудносгораемые
Сгораемые	Сгораемые

Здания огнестойкие и полугонестойкие могут быть отнесены к I или II степени огнестойкости при условии соответствия пределов огнестойкости и групп возгораемости конструктивных элементов этих зданий.

Здания полусгораемые могут быть отнесены к III или IV степени огнестойкости в зависимости, главным образом, от конструкции стен и опор. Если стены и опоры несгораемые, то при сходстве остальных конструктивных элементов полусгораемые могут быть отнесены к зданиям III степени огнестойкости. Сгораемые здания могут быть отнесены к V степени огнестойкости.

ГЛАВА VI

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗГОРАЕМОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В тех случаях, когда фактические пределы огнестойкости и группы возгораемости запроектированных конструкций меньше требуемых по расчету или установленных нормами, следует их повысить.

Повышение пределов огнестойкости конструкций любой группы возгораемости может быть достигнуто увеличением их сечения. Чаще всего к этому методу повышения огнестойкости прибегают тогда, когда речь идет о конструкциях, выполненных из естественных или искусственных камней. Как видно из приложения 1, повышение пределов огнестойкости у железобетонных конструкций с гибкой или жесткой арматурой достигается увеличением толщины защитного слоя у перекрытий или площади поперечного сечения опор.

Особую заботу следует проявлять при необходимости повышения пределов огнестойкости металлических и деревянных конструкций.

Увеличение сечений металлических конструкций, в силу их значительного коэффициента теплопроводности, не дает должного эффекта в смысле повышения их пределов огнестойкости.

Приходится прибегать к облицовыванию или оштукатуриванию конструкций материалами, имеющими значительное термическое сопротивление и защищающими их в течение более или менее длительного времени от действия высоких температур.

Деревянные конструкции, обладая незначительным коэффициентом теплопроводности ($\lambda = 0,15$) и относительно значительным сечением, теряют огнестойкость главным образом из-за уменьшения сечения при его обгорании. Поэтому любое мероприятие, направленное к предохранению дерева от горения и повышению его сопротивления возгораемости, должно приводить к

повышению его пределов огнестойкости. Практически, однако, к мероприятиям, повышающим предел огнестойкости, следует отнести облицовку и штукатурку. Другие средства огнезащиты дерева, увеличивая сопротивление возгораемости деревянных конструкций, не оказывают существенного влияния на изменения пределов огнестойкости.

А. Методы повышения огнестойкости конструктивных элементов

1. Зависимость предела огнестойкости от сечения конструктивного элемента

Обычно при проектировании сечение конструктивного элемента подбирают в зависимости от действующих на него нагрузок, без учета работы конструкции в условиях пожара.

Большей устойчивостью при возможных термических воздействиях будут обладать конструктивные элементы, имеющие большую площадь поперечного сечения. Чем меньше поперечное сечение рассматриваемого элемента здания, тем быстрее и на большую глубину он будет прогреваться до критических для прочности материала температур и тем больше возможные температурные напряжения в этом элементе здания.

Таким образом, имеется известное противоречие между противопожарными и техническими требованиями. Если по техническим требованиям наблюдается тенденция к уменьшению сечений за счет более полного использования механических свойств строительных материалов, то противопожарные требования, наоборот, диктуют увеличение сечений, полученных расчетом на прочность.

Разрешить эти противоречия можно созданием материалов, сохраняющих свои механические свойства при действии высоких температур, а также изучением зависимости предела огнестойкости данного типа конструкции от площади поперечного сечения.

В связи с этим наибольший интерес представляет возможность установления теоретической зависимости:

$$P = f(r), \quad (1)$$

где: P — предел огнестойкости в часах;

r — параметр, характеризующий размеры поперечного сечения, в м.

Имеющиеся экспериментальные данные показывают, что эта зависимость не является линейной и имеет более сложный характер.

Теоретическое решение зависимости (1) представляет большой научный и практический интерес. Такое решение в значительной мере могло бы сократить экспериментальные работы, необходимые для определения пределов огнестойкости.

Несовершенство экспериментального метода заключается в том, что результаты испытания пригодны лишь для определения фактических пределов огнестойкости единичных образцов данного сечения, выполненных из одного и того же материала. Результаты эксперимента непосредственно не могут быть распространены на образцы, выполненные из данного материала, но другого сечения. Для того чтобы результаты огневых испытаний конструкций

можно было обобщить и распространить на другие аналогичные случаи, необходимо данные, полученные в результате эксперимента, дополнить теоретическими исследованиями. Для решения этого вопроса в ЦНИИПО ведутся специальные исследования.

В последнее время получил весьма широкое распространение в технике экспериментально-теоретический метод, позволяющий обобщать результаты единичного эксперимента.

Применительно к рассматриваемому вопросу этот метод сводится к тому, чтобы, определив экспериментально предел огнестойкости данного образца, теоретически на базе результатов эксперимента установить предел огнестойкости подобных образцов.

При испытании конструкций в огневых печах разрушение образцов наступает, очевидно, в момент установления в них критического температурного поля. Под критическим температурным полем в данном случае подразумевают такое, при котором происходит разрушение конструкции. Критериями разрушения могут являться показатели, принятые методикой стандартного испытания. В этом случае время, по истечении которого конструкция теряет свои рабочие функции, будет совпадать с временем, по истечении которого устанавливается критическое температурное поле. Следовательно, под понятием предел огнестойкости можно подразумевать время, по истечении которого в конструктивном элементе устанавливается критическое температурное поле. Зная время, по истечении которого устанавливается критическое температурное поле в испытанном образце (натурном), можно теоретически установить время, по истечении которого установится тождественное температурное поле в подобном образце, именуемом в дальнейшем моделью.

Тождественность температурных полей двух геометрически подобных конструктивных элементов при одинаковых начальных температурных условиях может быть достигнута с помощью критерия Фурье (F_0).

При подобных температурных полях:

$$F_0 = idem.$$

Критерий Фурье представляет собой следующее отношение:

$$F_0 = \frac{a\tau}{r^2}, \quad (2)$$

где: a — коэффициент температуропроводности в $\text{м}^2/\text{час}$;

τ — длительность действия температуры в часах;

r — геометрический параметр, характеризующий размер образца.

При тождественных температурных полях:

$$\frac{a_m \tau_m}{r_m^2} = \frac{a_n \tau_n}{r_n^2}. \quad (3)$$

В формуле (3) индекс m обозначает модель, а индекс n — натуру.

В качестве модели применяют образец меньшего сечения, а натурального образца — большего сечения.

Из равенства (3) может быть определено время, в течение которого должна нагреваться модель для достижения тождественности температурных полей с натурным образцом, а именно:

$$\tau_m = \tau_n \frac{a_n}{a_m} \left(\frac{r_m}{r_n} \right)^2. \quad (4)$$

Таким же образом может быть определено время, в течение которого должен нагреваться натуральный образец для достижения тождественности температурных полей с моделью:

$$\tau_n = \tau_m \frac{a_m}{a_n} \left(\frac{r_n}{r_m} \right)^2. \quad (5)$$

Для конструктивных элементов, выполненных из одинаковых материалов, полагаем их физические константы равными, а следовательно, можно считать равными также коэффициенты температуропроводности. В этом случае уравнения (4) и (5) могут быть переписаны в следующем виде:

$$\tau_M = \tau_N \left(\frac{r_M}{r_N} \right)^2; \quad (6)$$

$$\tau_N = \tau_M \left(\frac{r_N}{r_M} \right)^2. \quad (7)$$

Из уравнений (6) и (7) легко заметить, что время, потребное для достижения тождественных температурных полей в модели и натурном образце, прямо пропорционально отношению квадратов параметров, характеризующих их размер поперечного сечения.

Ранее мы условились, что время, необходимое для достижения критического температурного поля, определяет фактический предел огнестойкости. Имея в виду изложенное, а также условно приняв испытуемый образец за модель, фактический предел огнестойкости натурального образца может быть найден по формуле:

$$P_{ф. н} = P_{ф. м} \left(\frac{r_N}{r_M} \right)^2. \quad (8)$$

В качестве параметра, характеризующего геометрический размер элемента, принимают толщину стен или перегородок, диаметр или радиус колонн и т. п.

Следует, однако, иметь в виду, что зависимости, выраженные уравнениями (6), (7) и (8), не учитывают постепенного нарастания температуры по стандартной кривой «время — температура», а предполагают нагрев от источника с постоянной температурой.

Указанными уравнениями не учитывают также действие резких колебаний температуры, возможных в условиях пожара, и механическое подобие. Поэтому надо полагать, что показатель степени 2 в уравнениях (5) и (6) должен быть меньше двух. В частности, анализ экспериментальных работ показывает, что показатель степени находится в пределах 1,5—1,7.

Таким образом, в окончательном виде принимаем следующую формулу:

$$P_{ф. н} = P_{ф. м} \left(\frac{r_N}{r_M} \right)^{1,5}.$$

Пример 1. Фактический предел огнестойкости металлической колонны с облицовкой в 0,25 кирпича равен 2 часам.

Определить фактический предел огнестойкости такой же колонны, но с облицовкой в 0,5 кирпича. Принимая показатель степени, равный 1,5, получим:

$$P_{ф. н} = P_{ф. м} \left(\frac{r_N}{r_M} \right)^{1,5} = 2 \left(\frac{0,12}{0,065} \right)^{1,5} = 4,9 \text{ часа.}$$

По данным экспериментальных работ ЦНИИПО¹, фактический предел огнестойкости колонны с облицовкой в 0,5 кирпича равен 5 час. 15 мин. Такое совпадение данных результатов расчета с данными опыта следует считать вполне удовлетворительным.

Пример 2. Фактический предел огнестойкости кирпичной колонны с меньшей стороной сечения 25 см равен 2,5 часа. Определить фактический предел огнестойкости такой же колонны, но с меньшей стороной сечения 64 см:

$$P_{ф. н} = P_{ф. м} \left(\frac{r_N}{r_M} \right)^{1,5} = 2,5 \left(\frac{0,64}{0,25} \right)^{1,5} = 10,25 \text{ часа.}$$

¹ Научно-технический сборник ЦНИИПО. Издательство МКХ РСФСР, 1948.

Фактический предел огнестойкости кирпичной колонны сечением 64×64 см равен (в соответствии с приложением 1) 8,5 часа.

Пример 3. Фактический предел огнестойкости колонн из бетона с кремнистым заполнителем с меньшей стороной сечения 20 см равен 2 часам. Определить $P_{ф. н}$ такой же колонны, но сечением 40 см:

$$P_{ф. н} = 2 \left(\frac{40}{20} \right)^{1,5} = 5,7 \text{ часа.}$$

Согласно приложению 1, предел огнестойкости бетонной колонны равен 6 часам.

Пример 4. Фактический предел огнестойкости стены из кирпича толщиной в 12 см равен 2 час. Требуется определить предел огнестойкости стены толщиной 64 см:

$$P_{ф. н} = P_{ф. м} \left(\frac{r_n}{r_m} \right)^{1,5} = 2 \left(\frac{64}{12} \right)^{1,5} = 24,4 \text{ часа.}$$

Фактический предел огнестойкости стены толщиной в 64 см, полученный экспериментально, равен 22 часам.

Следует заметить, что весьма близкое совпадение экспериментальных и расчетных данных получается в том случае, когда предел огнестойкости устанавливается в результате огневых испытаний конструкций по их прогреваемости.

Приведенные примеры подтверждают возможность перехода к экспериментально-теоретическому методу исследования огнестойкости конструкций и установлению зависимости пределов их огнестойкости от сечения.

2. Общие свойства облицовок и штукатурок

Характерной особенностью противопожарных облицовок, как части конструктивного элемента, является то, что они в большинстве случаев никакой нагрузки не несут. Их роль заключается в защите основного несущего элемента (металлического, деревянного) от теплового воздействия.

Если иметь в виду, что несущие конструкции должны нести расчетную нагрузку в течение определенного времени при пожаре, то противопожарные облицовки обязаны обеспечить им определенный предел огнестойкости. Это достигается тем, что облицовка предохраняет несущий элемент от критических для его прочности температур. Срок защитного действия изоляции должен был бы исчисляться временем прогрева данной изоляции до критических для несущего элемента температур. Фактически дело обстоит несколько иначе. В условиях пожара могут сказаться факторы, увеличивающие и уменьшающие срок действия изоляции. Изоляция может быть разрушена раньше срока ее прогрева вследствие:

- а) ударного и термического воздействий водяной струи;
- б) температурных напряжений основной несущей конструкции, в результате чего возможны ее удлинения и деформации;
- в) температурных напряжений самой изоляции вследствие неравномерного прогрева, местных нагревов, а также жесткого скрепления изоляции с основным несущим конструктивным элементом;

г) изменения механических свойств материалов облицовки. В силу этого при устройстве противопожарных облицовок следует задуматься не только о выборе материала облицовки, но и о конструктивном решении последней.

Облицовкой и штукатуркой можно покрывать металлические и деревянные конструкции, чтобы повысить предел их огнестойкости, а также сопротивление возгораемости.

Предел огнестойкости металлических и деревянных незащищенных конструкций незначителен. Это объясняется в первом случае резким снижением прочности строительной стали при температуре 600°, а также температурными напряжениями, и во втором случае уменьшением сечения деревянных конструктивных элементов в результате обгорания.

Устройство огнезащитной облицовки конструкций имеет целью замедление повышения температуры стали и огнезащиту дерева. Эффективная огнезащита достигается в том случае, если температура стали не является критической для ее прочности, а также если древесину предохраняют от воспламенения.

Для противопожарных облицовок могут служить: бетон, сборные бетонные и железобетонные плиты, красный кирпич, кладка из пустотелых керамиковых камней, штукатурка, гипсовые плиты и другие материалы.

3. Требования к материалам противопожарных облицовок и штукатурок

При устройстве противопожарных облицовок и штукатурок необходимо учитывать технико-экономические требования. Выполнить их можно, лишь тщательно проанализировав свойства материалов облицовок, а также данные экспериментального исследования огнестойкости конструкций и их поведения в условиях пожаров.

Облицовочные материалы должны иметь минимальные теплопроводность и объемный вес, достаточную прочность (сохраняя ее в условиях возможного пожара) и термостойкость.

Особое значение имеют теплопроводность и объемный вес облицовочных материалов. Теплопроводность характеризует термоизоляционные качества материала. Сечение облицовки находится в прямой зависимости от значений коэффициента теплопроводности, так как чем меньше коэффициент теплопроводности, тем больше термическое сопротивление изоляции и тем меньше при прочих равных условиях ее сечение.

Объемный вес имеет значение в смысле характеристики, веса облицовочных материалов как дополнительной нагрузки на несущие конструкции зданий. Преимуществом пользуются материалы с наименьшим объемным весом и, следовательно, наименьшим коэффициентом теплопроводности.

Облицовочные материалы, как правило, не несут нагрузки.

Однако в условиях пожара часть нагрузки с несущего элемента при его деформации может быть передана на облицовки. Лучшими считаются те материалы, которые обладают достаточной прочностью и сохраняют ее в условиях действия высоких температур и резких их колебаний.

Таким образом, облицовочные материалы, помимо прочности, должны обладать также и термической стойкостью. Как известно, достаточной термической стойкостью обладают керамические изделия, но все же по сравнению с пустотелыми керамическими блоками и другими строительными материалами преимущества остаются за глиняным обыкновенным кирпичом. Керамические пустотелые блоки, вследствие их неравномерного прогрева и возникающих температурных напряжений, могут разрушаться и до поливки их водой.

Некоторые данные для характеристики свойств облицовочных и штукатурных материалов приведены в табл. 16.

Таблица 16

Наименование материалов	Объемный вес в кг/м ³	Коэффициент теплопроводности в ккал/м час град	Временное сопротивление материала в кг/см ²
Алебастровые доски, плиты, чистый алебастровый раствор . . .	1250	0,40	30
То же	840	0,22	—
Гипсовые плиты с примесью пробки или волокна около 30% по объему	660	0,18	—
Железобетон набивной	2200	1,33	200—350
Бетон с каменным щебнем	2000	1,10	250—350
То же, с кирпичным щебнем	1900	1,00	
Теплые бетоны (шлакобетон, пемзошлакобетон и др.)	1500	0,60	25—140
То же	1250	0,45	
„	1000	0,35	25—140
„	800	0,25	
Мрамор, гранит, базальт	2800	3,00	700—2000
Известняки	2000	1,00	80—2000
Известняк—ракушечник	1500	0,65	15—50
Кирпич глиняный обыкновенный, машинный, плотный	1800	0,66	50—150
То же, ручной выработки	1700	0,60	—
„ слабопористый	1400	0,45	35—75
„ пористый	1200	0,38	25—100
„ высокопористый	800	0,25	22
Обыкновенная известковая штукатурка на внутренней поверхности	1600	0,60	—
Штукатурка цементно-песчаная . .	1800	1,00	—
Теплая штукатурка	1000	0,33	—
Войлок обыкновенный (не спрессованный)	300	0,04	—

ции. Применяемые для крепления противопожарных облицовок анкера выполняются из полосовой стали. Бетонную облицовку обычно армируют, а штукатурку наносят по металлической сетке.

При проектировании облицовки из гипсовых плит следует иметь в виду, что они должны быть изготовлены из гипса без примеси песка и армированы оцинкованной стальной сеткой с ячейками 75×75 мм, помещаемой на расстоянии от наружной поверхности плиты на $\frac{1}{3}$ ее толщины. Гипсовые плиты устанавливают с перевязкой швов на растворе из чистого гипса. В горизонтальных швах рядов плит укладывают хомуты из оцинкованной проволоки диаметром 4 мм.

Для исключения повреждений противопожарных облицовок в результате температурных напряжений необходимо устраивать местные деформационные швы.

Деформационные швы противопожарной облицовки колонн должны иметь упругое и плотное заполнение, по огнестойкости равное противопожарной облицовке элемента.

В процессе строительных работ важно, чтобы все мероприятия, предусмотренные проектами, были выполнены. Следует иметь в виду, что при устройстве облицовок из камней и плит надо перевязывать швы. Качество раствора должно быть таким же, как и при кладке ответственных элементов зданий — столбов, перемычек и т. д. Сопряжение противопожарных облицовок из различных материалов необходимо выполнять так, чтобы при высыхании материалов после окончания работы не образовывались сквозные отверстия. Керамиковые камни противопожарной облицовки надо укладывать так, чтобы пустоты располагались горизонтально (на ребро). Такое расположение камней уменьшает возможную циркуляцию воздуха по пустотам, а следовательно, улучшает теплотехнические показатели облицовки, увеличивая ее термическое сопротивление.

5. Огнезащитные свойства облицовок и штукатурок

При облицовке, а также штукатурке деревянных и металлических конструкций огнезащитный эффект устанавливают сравнением пределов огнестойкости защищенных и незащищенных конструкций.

Как известно, предел огнестойкости незащищенных стальных конструкций равен 0,25—0,5 часа. Облицованные конструкции могут иметь значительный предел огнестойкости, диктуемый требованиями, предъявляемыми к ним. Так, на основании экспериментальных данных установлена наименьшая толщина защитной облицовки колонн и балок стального каркаса высотных зданий Москвы (табл. 17).

Таблица 17

Материал огнезащитной облицовки	Толщина огнезащитной облицовки при требуемом пределе огнестойкости в мм		
	2 часа	3 часа	4 часа
1. Армированный бетон на щебне из естественных минералов (известняк, гранит, песчаник, кварцит и т. п.)	50	60	75
2. Армированный бетон на щебне из кирпича и керамзита	40	50	60
3. Кирпич глиняный обожженный, обыкновенный и дырчатый:			
а) без заполнения внутреннего объема между стальной конструкцией и облицовкой	65	120	120
б) с заполнением внутреннего объема между стальной конструкцией и облицовкой	—	65	120
4. Гипсовые плиты с заполнением внутреннего объема между стальной конструкцией и облицовкой	40	50	60

Фактические пределы огнестойкости облицовок, штукатурок, а также защитных слоев железобетонных конструкций, легко установить по фактической огнестойкости соответствующих конструктивных элементов (приложение 1 к НСП 102—51). Обычные штукатурки, как правило, повышают предел огнестойкости деревянных конструкций на 0,5 часа.

Б. Методы повышения сопротивления возгораемости древесины

1. Дерево как строительный материал

Миллионы гектаров земли в нашей стране покрыты лесами. Таким образом, древесина у нас — самый распространенный строительный материал.

По физико-механическим свойствам древесина и в настоящее время конкурирует с такими строительными материалами, как металл, искусственные и естественные камни.

К свойствам древесины, выгодно отличающим ее от других строительных материалов, относятся:

- а) объемный вес,
- б) теплопроводность и теплоемкость,
- в) химическая стойкость,
- г) хорошее поглощение вибраций и ударов,
- д) незначительный коэффициент линейного расширения,

- е) легкость обработки,
 ж) относительная дешевизна.

Сравнительная характеристика физико-механических свойств древесины и других строительных материалов приведена в табл. 18.

Таблица 18

Наименование строительных материалов	Объемный вес в кг/м^3	Коэффициент теплопроводности в ккал/м час град	Коэффициент линейного расширения в м/град	Временное сопротивление сжатию в кг/см^2
Кирпич обыкновенный	1800	0,7	—	100—150
Бетон обычный . . .	2200	1,33	0,00001	90—140
Сталь 3 (обычная) . .	7800	50	0,0000125	3500—4500
Гранит и другие плотные породы в правильной кладке . . .	2600	2,50	0,000011	1000—2000
Сосна (поперек волокон)	560	0,15	0,000034	300—350
Сосна вдоль волокон .	560	0,30	0,000004	300—350
Дуб (поперек волокон)	800	0,20	0,000055	400—500

Для установления преимущества одного материала над другим вводится понятие «коэффициент конструктивного качества материала». Коэффициент конструктивного качества получается делением временного сопротивления на объемный вес строительного материала.

Высшим коэффициент конструктивного качества будет у того материала, у которого при наибольшей прочности — наименьший объемный вес. Ниже приводится коэффициент конструктивного качества для некоторых строительных материалов:

$$\text{древесина (сосна)} K = \frac{350}{560} = 0,625;$$

$$\text{сталь 3 (обычная)} K = \frac{4500}{7800} = 0,58;$$

$$\text{сталь 5 (повышенная)} K = \frac{5000}{7600} = 0,64;$$

$$\text{бетон обычный} K = \frac{110}{2400} = 0,046;$$

$$\text{бетон высокой марки} K = \frac{300}{2500} = 0,12;$$

$$\text{кирпич в кладке} K = \frac{50}{1700} = 0,03.$$

Таким образом, высшим коэффициентом конструктивного качества обладает древесина, превосходящая в этом отношении сталь.

К положительным свойствам древесины следует также отнести значительную (по сравнению с металлом) огнестойкость деревянных конструктивных элементов. Из экспериментальных данных известно, что деревянные колонны значительного сечения под расчетной нагрузкой разрушались в огневой камере через 50 мин., в то время как стальные колонны разрушались через 15 мин.

Древесина имеет, однако, и ряд существенных недостатков. К ним относятся: а) возгораемость и распространение огня; б) гигроскопичность (наиболее серьезный недостаток, вызывающий изменение размеров, формы и свойств древесины); в) загниваемость; г) анизотропность (неоднородность строения в различных направлениях).

2. Понятие о горении дерева и принципах защиты его от горения

Дерево, как и другие вещества, может гореть лишь при наличии воздуха и теплового источника, способного нагреть древесину до температуры воспламенения или самовоспламенения. Под температурой воспламенения древесины подразумевается та наинизшая температура, при которой продукты разложения способны воспламениться при поднесении к дереву открытого источника огня. Температурой самовоспламенения называется температура, при которой продукты разложения древесины способны загореться без постороннего источника пламени. Температура воспламенения продуктов разложения большинства пород деревьев лежит в пределах $270-300^{\circ}$, а температура самовоспламенения—в пределах $330-470^{\circ}$. Следует, однако, иметь в виду, что длительный нагрев, в связи с возможностью образования пирофорного угля, делает опасной для незащищенной древесины температуру 100° .

С точки зрения выбора огнезащитных средств удобно процесс горения древесины разделить на три фазы¹.

1. Подготовительная фаза. Нагрев древесины посторонними источниками пламени до температуры ее термического распада.

При 110° дерево высыхает и начинает выделять летучие вещества, имеющие запах. При $110-150^{\circ}$ дерево желтеет, наблюдается более сильное выделение летучих составных частей. При $150-230^{\circ}$ дерево становится коричневым, обугливается. Дальнейшее разложение древесины с поглощением тепла продолжается до температуры 280° .

¹ А. И. Отрешко. Строительные конструкции, ч. II, Трансжелдориздат, 1948.

2. Фаза пламенного горения. Выделяющиеся продукты разложения при температуре свыше 270° , соприкасаясь с открытым источником пламени, воспламеняются. При отсутствии открытого источника пламени воспламенение продуктов разложения может произойти при температуре $330-470^{\circ}$. В процессе горения, благодаря экзотермической реакции, выделяется тепло.

Фаза пламенного горения, как и подготовительная, характеризуется выделением продуктов разложения из толщи древесины наружу.

3. Фаза тления. После сгорания продуктов разложения древесины начинает гореть образовавшийся древесный уголь, который содержит незначительный процент летучих веществ. Интенсивность горения зависит главным образом от количества воздуха, притекающего извне к угольной массе.

Рассмотренная схема процесса горения позволяет наметить мероприятия, исключающие или замедляющие процесс горения.

К этим мероприятиям следует отнести:

а) защиту древесины от непосредственного действия тепловых источников и замедление процесса нагревания до температуры воспламенения;

б) исключение образования горючей системы дерево + воздух;

в) затруднение выхода продуктов разложения древесины и перемешивания их с воздухом;

г) исключение или затруднение движения воздуха к горячей древесине в фазе тления;

д) снижение интенсивности горения дерева.

Наиболее эффективным средством защиты древесины являются термоодежды, которые экранируют действие лучистой теплоты, замедляют нагрев древесины, затрудняют выход летучих веществ (продуктов термического распада); исключают образование горючей системы (дерево + воздух). Кроме термоодежды, для защиты древесины применяют окраски и химические средства пропитки, уменьшающие выход продуктов разложения древесины и повышающие выход трудновозгораемого угля. Уголь, обладающий высокими термоизоляционными свойствами, выполняет роль термоодежды. Снижение интенсивности горения незащищенной древесины и локализацию процесса горения достигают конструктивными мероприятиями (преграды в зданиях — в отдельных конструктивных элементах и др.).

3. Повышение огнестойкости и сопротивления возгораемости древесины

Повышения предела огнестойкости древесины достигают предохранением ее в течение более или менее длительного времени от загорания. Наиболее эффективным средством огнезащиты,

существенно повышающим огнестойкость деревянных конструкций, является штукатурка или облицовка несгораемыми или трудносгораемыми материалами (равноценными по огнезащитным свойствам штукатурке).

Другие средства огнезащиты дерева — покраска, обмазка и пропитка — увеличивают сопротивляемость древесины возгоранию, не оказывая существенного влияния на изменение предела огнестойкости.

Способы огнезащитной окраски деревянных элементов зданий, в зависимости от их назначения и капитальности, изложены в инструкции по борьбе с гниением и повышению огнестойкости деревянных элементов зданий и сооружений.

В соответствии с этой инструкцией огнезащитная обработка деревянных конструкций достигается пропиткой или поверхностными средствами огнезащиты. В качестве поверхностных средств огнезащиты (по убывающей степени эффективности) применяют:

а) штукатурку слоем 20 мм или облицовку несгораемыми или трудносгораемыми материалами (равноценными по огнезащитным свойствам штукатурке);

б) облицовку несгораемыми или трудносгораемыми материалами с пониженной по сравнению со штукатуркой огнезащитной эффективностью (сухая гипсовая штукатурка толщиной 8—10 мм);

в) поверхностная пропитка и огнезащитные малярные покрытия.

4. Защита поверхности древесины штукатуркой

Для защиты поверхности древесины используют штукатурки, краски, обмазки и химическую пропитку.

В качестве штукатурных могут применяться обычные растворы, применяемые строителями. Достоинством штукатурок является их определенное термическое сопротивление, обеспечивающее замедленный прогрев древесины до температуры самовоспламенения. С этой точки зрения целесообразнее использовать штукатурки, обладающие наибольшим термическим сопротивлением, т. е. так называемые теплые растворы.

Для теплых штукатурок применяют растворы, имеющие в воздушно-сухом состоянии объемный вес от 600 до 1200 кг/м³. В качестве вяжущих веществ могут быть использованы: цемент, алебастр, известь, смесь извести и цемента. Заполнителями служат котельный шлак, туфовая и пемзовая мелочь или органические вещества (опилки, древесноугольная крошка и др.).

Заполнители теплых растворов дозируются по аналогии со строительным песком в холодных растворах; отношение между вяжущим и заполнителем — от 1 : 2 до 1 : 3 (по объему).

В связи с усовершенствованием методов ведения строительных работ появились новые виды штукатурок: литая, сухая штукатурка (органическая) и сухая штукатурка гипсовая.

Литая штукатурка отличается от обычной способом производства работ. Ее наносят не отдельными слоями, а следующим образом: жидкий известково-гипсовый раствор заливают между соответственно подготовленной к штукатурке поверхностью и специальной, заранее подготовленной опалубкой. Эту опалубку делают переносной. Она легко собирается и разбирается. После схватывания раствора опалубку разбирают, и получается готовая гладкая оштукатуренная поверхность.

Недостатком литой и обычной штукатурок является то, что они в условиях пожара преждевременно отслаиваются, обнажая деревянные конструктивные элементы. Этот недостаток может быть устранен нанесением штукатурного раствора по металлической сетке.

Органическая сухая штукатурка изготавливается в виде плит, отформованных из древесной массы или отходов льна, конопли и т. п. Материалы эти предварительно измельчаются, обрабатываются специальными химикалиями на водоустойчивость, негоряемость и противогнилостную стойкость, затем отпрессовываются и разрезаются на плиты, поверхность которых подвергают отделке.

Такие плиты имеют обычно длину и ширину от 1,2 до 5,7 м, толщину 8—12 мм, объемный вес 250—1200 кг/м³, вес 1 м² в среднем от 3 до 6 кг. Коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,035 \div 0,04$ ккал/м час град.

Применение плит сухой штукатурки не рекомендуют в конструкциях, не защищенных от атмосферных воздействий (наружная отделка), в помещениях с повышенной влажностью (бани, прачечные и т. п.), а также для устройства вентиляционных коробов и т. п.

Сухая гипсовая штукатурка представляет собой плиты, отлитые из гипса, смешанного с мелкими древесными волокнами или опилками, и армированные с двух сторон картоном. Московский завод выпускает плиты размером 110 × 75 см, толщиной 8—10 мм. Площадь плиты — 0,82 м². Вес плиты в среднем — 6,5—7,5 кг, объемный вес — около 1000—1100 кг/м³. Область применения та же, что и органической штукатурки.

В соответствии с инструкцией по борьбе с гниением и повышению огнестойкости деревянных элементов зданий и сооружений, защита деревянных элементов органической штукатуркой не является достаточной для перевода сгораемых конструкций в группу трудносгораемых.

5. Огнезащитные составы для пропитки древесины и огнезащитные малярные покрытия

Наиболее просты и доступны силикатные краски и краски на клеевой основе. Недостатком силикатных красок является их слабая устойчивость к атмосферным воздействиям и к действию

углекислоты воздуха. Это объясняется тем, что жидкое стекло легко растворяется в воде, а также взаимодействует с углекислотой. Находящаяся в жидком стекле щелочь под действием углекислоты превращается в соду, которая белым налетом покрывает слой краски.

Эффективность действия покрасок в значительной мере зависит от сохранности пленки покрытий. Пленка с течением времени разрушается, поэтому срок надежного действия таких покрасок — 1—2 года, а иногда и менее. ЦНИИПО разработал рецептуру атмосферно-устойчивых огнезащитных красок.

В состав огнезащитных пропиток обычно входят различные аммонийные соли: сернокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, двузамещенный фосфорнокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, бромистый аммоний, а также бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и борная кислота H_3BO_7 .

Надежная защита древесины от загорания при действии местных температурных источников может быть получена при поглощении солей от 80 до 100 кг/м³ глубокой пропиткой. Поверхностная пропитка древесины растворами солей достигается окраской или нанесением раствора краскопультом.

Огнезащитные составы, рекомендуемые для поверхностной пропитки и малярных покрытий, а также для глубокой пропитки древесины, приведены в приложениях 2, 3, 4, 5, 6, 7¹.

6. Огневые испытания огнезащитных составов

В настоящее время нет абсолютных величин для характеристики огнезащитных свойств пропиток и покрытий по дереву.

Лабораторные и полигонные исследования эффективности огнезащитных составов дают главным образом относительные данные. Эффективность огнезащитного состава должна, повидимому, характеризоваться сопротивляемостью обработанного образца возгоранию. Сопротивляемость возгоранию следует измерять временем, по истечении которого материал или конструктивный элемент воспламеняется при действии определенного теплового источника, а также способностью прекращать горение и тление после удаления его. В соответствии с этим можно установить следующие критерии для характеристики возгораемости строительных материалов и конструкций:

- а) время воспламенения,
- б) скорость горения,
- в) время прекращения горения и тления после ликвидации источника воспламенения.

Скорость горения при этом характеризуют отношением про-

¹ Способы и средства огнезащиты древесины. Канд. техн. наук С. И. Таубкин и инж. Н. С. Никитина. Информационный сборник ЦНИИПО. Издательство МКХ РСФСР, 1952.

цента потери веса образца при огневом воздействии к промежутку времени, в течение которого происходила эта потеря.

Экспериментальное исследование возгораемости производят испытанием стандартных образцов материала, а также полигонных макетов при воздействии определенных тепловых источников, при определенном положении этих источников относительно испытуемого образца и в течение определенного времени.

ЦНИИПО проводит исследование эффективности свойств огнезащитных составов на фанерных образцах, в малой «огневой трубе» и на полигонных макетах¹.

а) Метод сжигания фанерных образцов. Испытание сводится к тому, что подготовленный образец помещают между двумя параллельными стенками под углом 35° к горизонтальной плоскости (рис. 19). Горелку (диаметр трубы 7 мм) с пламенем (бензовоздушная смесь), высотой 40 мм и температурой 1000° направляют на образец выше торца на 1 см. Время поджигания составляет 2 мин. Размеры образца — 140 × 70 × 4 мм. Количество образцов — 6. До и после испытания образцы взвешивают и вычисляют процент потери веса по формуле:

$$B = \frac{A - B}{A} \cdot 100\%,$$

где: B — потеря веса при горении в %;

A — вес образца до испытания в г;

B — вес образца после испытания в г.

Для обеспечения одинакового веса наносимых покрытий и составов на образец их подвергают до и после окраски взвешиванию. Образцы должны находиться в воздушно-сухом состоянии. Это достигается просушкой образцов в течение 4 час. при температуре 40° и последующим выдерживанием их в комнатных условиях до постоянного веса.

¹ С. И. Таубкин. Способы и средства огнезащиты древесины. Издательство МХ РСФСР, 1944.

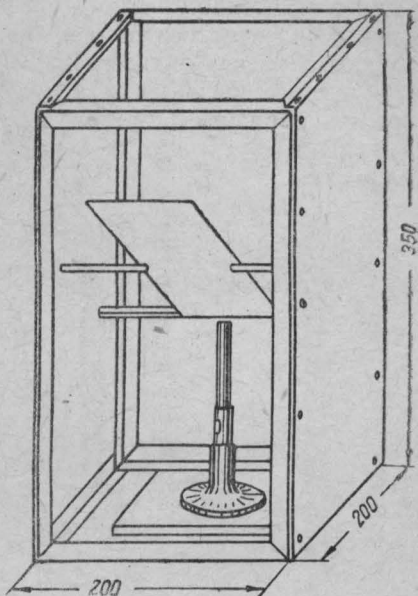


Рис. 19. Схема огневого испытания по методу сжигания фанерных образцов.

Покрытие считается выдержавшим испытание, если образцы после удаления горелки горят или тлеют не более 30 сек., а потеря в весе каждого образца не превышает 20%.

б) Метод сжигания в малой «огневой трубе». По этому методу могут подвергаться испытанию образцы покрашенные или пропитанные. Если в первом случае образец находился в наклонном положении и условия горения и поджигания более или менее соответствовали естественным, то в «огневой трубе» создаются весьма благоприятные условия для горения образца. Образец помещается в жестяную трубу в вертикальном

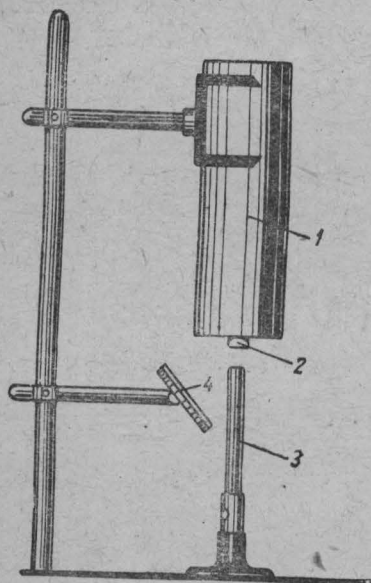


Рис. 20. Схема огневого испытания по методу сжигания в малой «огневой трубе»:

1 — огневая труба; 2 — образец; 3 — горелка.

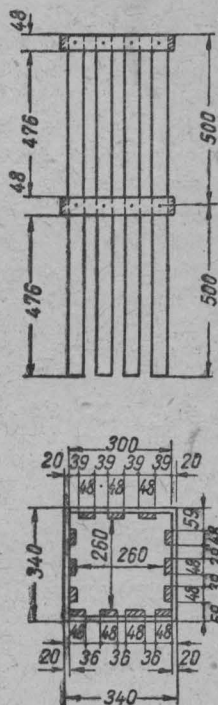


Рис. 21. Макет для полигонных испытаний.

положении и поджигается. Труба обеспечивает одинаковые условия горения и поджигания всех испытываемых образцов. Размер образца $10 \times 10 \times 150$ мм. Влажность — 7—9%. Все поверхности образцов должны быть выструганы под угольник. Огневая труба (рис. 20) имеет размеры: длину 165 мм и диаметр 50 мм. Испытуемый образец помещается в трубу таким образом, чтобы его нижний конец выходил из трубы на 5 мм. Под образец подводят пламя горелки ($1000-1100^\circ$) высотой 40 мм. Испытание длится 1 мин. Образец считается выдержавшим испытание, если потеря в весе не превышает 20%, а время самостоятельного горения или тления не превышает 30 сек.

в) Полигонные испытания. Полигонные испытания проводят на макетах. Макет представляет собой ряд вертикальных брусков, скрепленных поперечинами. Высота вертикальных брусков 1000 мм (рис. 21) сечением 48×20 мм. Внутри макета устанавливают противень (размером $200 \times 200 \times 50$ мм) с керосином; количество керосина должно обеспечивать полное сгорание незащищенного макета и колеблется в пределах от 400 до 600 см³. Макет взвешивается до и после испытания. Если потеря составляет более 45%, а макет не разрушается и разрезанные детали сохраняют свежую древесину, то огнезащитный состав выдержал испытание.

Огнезащитные составы должны подвергаться также испытаниям на атмосферостойчивость, гигроскопичность, эластичность, удар, стираемость и корродирующее действие по отношению к металлам. Эти испытания проводят по методике, принятой в лакокрасочной промышленности.

РАЗДЕЛ II

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ПРЕГРАДЫ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Под понятием противопожарные преграды мы будем в дальнейшем подразумевать устройства, ограничивающие развитие пожаров и сферу их распространения. Речь будет идти о распространении и развитии пожара в пределах одного здания, а также между зданиями.

Как нам уже известно, пожар возможен при условии контактирования горючего вещества с тепловыми источниками. Если предупредительные мероприятия оказались недостаточными и пожар возник, то дальнейшее развитие и распространение его будут зависеть от горючей среды. Горючей средой являются сгораемые и трудносгораемые конструктивные элементы зданий (стены, перегородки, колонны, покрытия и перекрытия, двери, окна, ворота, карнизы), пристройки из сгораемых материалов, строительные леса, мусор на территории объекта, сгораемые заборы, а также сгораемая и трудносгораемая внутренняя обстановка зданий. В жилых зданиях такой обстановкой является мебель, а в промышленных зданиях — оборудование и вещества, имеющиеся в производстве. При горении в зданиях всегда возможны обстоятельства, ускоряющие распространение пожара, и, наоборот, замедляющие этот процесс.

Так, в качестве факторов, ускоряющих процесс развития пожара, могут служить: пустоты в конструкциях зданий (стенах, перегородках, колоннах, перекрытиях, покрытиях, карнизах), вентиляционные каналы, шахты, люки, проемы в ограждающих конструкциях, разлив горючих жидкостей и масс, наличие и взрывы пыле-, газо- и паровоздушных смесей, обрушение и деформация конструкций и ряд других.

Локализуют пожар созданием противопожарных преград, разделяющих здания или их отдельные элементы на отсеки, исключением или ограничением факторов, ускоряющих процесс распространения огня. Пожар локализуется также оперативным вмешательством пожарных подразделений.

Здесь описаны только те противопожарные преграды, которые предусматривают при проектировании зданий.

Наиболее часто применяют в настоящее время такие противопожарные преграды, как брандмауеры, зоны, несгораемые перекрытия, экраны, водяные завесы, несгораемые конструктивные элементы (двери, окна, ворота, занавесы, стены, перегородки, перекрытия и пр.) и разрывы между зданиями.

ГЛАВА VII

БРАНДМАУЕРЫ

ПРИМЕНЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ БРАНДМАУЕРОВ

Разделение здания на отсеки — наиболее эффективное мероприятие, не позволяющее пожару распространяться. Здание делят на отдельные отсеки стенами и перегородками.

Брандмауером называется всякая несгораемая стена, обладающая пределом огнестойкости не менее 5 час. — глухая или с отверстиями (защищенными противопожарными дверями, воротами и т. п.), опирающаяся непосредственно на фундамент и перерезающая все трудносгораемые и сгораемые элементы здания.

Брандмауеры применяют:

а) для разделения на секции больших производственных складских площадей и зданий, представляющих опасность в смысле вероятности возникновения и распространения пожара;

б) для разделения производств с различной пожарной опасностью, размещенных в одном корпусе (отсутствие брандмауера в таких случаях вынуждает предъявлять требования к конструкциям по наиболее опасной категории производства);

в) для отделения складских помещений от производственных;

г) для разделения складских зданий на отсеки при хранении в них различных по степени пожарной опасности материалов и изделий;

д) для уменьшения противопожарных разрывов между зданиями;

е) для отделения административно-бытовых помещений от производственных.

Брандмауеры бывают: внутренние, наружные, крышечные и свободно стоящие.

Внутренний брандмауер ограничивает распространение пожара внутри здания, деля его на отсеки. Наружный брандмауер — это наружное вертикальное ограждение здания. Он ограничивает распространение пожара на смежные здания.

Крышечные или висячие брандмауеры служат для разделения на отсеки крышечных конструкций.

Свободно стоящие брандмауеры могут служить в качестве экранов против действия лучистой энергии при недостаточности разрывов между зданиями. Как наружные, так и внутренние

брандмауеры бывают продольными и поперечными. Поперечные брандмауеры расположены в плане перпендикулярно к продольной оси фонарей или разрезают световые фонари в поперечном сечении (рис. 22).

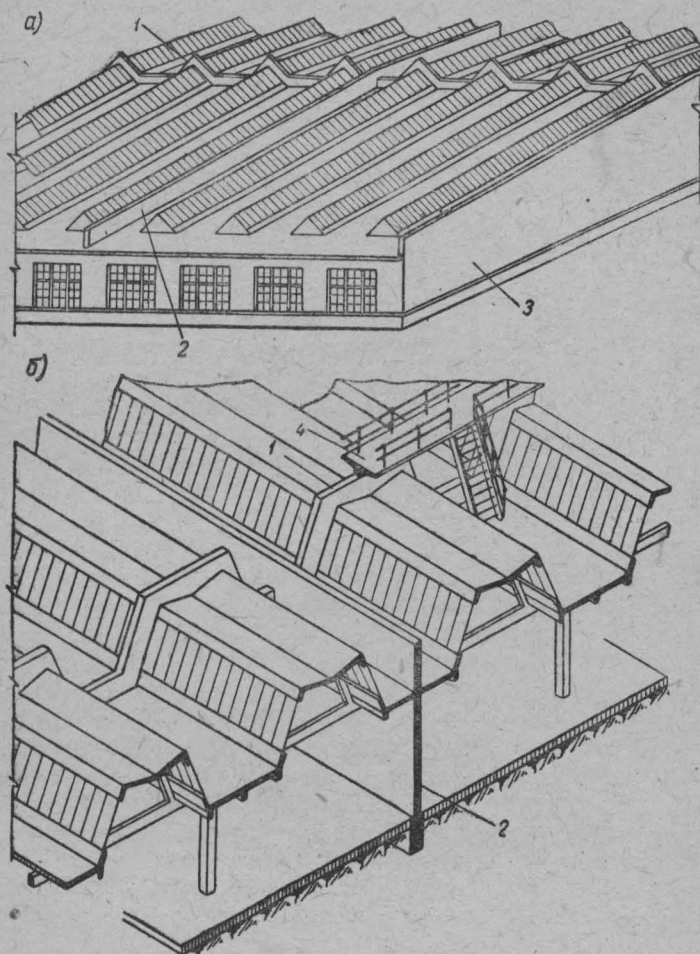


Рис. 22. Схема устройства продольных и поперечных брандмауеров в одноэтажных промышленных зданиях:

1 — поперечный брандмауер; 2 — продольный внутренний брандмауер; 3 — продольный наружный брандмауер; 4 — пожарный мостик.

Продольными брандмауерами следует считать стены, которые совпадают с коньком световых фонарей или располагаются между световыми фонарями параллельно их продольной оси или коньку (см. рис. 22). В одном и том же здании могут быть и продольные и поперечные брандмауеры.

В процессе проектирования, а также при пожарно-технических обследованиях, приходится определять:

- а) необходимое количество брандмауеров;
- б) габариты брандмауеров с учетом требований, предъявляемых к ним, применительно к конкретным условиям проектирования или эксплуатации зданий;
- в) дополнительные мероприятия, которые необходимо провести, исходя из специфики проектируемого или строящегося объекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА БРАНДМАУЕРОВ

Количество брандмауеров для различного рода зданий и сооружений устанавливают в соответствии с требованиями НСП 102—51. Нормы ограничивают площадь или длину, допускаемую в производственном или гражданском здании без применения брандмауеров.

Для промышленных объектов, а также складских сооружений допускаемые площади здания в плане (в m^2) устанавливают с учетом следующих факторов:

- а) категории пожарной опасности производств;
- б) степени огнестойкости зданий;
- в) этажности зданий;
- г) наличия автоматических средств тушения пожара.

Для промышленных объектов площади здания в плане (в m^2), ограниченные брандмауером, не должны превышать величин, указанных в табл. 11.

Следует иметь в виду, что при оборудовании производственных помещений спринклерными или автоматическими дренчерными установками площади пола, ограниченные брандмауерами, могут быть увеличены на 50% против указанных в табл. 11.

Для текстильной промышленности площади между брандмауерами зданий II степени огнестойкости при одноэтажной застройке не ограничивают.

Обозначив фактическую площадь пола через F , а допустимую площадь — через f , количество отсеков n , на которые следует расчленить здание, может быть определено по формуле:

$$n = \frac{F}{f}.$$

Количество брандмауеров будет зависеть от их расположения в здании. Если брандмауеры располагаются параллельно друг другу или не пересекаются между собой, то в этом случае количество их будет всегда на единицу меньше числа отсеков (при условии, что в здании отсутствуют наружные брандмауеры).

Бывает, что в одном и том же здании есть и продольные и поперечные брандмауеры. В таких случаях их будет на несколько единиц меньше количества отсеков.

Пример. Установить необходимость применения брендмауеров в двухэтажном неспринклерованном здании деревообделочного цеха, если длина здания равна 100 м, а ширина — 40 м. Степень огнестойкости здания — III.

Категория производства — В.

Фактическая площадь пола первого этажа $F = 100 \times 40 \text{ м} = 4000 \text{ м}^2$.

Согласно табл. 11, для производства категории В в многоэтажных зданиях III степени огнестойкости площадь пола f , ограниченная брендмауером, не должна превышать 2000 м^2 .

Количество потребных отсеков, следовательно, будет равно:

$$n = \frac{F}{f} = \frac{4000}{2000} = 2,$$

а брендмауер будет один.

Количество брендмауеров в жилых зданиях устанавливают в зависимости от их этажности, степени огнестойкости и площади. Согласно НСП 102—51 расстояние между брендмауерами, а также их количество могут быть установлены по табл. 13.

В соответствии с НСП 102—51 крышечные брендмауеры устраивают лишь в зданиях I и II степеней огнестойкости, имеющих сгораемые надчердачные покрытия. В этом случае площадь между брендмауерами в чердачных помещениях принимают равной в одноэтажных зданиях 7000 м^2 , в многоэтажных зданиях — 4000 м^2 .

ОГНЕСТОЙКОСТЬ БРАНДМАУЕРОВ

В соответствии с требованиями НСП 102—51 брендмауеры в зданиях всех степеней огнестойкости должны иметь предел огнестойкости не менее 5 час. В тех случаях, когда количество сгораемых материалов в зданиях превышает 100 $\text{кг}/\text{м}^2$ площади пола, можно руководствоваться данными проекта Урочного положения, предусматривающими повышение предела огнестойкости брендмауеров до 7 час. при количестве сгораемых материалов от 101 до 200 $\text{кг}/\text{м}^2$ площади пола здания и до 9 час., если количество сгораемых материалов превышает 200 $\text{кг}/\text{м}^2$ площади пола.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ БРАНДМАУЕРОВ, ИСХОДЯ ИЗ ТРЕБОВАНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ НА ОПРОКИДЫВАНИЕ

В зданиях, имеющих сгораемые или трудносгораемые стены и междуэтажные перекрытия, брендмауер должен обладать устойчивостью, сохраняющейся и после разрушения одной из прилегающих к нему частей здания.

Наибольшую опасность обрушения в сгораемых зданиях могут представлять брендмауеры из естественных и искусственных камней. В связи с тем, что чаще всего в практике проектирования применяются кирпичные брендмауеры, все приводимые ниже расчеты будут относиться к ним.

Сечение брендмауера определяют, исходя из требований ус-

тойчивости его на опрокидывание и требований прочности при действии ветровой нагрузки и собственного веса¹.

Ветровая нагрузка определяется из выражения:

$$P_s = K \cdot q \text{ [кг/м}^2\text{]},$$

где: P_s — ветровая нагрузка в кг/м²;

K — коэффициент, зависящий от угла наклона поверхности, воспринимающей ветровую нагрузку;

q — ветровой напор над поверхностью земли в зависимости от географического района.

Для определения ветровых напоров вся территория СССР разделена на три географических района. К третьему географическому району относится береговая полоса Черного моря длиной 100 км с центром в г. Новороссийске. Вся остальная береговая полоса океанов и морей, за исключением Черного моря, относится ко второму району, а вся территория СССР, за исключением указанных береговых полос второго и третьего районов, относится к первому географическому району.

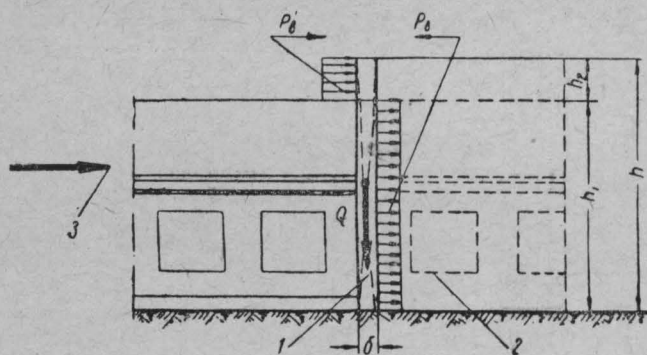


Рис. 23. Схема действия сил на брандмауер:

1 — брандмауер; 2 — обрушившаяся часть здания; 3 — направление ветра.

Учитывая, что высота брандмауера в сгораемых строениях не будет в общем случае больше 20 м над поверхностью земли, принимаем для:

первого географического района $q = 40 \text{ кг/м}^2$,

второго географического района $q = 70 \text{ кг/м}^2$,

третьего географического района $q = 100 \text{ кг/м}^2$.

Значение величины K принимаем: для $\alpha > 60^\circ$ с наветренной стороны $K = 0,8$; с подветренной стороны $K = 0,4$; для свободно стоящих стен и парапетов $K = 1,4$.

В случае обрушения частей здания, прилегающих к одной стороне брандмауера, будем иметь следующее распределение сил (рис. 23).

На рис. 23 приняты следующие обозначения:

δ — толщина брандмауера в м;

Q — собственный вес вырезки брандмауера шириной в 1,0 м;

P'_s — ветровая нагрузка, действующая на часть брандмауера, возвышающуюся над кровлей, в кг/м² с наветренной стороны;

P_s — ветровая нагрузка, действующая на брандмауер с подветренной стороны на высоту h_1 , в кг/м²;

¹ При этом не учитывают температурные воздействия, которые также могут способствовать опрокидыванию брандмауера.

h_1 — высота брандмауера до конька кровли или фанаря в м;
 h_2 — высота брандмауера над уровнем конька кровли или фанаря в м;
 h — общая высота брандмауера.

Для расчета на опрокидывание пользуемся следующей формулой:

$$M_{уд} = 1,5 M_{опр}, \quad (1)$$

где: $M_{уд}$ — момент удерживающий в кг/см;

$M_{опр}$ — момент опрокидывающий в кг/см;

1,5 — коэффициент запаса на устойчивость при опрокидывании.

При определении толщины брандмауера рассматриваем вырезку его шириной в 1 м в самой высокой части — у конька кровли или фанаря. Раскрыв значение $M_{уд}$, найдем выражение для определения удерживающего момента:

$$M_{уд} = \frac{Q\delta}{2}. \quad (2)$$

Собственный вес вырезки брандмауера шириной в 1 м равен:

$$Q = \gamma \cdot h \cdot \delta, \quad (3)$$

где γ — объемный вес кладки брандмауера в кг/м³.

Подставив значение Q в уравнение (2), получим:

$$M_{уд} = \frac{\gamma \cdot h \cdot \delta \cdot \delta}{2} = \frac{\gamma \cdot h \cdot \delta^2}{2}. \quad (4)$$

Подставив значение $M_{уд}$ в уравнение (1) и решив его относительно δ , получим в окончательном виде формулу (5) для определения толщины брандмауера:

$$\delta = \sqrt{\frac{3 M_{опр}}{\gamma \cdot h}}. \quad (5)$$

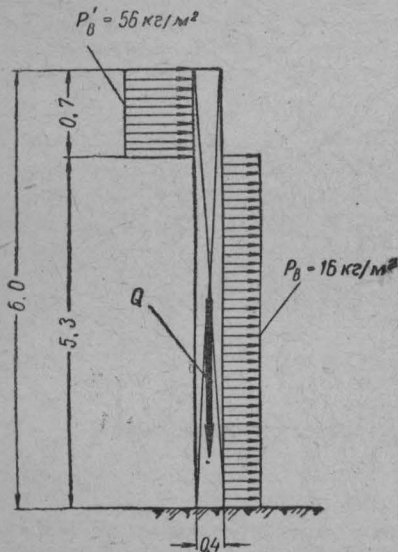


Рис. 24. Расчетная схема.

Пример 1. Кирпичный брандмауер разделяет одноэтажное здание V степени огнестойкости, проектирующееся для первого географического района. Определить толщину брандмауера, исходя из требований устойчивости, если $\gamma = 1700$ кг/м³. Высота брандмауера $h = 6$ м. Высота выступающей части брандмауера $h_2 = 0,7$ м. Расчетная схема представлена на рис. 24.

Решение:

1. Определяем давление ветра на выступающую часть брандмауера:

$$P_v = k \cdot q = 1,4 \cdot 40 = 56 \text{ кг/м}^2.$$

2. Определяем давление ветра с подветренной стороны:

$$P_s = k \cdot q = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ кг/м}^2.$$

3. Определяем значение опрокидывающего момента:

$$M_{опр} = 56 \cdot 0,7 (6 - 0,35) + 16 (6 - 0,7)^2 \cdot 0,5 = 446,2 \text{ кгм};$$

$$M_{опр} = 446,2 \text{ кгм}.$$

4. Определяем толщину брандмауера δ :

$$\delta = \sqrt{\frac{3 \cdot 446,2}{1700 \cdot 6}} = 0,36 \text{ м.}$$

Толщину брандмауера принимаем в 1,5 кирпича.

Пример 2. Определить толщину свободно стоящего кирпичного брандмауера высотой $h = 5,0$, если таковой проектируется для первого географического района. Расчетная схема приведена на рис. 25.

Решение:

$$1. P_a = k \cdot q = 1, \cdot 40 = 56 \text{ кг/м}^2.$$

$$2. M_{opr} = P_a \cdot h \cdot \frac{h}{2} = 56 \cdot \frac{5^2}{2} = 700 \text{ кгм.}$$

$$3. \delta = \sqrt{\frac{3 \cdot M_{opr}}{\gamma \cdot h}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 700}{1700 \cdot 5}} = 0,5 \text{ м.}$$

Толщину брандмауера принимаем равной 2 кирпичам.

Приведенные примеры показывают, что расчет устойчивости может приводить к выбору сечений, отличных от таковых же, но полученных расчетом на прочность.

Наряду с определением толщины брандмауера, исходя из требований устойчивости, необходимо проверить, удовлетворяет ли выбранное сечение условиям прочности.

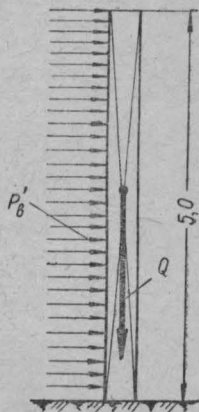


Рис. 25. Расчетная схема.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ БРАНДМАУЕРОВ

При определении огнестойкости брандмауеров, а также других вертикальных ограждений, иногда отсутствуют экспериментальные данные об их фактических пределах огнестойкости.

В таких случаях можно прибегнуть к ориентировочным, но практически достаточно удовлетворительным расчетам.

Расчет фактического предела огнестойкости ограждений базируется на учете одного из признаков, характеризующих момент разрушения конструкции при экспериментальном исследовании ее огнестойкости. Как известно, одним из критериев разрушения плоскостных конструкций является их прогрев до температуры, равной 150° . Согласно требованиям норм, сечение плоскостных вертикальных конструкций должно быть таким, чтобы температура на поверхности, противоположной очагу пожара, не превышала отмеченной. Имея в виду, что брандмауеры во многих случаях не несут нагрузок, аналитическое определение времени их прогрева до критической температуры и будет обозначать определение фактического предела огнестойкости.

При расчете делают допущения, упрощающие его в известной степени, позволяющие получить данные с некоторым запасом. Эти допущения сводятся к следующему:

а) температура на пожаре является величиной постоянной; при расчетах принимают усредненную температуру по стандартной кривой «температура — время»;

б) теплофизические показатели материала конструкции брандмауера не изменяются с ростом температуры;

в) исключается увеличение интенсивности прогрева за счет возможного разрушения наружных слоев brandmauera.

Практически можно встретиться с решением двух типов задач:

а) установление времени достижения критической температуры на поверхности, противоположной очагу пожара, что равноценно определению фактического предела огнестойкости brandmauera;

б) установление максимальной температуры на противоположной стороне brandmauera.

1. Определение фактического предела огнестойкости brandmauera

Определение критических температур, а также времени, по истечении которого они устанавливаются на наружной поверхности brandmauerов, может быть произведено по формуле:

$$t_{x,\tau} = t_K - (t_K - t_H) \cdot f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right). \quad (1)$$

Значение буквенных обозначений — прежнее. Значение $f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right)$ может быть определено в зависимости от аргумента $\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}$ по табл. 19.

Таблица 19

$\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}$	$f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right)$	$\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}$	$f\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right)$
0	0	1,10	0,880
0,1	0,112	1,20	0,910
0,2	0,223	1,30	0,934
0,3	0,329	1,40	0,952
0,4	0,428	1,50	0,966
0,5	0,520	1,60	0,976
0,6	0,640	1,70	0,984
0,7	0,678	1,80	0,989
0,8	0,742	1,90	0,993
0,9	0,797	2,0	0,995
1,0	0,843	2,5	0,996
—	—	2,0	0,99998

Формула (1) выведена для бесконечного полумассива с коэффициентом температуропроводности a м²/час, начальной температурой t_H , на поверхности которого внезапно устанавливается и больше не меняется температура t_K . Ввиду того, что внезапное изменение температуры поверхности оказывает такое же влияние на стенку конечной толщины, как и на бесконечно толстую, выведенная формула (1) применима до известного момента от начала нагревания и для стенок конечной толщины. Оказывается, что формула верна до тех пор, пока

$$\frac{\delta}{2\sqrt{a\tau}} \geq 0,6,$$

где δ — толщина ограждения в м.

Пример 1. Определить фактический предел огнестойкости кирпичного брандмауера толщиной 25 см по прогреваемости, если его начальная температура равна 20°. Внезапно на поверхности брандмауера устанавливается и в дальнейшем поддерживается температура, равная 1000°.

Допустимый прогрев на наружной поверхности брандмауера — 150°. Коэффициент теплопроводности кирпичной кладки принимается равным 0,7 ккал/м час град¹, объемный вес кладки $\gamma = 1700$ кг/м³, удельная теплоемкость $C = 0,2$ ккал/кг град.

Решение. Из уравнения (1) определяется значение функции

$$150 = 1000 - (1000 - 20) \cdot f\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot \tau}}\right),$$

откуда

$$f\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot \tau}}\right) = \frac{850}{980} = 0,867.$$

Из табл. 19 по значению функции определяется значение аргумента.

После интерполяции находим $\frac{x}{2\sqrt{a \cdot \tau}} = 1,065$.

По заданным теплофизическим константам определяется коэффициент температуропроводности:

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \gamma} = \frac{0,7}{0,2 \cdot 1700} = 0,00205 \text{ м}^2/\text{час}.$$

Определяется время, по истечении которого на наружной поверхности брандмауера установится критическая температура:

$$\frac{0,25}{2 \cdot \sqrt{0,00205 \cdot \tau}} = 1,065,$$

откуда

$$\tau = 6,6 \text{ часа}.$$

Следовательно, фактический предел огнестойкости кирпичной стены толщиной 25 см по прогреваемости равен 6,6 часа.

2. Определение температуры на наружной поверхности ограждения для условий стационарного теплового режима при пожаре

Для ориентировочных подсчетов прогреваемости ограждений в условиях пожара или дымоходов можно воспользоваться законами теплопередачи для стационарного теплового режима.

Если обозначить:

R_o — общий коэффициент термического сопротивления ограждения;

t_n — температуру среды помещения в условиях пожара;

t_n — температуру наружного воздуха или температуру среды смежного помещения;

t_x — искомую температуру наружной поверхности ограждения;

R_x — термическое сопротивление ограждения до его наружной поверхности, то для стационарного теплового режима можно написать:

$$\frac{t_n - t_n}{R_o} = \frac{t_n - t_x}{R_x}. \quad (2)$$

¹ Поправка на коэффициент теплопроводности не вводится в связи с тем, что удельная теплоемкость также увеличивается с ростом температуры, что в конечном итоге не оказывает существенного влияния на изменение a .

Решая уравнение (2) относительно искомой величины, получим:

$$t_x = t_n - \frac{R_x}{R_o} (t_n - t_n). \quad (3)$$

Теплота при своем движении от внутренней нагретой среды к наружному воздуху должна последовательно преодолеть сопротивление тепловосприятия (R_o), теплопроводности через слой (R_m) и теплоотдачи (R_{om}).

Сумма этих термических сопротивлений представляет собой общее термическое сопротивление ограждения и обозначается таким образом:

$$R_o = R_o + R_m + R_{om} = \frac{1}{\alpha_o} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{om}} \text{ час м}^2 \text{ град/ккал}. \quad (4)$$

Для многослойных ограждений сопротивление теплопроводности определяется как сумма сопротивления отдельных слоев:

$$R_m = \frac{\delta_0}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \quad (5)$$

где: δ_1 —толщина первого слоя в м;

λ_1 —коэффициент теплопроводности первого слоя в ккал/м час град;

δ_2, λ_2 —толщина и коэффициент теплопроводности второго слоя и т. д.

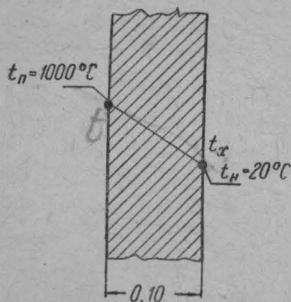


Рис. 26. Расчетная схема.

Пример 1. Определить термическое сопротивление теплопроводности бетонной стены толщиной в 20 см, если коэффициент теплопроводности бетона равен 1,1 ккал/м час град:

$$R_T = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,20}{1,10} = 0,18 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал}.$$

Пример 2. Определить термическое сопротивление теплопроводности кирпичной стены, оштукатуренной с двух сторон. Толщина штукатурки 2 см, коэффициент теплопроводности штукатурки 0,6 ккал/м час град, толщина стены 51 см, коэффициент теплопроводности равен 0,7 ккал/м час град:

$$R_T = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,02}{0,6} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,02}{0,6} = 0,794 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал}.$$

Термическое сопротивление тепловосприятию представляет собой величину, обратную коэффициенту тепловосприятия α , который принимается для условий пожара в пределах от 25 до 50 ккал/м² час град.

Термическое сопротивление теплоотдаче представляет собой величину, обратную коэффициенту теплоотдачи.

Пример. Определить температуру на поверхности железобетонного брандмауера, противоположной очагу пожара, для условий стационарного теплового режима, если толщина брандмауера $\delta = 10$ см. Коэффициент теплопроводности $\lambda = 1,33$ ккал/м час град, усредненная температура пожара $t_n = 1000^\circ$, температура воздуха в соседнем помещении $t_n = 20^\circ$. Коэффициент тепловосприятия $\alpha_o = 50$ ккал/м² час град (рис. 26).

Решение. 1. Определяем общий коэффициент термического сопротивления ограждения.

Для определения R_{om} задаемся температурой наружной поверхности брандмауера, равной 400° .

Коэффициент теплоотдачи определяем для средней температуры рассматриваемой поверхности брандмауера:

$$t_{cp} = \frac{400 + 20}{2} = 210^\circ; \alpha_o = 7 + \frac{t_{cp}}{t_n} = 7 + \frac{210}{20} = 17,5 \text{ ккал/м}^2 \text{ час град.}$$

Общий коэффициент термического сопротивления ограждения:

$$R_o = R_{\delta} + R_m + R_{om} = \frac{1}{\alpha_{\delta}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{om}} = \frac{1}{50} + \frac{0,1}{1,33} + \frac{1}{17,5} = 0,157 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал.}$$

2. Определяем термическое сопротивление брандмауера до его наружной поверхности:

$$R_x = \frac{1}{50} + \frac{0,1}{1,33} = 0,095 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал.}$$

3. По формуле (3) определяем температуру на наружной поверхности брандмауера:

$$t_x = t_n - \frac{R_x}{R_o} (t_n - t_h) = 1000 - \frac{0,095}{0,157} \cdot (1000 - 20) = 402^\circ.$$

Пример. Определить температуру на наружной поверхности кирпичного брандмауера, оштукатуренного с двух сторон, если толщина брандмауера 25 см; коэффициент теплопроводности кладки — 0,7; толщина штукатурки — 2 см; коэффициент ее теплопроводности — 0,6; температура на пожаре — 1000°; температура в соседнем помещении — 20°; тепловой режим — стационарный.

Для определения R_o задаемся температурой наружной поверхности $t_x = 170^\circ$.

Коэффициент теплоотдачи определяем для средней температуры рассматриваемой поверхности брандмауера:

$$t_{cp} = \frac{170 + 20}{2} = 95^\circ,$$

тогда

$$\alpha_{om} = 7 + \frac{t_{cp}}{t_n} = 7 + \frac{95}{20} = 11,75 \text{ ккал/м}^2 \text{ час град.}$$

Общий коэффициент термического сопротивления ограждения:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\delta}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{om}} = \frac{1}{50} + \frac{0,02}{0,6} + \frac{0,25}{0,7} + \frac{0,02}{0,6} + \frac{1}{11,75} = 0,528 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал};$$

$$R_x = 0,528 - \frac{1}{11,75} = 0,443 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал};$$

$$t_x = t_n - \frac{R_x}{R_o} (t_n - t_h) = 1000 - \frac{0,443}{0,528} (1000 - 20) = 177^\circ.$$

Аналогичным образом, пользуясь уравнением (3), можно определить толщину брандмауера, исходя из требований максимально допустимой температуры на его наружной поверхности.

Пример. Определить, какой толщины должен быть брандмауер, выполненный из известняка (ракушечника), коэффициент теплопроводности которого равен 0,5 ккал/м час град.

Температура пожара $t_n = 1000^\circ$. Тепловой режим в условиях возможного пожара — стационарный.

Допускаемая температура на наружной поверхности $t_x = 150^\circ$; $\alpha_{\theta} = 50$, температура воздуха смежного помещения $t_n = +20^\circ$:

$$\frac{t_n - t_n}{R_o} = \frac{t_n - t_x}{R_x}; \quad \frac{t_n - t_n}{\frac{1}{\alpha_{\theta}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{om}}} = \frac{t_n - t_x}{\frac{1}{\alpha_{\theta}} + \frac{\delta}{\lambda}}$$

Подставив численные значения величин, входящих в уравнение, и предварительно вычислив α_{om} , получим:

$$t_{cp} = \frac{150 + 20}{2} = 85^\circ;$$

$$\alpha_{om} = 7 + \frac{85}{20} = 11,25 \text{ ккал/м}^2 \text{ час град};$$

$$\frac{1000 - 20}{\frac{1}{50} + \frac{\delta}{0,5} + \frac{1}{11,25}} = \frac{1000 + 150}{\frac{1}{50} + \frac{\delta}{0,5}}$$

Производя соответствующие преобразования, найдем, что $\delta = 30 \text{ см}$.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БРАНДМАУЕРАМ

При проектировании, а также обследовании брандмауеров или других вертикальных ограждений, выполняющих функции противопожарных преград, следует обращать внимание на:

а) пересечение брандмауером сгораемых конструкций перекрытий, покрытий, карнизов, эстакад, примыкающих к зданию, сгораемых навесов и т. п.;

б) устройство проемов в наружных брандмауерах в случае примыкания к ним пристроек со сгораемым покрытием или сгораемыми фонарями;

в) заделку и опирание конструкций на брандмауер;

г) устройство проемов в брандмауерах для пропуска конвейеров, трубопроводов, ременных передач, а также дверных проемов и др.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ БРАНДМАУЕРОМ СГОРАЕМЫХ И ТРУДНОСГОРАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Опытом установлено, что возвышение брандмауера над сгораемым покрытием на 70 см позволяет отклонить конвекционные потоки на высоту, относительно безопасную для загорания сгораемой кровли на стороне, обратной очагу пожара. Следует иметь в виду, что такое возвышение вовсе не исключает возмож-

ность распространения пожара. Это лишь преграда, обеспечивающая возможность развертывания пожарных подразделений для активных действий. Нормы проектирования НСП 102—51 устанавливают следующие ограничения.

Брандмауеры должны возвышаться не менее чем на 70 см при сгораемых и не менее чем на 40 см при трудносгораемых покрытиях над кровлей, а также над габаритом перерезаемых брандмауером фонарей и других выступающих над крышей конструкций (рис. 27). При наличии сгораемого утеплителя в несгораемых бесчердачных покрытиях брандмауер должен перерезать его слой.

При сгораемых или трудносгораемых наружных стенах брандмауеры должны выступать за наружную плоскость стен, за карнизы и свесы крыш в виде гребней не менее чем на 40 см (рис. 27). В тех случаях, когда устройство гребней затруднено (наличие свесов, эстакад), выступающие за наружную плоскость стен гребни заменяют противопожарными зонами шириной в плане не менее 2 м по каждую сторону брандмауера.

При наличии продольных брандмауеров как внутренних, так и наружных, а также значительных пролетов зданий высота гребня может достигать значительных величин. В таких случаях рекомендуется при определении высоты гребня руководствоваться следующим:

а) если расстояние от брандмауера до конька крыши или фонаря не превышает 5 м, то гребень возвышается над коньком крыши или фонаря в соответствии с правилом, изложенным выше (рис. 28);

б) если расстояние от брандмауера до конька крыши или фо-

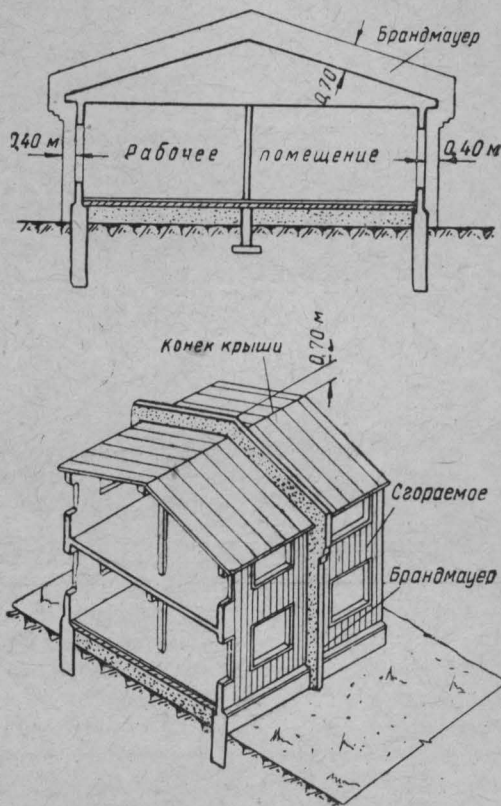


Рис. 27. Правила устройства брандмауеров.

наря превышает 5 м, то гребень возвышается над линией кровли, удаленной от брандмауера, на 5 м (рис. 29).

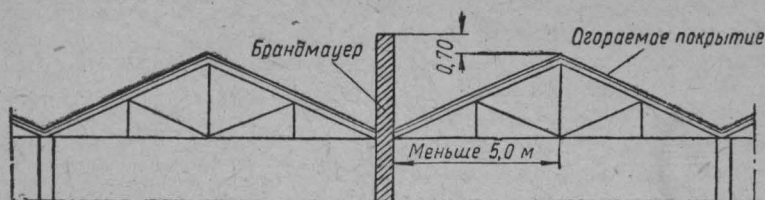


Рис. 28. Правила устройства брандмауеров.

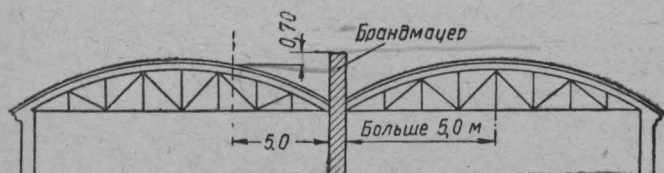


Рис. 29. Правила устройства брандмауеров.

ОПИРАНИЕ КОНСТРУКЦИИ НА БРАНДМАУЕР

Особое внимание следует уделять опиранию на брандмауеры конструктивных элементов (балок, прогонов и др.). Это важно с точки зрения сохранения устойчивости брандмауеров при обрушении в условиях пожара опирающихся на них конструктивных элементов. Кроме этого, при соприкосновении двух концов элементов зданий, расположенных по обе стороны брандмауеров, возможна передача огня из одного помещения в другое. Совершенно очевидно, что между опирающимися элементами конструкций нужно образовать разделку соответствующей толщины, так как, даже при отсутствии непосредственного их соприкосновения, брандмауер может нагреться настолько сильно, что произойдет самовоспламенение сгораемых элементов, расположенных за ним.

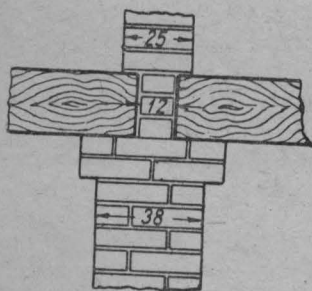


Рис. 30. Правила заделки конструкций в брандмауер.

Для необходимой пожарной безопасности, находящиеся друг против друга сгораемые концы балок и прогонов следует укладывать так, чтобы между их концами оставалась толщина стены не менее 12 см (рис. 30).

Опорами для концов балок и прогонов могут также служить консоли (рис. 31) и в редких случаях стальные хомуты, закладываемые в кирпичную кладку (рис. 32).

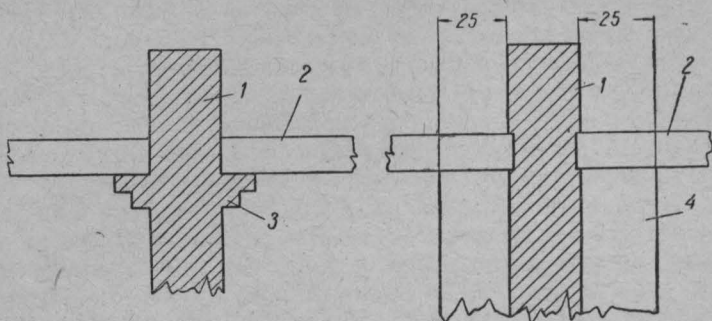


Рис. 31. Правила опирания конструкций на брандмауер:
1 — брандмауер кирпичный; 2 — балка; 3 — консоль; 4 — пилястра.

Следует учитывать, что балки, подвешенные на металлических хомутах, могут быстро разрушиться при пожаре. Рассчитывая устойчивость брандмауера, надо помнить о возможности обрушения опирающихся на него конструктивных элементов.

НЕСГОРАЕМЫЕ СТЕНЫ, ПЕРЕГОРОДКИ И ПЕРЕКРЫТИЯ

К числу преград, ограждающих сферу распространения пожара, могут быть отнесены негорюемые перегородки, стены и перекрытия. НСП 102—51 рекомендуют межсекционные перегородки в жилых домах высотой в три этажа и выше принимать с пределом огнестойкости не менее 1 часа, а межквартирные перегородки — не менее 0,6 часа. При этом указанные перегородки должны быть негорюемыми.

В промышленных предприятиях роль преград могут выполнять стены и перегородки, ограждающие противопожарные и взрывоопасные цехи, которые занимают небольшую площадь и объем и встроены внутрь производственных зданий. В таких случаях при выборе требуемой огнестойкости здания в целом указанные производства не учитывают.

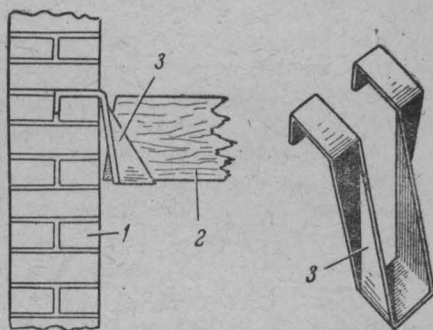


Рис. 32. Правила опирания конструкций на брандмауер:
1 — брандмауер; 2 — балка;
3 — хомут.

Кроме указанного, НСП—102—51 расценивают, как преграды, все внутренние стены зданий I, II и III степеней огнестойкости, разделяющие помещения, в которых размещены производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям А, Б и В. В этом случае стены оборудуют противопожарными дверями, имеющими предел огнестойкости не менее 0,75 часа.

Несгораемые перекрытия могут выполнять функции противопожарных преград, ограничивающих распространение пожара в вертикальном направлении. Перекрытия, выполняющие функции противопожарных преград, применяют как в промышленных, так и в гражданских зданиях I и II степеней огнестойкости. Кроме этого, несгораемые перекрытия могут устраиваться над подвалами, проездами и проходами внутри зданий, над лестничными клетками, вестибюлями и проходами, ведущими от лестниц к вестибюлю и от лестниц к выходам наружу над помещениями, встроенными в производственные и жилые здания, или под противопожарными зонами. Пределы огнестойкости перекрытий приведены в приложении 1.

В несгораемых перекрытиях, которые служат противопожарными преградами, нельзя делать отверстия и проемы, не защищенные несгораемыми крышками и 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 через эти проемы. Устройства для защиты проемов аналогичны устройствам, применяемым для брандмауэров.

В соответствии с требованиями НСП 102—51, перекрытия над подвальными и полуподвальными помещениями в зданиях I, II, III степеней огнестойкости устраивают несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа.

Перекрытия над лестничными клетками, вестибюлями и проходами, ведущими от лестницы к наружному выходу, в многоэтажных зданиях I, II и III степеней огнестойкости выполняют, как правило, несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа. В жилых зданиях III степени огнестойкости высотой не более трех этажей допускают устройство над лестничными клетками и вестибюлями трудносгораемых перекрытий с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа при условии, если есть непосредственный выход из лестничных клеток наружу.

Перекрытия и стены проездов в производственных зданиях I и IV степеней огнестойкости при расположении над проездами производственных или вспомогательных помещений выполняют из несгораемых материалов.

Перекрытия и стены встроенных вспомогательных помещений, размещаемых внутри производственных зданий I и II степеней огнестойкости, должны быть несгораемыми, а внутри зданий III и IV степеней огнестойкости — трудносгораемыми. Встроенные

вспомогательные помещения в зданиях с производствами пожарной опасности категорий А и Б не допускаются.

Встроенные помещения в жилые здания также должны иметь перекрытия и стены, отвечающие противопожарным требованиям. Чаще всего в жилые здания встраивают магазины, мастерские бытового обслуживания, домовые прачечные, котельные центрального отопления, трансформаторные пункты и т. д. В связи с тем, что такие помещения сами могут быть очагом пожара и угрожать зданию в целом, их надо отделять от других помещений несгораемыми стенами и перекрытиями, имеющими предел огнестойкости не ниже 1,5 часа.

При размещении магазинов в двухэтажных жилых зданиях III и IV степеней огнестойкости перекрытия над ними можно делать трудносгораемыми с пределом огнестойкости 0,75 часа.

ГЛАВА VIII

ЗАЩИТА ОТВЕРСТИЙ В ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПРЕГРАДАХ

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ДВЕРИ

Если в брандмауерах есть проемы, необходимо оборудовать противопожарные двери, чтобы ограничить возможность распространения пожара.

Противопожарные двери устраивают не только в брандмауерах, но и во внутренних капитальных стенах, разделяющих помещения, в которых размещены производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям А, Б и В.

Противопожарные двери, устраиваемые в брандмауерах, выполняют несгораемыми или трудносгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа. Они должны автоматически закрываться и быть экономичными.

Предел огнестойкости двери характеризуется тремя критериями: непосредственное разрушение, появление трещин и щелей, через которые может проникнуть дым и огонь, и прогрев не обращенной к огню наружной поверхности двери до температуры 150°.

Дверь должна быть сделана из легких термоизоляционных материалов, обладающих достаточной прочностью и незначительным коэффициентом линейного расширения, и обеспечивать достаточную герметичность притвора. С этой точки зрения при устройстве противопожарной двери весьма существенную роль играют как конструкция полотнища самой двери, так и ее навеска.

Наиболее широко распространенные типы дверных полотнищ выполняют из комбинации дерева и термоизоляционных материалов. Встречаются однослойные, двухслойные и трехслойные полотнища. Наибольшей огнестойкостью обладает полотнище, со-

ставленное из трех слоев просушенных досок толщиной 20—25 мм, сшитых под углом с прокладкой между ними асбеста, обитых листовой сталью взамок по войлоку, смоченному в глине (рис. 33). Комбинация определенного количества слоев досок и соответствующего числа прокладок между ними дает дверные полотнища с тем или иным пределом огнестойкости. Так, например, дверь, выполненная из трех слоев древесины, как отмечено выше, имеет предел огнестойкости 1,5 часа. Огнестойкости трехслойного полотнища достигают тем, что стальная обшивка предохраняет дерево от соприкосновения с воздухом, благодаря чему горение становится невозможным. Деревянный щит обшивается взамок таким образом, как показано на рис. 34. Листовая сталь прибивается к полотнищу завершенными гвоздями под шов.

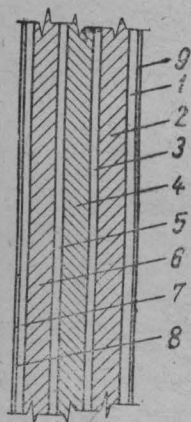


Рис. 33. Конструкция полотнища двери:
1—7 войлок, вымоченный в глине; 2—4—6—доски; 3—5 асбест; 8—9 сталь.

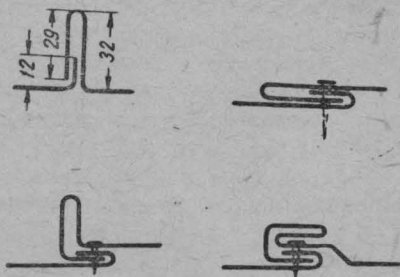


Рис. 34. Способ обшивки двери.

формация значительно меньше, чем перпендикулярно им. Вследствие этого нагрев досок при пожаре может искривить полотнище и увеличить щели между досками. Для устранения обоих недостатков полотнища делают многослойными, а доски различных слоев располагают таким образом, чтобы не было сквозных щелей. Между досками прокладывают термозоляционный материал (войлок или асбест). В настоящее время делают следующие типы дверей:

- 1) раздвижные (однопольные и двупольные);
- 2) вертикальные навешенные (одностворчатые и двухстворчатые);
- 3) подъемно-опускные.

1. Раздвижные двери

К стене прикрепляют в наклонном положении направляющую балку, по которой передвигается дверь, подвешенная к роликам, (рис. 35). Благодаря наклонному положению направляющей балки дверь стремится закрыть дверной проем. Этому препятствует контргруз, подвешенный к одному концу каната, другой конец которого при помощи особого металлического легкоплавкого замка соединен с дверью. В случае пожара легкоплавкий замок

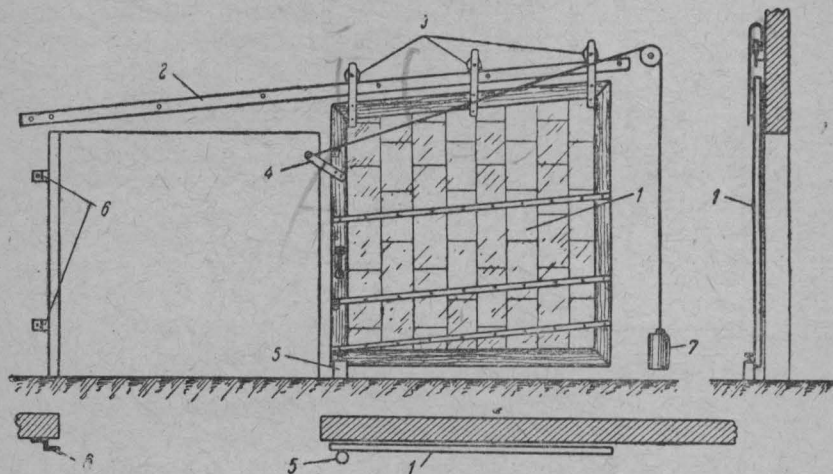


Рис. 35. Раздвижная однопольная дверь:

1 — дверное полотнище; 2 — направляющая балка; 3 — ролик; 4 — легкоплавкий замок; 5 — направляющий ролик; 6 — скоба; 7 — контргруз.

расплавляется и ничем не удерживаемая дверь быстро закрывает проем. Движение двери ограничивается скобами. Для предупреждения отклонения двери от вертикального положения служат направляющий ролик и две скобы. Таким образом, в нормальное время дверь остается всегда открытой и не стесняет движения рабочих и транспортирования материалов из одного помещения в другое. В случае же пожара помещения автоматически разделяются дверью.

Угол наклона направляющей балки, а также толщину термоизоляционных слоев полотнищ двери устанавливают расчетом. Ориентировочно угол наклона направляющей балки следует принимать не менее 5° .

2. Вертикально навешенные двери

На рис. 36 показаны детали устройства однопольных дверных полотнищ противопожарной двери. Автоматическое закрывание дверей достигается тем, что полотнище с помощью системы тросов и роликов 1 и 3 (см. рис. 36) соединено с небольшими про-

тивовесами 7 и 8. Противовес 8 предупреждает открывание полотнищ на угол более 45° , так как при открывании полотнищ противовес 8 поднимается и упирается в большой противовес 7, имеющий продольное вертикальное отверстие, через которое пропущен трос 2 маленького противовеса. Большой противовес с

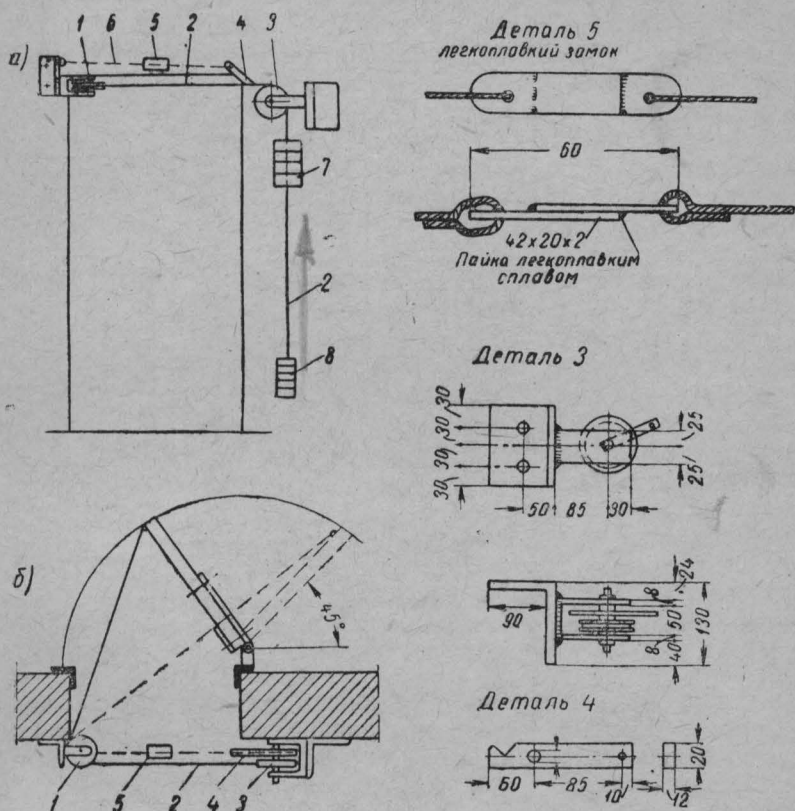


Рис. 36. Конструкция вертикально навешенной двери.

помощью другого троса 6, в который вставлен легкоплавкий элемент 5, состоящий из двух стальных пластин, спаянных легкоплавким замком, наглухо закреплен к стене.

При возникновении пожара пайка плавится, конец рычага 4 опускается, ушко большого противовеса 7 освобождается и последний, падая на маленький противовес 8, своим весом приводит в движение полотнище, закрывает его и удерживает в закрытом положении. Одностворчатые двери в рассматриваемом случае надежнее, чем двухстворчатые, так как первые обеспечивают большую плотность. Механизм для автоматического их закрывания проще.

3. Подъемно-опускные двери

Подъемно-опускную дверь применяют обычно в тех случаях, когда не может быть использована раздвижная или вертикально навешанная или же при наличии широких арочных проемов.

При устройстве таких дверей надо особое внимание обратить на то, чтобы они надежно, безопасно и точно подвешивались.

Устройство опускной двери заключается в следующем. В стену прочно вделываются блоки 1 и 2 (рис. 37) и направляющие из фасонной стали. Дверные полотнища при помощи металлического троса 3 подвешиваются за специальное ушко 4; трос проходит через блоки 1 и оттягивается вниз грузом 5; через блок 2 проходит другой трос, который одним концом прикрепляется к легкоплавкой пластинке 6 по середине нижнего края двери.

К другому концу троса прикрепляется груз 7, меньший по весу, чем вес дверного полотнища. В случае пожара легкоплавкая пластинка 6 расплавляется, груз 7 падает, так как уже не поддерживается тросом, и дверь, перетягивая груз 5, опускается по направляющим вниз.

Вес малого груза принимается равным 10—15%, а вес большого груза — 90—95% от веса двери.

На путях эвакуации устраивать подъемно-опускные и раздвижные двери нельзя.

ЗАЩИТА МЕЛКИХ ОТВЕРСТИЙ

В силу производственной специфики приходится очень часто устраивать в брандмауерах и капитальных стенах отверстия для пропуска конвейеров, валов, трансмиссий и т. п. Эти отверстия могут явиться причиной распространения пожара в смежные цехи. В каждом отдельном случае приходится принимать соответствующие меры для защиты отверстий в условиях возможного пожара. Чаще всего защита сводится к устройству шиберов, выполненных из досок, обшитых листовой

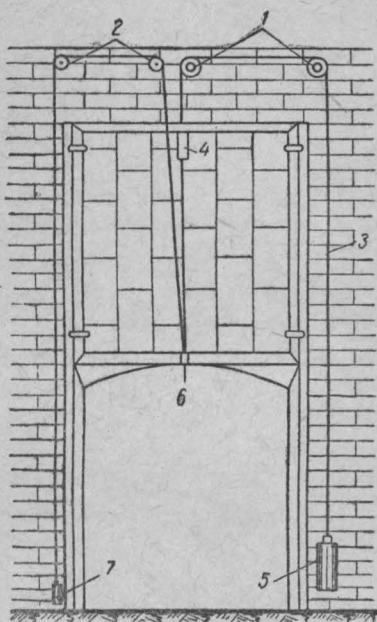


Рис. 37. Схема подъемно-опускной двери.

сталью в замок по войлоку, и закрывающихся в момент возникновения пожара или перекрывающих проем в условиях нормальной работы.

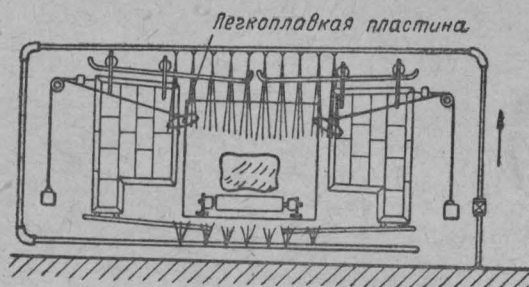


Рис. 38. Защита проема для конвейера.

На рис. 38 приведена схема защиты проема для конвейера. Как видно из рисунка, схема притвора аналогична схеме раздвижной двери. Отверстие защищается как бы двумя полотнищами, имеющими нижние и верхние направляющие. Вполне по-

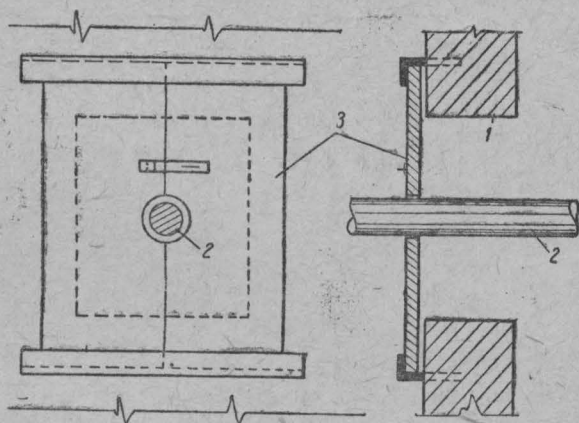


Рис. 39. Защита проема для вала:

1 — брандмауер; 2 — вал; 3 — деревянный щит, обшитый сталью в замок по войлоку, вымоченному в глиняном растворе.

нятно, что в данном случае герметичность притвора является относительной. Этот недостаток защиты компенсируется устройством кольцевой водяной завесы.

При пропуске трансмиссионных валов защиту отверстий производят, как показано на рис. 39.

В тех случаях, когда взрывоопасных двигателей нет, а устанавливать обычные запрещено, приходится их выносить в само-

стоятельные помещения с несгораемыми ограждениями. Пропуск вала через ограждения от двигателя к вентилятору или насосу в этом случае представляет известную опасность, так как взрыво-

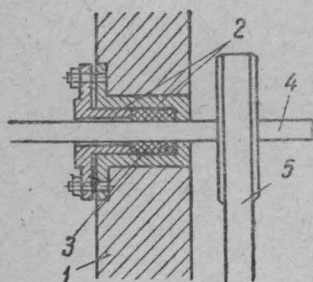


Рис. 40. Защита отверстия в стене посредством сальникового затвора:

1 — брандмауер; 2 — сальник; 3 — набивка; 4 — вал; 5 — ремень.

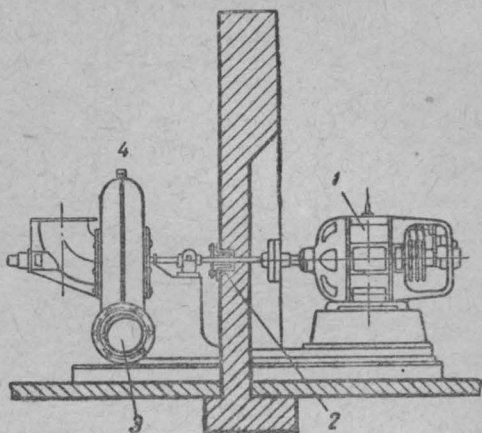


Рис. 41. Установка насоса с открытым электродвигателем во взрывоопасном производстве:

1 — электродвигатель открытого типа; 2 — сальниковый затвор; 3 — вентилятор; 4 — помещение, опасное в отношении взрыва.

опасная смесь может проникнуть в помещение, где установлен двигатель. Во избежание возможных взрывов, пропуск вала должен быть герметизирован устройством сальника, как это показано на рис. 40 и 41.

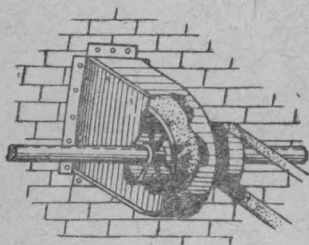


Рис. 42. Защита отверстий в стене посредством ко-
жуха.

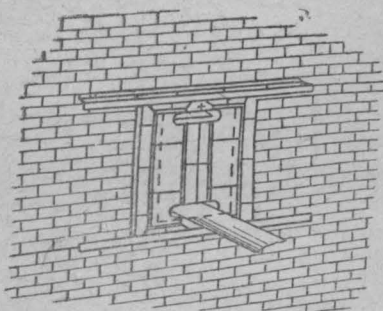


Рис. 43. Защита отверстия в стене шибером.

При пропуске ременных передач через ограждения шкивы следует заключать в металлические короба, перекрывающие отверстия в стене (рис. 42), или устраивать шиберы, как показано на рис. 43. Места пересечения ограждений трубопроводами,

кабелями и другими коммуникационными устройствами должны быть плотно заделаны раствором или термозоляционным несгораемым материалом.

ЗАЩИТА ОКОН

Деревянные сгораемые оконные переплеты, а также обычное остекление в наружных ограждениях часто служат причиной развития горения объектов, смежных с очагом пожара. Это объясняется тем, что дерево, имея температуру воспламенения, равную 270—300°, может загораться от лучистой теплоты на довольно значительных расстояниях. Стекло, будучи относительно плохим проводником тепла, при местных нагревах, вследствие неравномерного расширения и появления температурных напряжений, трескается, образуя проемы, достаточные для проникновения дыма, пламени и нагретых газов.

Во всех случаях, когда вертикальные ограждения зданий являются преградами, переплеты окон должны выполняться из негорючих материалов, а стекло армировано металлической сеткой. Арматура в данном случае предотвращает распад стекла на части и равномерно распространяет тепло, исключая тем самым возможные температурные напряжения.

Когда армированного стекла нет, окна следует защищать ставнями, выполненными из негорючих материалов и плотно перекрывающих оконный проем.

Предел огнестойкости окон по нормам проектирования НСП 102—51 принимают с учетом того, какие использованы стекла и материалы для переплетов. Пределы огнестойкости для различных окон принимают следующие:

- 1) стекло обычное, переплеты деревянные — 0 час;
- 2) остекление пустотелыми блоками без переплетов и короб — 0,25 часа;
- 3) армированное стекло, стальные переплеты — 0,25 часа;
- 4) то же, при двойных переплетах — 0,75 часа;
- 5) армированное стекло, железобетонные переплеты — 1,0 часа;
- 6) то же, при двойных переплетах — 1,5 часа.

ГЛАВА IX

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ЗАНАВЕСЫ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Противопожарные занавесы — это устройства, предназначенные для ограничения распространения пожара через значительные порталные проемы в театрах. Таким занавесом оборудуют только театры, вмещающие более 800 зрителей. Противопожарный занавес должен являться надежной преградой, обеспечива-

ющей: быстрое и полное перекрытие порталного проема для разобщения сценической и зрительной частей театра; герметическое перекрытие порталного проема, гарантирующее от возможного пропуска пламени и дыма со сценической в зрительную часть театра в течение определенного времени.

Надежная и эффективная работа противопожарного занавеса в условиях пожара может предотвратить катастрофу.

Это предопределяет конструкцию занавеса, которая должна обладать соответствующим пределом огнестойкости. Огнестойкость занавеса характеризуется его способностью выдерживать расчетные нагрузки, не разрушаясь при данных условиях развития пожара. Критериями разрушения могут служить:

а) разрушение или деформация несущих конструкций занавеса под действием собственного веса, давления дымовых продуктов, действия высоких температур и резких их колебаний;

б) образование щелей и трещин в занавесе, через которые могут проникать пламя и продукты горения.

В настоящее время применяют преимущественно металлические противопожарные занавесы, состоящие из механизма подъема и опускания или выдвижения занавеса и собственно занавеса. Сам занавес представляет собой жесткую пространственную систему, выполненную из металлического каркаса, защищенного соответствующей термоизоляцией от действия высоких температур. В практике чаще всего встречаются подъемно-опускные занавесы.

СХЕМА КАРКАСА ПОДЪЕМНО-ОПУСКНОГО ЗАНАВЕСА

Полотнище занавеса в современных театрах представляет собой чаще всего сложную пространственную систему в виде металлического каркаса, защищенного от действия высоких температур соответствующим термоизоляционным слоем.

Каркас подъемно-опускного занавеса состоит из горизонтальных балок (рис. 44), соединенных между собой вертикальными диагональными связями, укрепленными в четырехугольной раме. В крупных современных театрах со значительными порталными отверстиями, где полотнище весит свыше 25 т, экономичнее горизонтальные балки выполнять в виде ферм, располагаемых на расстоянии 1,2—1,8 м. Рама полотнища выполняется из швеллерных балок значительного сечения. Горизонтальные балки-фермы соединены вертикальными и диагональными связями для придания полотнищу занавеса большей жесткости. Эти связи выполняют из уголкового стали, которую приваривают к основным балкам.

Каркас занавеса в соответствии с временными нормами строительного проектирования театров рассчитывается на горизонтальное давление в 60 кг/м^2 в спущенном состоянии. Это давление может действовать как со стороны сцены, так и со стороны

зрительного зала. Допускаемый относительный прогиб каркаса занавеса под горизонтальной нагрузкой в 60 кг/м^2 не должен превышать $1/350 l$, где l — расчетный пролет балки. Кроме этого, конструкция занавеса должна быть рассчитана на вертикальную нагрузку от его полного веса в двух вариантах: а) в подвешенном состоянии и б) в опущенном (на пол планшета) состоянии.

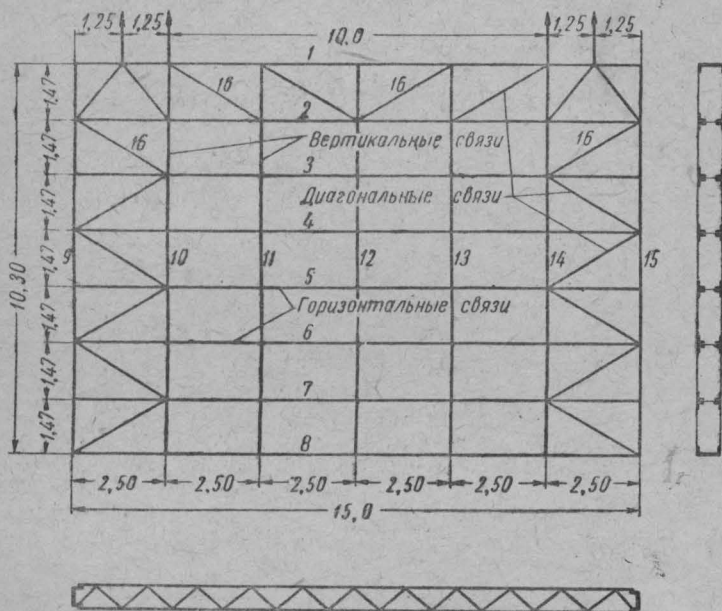


Рис. 44. Схема каркаса подъемно-опускного занавеса.

Каркас полотнища раздвижного занавеса в силу меньших размеров отличается от подъемно-опускного лишь некоторыми конструктивными особенностями. Занавес должен перекрывать порталный проем с каждой стороны на $0,5 \text{ м}$.

Как подъемно-опускной занавес, так и раздвижной помещаются в неподвижных направляющих. Для подъемно-опускного занавеса эти направляющие расположены вертикально, соответственно боковым граням полотнища, а для раздвижного — горизонтально, соответственно верхней и нижней граням полотнища. Оба типа занавесов могут состоять из одного и двух полотнищ.

ТЕРМОИЗОЛЯЦИЯ ЗАНАВЕСА

Известно, что нагрев стали до температуры 400° не вызывает существенных изменений ее прочности. При недлительном действии этой температуры (до 8 часов) прочность стали снижается всего до 20%.

Учитывая запас прочности, обычно принимаемый при расчете металлических конструкций, их нагрев до 400° не может существенно повлиять на изменение прочности всей системы. Однако следует отметить, что при этом не учитывают температурные напряжения, которые могут внести существенные изменения в ту или иную сторону. Каркас занавеса должен быть защищен термоизоляционным слоем соответствующей толщины, достаточной для предохранения его в течение определенного времени от действия температур, не превышающих 400° . Толщину слоя изоляции определяют, исходя из следующих соображений: по истечении 1 часа после возникновения пожара температура каркаса за-

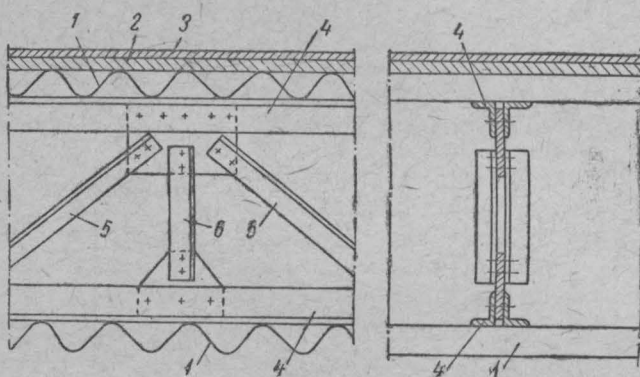


Рис. 45. Термоизоляция занавеса:

1 — волнистая сталь; 2 — совелитовые плиты; 3 — асбодиаомовая штукатурка; 4 — пояс фермы; 5 — подкос; 6 — стойка.

навеса не должна подниматься выше 200° и через 6 час.—не выше 400° , без учета действия дренчерного орошения занавеса. Расчетная температура на сцене в случае пожара принимается равной 1000° *.

Совершенно очевидно, что термоизоляция, помимо хороших теплоизоляционных свойств, должна обладать незначительным объемным весом для уменьшения общего веса занавеса.

В соответствии с временными нормами строительного проектирования театров, изданными в 1943 г., изоляцию рекомендуется выполнять из совелитовых плит толщиной 20—30 мм и слоя асбодиаомовой штукатурки толщиной 15 мм (рис. 45).

Каркас занавеса обшивают с обеих сторон волнистой сталью, которая придает ему жесткость и служит для крепления термоизоляционного слоя. Совелитовые плиты прикрепляют к волнистой стали проволокой сечением 1,2—1,6 мм. Плиты штукатурят асбодиаомовой массой (45% асбеста и 55% диатомового по-

* Временные нормы строительного проектирования театров, 1943.

рошка) по металлической сетке. Затем их оклеивают миткалем и красят масляной краской.

Теплоизоляцию устанавливают только со стороны сцены. Она должна обладать достаточной механической прочностью, чтобы противостоять действиям на нее водяных струй и дренажных водяных завес.

Вес изоляции не должен превышать 25 кг/м^2 поверхности полотна занавеса.

СХЕМА МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА И ОПУСКАНИЯ ЗАНАВЕСА

На рис. 46 показана схема подъема и опускания занавеса с помощью двух контргрузов и лебедки.

Полотно занавеса подвешивают в двух точках с помощью стальных канатов, перекинутых через блоки и соединенных с контргрузами, которые и уравнивают занавес. Вес контр-

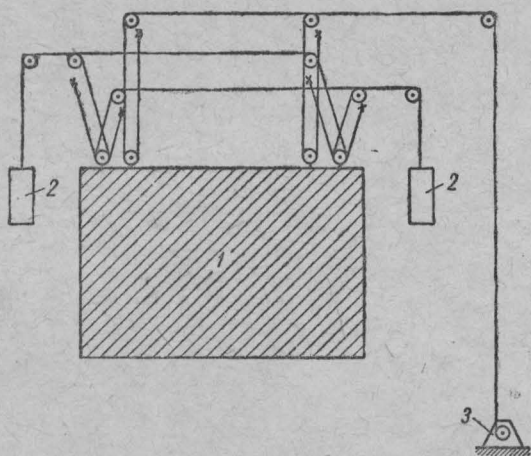


Рис. 46. Схема механизма подъема и опускания занавеса:
1 — полотно занавеса; 2 — контргрузы; 3 — лебедка.

грузов обычно меньше веса занавеса (90%), благодаря этому он под действием собственной тяжести стремится опуститься вниз. В верхнем крайнем положении занавес удерживается канатами, связанными через систему блоков с лебедкой. Если надо опустить занавес, тормоза лебедки освобождают. Значительный вес контргрузов и соответственное сечение канатов удорожают систему и утяжеляют конструкцию подвеса занавеса и контргрузов.

Схема выдвижения раздвижного занавеса дана на рис. 47. Контргруз выбирается таким, чтобы при освобождении тормозов лебедки он действием собственного веса, через канатно-блоч-

ную систему, заставил занавес двигаться влево (закрытие портального проема). В исходное положение (движение вправо) занавес возвращают лебедкой; ее усилиями, кроме того, поднимают в верхнее крайнее положение контргруз.

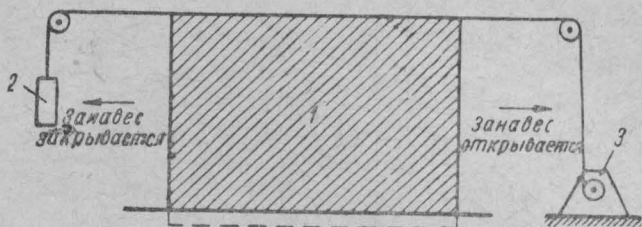


Рис. 47. Схема выдвигания раздвижного однопольного занавеса:
1 — полотнище занавеса; 2 — контргруз; 3 — лебедка.

Вся эта система, ввиду незначительных размеров занавеса раздвижного типа, менее громоздка и тяжеловесна, чем занавеса подъемно-опускного. При двух раздвижных полотнищах занавеса их схема выдвигания в принципе повторяет предыдущую, но в канатно-блочной системе (рис. 48) увеличены число блоков

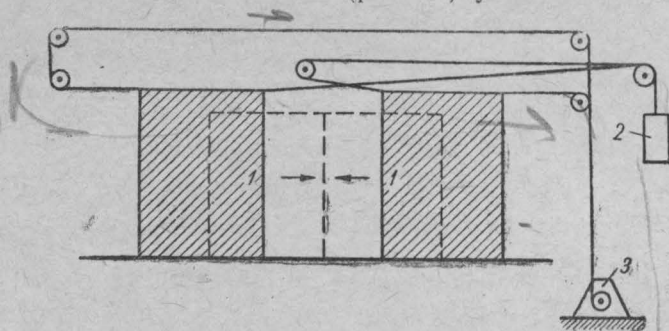


Рис. 48. Схема выдвигания двупольного раздвижного занавеса:
1 — полотнище занавеса; 2 — контргруз; 3 — лебедка.

и общая длина канатов. Мощность лебедки и вес контргруза также изменены. Механизм подъема и опускания надо сконструировать таким образом, чтобы занавес мог опускаться под действием веса контргруза. Это обеспечивает перекрытие портального проема в случае возникновения пожара или аварии в электросети.

Иногда занавес сооружают из двух полотнищ для того, чтобы ускорить спуск и уменьшить вес контргрузов и самих полотнищ. Такая схема (рис. 49) допустима также в тех случаях, когда недостаточно высока сцена и поэтому нельзя сделать обычный занавес.

Сущность схемы такова.

Занавес состоит из двух полотнищ. Верхнее полотнище обычно несколько больше и обязательно тяжелее нижнего. Оба полотнища связаны друг с другом канатами, переброшенными через блоки.

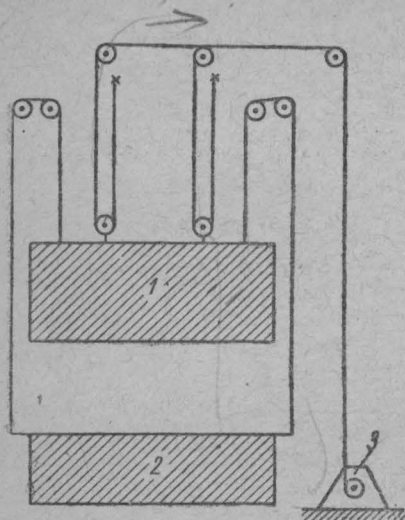


Рис. 49. Схема двупольного подъемно-опускного занавеса:

1 — верхнее полотнище; 2 — нижнее полотнище; 3 — лебедка.

ны щель значительной ширины, через которую опускается в трюм нижнее полотнище.

Верхнее полотнище стремится опуститься вниз и, воздействуя через канаты на нижнее, заставляет его подниматься вверх до соприкосновения обоих полотнищ. Таким образом, полотнища являются друг для друга своеобразным контргрузом. Движению полотнищ препятствуют канаты лебедки, удерживающие их в крайних (верхнем и нижнем) положениях. При необходимости опустить занавес достаточно выключить или ослабить тормоз лебедки. В результате оба полотнища, ничем не удерживаемые, сближаются и перекрывают порталый проем. Недостатком этой схемы является необходимость иметь в планшете

СХЕМА ПОДВЕСА ПОДЪЕМНО-ОПУСКНЫХ ЗАНАВЕСОВ

Нижние блоки подъемно-опускной системы крепятся к раме верхней кромки полотнища занавеса, а верхние — крепятся на

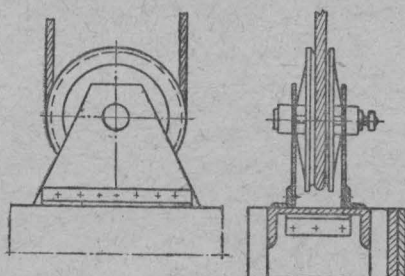


Рис. 50. Схема крепления блока к раме занавеса.

специальной балке, монтируемой на соответствующей высоте. Требуемый предел огнестойкости конструкции подвеса должен

быть не менее предела огнестойкости основных несущих конструкций сценического комплекса. При расчете балки подвеса следует учитывать коэффициент динамичности $K=1,5$ к действующим нагрузкам. Прогиб элементов конструкции подвеса допускается не более $1/750 l$, где l — расчетный пролет данного элемента. Опор

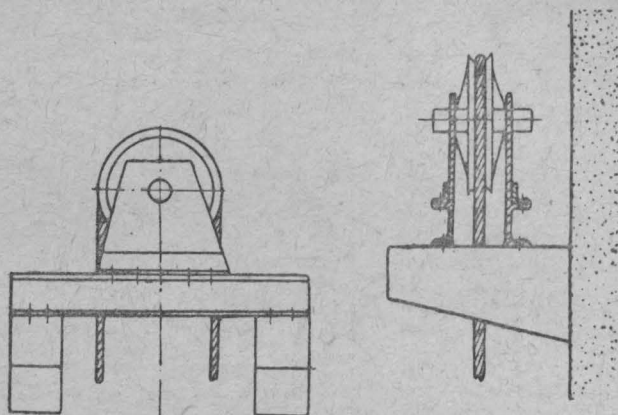


Рис. 51. Крепление блоков к конструкции подвеса.

рами балки подвеса могут служить пилоны, используемые также для крепления направляющих занавеса. В качестве промежуточных опор служат консольные балки, заделываемые в порталную стену. Схема крепления блока к раме занавеса показана на рис. 50. Как видно из рисунка, оси блоков заклинены в стойках толщиной свыше 10 мм, вырезанных из полосовой стали. Нижние концы стоек прикрепляют к каркасу занавеса. Крепление блоков к конструкции подвеса показано на рис. 51.

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНО-ОПУСКНОГО ЗАНАВЕСА

Дымовые продукты и продукты неполного сгорания могут проникать со сцены в зрительный зал при опущенном занавесе через щели и неплотности в местах сопряжения занавеса с порталной стеной, планшетом сцены, а также направляющими. Без герметизации роль занавеса сводится на-нет, а поэтому в процессе проектирования, а также эксплуатации, этому вопросу должно быть уделено надлежащее внимание.

СОПРЯЖЕНИЕ ВЕРХА ЗАНАВЕСА С ПОРТАЛЬНОЙ СТЕНОЙ

Сопряжение верха занавеса с порталной стеной в опущенном состоянии должно осуществляться с помощью песочного затвора (рис. 52). Высота слоя песка в песочном затворе должна быть такой, чтобы исключить возможность упирания козырьков занавеса в дно затвора при максимальном уплотнении и сжатии

нижней подушки под давлением веса всего занавеса. Козырек выполняют из уголкового стали. Он крепится в верхней части занавеса к раме со стороны портала. На порталной стене 2, со стороны сцены, укрепляют с помощью болтов стальное корыто 3, образуемое двумя склепанными уголками. Это корыто также простирают по всей длине стены в зоне движения занавеса. Корыто заполнено сухим песком.

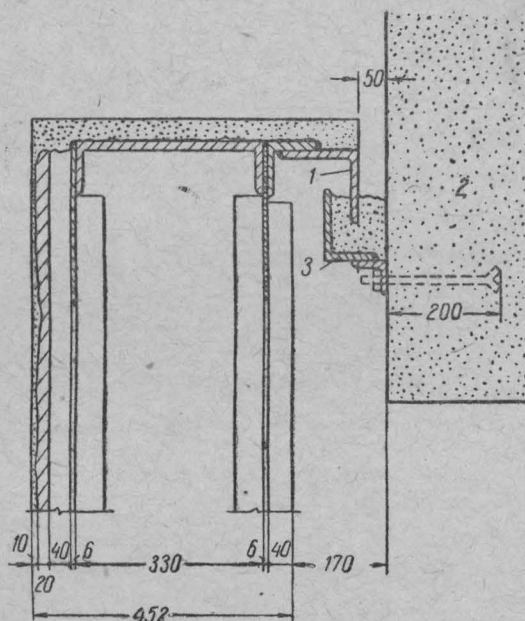


Рис. 52. Песочный затвор.

Когда занавес опускается и доходит до нижнего конечного положения, козырек погружается в песочный затвор. Слой песка практически непроницаем для газов и поэтому сцена по верхней грани занавеса оказывается герметически отделенной от зрительного зала.

При подъеме занавеса козырек выходит из корыта и герметичность нарушается. Верхняя кромка занавеса, как и часть козырька, покрыта термоизоляцией.

СОПРЯЖЕНИЕ ЗАНАВЕСА С ПЛАНШЕТОМ СЦЕНЫ

Плотность прилегания занавеса к деревянному планшету сцены может быть достигнута конструкцией, изображенной на рис. 53. К нижней кромке занавеса на болтах крепится деревянный брус, защищенный двумя слоями войлока, смоченного в глине, листовым асбестом и двумя слоями брезента. Образованная

таким образом легкая и в то же время несгораемая подушка, будучи прижата занавесом к планшете, заполняет все его неровности и создает непроницаемую для газов изоляцию. Одновременно эта подушка до известной степени является амортизато-

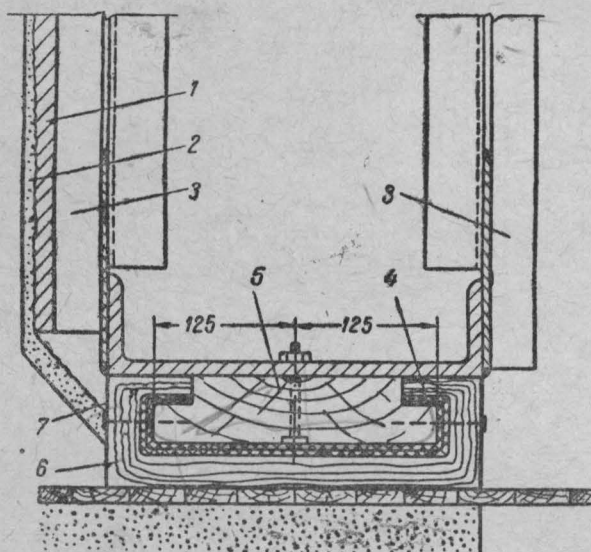


Рис. 53. Схема, герметизации нижней кромки занавеса:

1 — совелитовые плиты; 2 — асбодиаомовая штукатурка; 3 — волнистая сталь; 4 — два слоя войлока, вымоченного в глиняном растворе; 5 — деревянный брус; 6 — листовой асбест; 7 — два слоя брезента.

ром, смягчающим удар при посадке занавеса на планшет. Аналогичная конструкция может быть достигнута заполнением асбестового рукава песком.

Помимо указанного, для предупреждения распространения пожара ниже плоскости планшета под занавесом должна быть устроена несгораемая стена с соответствующим пределом огнестойкости.

СОПРЯЖЕНИЕ ЗАНАВЕСА С НАПРАВЛЯЮЩИМИ

Сопряжение занавеса с направляющими должно обеспечивать, с одной стороны, возможность беспрепятственного температурного расширения занавеса при нагреве его каркаса до 400° и, с другой стороны, его герметизацию. Варианты конструктивного решения сопряжения занавеса с направляющими приведены ниже.

Направляющие (рис. 54) выполнены из двух неравнобоких уголков, приболченных к порталной стене. Соответственно к раме

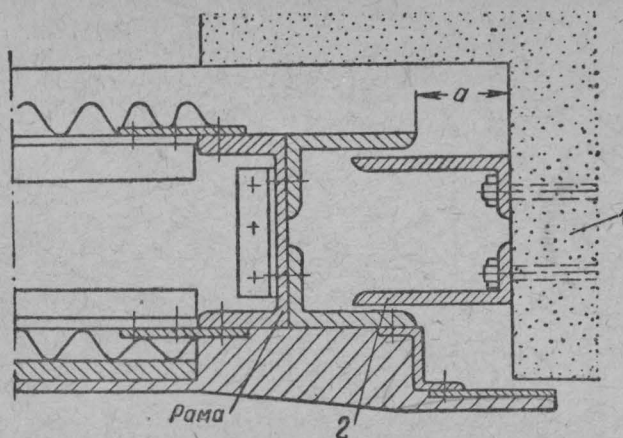


Рис. 54. Вариант герметизации боковых направляющих занавеса:
1 — портал; 2 — направляющие уголки.

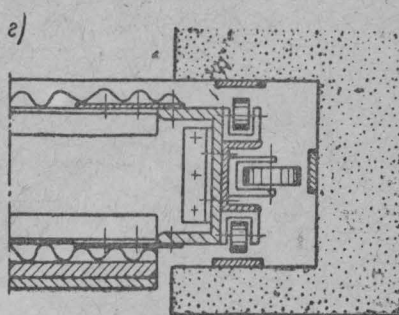
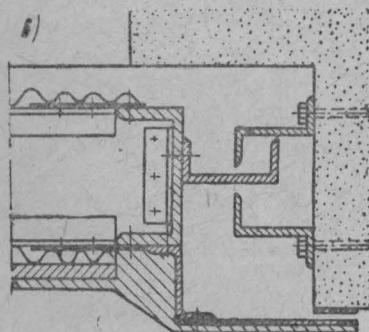
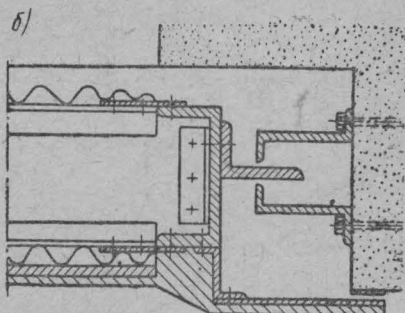
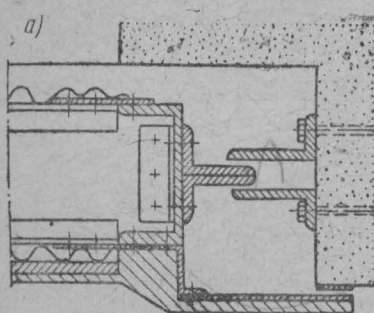


Рис. 55. Варианты герметизации боковых направляющих занавеса.

каркаса прикреплены уголки, заходящие за направляющие и не позволяющие занавесу сместиться в сторону. Между концами уголков и уголками каркаса имеется зазор a , предусматривающий возможность свободного расширения занавеса при его нагреве до 400° . Как видно из рис. 54, такое сопряжение не обеспечивает должной герметичности и не гарантирует от заедания занавеса при возможном его перекосе в процессе опускания.

Следующие варианты направляющих приведены на рис. 55, $a, б, в, г$ и представляют собой возможные варианты устройства направляющих из уголковой и фасонной стали.

Замена уголков или другой фасонной стали роликами, монтируемыми на раме каркаса, дала возможность обеспечить плавность спуска занавеса без заедания. На рис. 55, $г$ показано подобного рода сопряжение. Щель портала оборудована тремя полками, по которым соответственно катятся ролики, смонтированные на раме каркаса.

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ВЕРХНЕЙ КРОМКИ РАЗДВИЖНОГО ЗАНАВЕСА

Раздвижной занавес движется по направляющей балке таврового сечения, полученного из двух уголков, жестко укрепленных в перекрытии или другой части здания (рис. 56). По этой балке катятся ролики, прикрепленные к раме каркаса. Герметизация достигается песочным затвором. Последний представляет собой корыто, идущее по всей длине портала, выполненное из стали зетового или швеллерного профиля. Корыто крепят к portalной стене и заполняют песком или другим негорючим сыпучим веществом. К раме каркаса занавеса прикреплен специальный нож, который одним концом погружен в песочный затвор. При движении занавеса вдоль portalной стены вместе с ним движется и погруженный в песок нож. Трение, возникающее между ножом и песком, требует дополнительные усилия, что несколько удорожает конструкцию занавеса, однако этот недостаток компенсируется надежной герметизацией.

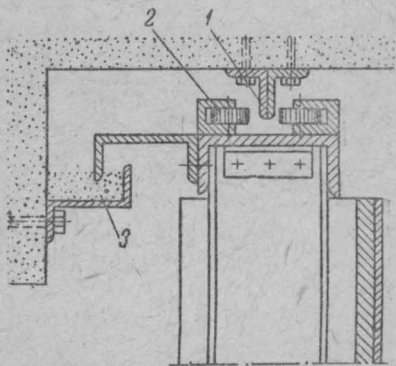


Рис. 56. Схема герметизации верхней кромки раздвижного занавеса:

1 — направляющие; 2 — ролик;
3 — песочный затвор.

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ НИЖНЕЙ КРОМКИ РАЗДВИЖНОГО ЗАНАВЕСА

Занавес перемещается вдоль portalной стены по специальному рельсу (рис. 57) посредством грузового ролика, прикреплен-

ного на раме каркаса. Чтобы ролик не мог смещаться в стороны, имеются два направляющих ролика. Герметизацию достигают песочным затвором. Все подвижные части находятся под планшетом сцены в специальной несгораемой шахте, идущей вдоль всего портала. Неизбежность такой шахты является основным недостатком раздвижного занавеса, который ограничивает его применение, несмотря на надежную герметизацию.

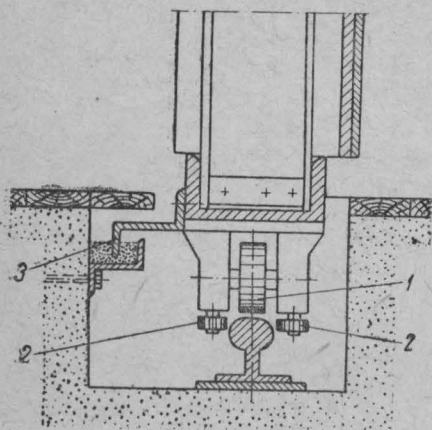


Рис. 57. Схема герметизации нижней кромки раздвижного занавеса:

1 — грузовой ролик; 2 — направляющие ролики; 3 — песочный затвор.

УСТРОЙСТВО МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЗАНАВЕСА

Занавес опускается и поднимается с помощью лебедки. Для предотвращения возможных аварий и несчастных случаев к механическому двигателю предъявляют ряд требований:

- а) он должен иметь два независимых действующих автоматических приспособления, одно из которых останавливает занавес в крайних пунктах его рабочего хода, а другое — в случаях перехода этих рабочих пунктов на расстояние более 100 мм;
- б) электропривод лебедки должен иметь приспособление, позволяющее поднимать занавес вручную;
- в) электрические приводы должны иметь электромагнитный автоматический тормоз замкнутого типа и автоматически действующие тормозные устройства, не допускающие движения занавеса со скоростью выше предельной, превышающей нормальную скорость не более чем на 40%.

На рис. 58 приведена схема лебедки, удовлетворяющей указанным требованиям.

Грузовой вал и заклиненный на нем барабан 1 через шестерни 2 и 3 связан с промежуточным валом 4, который через шестерни 5 и 6 связан со вторым промежуточным валом 7. Последний, в свою очередь, через шестерни 8 и 9 соединен с рабочим валом 10. Рабочий вал посредством муфты сцепления может быть соединен с электромотором 11, а с другой стороны, также через муфту сцепления, — с ручным приводом 12.

Торможение достигают с помощью тормозного барабана 13, заклиненного на рабочем валу. Тормозной барабан имеет венчик 14, связанный с шестерней скоростного тормоза 15. Здесь

же смонтированы ручной и электромагнитный тормоза 16. Кроме этого, лебедка оборудована «конечным выключателем» 17. Этот агрегат автоматически выключает лебедку в момент, когда занавес достигает своего крайнего верхнего или нижнего положения. «Конечный выключатель» (рис. 59) представляет собой следующее: вал 1, на котором нарезан винт 2, приводится в движение от грузового вала лебедки через бесконечную цепь и звездочки 3. На винт надета гайка 4, совершающая поступательное движение вдоль вала при его вращении. Гайка вверху оборудована указателем 5, расположенным против неподвижной шкалы 6 с делениями, указывающими высоту, на которую в данный момент поднят занавес.

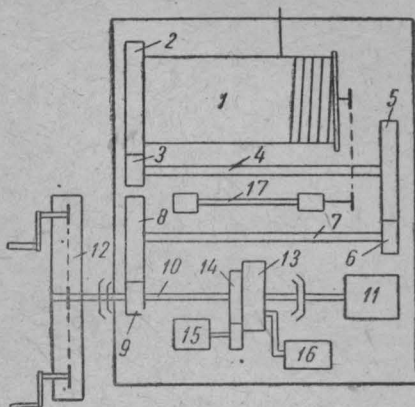


Рис. 58. Схема устройства лебедки.

Внизу гайка имеет прилив 7, который, двигаясь совместно с гайкой, при подходе к левому или правому концу вала 1 нажимает на ролик кривошипа 8, заставляя последний преодолеть пружину и отклониться в сторону. При отклонении кривошипа внутри выключателя 9 происходит отключение электродвигателя лебедки от питания и,

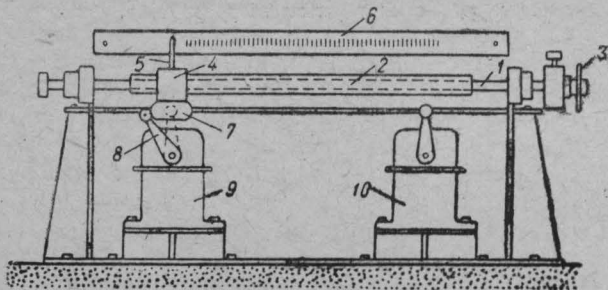


Рис. 59. Схема устройства «конечного выключателя».

следовательно, остановка движения занавеса. Выключатель 10 производит те же манипуляции с двигателем при подходе гайки 4 к правому концу вала 1, что соответствует нижнему крайнему положению занавеса. Описанное устройство, таким образом, является одновременно автоматическим выключателем лебедки и указателем высоты, на которую в данный момент поднят занавес.

Тормозное устройство изображено на рис. 60. Тормозной барабан заклинен на рабочем валу 2. К барабану примыкают тор-

мозные колодки 3, шарнирно связанные со станиной. На теле колодок с внутренней стороны имеется слой материала, обладающий большим коэффициентом трения. Верхние части тормозных колодок шарнирно связаны между собой рычагом 4 в виде треугольника и стяжкой 5. Стяжка 5 позволяет регулировать расстояние между левой колодкой и рычагом 4. Последний через тягу 6 шарнирно соединен с тормозной рукояткой 7, на которую насажен противовес. Рукоятка 7 шарнирно связана со станиной. Благодаря наличию противовеса последний через рукоятку 7 и тягу 6 воздействует на рычаг 4, заставляя его поворачиваться по часовой стрелке. При этом колодки прижимаются к барабану, что исключает возможность вращения рабочего вала.

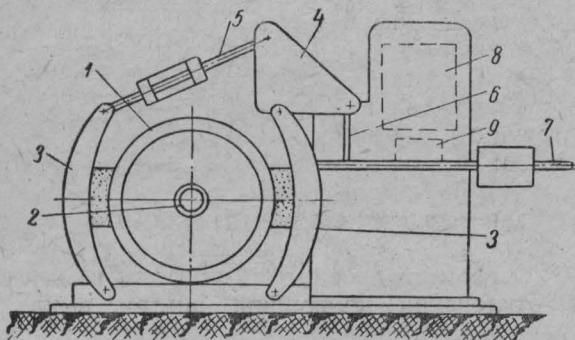


Рис. 60. Схема тормозного устройства.

При необходимости пуска лебедки рукоятка 7 поднимается вручную или электромагнитом 8, нажатием специальной кнопки, вследствие чего система рычагов колодки 3 отжимается от барабана, освобождая рабочий вал 2. Электромагнит 8 помещен в специальном корпусе, куда введен прилив 9 рукоятки 7, прижимающийся к сердечнику электромагнита при включении его в цепь.

Скорость опускания занавеса автоматически регулируется скоростным тормозом, основанным на сопротивлении масла, находящегося в его корпусе, вращающегося лопастями тормоза. Кроме этого, скорость может регулироваться вплоть до полной остановки занавеса ручным или электрическим тормозами из пульта управления или из помещения для лебедки.

Занавесом управляют не менее чем из трех точек (планшет, машинное отделение и помещение пожарного поста). Рукоятку для ручного (бестормозного) пуска занавеса устанавливают на планшете сцены, над машинным помещением.

Рабочая скорость движения занавеса при подъеме принята не менее $0,15 \text{ м/сек}$. Средняя скорость опускания занавеса должна быть не менее $0,2 \text{ м/сек}$. При проектировании и монтаже механизмов для управления движением занавеса должны учитывать

ся требования техники безопасности. Расчет механизмов управления и тяговых устройств должен быть произведен с учетом требований норм проектирования театров.

СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ ТЕАТРАЛЬНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ЗАНАВЕСА

В случае возникновения пожара занавес охлаждают водой через специальную оросительную систему.

Трубопровод, подводящий воду для орошения занавеса, включают к распределителю через задвижку и прокладывают по галерее или трюму к порталному отверстию. От него поднимают вверх с обеих сторон стояки и соединяют с оросительным устройством, расположенным у верхнего края занавеса. Оросители устраивают трубчатыми и лотковыми. Трубчатый ороситель представляет собой трубы с отверстиями, в которых укреплены дренчерные головки с лопаточкой или другого типа. Трубы с дренчерами прокладывают с двух сторон занавеса.

Лотковый ороситель представляет собой лоток, укрепленный на верхней части самого занавеса. В него подводят воду через два боковых стояка, которая через отверстия или боковую кромку переливается равномерно на поверхность занавеса. Подводят воду к оросителям через неподвижные стояки.

Ввиду значительной разницы давлений, необходимых для действия оросительной системы и других приборов, желательно орошать противопожарный занавес из отдельного бака или городского водопровода.

При общем водопитателе излишний напор может гаситься уменьшением диаметра труб.

Дренчеры размещают на расстоянии 1—1,5 м друг от друга. Расход воды для орошения устанавливают из расчета 1 л/сек на 1 пог. м занавеса (с каждой стороны). Напор над наиболее невыгодно расположенным дренчером принимают 3 м.

ГЛАВА X

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ЗОНЫ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Общепризнано, что наиболее эффективной, простой и экономичной преградой является брандмауер. Однако он обладает существенным недостатком — препятствует сообщению производственных смежных цехов между собой. Применение при таких условиях крышевого брандмауера не решает проблемы локализации пожара. В этом случае прибегают к разделению зданий или отдельных помещений на отсеки с помощью объемных пространственных элементов. Эти пространственные элементы, разре-

зая здание полосой определенной ширины, создают так называемую несгораемую зону, именуемую в дальнейшем противопожарной зоной.

Противопожарная зона, следовательно, представляет собой несгораемую полосу здания определенной ширины, перерезывающую здание по всей его ширине или длине и предназначенную для локализации пожара. Совершенно очевидно, что устройство противопожарной зоны имеет смысл лишь в том случае, когда конструкции перекрытий и покрытий здания являются сгораемыми или трудносгораемыми, т. е. в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости.

Противопожарные зоны находят также широкое применение в сгораемых или трудносгораемых соединительных сооружениях типа галерей и эстакад.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗОНАМ

Противопожарные зоны состоят из полосы покрытия, опор, гребней и стенок.

Проектирование и устройство гребней, стенок, полосы покрытия, а также опор производят в соответствии с требованиями, предъявляемыми к противопожарным зонам. Противопожарная зона должна:

а) быть надежной преградой, ограничивающей распространение пожара в плоскости покрытия и внутри помещений (разделяемых зоной);

б) обладать устойчивостью как во время пожара, так и после него;

в) обеспечить возможность передвижения и успешной работы пожарных подразделений.

Первое требование удовлетворяют созданием несгораемых гребней и стенок определенных размеров и оборудованием зоны водяными завесами; второе — проектированием зоны и ее отдельных элементов, учитывая требуемый предел огнестойкости, устанавливаемый нормами проектирования. Таким образом, при статическом расчете противопожарных зон необходимо учитывать фактор действия высоких температур. Как известно, действие высоких температур вызывает дополнительные напряжения, а также изменения механической прочности строительных материалов, из которых выполняется противопожарная зона. Из этого можно заключить, что непосредственно под зонами не следует располагать склады сгораемых веществ и производства с повышенной пожарной опасностью. Это может вызвать наиболее интенсивное горение, значительный прогрев полосы ограждения покрытия и поставить под угрозу устойчивость основных несущих конструкций. Прогрев покрытия (чаще всего железобетонной плиты незначительной толщины) затруднит работу пожарных подразделений. Кроме этого, расположение сгораемых веществ под зона-

ми лишает всякого смысла устройство самой зоны как противопожарной преграды. Расположение под противопожарными зонами складов сгораемых материалов допускается только при ограждении этих складов стенами и перекрытиями, удовлетворяющими требованиям, предъявляемым к противопожарным преградам.

Третье требование обеспечивается созданием зоны определенной ширины, а также выполнением первых двух требований.

Опыт эксплуатации противопожарных зон показал, что ширина их, равная 5—6 м, не всегда отвечает требованиям пожарной безопасности. Тем не менее нормами проектирования НСП 102—51 ширина противопожарных зон принимается равной 6 м. Кроме того, что зона должна иметь определенную ширину, обладать устойчивостью, устройством наружных пожарных лестниц соответствующей конструкции, необходимо создать условия для удобного доступа на них.

Габариты элементов зоны, а также их расположение по отношению к другим элементам покрытия регламентируются НСП 102—51.

КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ЗОН

Поперечные противопожарные зоны чаще всего выполняют из железобетона.

Продольные противопожарные зоны выполняют аналогично обычным несгораемым конструкциям покрытия цеха (рис. 61).

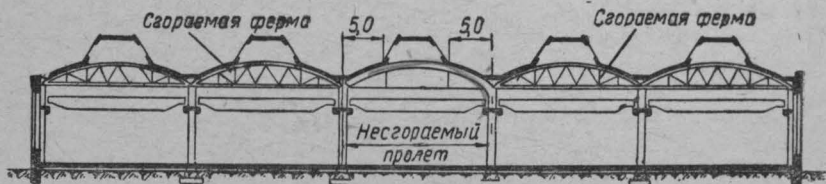


Рис. 61. Противопожарная зона в виде целого среднего несгораемого пролета.

Основным типом поперечной противопожарной зоны является железобетонное покрытие из арок с затяжками, жестко или шарнирно связанных со стойками, и свода между арками (рис. 62).

Утепление и кровлю покрытия противопожарной зоны назначают согласно техническим условиям на проектирование соответствующих цехов.

Противопожарные гребни зон, так же как и гребни брандмауэров, устраивают для ограничения распространения пожара по сгораемым конструкциям покрытия.

Гребни значительной высоты, как правило, делают ребристыми; ребра располагают со стороны примыкающего деревянного покрытия через 2—2,5 м (рис. 63).

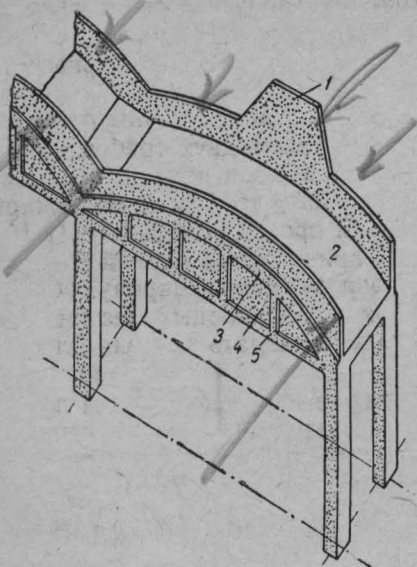


Рис. 62. Общий вид железобетонной противопожарной зоны:

1 — гребень зоны; 2 — несгораемая полоса покрытия; 3 — арка; 4 — несгораемая стенка; 5 — затяжка.

Гребни зон, торцы примыкающих к зонам световых фонарей и возвышающиеся над покрытием части боковых ограждений могут устраиваться в виде железобетонных стенок толщиной 6 см, кирпичных — толщиной в 0,5 кирпича, из бетонных камней или монолитного бетона толщиной 12 см, из шлакобетонных камней или монолитного шлакобетона толщиной 20 см.

Возвышение гребней над покрытием принимается равным 70 см. Противопожарные гребни должны сохранять устойчивость и после разрушения пожаром примыкающего к ним деревянного покрытия. Для этого они рассчитываются на ветровую нагрузку.

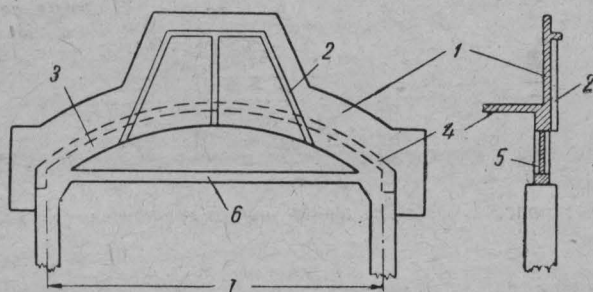


Рис. 63. Гребни противопожарных зон с ребрами жесткости:

1 — гребень противопожарной зоны; 2 — ребро; 3 — арка; 4 — свод; 5 — несгораемая стенка; 6 — затяжка.

Если сгораемые фермы покрытия отстоят от противопожарной зоны менее чем на 5 м, то по краям зоны (внутри помещения) должны быть устроены несгораемые стенки толщиной не менее 4 см, опускаемые до нижней грани покрытия. В осталь-

ных случаях эти стенки должны быть опущены на 0,25 см ниже прилегающих к зоне сгораемых конструкций покрытия (рис. 64).

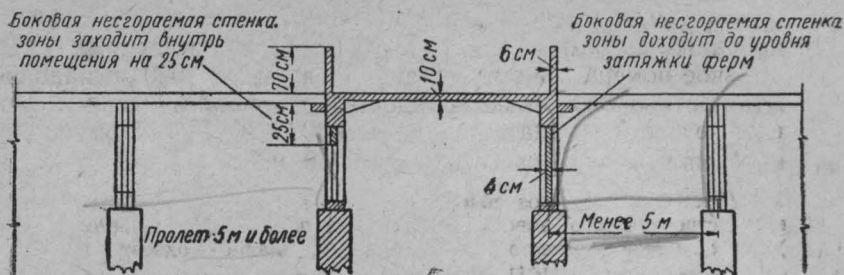


Рис. 64. Правила устройства противопожарных зон.

Если зона возвышается над уровнем покрытия, то высота гребня может быть сокращена за счет высоты выступающей стенки. Общая высота выступающей над кровлей части стенки и гребня должна быть не менее 0,7 м (рис. 65).

При монолитной конструкции зоны заполнения между арками выполняют в виде свода.

Толщина свода принимается ориентировочно $\frac{1}{100}$ расстояния между арками, но не менее 6 см. При толщине до 8 см свод армируется по оси одиночной сеткой диаметром 6—8 мм.

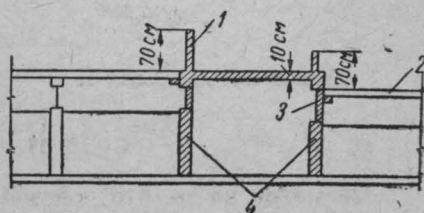


Рис. 65. Правила устройства противопожарных зон:

1 — гребень противопожарной зоны;
2 — сгораемое покрытие; 3 — стенка зоны; 4 — несгораемые опоры.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗОН

Количество зон определяют по методике, принятой для брандамауэров.

Исходными данными для определения количества зон являются:

- а) категория пожарной опасности производства;
- б) степень огнестойкости здания;
- в) наличие автоматических средств тушения пожара;
- г) площадь цехов.

При этом следует отметить, что зоны чаще всего устраивают в одноэтажных зданиях с покрытиями, выполненными из сгораемых или трудносгораемых материалов. В зданиях I и II степеней огнестойкости противопожарных зон не устраивают. Площадь проекции покрытия на горизонтальную плоскость, ограничиваемую зонами, принимают по табл. 11.

Кроме отмеченных случаев, противопожарные зоны должны также проектироваться в подвальных помещениях значительной площади. Так, в соответствии с противопожарными нормами проектирования промышленных предприятий и населенных мест, подвальное помещение с площадью пола свыше 3000 м^2 надо разделять противопожарными коридорами шириной не менее 2 м на отдельные части площадью не более 3000 м^2 . При этом ширина каждой части не должна превышать 30 м .

Пример. Определить потребное количество зон для деревообделочного цеха вагоностроительного завода, имеющего в плане форму прямоугольника ($50 \times 70 \text{ м}$). Степень огнестойкости здания IV. Здание — одноэтажное.

1. В соответствии с НСП 102—51 производство относится к категории В.
2. Площадь пола здания:

$$F = 50 \times 70 = 3500 \text{ м}^2.$$

3. В соответствии с табл. 11 площадь, ограничиваемая зоной, $f = 2000 \text{ м}^2$.
4. Количество отсеков:

$$n = \frac{3500}{2000} \approx 2,0.$$

5. Количество зон равно 1.

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЗОН

Несмотря на то, что под зонами запрещается располагать горючие вещества и производственное оборудование, элементы зон все же подвергаются воздействию высоких температур в условиях возникшего пожара, вследствие чего возможно их разрушение. Наиболее слабым местом зон являются затяжки и подвески, выполняемые из металла или железобетона. Недостаточная защита металлических элементов бетоном может привести к потере несущей способности затяжек и распуру арок. Нормами проектирования НСП 102—51 приняты следующие требуемые пределы огнестойкости элементов зон: для стен и колонн — не менее 5 час., для покрытий — не менее 2 час. Учитывая это, необходимо проверять соответствие огнестойкости зон противопожарным требованиям.

Пример. Для одного из цехов запроектирована противопожарная зона из монолитного железобетона. При этом толщина защитного слоя принята следующая: для свода 1 см , для затяжек и арок 2 см . Зона опирается на железобетонные колонны с жесткой арматурой. Толщина облицовки колонн принята равной 50 мм . Дать заключение о соответствии огнестойкости зоны противопожарным требованиям.

Решение. Устанавливаем фактические пределы огнестойкости элементов зоны:

P_{ϕ} свода равен 1 часу;

P_{ϕ} арки и затяжки равен 1 часу; ✓

P_{ϕ} колонн равен 2 часам.

Сравниваем фактические пределы огнестойкости с требуемыми.

Сравнение пределов огнестойкости показывает, что во всех случаях фактические пределы огнестойкости менее требуемых.

Закключение. Огнестойкость зоны не соответствует требованиям НСП 102—51. Для приведения в соответствие фактических пределов огнестойкости элементов зоны с требуемыми необходимо увеличить толщину защитного слоя арматуры. Толщину защитного слоя следует довести для колонн до 120 мм, арки и затяжек — до 30 мм, свода — до 20 мм.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ЗОНЫ В СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

1. Общая часть

Для сообщения между производственными корпусами, транспортирования грузов и прокладки коммуникаций паро-, газо-, водо- и электроснабжения устраивают эстакады и галереи.

Соединительные галереи и эстакады разделяют на:

- а) пешеходные,
- б) транспортные,
- в), коммуникационные (для прокладки трубопроводов и кабелей),
- г) комбинированные (пешеходные, совмещенные с коммуникационными и транспортными устройствами).

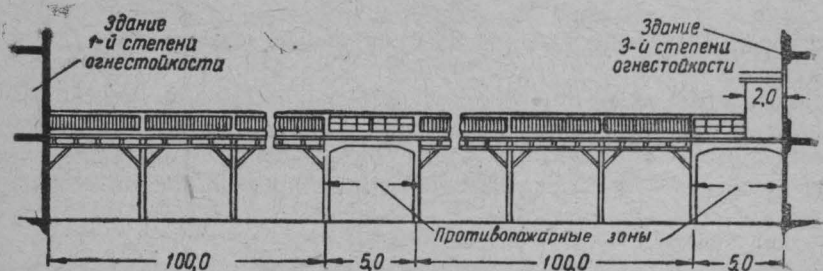


Рис. 66. Схема устройства эстакад.

Простейший вид эстакады представляет собой настил на опорах, по которому может двигаться межцеховой транспорт или могут прокладываться различного рода трубопроводы и кабели (рис. 66).

Эстакада, закрытая сверху и с боков для предохранения от атмосферных осадков, а также в целях безопасности и удобства организации производственной связи, образует галерею.

Галереи и эстакады могут иметь значительную протяженность, выполняться из различных по степени возгораемости материалов и в зависимости от производственных условий быть горизонтальными и наклонными. Соединительные сооружения представляют известную пожарную опасность.

2. Пожарная опасность соединительных сооружений

Пожарная опасность соединительных сооружений заключается в том, что в них могут быть горючие вещества и тепловые источники, достаточные для их воспламенения, и благоприятные условия для интенсивного развития и распространения пожара. Пожарная опасность соединительных сооружений усугубляется еще и тем, что они всегда соединяют производственные здания, прокладываются параллельно им или над ними.

В качестве горючей среды могут явиться строительный материал эстакад и галерей, а также транспортируемые по соединительным сооружениям горючие вещества: твердые, жидкие, газообразные и пылевидные. Наличие же коммуникаций с газом, легковоспламеняющейся и горючей жидкостью, а также пылью всегда может служить причиной образования взрывчатых и горючих смесей.

Горение самих эстакад и галерей может быть весьма интенсивным в силу развитой поверхности горения сгораемых конструкций (прогоны, настил, обшивка и др.). Особую опасность в смысле интенсивности и скорости распространения горения могут представлять пустотные конструкции соединительных сооружений.

На скорость распространения горения и интенсивность горения будет несомненно оказывать влияние положение соединительных сооружений. С этой точки зрения наклонные галереи и эстакады представляют большую опасность, чем горизонтальные.

Помимо обычных тепловых источников, возможных в производственных условиях (отопление, электричество, самовозгорание, теплота трения, статическое электричество и др.), способных вызвать горение в самой эстакаде и галерее, причиной пожара и его развития могут быть:

- а) пожар в одном из соединяемых зданий;
- б) пожар в здании, параллельно которому проходят соединительные сооружения;
- в) пожар в здании, над которым проходят соединительные сооружения;
- г) искры паровозов в случае пересечения соединительными сооружениями полотна железной дороги;
- д) совместное транспортирование веществ, смешение которых может вызвать взрыв или пожар.

3. Противопожарные мероприятия при проектировании галерей и эстакад

При проектировании соединительных сооружений должны выполняться следующие требования, предусмотренные НСП 102—51.

Галереи и эстакады, предназначенные для трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами, должны иметь негорючие несущие конструкции и ограждения. Этим достигается уменьшение количества горючих веществ, способных в условиях пожара гореть и содействовать развитию пожара.

В тех случаях, когда галерея и эстакады предназначены для транспортирования негорючих или твердых горючих веществ, они могут выполняться из сгораемых и трудносгораемых материалов. При этом необходимо:

а) при длине галерей и эстакад более 100 м устраивать противопожарные зоны (звенья) длиной не менее 5 м на расстоянии не более 100 м друг от друга (рис. 66);

б) галереи и эстакады, соединяющие здания, обеспечить в местах примыкания к зданиям III—V степеней огнестойкости противопожарными зонами длиной не менее 5 м;

в) галереи и эстакады над железнодорожными путями обеспечить противопожарными зонами, выступающими от оси пути в обе стороны не менее чем на 3 м.

Галереи или эстакады, если они проложены над зданиями, также выполняют негорючими. Каждая промежуточная противопожарная зона должна иметь выход наружу с лестницами из негорючих материалов.

При параллельном расположении галерей и производственных зданий между ними надо соблюдать противопожарные разрывы, которые в этом случае устанавливают так же, как и для зданий соответствующей степени огнестойкости.

Нормы проектирования, кроме вышеизложенного, устанавливают следующие ограничения:

1) галереи и эстакады, по которым транспортируют легковоспламеняющиеся и горючие жидкости и легкогорючие твердые материалы, нельзя совмещать с пешеходными;

2) трубопроводы для жидких и газообразных продуктов, смешение которых может вызвать взрыв или пожар, прокладывать совместно в галереях нельзя.

Соединительные и внутрицеховые тоннели

Соединительные и внутрицеховые тоннели разделяются на:

- а) пешеходные,
- б) транспортные,
- в) коммуникационные (для прокладки трубопроводов и кабелей),
- г) комбинированные (пешеходные, совмещенные с коммуникационными и транспортными устройствами).

Пожарная опасность тоннелей аналогична пожарной опасности эстакад и галерей, однако усугубляется тем, что в тоннелях затруднено тушение пожара.

Все тоннели должны проектироваться из несгораемых материалов. Во избежание разлива жидких пожароопасных продуктов при авариях трубопроводов через каждые 40 м длины тоннеля следует устраивать пороги, возвышающиеся над уровнем пола не менее чем на 0,30 м. Нормальную эвакуацию людей в случае аварии обеспечивают следующим образом:

а) транспортные проходные тоннели для транспортирования пожаро- и взрывоопасных материалов, а также коммуникационные проходные тоннели для прокладки трубопроводов, пожароопасных и взрывоопасных жидкостей и газов, обеспечивают выходами не реже, чем через 60 м, и, независимо от длины тоннеля, выходами в каждом его конце. Выходы из таких тоннелей непосредственно в помещение должны снабжаться противопожарными тамбурами-шлюзами;

б) выходы из пешеходных тоннелей в помещение размещаются вне зоны работы подъемно-транспортного оборудования;

в) пешеходные тоннели, а также транспортные и коммуникационные проходные, за исключением тоннелей, указанных в предыдущем пункте, обеспечивают выходами не реже чем через 100 м.

При совместной прокладке в тоннелях трубопроводов для жидких и газообразных продуктов, смешение которых может вызвать взрыв, пожар или отравление, а также при устройстве комбинированных тоннелей, предъявляются такие же требования, как и при строительстве соединительных галерей и эстакад.

ГЛАВА XI

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ ПРЕГРАД В ЗДАНИЯХ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

К вспомогательным видам преград мы относим: водяные завесы, экраны, взрывные и дымовые люки.

Водяные завесы дополняют отдельные преграды (противопожарные зоны, крышечные брандмауеры, полотнища для защиты мелких отверстий и т. п.) в тех случаях, когда они не создают достаточной гарантии ограничения сферы распространения пожара. Так, в случае применения противопожарных зон, крышечных брандмауеров, ограждений мелких отверстий и театральных занавесов, целесообразно создавать дополнительную преграду в виде водяной завесы, которая частично охлаждает нагретые воздушные потоки, меняет направление их движения и отражает лучистую теплоту. Кроме этого, водяная завеса орошением преград, занавесов, окон, дверей, ворот и т. д. охлаждает их, чем несомненно увеличивает в известной мере предел огнестойкости.

Для отражения лучистой тепловой энергии можно применять экраны с термическим сопротивлением и без такового. Этими экранами предупреждают загорание конструкций от нагретых

производственных приборов и локализируют уже возникшие пожары.

В отдельных случаях удастся ограничить горение отклонением пути движения конвекционных потоков в направлении, представляющем наименьшую угрозу. Так, для ограничения развития пожара со сцены в зрительный зал театра на сцене устраивают так называемые дымовые люки. Аналогичным образом можно уменьшить разрушительное действие взрывной волны.

Учитывая, что указанные преграды носят вспомогательный характер, мы отнесли их к вспомогательным типам преград.

ВОДЯНЫЕ ЗАВЕСЫ

Водяные завесы выполняют роль собственно завес и используются для орошения преград и конструкций.

Водяная завеса может быть образована с помощью водопроводной трубы, имеющей отверстия. Через эти отверстия выливается вода под соответствующим напором. Водопроводная труба укладывается горизонтально или с небольшим уклоном над защищаемым проемом. Струи воды, находясь на близком расстоянии, образуют как бы водяную стену, которая частично охлаждает нагретые воздушные потоки, отклоняет их направление и отражает лучистую теплоту. Эту систему приводят в действие вручную: открывают соответствующую задвижку на ответвлении от водопроводной магистрали.

Чаще всего на водопроводной трубе посредством тройников устанавливают спринклерные или дренчерные головки, с помощью которых можно раздробить водяные струи. В данном случае создается водяная преграда и достигается орошение защищаемой конструкции. Головки располагают на расстоянии от 0,5 до 2 м.

Схема устройства спринклерной головки приведена на рис. 67. Обойма с винтовой нарезкой в верхней части предназначена для крепления головки в фасонных частях водопроводных труб.

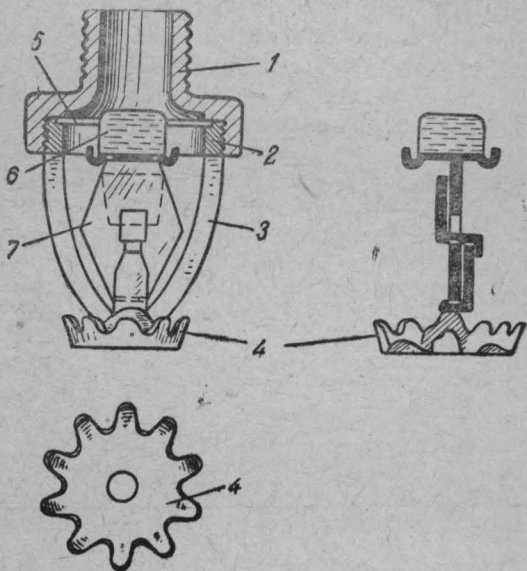


Рис. 67. Спринклерная головка.

В обойму ввинчивается кольцевая часть 2 с хомутом 3, несущим в нижней своей части розетку 4 для разбрызгивания воды. Между обоймой 1 и кольцевой частью 2 плотно зажимается упругая металлическая диафрагма 5 с круглым отверстием, диаметр которого равен 12,7 мм.

Указанное отверстие закрывается стеклянным клапаном 6, плотно прижатым к диафрагме замком 7, состоящим из трех тонких металлических пластинок, спаянных между собой при помощи легкоплавкого металла с определенной температурой плавления. Отличительным признаком головки описанного типа является упругая диафрагма, обеспечивающая как плотное закрытие выходного отверстия, так и быстрый вылет замка при повышении температуры. Когда открывается головка, клапан выпадает и спринклер начинает подавать воду в виде душа. Припои головок должны плавиться при следующих температурах: 72, 93, 141 и 182°.

Головки этой системы имеют недостатки: а) невозможность понижения температуры плавления замка ниже 72°; б) подверженность действию кислотных паров и обрастания окислами.

В основу всех легкоплавких припоев, в том числе и для спринклерных головок, положен сплав, состоящий из висмута, свинца, кадмия и олова.

Различные комбинации этих составных частей позволяют повышать и понижать температуру плавления сплава.

Расход воды через спринклер может быть определен в зависимости от величины давления H перед спринклером по формуле:

$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2qH},$$

где: μ — коэффициент расхода через спринклер, равный 0,7—0,8;

ω — площадь поперечного сечения выходного отверстия;

q — ускорение силы тяжести;

H — напор у спринклерной головки.

В табл. 20 приведен расход воды через спринклерную головку в зависимости от давления.

Таблица 20

Давление в м вод. ст.	3,515	7,03	10,545	14,06	17,575	21,09	24,605	28,12
Расход воды в л/сек .	0,757	1,138	1,388	1,577	1,766	1,955	2,113	2,271

Дренчерные головки (рис. 68) внешне похожи на спринклерные. Они остаются всегда открытыми, без стеклянного клапана и поддерживающего его замка. Розетка делается несколько отличной формы с той целью, чтобы вода орошала защищаемую конструкцию. Поливая всю поверхность стены или другой кон-

струкции, подверженной влиянию огня при пожаре, дренчеры образуют водяной занавес.

Когда водяная завеса отделяет одну часть помещения от другой и имеет значительную протяженность, то при высоком расположении головок (у нижней затяжки ферм зоны или у нижней кромки крышевого брандмауера) последние можно ставить на расстоянии 1,25—1,50 м друг от друга, принимая диаметр отверстия головки 8—10 мм; если водяной занавес защищает небольшой проем, то головки следует ставить через каждые 0,5—0,6 м с диаметром отверстия 6 мм.

Для спринклерных, а также дренчерных головок водяных завес протяженностью более 3 м, необходим свободный напор воды 4—5 м вод. ст. у головки. Для более коротких дренчерных завес достаточен напор 3,0—3,5 м.

Под влиянием воздушных потоков недостаточно мощные водяные струи отрываются и относятся в сторону при выходе из отверстия головки, поэтому мощность струи должна быть достаточно велика. Приведенные выше минимальные напоры у головок обеспечивают достаточную устойчивость водяной завесы под возможным напором воздушных потоков.

Трубы водяных завес следует укреплять с уклоном от места присоединения подводящего трубопровода, так как содержащиеся в воде взвешенные частицы отлагаются преимущественно в тупиковых концах труб. Длину труб завесы следует принимать в каждую сторону с некоторым запасом, так как крайние отверстия засоряются быстрее и больше остальных. Кроме того, в пониженных тупиковых концах необходимо предусматривать пробки для того, чтобы можно было очищать трубы от грязи. Если в здании есть сеть спринклерного оборудования, целесообразно трубопровод водяной завесы объединить с ней. Преимущество такой системы заключается в том, что при расплавлении хотя бы одного спринклера дренчерная завеса срабатывает автоматически посредством клапана группового действия.

В остальных случаях дренчерная система находится в непосредственном соединении с городским водопроводом или самостоятельным насосом. Водяную завесу пускают в действие с помощью задвижек, устанавливаемых на видных и легкодоступных местах.

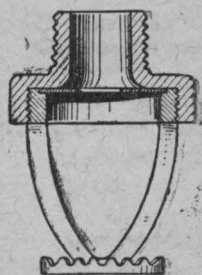


Рис. 68. Дренчерная головка.

ЭКРАНЫ

Экраны применяются для защиты от лучистой энергии бойцов, работающих в непосредственной близости от очага пожара и сгораемых конструкций внутри производственных помещений при наличии в них установок, излучающих тепло.

Кроме того, экран используют для отражения лучистой тепло-

ты при распространении пожара внутри зданий. Из устройств, выполняющих роль экрана, можно назвать водяную завесу, брандмауер, металлический колпак над кузнечным горном, гребни зон и брандмауэров и т. п.

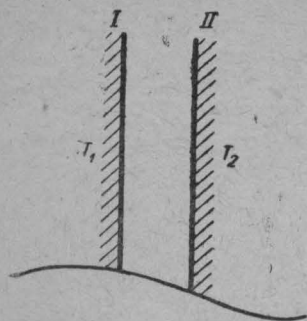


Рис. 69. Теплообмен между двумя поверхностями.

Экран является телом, которое заменяет процесс прямого теплообмена между двумя поверхностями I и II (рис. 69), двумя последовательными процессами, происходящими в более узком интервале температур. Если при этом считать, что температуры обеих поверхностей I и II при наличии и отсутствии экрана не изменяются, то теплоотдача от поверхности I к экрану, равная теплоотдаче от экрана к поверхности II, меньше, чем теплоотдача от поверхности I непосредственно к поверхности II. Если к этому же коэффициент лучеиспускания экрана меньше, чем стенок, то действие экрана становится еще сильнее.

Бывают экраны со значительным тепловым сопротивлением и экраны с тепловым сопротивлением, практически равным нулю.

Эффективность действия экранов без теплового сопротивления (металлический лист стали) теоретически выведена для следующих условий:

- а) теплообмен излучением происходит между двумя плоскими параллельными друг другу стенками;
- б) расстояние между стенками бесконечно мало по сравнению с размерами стенок;
- в) поверхности стенок и экрана равны друг другу;
- г) экран представляет собой тонкий лист из металла с высоким коэффициентом теплопроводности, вследствие чего температуры обеих поверхностей экрана считаются одинаковыми;
- д) теплообмен происходит исключительно излучением;
- е) процесс теплообмена принимается стационарным.

Для случая

$$C_1 = C_2 = C_3,$$

где: C_1 — коэффициент излучения стенки I;

C_2 — коэффициент излучения стенки II;

C_3 — коэффициент излучения экрана;

температура экрана определяется по формуле:

$$T_3 = \sqrt{0,5(T_1^4 + T_2^4)},$$

где: T_3 — температура экрана в °K;

T_1 — температура стенки I в °K;

T_2 — температура стенки II в °K.

Пример 1. Определить температуру экрана, если температура стенки I $T_1 = 1000^\circ \text{K}$, а температура стенки II $T_2 = 500^\circ \text{K}$:

$$T_3 = \sqrt{0,5(1000^4 + 500^4)} \approx 850^\circ \text{K}.$$

При этих же условиях количество тепла q , передаваемое от стенки I к стенке II при наличии экрана, вдвое меньше количества тепла q_0 , передаваемого при отсутствии экрана, т. е.

$$q = \frac{1}{2} \cdot q_0.$$

В случае n экранов:

$$q = \frac{1}{n+1} \cdot q_0.$$

Очевидно, что наличие достаточно большого числа экранов может снизить температуру путем излучения до какой угодно малой величины. Для случаев, когда

$$C_1 + C_2 + C_3; \frac{q}{q_0} = \frac{C_{1,3} \cdot C_{3,2}}{C_{1,2}} \cdot \frac{1}{C_{1,3} + C_{3,2}},$$

где: $C_{1,3}$ — приведенный коэффициент излучения при лучеиспускании стены I к экрану;

$C_{3,2}$ — приведенный коэффициент излучения при лучеиспускании экрана к стене II;

$C_{1,2}$ — приведенный коэффициент излучения при отсутствии экрана.

Пример 2. Во сколько раз уменьшится теплоотдача между стальными стенками $C_1 = C_2 = 4,3$ ккал/м² час °К⁴, если между ними поставить экран, представляющий собой полированный с обеих сторон медный лист, коэффициент излучения которого $C_3 = 0,85$ ккал/м² час °К⁴.

Вычислим сначала приведенные коэффициенты лучеиспускания:

$$C_{1,3} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} - \frac{1}{4,96}} = \frac{1}{\frac{1}{4,3} + \frac{1}{0,85} - \frac{1}{4,96}} = 0,88 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } ^\circ \text{К}^4;$$

$$C_{1,2} = \frac{1}{\frac{2}{4,3} - \frac{1}{4,96}} = 3,79 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } ^\circ \text{К}^4;$$

отсюда при

$$C_{3,2} = C_{1,3} = 0,88 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } ^\circ \text{К}^4;$$

$$\frac{q}{q_0} = \frac{0,88 \cdot 0,88}{2 \cdot 3,79 \cdot 0,88} = 0,11.$$

Таким образом, введение экрана снизило количество тепла, отдаваемого стеной I стене II, до 11% от первоначального.

При наличии экрана с тепловым сопротивлением его эффективность возрастает.

Рассмотрим экран с тепловым сопротивлением с учетом предпосылок, сделанных в начале данного параграфа.

Количество тепла, передаваемого излучением от стенки I к стенке II при отсутствии экрана будет равно:

$$Q_0 = C_{пр1,2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F, \quad (1)$$

где $C_{пр1,2}$ — приведенный коэффициент излучения для случая теплообмена между стенками I и II при отсутствии экрана.

Выражение (1) может быть представлено в следующем виде:

$$Q_0 = \alpha'_A (T_1 - T_2) F, \quad (2)$$

где α'_A — коэффициент теплоотдачи излучением.

Количество тепла, проходящего через экран, равно:

$$Q_1 = \frac{T_1 - T_2}{R_0} \cdot F, \quad (3)$$

где R_0 — общее термическое сопротивление экрана в $\text{м}^2 \text{ час град/ккал}$,

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{л.1}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{л.2}}}. \quad (4)$$

В данном случае

$$\frac{1}{\alpha_{\text{л.1}}} = R_1; \quad \frac{1}{\alpha_{\text{л.2}}} = R_2,$$

следовательно,

$$R_0 = R_1 + \frac{\delta}{\lambda} + R_2, \quad (5)$$

где: $\alpha_{\text{л.1}}$ — коэффициент теплоотдачи излучением от стенки I к экрану;

δ — толщина экрана в м;

λ — коэффициент теплопроводности экрана в ккал/м час град ;

$\alpha_{\text{л.2}}$ — коэффициент теплоотдачи излучением от экрана к стенке II.

Подставив значение R_0 в формулу (3), получим:

$$Q_1 = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{\alpha_{\text{л.1}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{л.2}}}} \cdot F. \quad (6)$$

Сравнивая выражения (6) и (2), находим:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{\alpha'_{\text{л}}}{\frac{1}{\alpha_{\text{л.1}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{л.2}}}}. \quad (7)$$

Пример 3. Во сколько раз уменьшится теплоотдача между двумя стенками, если между ними поставить экран в виде кирпичной стенки толщиной в 12 см. При этом температура стены I $T_1 = 1000^\circ \text{K}$, а температура поверхности стены II $T_2 = 300^\circ \text{K}$.

Если $C_{\text{пр.2}} = 4 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } (^\circ \text{K})^4$;

$C_{\text{пр.1.2}} = 3,8 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } (^\circ \text{K})^4$;

$C_{\text{пр.2}} = 3,6 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } (^\circ \text{K})^4$,

λ экрана = $0,7 \text{ ккал/м}^2 \text{ час град}$.

Решение 1. Определяем количество тепла, передаваемого излучением с единицы площади между стенками I и II при отсутствии экрана:

$$Q_0 = C_{\text{пр.1.2}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F = 4 \left[\left(\frac{1000}{100} \right)^4 - \left(\frac{300}{100} \right)^4 \right] =$$

$$= 39\,760 \text{ ккал/час.}$$

2. Определяем количество тепла, проходящего через экран, Q_1 . Для определения величины коэффициентов теплоотдачи задаемся температурами поверхности экрана. Принимаем $T_3 = 985^\circ \text{K}$ и $T_4 = 560^\circ \text{K}$. (T_3 и T_4 — соответственно температуры поверхностей экрана).

Производим предварительные расчеты для определения общего термического сопротивления теплопереходу:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\lambda.1}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\lambda.2}};$$

определяем $\alpha_{\lambda.1}$ и $\alpha_{\lambda.2}$:

$$\alpha_{\lambda.1} = C_{np1.9} \frac{\left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \right]}{T_1 - T_3} = 3,8 \frac{10^4 - 9,85^4}{15} = 148 \text{ ккал/м}^2 \text{ час град};$$

$$\alpha_{\lambda.2} = C_{np2.2} \frac{\left[\left(\frac{T_3}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{T_4 - T_2} = 3,6 \frac{5,6^4 - 3^4}{260} = 12,5 \text{ ккал/м}^2 \text{ час град}.$$

Определяем коэффициент теплопроводности с учетом поправок на влажность и температуру:

$$\lambda_{сух} = \frac{\lambda_{н.в}}{1 + 0,36} = \frac{0,7}{1,36} = 0,515 \text{ ккал/м час град};$$

$$\lambda_t = \lambda_{сух} (1 + \beta t) = 0,515 (1 + 0,001 \cdot 500) = 0,77 \text{ ккал/м час град},$$

тогда

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\lambda.1}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\lambda.2}} = \frac{1}{148} + \frac{0,12}{0,77} + \frac{1}{12,5} = 0,255 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал},$$

где: $\lambda_{сух}$ — коэффициент теплопроводности материалов в сухом состоянии;
 $\lambda_{н.в}$ — коэффициент теплопроводности материалов нормальной влажности;
 λ_t — коэффициент теплопроводности материалов при температуре t .

Проверяем температуру на обеих поверхностях экрана:

$$T_3 = T_1 - (T_1 - T_2) \frac{\frac{1}{\alpha_{\lambda.1}}}{\frac{1}{\alpha_{\lambda.1}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\lambda.2}}} =$$

$$= 1000 - (1000 - 300) \frac{\frac{1}{148}}{\frac{1}{148} + \frac{0,12}{0,77} + \frac{1}{12,5}} = 980^\circ \text{ K};$$

$$T_4 = T_1 - (T_1 - T_2) \frac{\frac{1}{\alpha_{\lambda.1}} + \frac{\delta}{\lambda}}{\frac{1}{\alpha_{\lambda.1}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\lambda.2}}} =$$

$$= 1000 - (1000 - 300) \frac{\frac{1}{148} + \frac{0,12}{0,77}}{\frac{1}{148} + \frac{0,12}{0,77} + \frac{1}{12,5}} = 520^\circ \text{ K};$$

$520^\circ \text{ K} < 560^\circ \text{ K}$, в связи с этим принимаем:

$$R_0 = 0,26 \text{ м}^2 \text{ час град/ккал},$$

тогда получим:

$$Q_1 = \frac{T_1 - T_2}{R_0} = \frac{1000 - 300}{0,26} = 2700 \text{ ккал/час.}$$

3. Установим соотношение между Q_0 и Q_1 . Сопоставляя эти величины, легко заметить, что

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{2700}{39760} = 0,068.$$

Следовательно, при наличии экрана количество тепла, передаваемого излучением, снизилось до 6,8% от первоначального.

ВЗРЫВНЫЕ ЛЮКИ

В процессе проектирования и эксплуатации промышленных предприятий следует, наряду с мероприятиями по локализации пожаров, предусматривать мероприятия по локализации взрывов.

Взрыв отличается от процесса горения тем, что реакция окисления, связанная с выделением тепла и света, протекает крайне быстро, в течение тысячных долей секунды. Как известно, взрывчатую смесь могут составить горючие газы и пыли определенной концентрации с воздухом. Та концентрация горючего вещества, ниже которой взрыв не происходит, называется нижним пределом или нижней границей взрыва. Та концентрация горючего вещества, выше которой смесь перестает быть взрывчатой, называется верхним пределом или верхней границей взрыва. Промежуток между пределами называется промежутком взрыва. Так, например, нижний предел взрыва ацетилена равен 2,6, а верхний предел 80,5 объемных процентов. В указанном промежутке и происходит вспышка или взрыв от внесения соответствующего теплового источника во взрывоопасную смесь, будь то электрическая искра, открытое пламя, повышение температуры и т. п. Давление при взрывах газовых смесей достигает значительных величин, вполне достаточных для разрушения зданий и сооружений.

В результате недостаточной герметичности аппаратуры возможны на производстве пыле-, газо- и паровоздушные взрывоопасные смеси.

Меры необходимо принимать не только для предупреждения возможного взрыва, но и для его локализации. Они заключаются в направлении взрывной волны и ослаблении ее действия. В случае взрыва в одном из производственных помещений надо принимать меры, чтобы не было нанесено существенных повреждений несущим конструкциям данного цеха, а также соседних или смежных помещений, зданий или сооружений.

Локализацию взрыва достигают применением специальных устройств. Простейшие устройства для локализации взрыва — это проемы в здании, называемые в дальнейшем взрывными

люками. Они предназначены для направления взрывной волны и ослабления ее разрушающего действия.

Взрывные люки закрывают для предохранения внутренней части здания от атмосферных воздействий. Ограждения взрывных люков названы в дальнейшем взрывными клапанами или панелями. В условиях взрыва взрывная панель должна при незначительном давлении открываться и давать выход взрывной волне, ослабив тем самым давление на основные несущие конструкции.

Роль взрывных панелей могут выполнять оконные, дверные проемы, световые фонари зданий, а также заполнение ограждающих частей зданий стен и покрытий. Заполнение ограждающих конструкций или вся конструкция должны иметь незначительный вес.

В тех случаях, когда ограждающие конструкции не удовлетворяют указанному требованию, приходится создавать специальные панели. Они чаще всего устраиваются в покрытии.

Наиболее вероятно возникновение взрыва на производствах категории А. Именно потому НСП 102—51 относят мероприятия по локализации взрывов главным образом к такого рода мероприятиям. В частности, в этих нормах (п. 37) имеется следующее указание:

«Ограждающие конструкции зданий, в которых размещаются производства пожарной опасности категории А, должны быть легкобрасываемыми при воздействии взрывной волны.

Применение труднобрасываемых взрывной волной ограждающих конструкций зданий допускается при условии устройства окон, световых фонарей или отдельных легкобрасываемых панелей; площадь остекления или легкобрасываемых панелей должна быть не менее $0,05 \text{ м}^2$ на кубический метр взрывоопасного помещения».

Конструктивно взрывные панели и клапаны должны быть выполнены так, чтобы они не усложняли существующие конструкции зданий.

В тех случаях, когда в качестве взрывных люков используются световые проемы, необходимо, чтобы они открывались наружу.

В каркасных конструкциях панели могут заменяться легким несгораемым заполнением стен из пустотелых или шлакобетонных блоков. Смежные цехи, которым может угрожать взрыв, должны отделяться капитальными стенами достаточной толщины. Если направление взрывной волны через стеновые проемы представляет известную угрозу смежным сооружениям, то устраивают легкобрасываемое покрытие или взрывные панели в покрытии. Покрытие должно быть бесчердачным и несгораемым.

В качестве легкобрасываемых могут быть рекомендованы покрытия с утепленными асбестоцементными плитами.

В этих покрытиях по несущим элементам вместо сборных железобетонных плит укладывают применяемые для кровель

асбестоцементные листы усиленного сечения. Асбестоцементные листы (плиты) бывают различных профилей. Применяют утепленные покрытия из асбестоцементных волнистых листов, поверх которых укладывают утеплитель из шлаковатных плит, шлаков войлока или пенобетона. По утеплителю укладывают выравнивающие слои и водоизолирующий ковер. Вместо волнистых листов применяют также лотковые или полые асбестоцементные листы усиленного сечения с утеплением из минерального войлока.

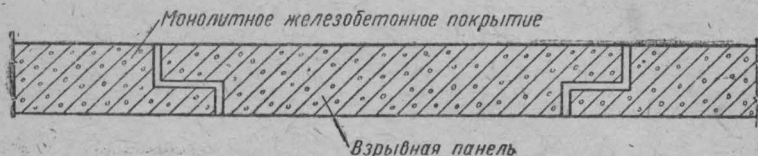


Рис. 70. Взрывная панель.

Если покрытие выполняют из монолитных железобетонных конструкций, то в них устраивают взрывные люки, закрываемые панелями (рис. 70). При взрыве панель сбрасывается, давая выход взрывной волне.

Вопрос о локализации взрывов в производственных предприятиях, к сожалению, еще недостаточно изучен, и все приведенные предпосылки не претендуют на полноту и научную обоснованность.

ДЫМОВЫЕ ЛЮКИ

1. Общая часть

В отдельных случаях пожар может быть локализован изменением пути движения нагретых продуктов горения.

Изменение пути движения продуктов горения или регулирование процесса горения на пожаре может быть осуществлено созданием естественной тяги. Это достигается открыванием или закрыванием имеющихся в здании проемов (окна, двери, фонари и др.), вскрытием конструкций в момент пожара, а также открыванием проемов, специально предназначенных для регулирования горения в условиях возможного пожара.

Проемы эти именуются в дальнейшем дымовыми люками, а ограждения, закрывающие дымовые люки, дымовыми клапанами.

Регулирование процесса горения на пожаре требует знания законов аэрации зданий, так как неправильное использование естественной тяги может привести к обратному эффекту: вместо локализации пожара к его развитию.

К сожалению, до настоящего времени вопросы управления горением на пожаре еще не изучены и не обобщены. В связи с

этим пожарная профилактика еще не располагает конкретными рекомендациями по вопросу о специальных устройствах, предназначенных для локализации пожара, регулированием процесса горения в жилых и промышленных зданиях.

Тем не менее, в особо важных случаях, когда распространение продуктов горения угрожает не только развитием пожара, но и представляет угрозу для жизни людей, применяют дымовые люки.

Особую опасность продукты горения могут представить в зданиях с массовым скоплением людей. Анализ показывает, что наиболее катастрофические последствия имели пожары в театрах.

Как известно, дымовые продукты удушающе действуют на организм человека и, следовательно, затрудняют действия пожарных подразделений. Кроме того, в условиях возникшего пожара на сцене во время представления дымовые продукты и пламя, появившиеся в зрительном зале, могут вызвать панику среди зрителей, что еще более увеличивает опасность.

Противопожарный занавес все же не гарантирует полной и надежной изоляции сцены от зрительного зала, так как невозможно создать герметические сопряжения занавеса с порталом. Поэтому при раскрытых дверях в зрительном зале может иметь место вакуум, а следовательно, подсос продуктов горения со сцены через неплотности сопряжений занавеса с порталом. Возникает необходимость искусственного удаления продуктов горения в желаемом направлении.

Вытяжные устройства в сценической части театра способствуют удалению продуктов горения, уменьшают опасность распространения пожара со сцены в зрительный зал, что, в свою очередь, создает условия безопасной эвакуации зрителей.

2. Конструктивные схемы дымовых люков театров

Дымовой люк — это проем в покрытии, предназначенный для локализации возможного пожара выпуском продуктов горения.

Дымовые люки должны отличаться простотой устройства и управления и быть безотказными в работе.

Эффективности действия дымовых люков достигают соответствующим выбором площади и места их расположения, а также безотказным и надежным их закрыванием и открыванием. Защиты от атмосферных явлений достигают закрытием люков клапанами, утепленными соответствующим образом.

Из-за отсутствия методики определения сечения дымовых люков их регламентируют нормами проектирования театров.

По способу открывания и закрывания дымовые люки бывают: открывающиеся натяжением каната, открывающиеся ослаблением каната, комбинированные.

На рис. 71 и 72 показаны две схемы дымовых люков, открывающихся натяжением каната. Как видно из рисунков, в первом

случае (рис. 71) дымовой люк состоит из двух проемов, закрытых двумя шарнирно укрепленными клапанами, а во втором случае (рис. 72) — из одного проема, перекрытого клапаном 1, для направления движения которого имеются направляющая 3 и шток 2. Открытие клапанов производится натяжением канатов 2 и 4, идущих к механической или ручной лебедке через систему блоков.

Пунктиром показаны на рисунке дымовые люки в открытом состоянии. Для предохранения помещений от действия атмосферных влияний дымовые люки перекрывают будками 5 с жалюзи.

Недостаток этих дымовых люков заключается в том, что в случае обрыва каната или его соскальзывания с блока их невозможно открыть.

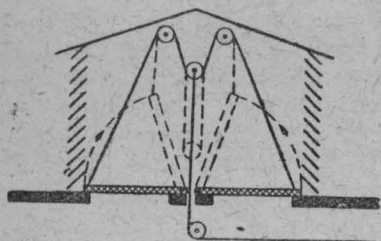


Рис. 71. Схема дымового люка.

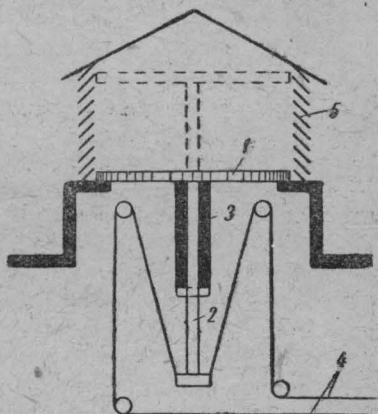


Рис. 72. Схема дымового люка.

В связи с этим такую схему не рекомендуют. Нормы проектирования театров требуют устройства таких люков, которые открывались бы под действием собственного веса ослаблением каната, удерживающего крышку люка.

Схема устройства дымовых люков, открывающихся при ослаблении каната, показана на рис. 73, 74, 75 и 76. На рис. 73 представлен дымовой люк в виде проемов в фонаре, устроенном в покрытии сцены. Проемы в нормальных условиях закрыты клапанами 1. Как видно из рисунка, клапан и стенки фонаря имеют уклон, достаточный для того, чтобы клапаны, укрепленные на шарнире 2, открывались под действием собственного веса.

Закрываются указанные дымовые люки натяжением каната 3, идущего к лебедке. В условиях пожара достаточно ослабить канат, чтобы дымовой люк открылся. Невзирая на простоту устройства, приведенный в схеме дымовой люк имеет существенный недостаток. Он заключается в том, что в зимних условиях клапан может примерзнуть и вследствие этого не сработать.

Недостатком, аналогичным тому, который имеется у дымового люка, изображенного на рис. 73, обладает и дымовой люк, изображенный на рис. 76. Этот дымовой люк перекрыт шибером 1,

который при ослаблении каната 3 падает по направляющей вниз, открывая выход для дымовых продуктов. В связи с этим дымовые люки, приведенные на рис. 73, 74, 75 и 76, могут быть рекомендованы для южных районов, где исключается возможность их примерзания.

Более надежными в работе являются дымовые люки, изо-

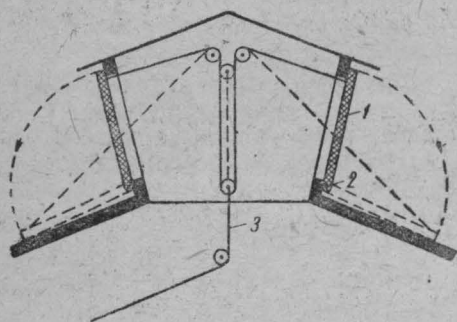


Рис. 73. Схема дымового люка.

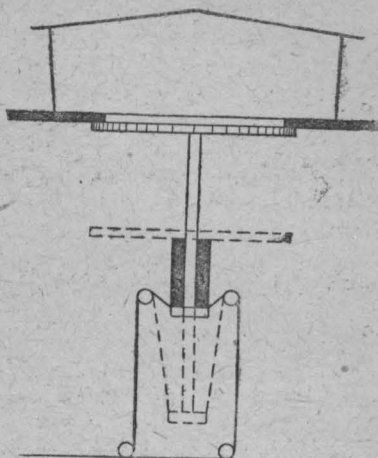


Рис. 74. Схема дымового люка.

браженные на рис. 74 и 75, защищенные от непосредственного атмосферного влияния будкой и жалюзи. Для гарантирования открытия дымового люка в случае примерзания можно применить схему, приведенную на рис. 77.

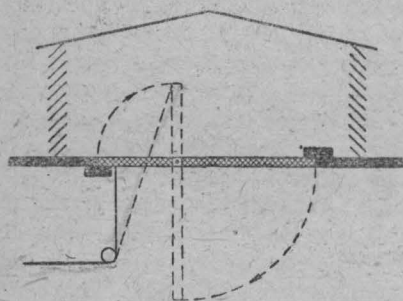


Рис. 75. Схема дымового люка.

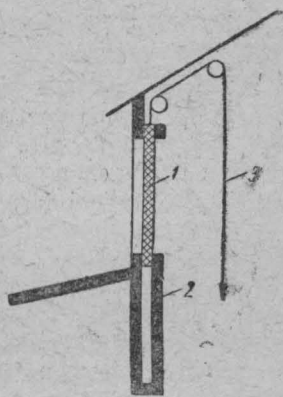


Рис. 76. Схема дымового люка:

1 — дымовой клапан; 2 — направляющие; 3 — трос к лебедке.

Дымовой клапан насажен эксцентрично так, что он всегда стремится открыть дымовой люк под действием собственного веса. Для гарантирования открытия дымового клапана на его ось

наглухо насажен рычаг с противовесом. При ослаблении каната клапан под действием противовеса и собственного веса займет положение, близкое к вертикальному, как показано (рис. 77) пунктиром.

Привод дымовых люков может быть ручным или электрическим. Ручной привод применяют для открывания люков небольшого размера и веса. В больших театрах, имеющих дымовые люки значительных размеров, в качестве пусковых устройств используют ручные или электрические лебедки.

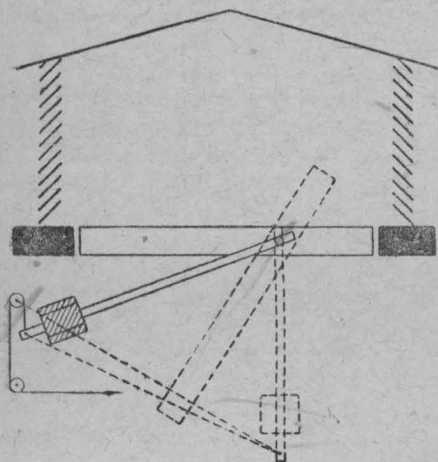


Рис. 77. Схема дымового люка.

3. Нормативные требования к дымовым люкам

Площадь дымовых люков принимают из расчета не менее 2,5% от площади пола сцены на каждые 10 м высоты сценической коробки, принимая высоту последней от пола нижнего трюма до верхней точки покрытия сцены.

При подсчете высота верхнего отрезка более 5 м принимается за полные 10 м.

Можно до 40% (от общей площади) отверстий для дымовых люков заменять окнами соответствующей площади, устраиваемых в наружных стенах сценической коробки. Их располагают в верхней части сцены непосредственно над колосниками и оборудуют приспособлениями для автоматического открывания.

При наличии карманов высотой более 10 м, в перекрытиях над последними устраивают самостоятельные дымовые люки, выходящие несгораемыми шахтами на соответствующую крышу или террасу. Площадь отверстия люка из каждого кармана должна быть не менее 2,5% от площади пола кармана.

Дымовые клапаны устраивают несгораемой или трудносгораемой конструкции и выполняют из металла или дерева, защищенного со всех сторон листовой сталью в замок по войлоку, смоченному в глине.

Конструкция клапанов должна быть такой, чтобы обеспечить при минимальном весе и нормальной прочности максимально плотное закрытие отверстия люка. Клапан должен быть утеплен. Утепление и затворы конструируются так, чтобы избежать примерзания клапана к примыкающей неподвижной части конструкции.

При открытии дымовых люков в зимнее время необходимо

следить за тем, чтобы на сцену не попадал снег, ссыпавшийся со скатов крыши и клапанов.

При устройстве над дымовыми клапанами фонаря с металлической решеткой площадь отверстия с жалюзи должна равняться полукруглой площади дымовых клапанов, причем суммарное сечение отверстий жалюзийной решетки должно быть не менее площади люков.

Дымовые клапаны открывают непосредственно под действием силы тяжести (веса) при освобождении от того или иного удерживающего приспособления.

Для большей надежности действия дымовых клапанов рекомендуется применение рычагов (на случай примерзания клапанов).

Схема привода клапанов должна обеспечить надежность их действия, возможность дистанционного электрического управления открыванием клапанов из нескольких точек, а также ручного открывания (из помещения поста). Все блоки должны иметь предохранительные щитки от выскакивания каната.

Открывать клапаны приходится порознь, вместе и с небольшими интервалами. Соответственно этому они и должны быть расположены. Клапаны надо закрывать из места установки приводной лебедки с помощью ручного привода. Закрывают клапаны поочередно.

Лебедку для привода клапанов устанавливают в помещении пожарного поста.

Допускается установка лебедки в трюме сцены. Но при этом надо обязательно устроить несгораемое помещение для нее и вынести рукоятку ручного открывания люков в помещение пожарного поста.

Тяговые тросы должны быть рассчитаны с четырехкратным запасом и во всем остальном удовлетворять условиям, аналогичным для тросов, применяемых для поднятия противопожарного занавеса.

Все тросы дымовых люков, идущие по зданиям или боковым стенам сцены, надо заключить в шахты, огражденные со всех сторон проволочной сеткой с толщиной проволоки не менее 1,4 мм и с отверстиями не более 20 мм в стороне или в диаметре.

Прохождение тросов дымовых люков в надколосниковом пространстве не должно мешать нормальной эксплуатации сцены.

ГЛАВА XII

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ ВОЗМОЖНОГО ГОРЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Одной из причин интенсивного развития пожара в зданиях со сгораемыми конструктивными элементами являются пустоты в

конструкциях деревянных стен, перегородок, перекрытий и покрытий.

Пустоты в конструктивных элементах представляют возможные скрытые очаги горения. Они усложняют обнаружение очага и его ликвидацию.

Изучение особенностей горения пустотных и сплошных деревянных конструкций позволяет наметить основные мероприятия по локализации пожара. Они сводятся, в основном, к следующему:

- 1) исключение пустот в деревянных конструкциях;
- 2) уменьшение количества горючих веществ в конструктивных элементах и помещениях;
- 3) исключение тяги в имеющихся пустотах конструкций и создание местных преград.

Наиболее эффективным мероприятием для локализации пожаров в деревянных конструкциях является применение сплошных беспустотных конструкций. Однако такое мероприятие противоречит санитарно-гигиеническим требованиям и в значительной степени удорожает строительство. В связи с этим пустотные деревянные конструкции встречаются часто.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ВОЗМОЖНОГО ГОРЕНИЯ В ДЕРЕВЯННЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ

Конструктивная схема обычного междуэтажного перекрытия приведена на рис. 78.

В связи с тем, что вопросы увеличения предела огнестойкости и сопротивления возгораемости деревянных конструкций за счет

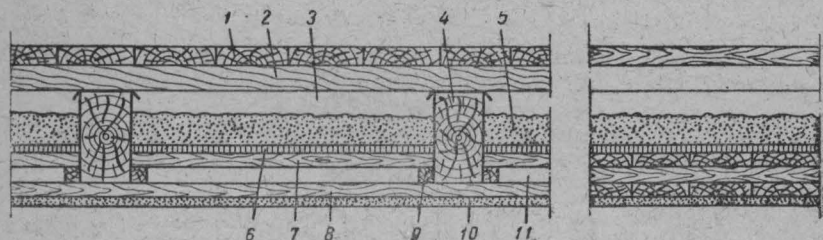


Рис. 78. Конструктивная схема деревянного перекрытия:

1 — пол; 2 — лага; 3 — воздушная прослойка; 4 — балка; 5 — засыпка; 6 — смазка; 7 — накат; 8 — подшивка; 9 — черепной брусок; 10 — штукатурка; 11 — воздушная прослойка.

огнезащитной обработки и штукатурки были рассмотрены в первом разделе, здесь излагаются только мероприятия, связанные с конструктивным решением перекрытий.

Уменьшение количества горючих веществ в перекрытии может быть достигнуто заменой сгораемого наката на негораемый или трудносгораемый. Так, например, вместо наката из деревянных

пластин можно предложить накат из шлакобетонных и гипсо-литовых плит. Пример конструктивного решения такого перекрытия дан на рис. 79. Как видно из рисунка, шлакобетонные и гипсо-литовые плиты заменяют не только накат, но и подшивку. На-

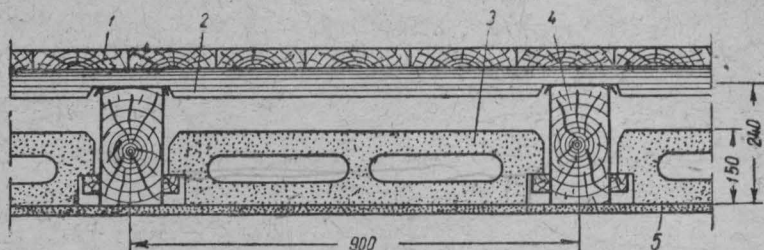


Рис. 79. Перекрытие по деревянным балкам с заполнением из шлакобетонных камней:

1 — чистый пол; 2 — лага; 3 — шлакобетонный камень; 4 — балка;
5 — штукатурка.

личие несгораемого наката почти наполовину сокращает количество горючих веществ, а следовательно, и возможную длительность горения при пожаре. Отсутствие воздушной прослойки между подшивкой и накатом ограничивает распространение пожара и уменьшает поверхность соприкосновения сгораемых элементов с тепловым источником. Можно уменьшить поверхность горения, применяя перекрытие, выполненное в виде сплошной деревянной плиты (рис. 80). Дерево-плита состоит из брусков, связанных между собой нагелями. Как видно из рисунка, нижняя поверхность плиты штукатурится, а верхняя плоскость покрывается слоем импрегнированной глины, по которому укладывают слой песка толщиной в 4 см. По слою песка чаще всего настилают паркетный пол. Чтобы

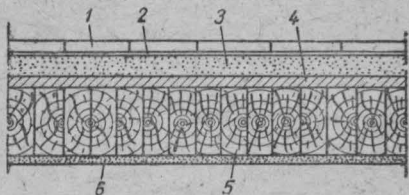


Рис. 80. Перекрытие по сплошному настилу:

1 — паркет; 2 — битумо-картон; 3 — песок; 4 — импрегнированная глина;
5 — дерево-плита; 6 — штукатурка.

не проникала влага при мойке полов, между паркетом и слоем песка простилается битумо-картон. В данном перекрытии горение затруднено и может быть легко прекращено при удалении источника тепла. В настоящее время перекрытия по дерево-плите не применяют, однако в существующих зданиях они встречаются и с точки зрения требований пожарной безопасности имеют преимущества перед пустотными перекрытиями.

Как отмечалось, воздушные прослойки в деревянном перекрытии нежелательны, так как они способствуют распространению

продуктов горения в условиях возможного пожара. Однако эти прослойки в ряде случаев необходимы для предохранения древесины от гниения. Поэтому отсутствие прослоек может сократить срок службы перекрытий. Учитывая изложенное, воздушные прослойки следует разделять на отсеки диафрагмами из шлаковой отсыпки, досок и т. п. Диафрагмы не должны препятствовать осушающему воздухообмену в вентилируемых полостях конструкций.

На рис. 81 показана схема разделения воздушной прослойки шлаковой отсыпкой.

В процессе работы следует наблюдать за тщательным вы-

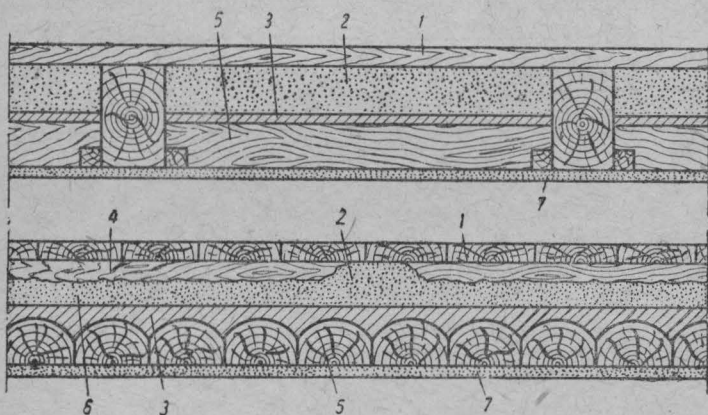


Рис. 81. Схема устройства шлаковой отсыпки в деревянном перекрытии:
1 — чистый пол; 2 — шлаковая отсыпка; 3 — смазка; 4 — воздушная прослойка; 5 — накат; 6 — засыпка; 7 — штукатурка.

полнением диафрагм, так как они могут проседать с течением времени и образовывать щели, через которые проникают дым и пламя.

На рис. 81 показано, что пол прибит к балкам, и в этом случае распространение горения между балками и полом в направлении, перпендикулярном к балкам, исключается. Однако, когда пол укладывают по лагам, горение может распространиться по всему перекрытию. В этом случае следует рекомендовать заделку щелей между полом и балками или устройство диафрагм, параллельных балкам.

Воздушная прослойка между подшивкой и накатом может быть полностью ликвидирована заменой обычного наката из досок накатом из пластин или шлакобетонных и гипсолитовых плит (см. рис. 79 и 81). В случае устройства перекрытий с дощатой подшивкой воздушные прослойки между накатом и подшивкой в каждом пролете должны разделяться диафрагмами из досок через каждые 3 м.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГОРЕНИЯ В ПОКРЫТИЯХ

Покрытия бывают чердачными и бесчердачными. Конструктивно они отличаются друг от друга тем, что бесчердачные покрытия утепляются. Утепление бесчердачных покрытий требует

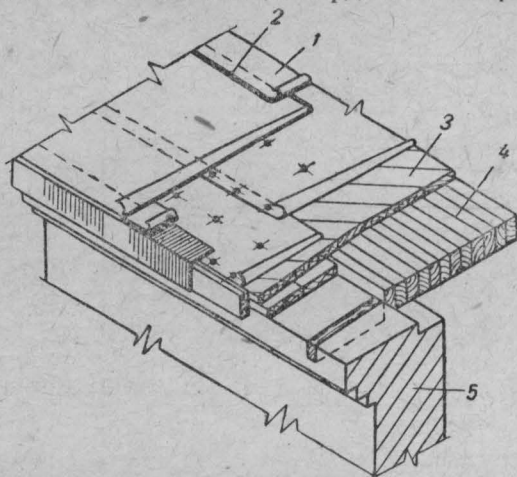


Рис. 82. Утепление покрытия дерево-плитой:

1 — водоизолирующий ковер; 2 — кровельная мастика; 3 — защитный настил; 4 — дерево-плита; 5 — кирпичная стена.

предусмотрения воздушных прослоек и продухов для вентилирования деревянных конструкций, чтобы предотвратить их загнивание. Эти воздушные прослойки и продухи, так же как и в перекрытиях, способствуют интенсивному развитию и распространению горения. Простейшим утепленным покрытием без пустот может явиться дерево-плита (рис. 82). Недостаток дерево-плиты заключается в возможности конденсационного увлажнения и загнивания в щелях между брусками. Кроме этого, дерево-плита может быть использована в качестве покрытия лишь над сухими промышленными помещениями.

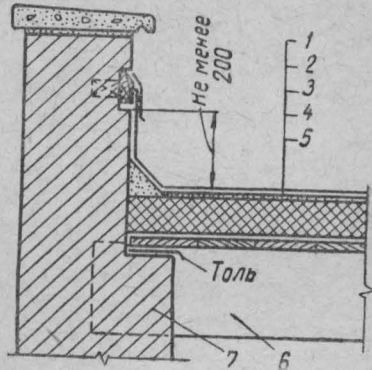


Рис. 83. Утепление покрытия пенобетоном:

1 — водоизолирующий ковер; 2 — выравнивающий слой; 3 — утеплитель; 4 — пароизоляция; 5 — настил; 6 — прогон; 7 — торцовая стена.

К безусловным утепленным покрытиям следует отнести также покрытие по дощатому настилу с пенобетонным утеплителем (рис. 83).

В остальных случаях при утеплении покрытий по деревянным сегментным фермам (рис. 84), двойному гнутому своду Шухов-Брода (рис. 85) и дощатым балкам (рис. 86) следует устраивать отсыпки и диафрагмы. Расстояние между диафрагмами или отсыпками не должно превышать 5—8 м.

Допускается совмещение диафрагм с утепленными продухами, предназначенными для вентилирования покрытий. На рис. 87

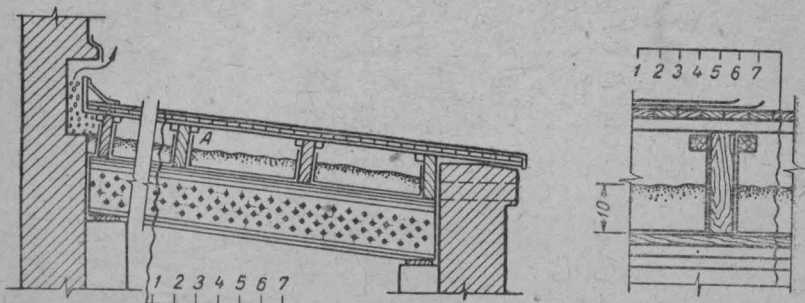


Рис. 86. Покрытие по дощатым балкам:

- 1 — битумо-картон; 2 — защитный настил; 3 — разрезанный рабочий настил; 4 — засыпка; 5 — дощатые балки по прогонам; 6 — подшивка по дощатой балке; 7 — дощатый двутавровый прогон.

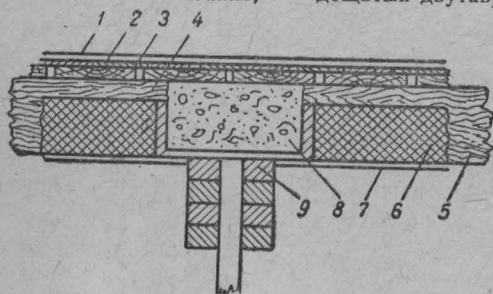


Рис. 87. Противопожарная разделка в толще бесчердачных покрытий:

- 1 — кровельный ковер; 2 — защитный настил; 3 — рабочий настил; 4 — воздушная прослойка; 5 — прогон; 6 — утеплитель; 7 — подшивка с паронепроницаемым слоем; 8 — противопожарная отсыпка; 9 — верхний пояс фермы.

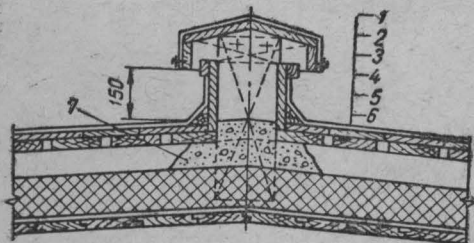


Рис. 88. Схема устройства продуха в покрытии:

- 1 — водоизолирующий ковер; 2 — защитный настил; 3 — рабочий настил; 4 — утеплитель; 5 — пароизоляция; 6 — подшивка; 7 — отсыпка крупным шлаком.

показана схема устройства противопожарной отсыпки в покрытии по сегментным фермам, а на рис. 88 — схема устройства продуха с отсыпкой крупным шлаком.

Необходимо обращать внимание также на устройство карнизов и, если в них есть пустоты, разделять их диафрагмами в виде доски на ребро. Нежелательны сочетания металлических несущих конструкций покрытия с деревянной обрешеткой или с деревянными утепленными или неутепленными настилами. При таком сочетании загорание деревянной обрешетки может вызывать обрушение или деформацию металлических конструкций, а следовательно, и быстрое распространение пожара. Устройство зон и обычных брандмауэров с целью локализации пожара в зданиях со сгораемыми конструктивными элементами регламентируется НСП 102—51.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГОРЕНИЯ В ДЕРЕВЯННЫХ ПЕРЕГОРОДКАХ И СТЕНАХ

Пустотные деревянные перегородки могут явиться причиной интенсивного развития и распространения горения. Они представляют особую опасность в том случае, если, не предусмотрены необходимые меры, предупреждающие переход горения с перекрытий в перегородки и обратно.

Инструкция по борьбе с гниением и повышению огнестойкости деревянных элементов зданий и сооружений рекомендует устраивать деревянные перегородки беспустотными (сплошными). В многослойных перегородках допускается не более одной дегтекартонной прослойки. При устройстве пустотных перегородок пустоты должны быть разделены диафрагмами на отдельные отсеки площадью не более 2 м^2 и не сообщаться с пустотами перекрытий. Особого внимания при обследовании новостроек, а также при рассмотрении проектов требует сопряжение перегородок с перекрытиями.

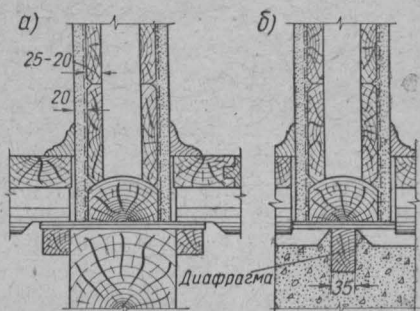


Рис. 89. Схема сопряжения каркасно-обшивной перегородки с перекрытиями.

Перегородки могут устанавливаться непосредственно на балки, вдоль и поперек их. Всегда следует добиваться изоляции пустот перегородок от пустот перекрытия. Кроме этого надо устраивать непосредственно под перегородкой диафрагмы и отсыпки. В последнем случае перегородка может выполнять функцию временной преграды, ограничивающей распространение горения из помещения в помещение. Срок действия такой преграды оценивается пределом огнестойкости, установленным для перегородок соответствующей конструкции. На рис. 89 показан способ сопряжения каркасно-обшивной перегородки с перекрытиями.

Деревянные стены, как и перегородки, особенно при наличии пустот, могут служить путями распространения горения. Пустоты могут образоваться также в каркасно-засыпных стенах, как результат осадки засыпки. В таких случаях не следует применять сгораемую засыпку в качестве заполнителя и надо следить за соответствующим уплотнением в процессе строительных работ.

ГЛАВА XIII

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ РАЗРЫВЫ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ И СООРУЖЕНИЯМИ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Пожар может возникнуть и распространиться не только внутри здания, но и вне его.

При горении одного здания могут загореться смежные. Это происходит в результате действия лучистой теплоты и конвекционных потоков нагретых газов. Источниками излучения являются пламя горящего здания и конвекционные потоки продуктов горения. От действия конвекционных потоков, возникающих внутри зданий, в отдельных случаях развиваются такие скорости и давления, которые отрывают и перебрасывают на значительные расстояния горящие конструктивные элементы (головни) и негоревшие частицы (искры).

Головни и искры очень часто служат причиной загорания смежных зданий и сооружений. Известны случаи, когда головни перебрасывало на расстояние свыше 200 м.

Наиболее эффективная мера для ограничения распространения пожара между зданиями — это соблюдение между ними определенных расстояний, именуемых в дальнейшем **противопожарными разрывами**. Противопожарные разрывы содействуют локализации пожара и способствуют успешному маневрированию пожарных подразделений. Разрывы между зданиями весьма желательны и по санитарным соображениям (освещаемость зданий солнечными лучами, обветривание стен и т. д.).

Вопросы определения величины противопожарных разрывов разработаны пока слабо. До настоящего времени нет еще достаточно обоснованных материалов для определения величины разрыва методами расчетов. В силу этого величина разрывов регламентируется нормами проектирования.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВЕЛИЧИНУ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ

Практически противопожарный разрыв может локализовать лишь пожар, который возник от действия лучистой теплоты. Дело в том, что, во-первых, переброска головней и искр происходит не часто, а во-вторых, создание разрывов, превышающих по

длине возможную длину полета головни, было бы экономически нерентабельным. Таким образом, при разработке теоретических предпосылок для определения величин противопожарных разрывов, можно базироваться лишь на количестве теплоты, передаваемой горящим зданием путем излучения и конвекции. Однако и в этом случае следует иметь в виду, что при высоких температурах преобладающая доля тепла падает на излучение. Исключением являются случаи, когда при значительном ветровом напоре и скорости факел пламени отклоняется и удлиняется настолько, что приближается или непосредственно соприкасается с негорящим зданием.

Предусмотреть и учесть такого рода исключения трудно. Следовательно, все приводимые ниже рассуждения относятся, главным образом, к случаю свободного горения, где главным источником загорания смежных зданий является лучистая теплота.

В связи с этим установим общую зависимость величин, влияющих на количество лучистой теплоты, передаваемой смежному негорящему зданию.

Руководствуясь законами теплопередачи, легко установить, что количество тепла, передаваемого излучением, будет зависеть от площади поверхности, излучающей тепло, разности температур источника излучения и температуры, максимально допустимой для негорящего здания, взаимного расположения горящего и негорящего зданий, удаленности между зданиями и свойств веществ излучать и поглощать тепло.

Если обозначить:

Q — количество тепла, передаваемого излучением, в ккал/час ;

F — площадь поверхности излучения в м^2 ;

r — расстояние между зданиями в направлении излучения;

C — коэффициент излучения в $\text{ккал/м}^2 \text{ час } (^{\circ}\text{K})^4$;

α — угол между направлением излучения и нормалью к поверхности излучения;

ΔT — разность температур,

то можно написать:

$$Q = f(F, r, C, \cos \alpha, \Delta T).$$

При этом характерно, что количество тепла, передаваемого излучением, прямо пропорционально разности четвертых степеней абсолютных температур и обратно пропорционально квадрату расстояния между источником излучения и поглощения тепла.

Применительно к конкретным условиям излучения, имеющим место на пожаре, количество передаваемого излучением тепла будет зависеть:

1. От свойств горючих веществ, определяющих температуру пламени (источника излучения), и свойств веществ, определяющих максимально допустимую температуру, безопасную для воспламенения смежного здания (источника поглощения). Приме-

нительно к действующим нормам проектирования свойства веществ, обращающихся в производстве, определяют категорию пожарной опасности производства, а свойства веществ — сопротивляться возгоранию — определяют группу возгораемости конструктивных элементов.

2. От площади излучающей поверхности.

В условиях пожара тепло могут излучать пламя и прогретые конструктивные элементы. Имея в виду, что несгораемые конструктивные элементы прогреваются до относительно невысоких температур, основная часть лучистой теплоты падает на излучение пламенем. Площадь пламени, в свою очередь, будет зависеть от площади световых проемов, группы возгораемости ограждающих конструкций, этажности и протяженности здания. Следует заметить, что увеличение площади пламени лишь до известного предела оказывает существенное влияние на увеличение количества лучистой энергии, излучаемой на заданный объект с заданной поверхностью поглощения.

3. От взаимного расположения зданий.

Согласно закону Ламберта количество лучистой энергии, излучаемой под углом, определяется из выражения:

$$Q_{\alpha} = Q \cdot \cos \alpha,$$

где: Q_{α} — количество тепла, излучаемого под углом;

Q — количество тепла, излучаемого по нормали к поверхности излучения.

Для α приняты прежние обозначения.

Следовательно, максимальное излучение будет под углом $\alpha = 0$, а минимальное — под углом $\alpha = 90^{\circ}$, так как при $\alpha = 0$ $\cos \alpha = 1$, а при $\alpha = 90^{\circ}$ $\cos \alpha = 0$. Таким образом, при прочих равных условиях наибольшее количество тепла будет передаваться при условии параллельного расположения фронта пламени к смежному негорящему зданию.

4. От расстояния между возможным фронтом пламени и смежным зданием.

Количество тепла, передаваемого излучением, обратно пропорционально квадрату расстояния между источником излучения и источником поглощения. Вот почему, при действии ветра в результате уменьшения расстояния между факелом пламени и смежным объектом, резко увеличивается угроза загорания последнего.

5. От площади противостоящего здания.

Чем больше площадь противостоящего здания, тем оно поглотит больше тепла. Однако при определении противопожарных разрывов площадь фасада смежного (негорящего) объекта не принимается во внимание. Это объясняется тем, что наибольшему нагреву, а следовательно и быстрейшему загоранию, подвергается участок здания, наиболее выгодно расположенный по отношению к источнику излучения. Величина площади этого участка не

имеет значения, так как дальнейшее развитие и распространение горения от открытого источника огня будет определяться уже наличием горючей среды вблизи него.

Таким образом, при определении величины разрывов следует учитывать: категорию пожарной опасности производств, степень огнестойкости зданий, наличие и площадь световых проемов, протяженность и этажность зданий.

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ

Как отмечалось, в условиях пожара одной из основных причин загорания смежных сооружений является лучистая теплота. Локализацию пожара в этом случае достигают созданием соответствующих разрывов между зданиями и сооружениями.

Учитывая отсутствие теоретического обоснования величины противопожарных разрывов, автором сделана попытка восполнить этот пробел.

Задача сводится к определению минимально допустимых расстояний между зданиями и сооружениями, которые исключали бы при пожаре возможность загораний от лучистой теплоты.

Обозначим это расстояние через n в предположении, что здания являются равными и параллельными (рис. 90). Источником излучения является пламя горящего здания I с температурой T_1 , площадью F_1 и коэффициентом излучения C_1 .

Лучистый теплообмен протекает между пламенем с площадью F_1 и единичной площадкой dF_2 , выбранной на фасаде здания II таким образом, чтобы на нее попадало наибольшее количество тепловых лучей (загорание площадки dF_2 , следовательно, можно считать наиболее вероятным).

Максимально допустимая безопасная температура для воспламенения площадки dF_2 принимается равной T_2 , коэффициент излучения — C_2 .

Общая зависимость между разрывом и количеством лучистой тепловой энергии выражается уравнением (1):

$$n = f(Q). \quad (1)$$

Предлагается следующая методика определения количества лучистой тепловой энергии Q .

1. Устанавливается зависимость между количеством тепла, излучаемого двумя единичными, взаимно перпендикулярными площадками q_1 и количеством тепла q , излучаемого двумя такими же площадками, расположенными под углом α :

$$q = f(q_1). \quad (2)$$

2. Графоаналитическим методом суммируется отношение в пределах возможного изменения угла α и устанавливается зависимость:

$$q^\circ = f(q_1^\circ), \quad (2')$$

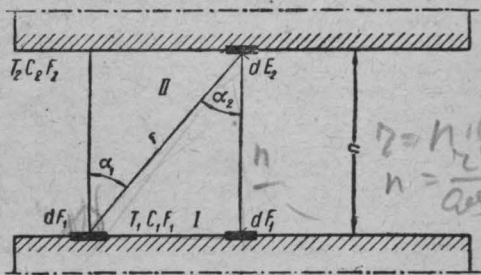


Рис. 90. Схема взаимного излучения тепла зданиями.

где: q° — количество тепла, переданного прямоугольником, представляющего собой сумму элементарных площадок, на единичную площадку dF_2 , в ккал/час;

q_1° — количество тепла, переданного элементарным прямоугольником на такой же прямоугольник противостоящего здания, полагая излучение только по взаимно перпендикулярным элементарным площадкам.

3. Суммируется отношение q°/q_1° и устанавливается зависимость:

$$Q = f(Q_1), \quad (3)$$

где: Q — количество тепла, излучаемое поверхностью пламени с площадью F на единичную площадку dF_2 , в ккал/час;

Q_1 — количество тепла, излучаемое поверхностью пламени с площадью F_1 на равную площадь противостоящего здания, полагая излучение только по взаимно перпендикулярным элементарным площадкам.

1. Зависимость $q = f(q_1)$

Полагая лучистый теплообмен стационарным, количество тепла, переданного в единицу времени элементарной площадкой dF_1 горящего здания на элементарную площадку dF_2 противостоящего здания, может быть определено уравнением (4):

$$q = C_n \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \frac{\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2 \cdot dF_1 \cdot dF_2}{\pi \cdot r^2}, \quad (4)$$

где: C_0 — приведенный коэффициент излучения;

r — длина луча в направлении излучения;

α_1 и α_2 — углы соответственно между направлением излучения и нормалью к поверхности излучения.

Имея в виду, что для данного конкретного случая $\alpha_1 = \alpha_2$, а также, что $r = n \cdot \cos \alpha$, уравнение (4) может быть представлено в следующем виде:

$$q = C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \frac{\cos^4 \alpha \cdot dF_1 \cdot dF_2}{\pi \cdot n^2}. \quad (5)$$

Для двух взаимно перпендикулярных элементарных площадок количество тепла q_1 , переданного излучением, может быть выражено уравнением (6):

$$q_1 = C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \frac{dF_1 \cdot dF_2}{\pi \cdot n^2}. \quad (6)$$

Из уравнений (5) и (6) легко заметить, что

$$q = q_1 \cos^4 \alpha \quad (7)$$

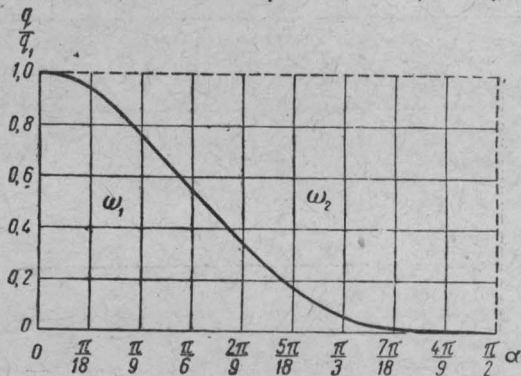
или

$$\frac{q}{q_1} = \cos^4 \alpha. \quad (8)$$

Ниже приведена табл. 21 некоторых значений $q: q_1$, в зависимости от значений величин угла α , и построен соответствующий график (рис. 91).

Значения q/q_1 в зависимости от значения величин угла α

α	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$\cos \alpha$	1,0	0,985	0,9369	0,866	0,766	0,642	0,50	0,342	0,1736	0
q°/q_1°	1,0	0,94	0,76	0,56	0,34	0,17	0,0625	0,0136	0,0008	0

Рис. 91. График $q/q_1 = f(\alpha)$.

Попутно следует отметить, что доля излучения площадок под углом 70—80° составляет всего лишь до 1% количества тепла, излучаемого взаимно перпендикулярными площадками. Это доказывает, что при излучении на элементарную площадку площадь поверхности излучения имеет значение лишь до известных пределов.

2. Зависимость $q^\circ = f(q_1^\circ)$

Из графика (рис. 91) видно, что соотношение площадей $\omega_1 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^4 \alpha \cdot d\alpha$ и $\omega = 1 \cdot \frac{\pi}{2}$ представляет собой не что иное, как соотношение излучения суммы элементарных площадок, расположенных по одной прямой, на площадку dF_2 к излучению суммы элементарных площадок, расположенных по одной прямой по взаимно перпендикулярным направлениям. Следовательно, соотношение $\omega_1 : \omega_2$ может рассматриваться как отношение количества тепла, излученного прямоугольником с элементарной высотой на площадку dF_2 , к количеству тепла, полученного взаимным излучением двух таких же прямоугольников, но принимая излучение между ними только по взаимно перпендикулярным площадкам. Таким образом, соотношение $\omega_1 : \omega_2$ и представляет собой искомое отношение q°/q_1° , тогда можно записать, что

$$\frac{q_0}{q_1^\circ} = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^4 \alpha \cdot d\alpha}{1 \cdot \frac{\pi}{2}}. \quad (9)$$

Решив уравнение (9) $\left(\int \cos^4 \alpha \cdot d\alpha = \frac{\sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha}{4} + \frac{3 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{8} + \frac{3}{8} \alpha + C \right)$, находим, что для предельного значения $\alpha = \frac{\pi}{2}$; $q^\circ/q_1^\circ = 0,37$.

Практически, применительно к рассматриваемому случаю, предельное значение α может колебаться в пределах 30—60°.

Для определения $q^\circ:q_1^\circ$ в зависимости от предельных значений α ниже приводятся табл. 22 и рис. 92.

Таблица 22

Значения q°/q_1° в зависимости от предельных значений α

α	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{9}$	$\frac{\pi}{18}$	0
q°/q_1°	0,37	0,55	0,69	0,84	0,917	0,97	1

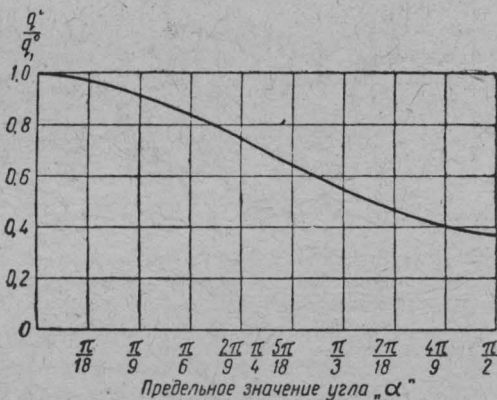


Рис. 92. График $q^\circ/q_1^\circ = f(\alpha)$.

Как видно из графика, для предельных значений α от 30 до 60°, при практическом определении разрывов среднее значение q°/q_1° может быть принято равным 0,7.

Таким образом, в окончательном виде имеем:

$$q^\circ/q_1^\circ = 0,7. \quad (10)$$

3. Зависимость $Q = f(Q_1)$

Полагаем, что

$$Q = q^\circ F_1;$$

$$Q_1 = q_1^\circ F_1.$$

Тогда, умножив числитель и знаменатель уравнения (10) на F_1 и производя соответствующие преобразования, получим:

$$Q = 0,7 q_1^\circ F. \quad (11)$$

Если считать, что q_1° определено для прямоугольника с площадью, равной единице, то абсолютное значение q_1° может быть определено из уравнения (6). Тогда, подставив значение q_1° в уравнение (11), получим:

$$Q = 0,7 C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \frac{F}{\pi \cdot n^2}. \quad (12)$$

ВЫВОД ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ

Уравнение (12) содержит два неизвестных Q и n . Для определения n составляем уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (13)$$

где: Q_1 — количество тепла, поглощенное площадкой dF_1 ;

Q_2 — количество тепла, отраженное площадкой dF_2 .

Подсчеты показывают, что значение Q_1 составляет около 10% значения Q_2 , тогда уравнение (13) может быть переписано в следующем виде:

$$Q = 1,1 Q_2. \quad (14)$$

Значение Q_2 для условий стационарного теплообмена может быть определено из уравнения (15):

$$Q_2 = \alpha (t_2 - v), \quad (15)$$

где: α — коэффициент теплоотдачи в $\text{ккал/м}^2 \text{ час град}$;

t_2 — максимально допустимая температура в $^\circ\text{C}$, безопасная для воспламенения противостоящего здания;

v — температура среды в $^\circ\text{C}$.

Подставив значения Q и Q_1 в уравнение (14) и решив его относительно n , получим:

$$n = \sqrt{\frac{0,7 C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F}{1,1 \pi \cdot \alpha \cdot (t_2 - v)}}. \quad (16)$$

Имея в виду сделанные допущения, считаем величины C_0 ; T_1 ; T_2 ; α ; v постоянными для данных условий теплообмена.

Обозначив:

$$\sqrt{\frac{0,7 C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{1,1 \cdot \pi \cdot \alpha \cdot (t_2 - v)}} = K. \quad (17)$$

Получим в окончательном виде формулу для определения разрывов:

$$n = K \sqrt{F}, \quad (18)$$

где: K — коэффициент, зависящий от величин, указанных в уравнении (17);
 F — возможная площадь пламени при пожаре в м^2 .

Формула (18) может применяться для определения разрывов между жилыми, общественными и промышленными зданиями, а также сооружениями складского характера, для чего необходимо:

а) установить значение коэффициента K для различных случаев лучистого теплообмена при пожаре;

б) установить принципы определения площади пламени, излучающего тепло на смежные здания.

Для определения величины коэффициента K необходимо предварительно установить величины, входящие под корень в уравнении (17), а именно: C_0 ; T_1 ; T_2 ; t_2 ; α ; v .

Все эти величины могут быть предварительно установлены и, в зависимости от их значения, вычислен коэффициент K .

Ниже, в табл. 23, приведены ориентировочные соображения автора о значениях величин коэффициента K для наиболее часто встречающихся случаев.

Таблица 23

Назначение зданий	T_1 °K	T_2 °K	t_2 °C	v °C	K
Жилые и общественные .	1073	473	200	20	1,7
Промышленные:					
производства категории А и Б	1273	473	200	20	2,4
склады ЛВЖ и ГЖ . . .	1273	473	300	20	2,1
производства категорий В	1173	473	200	20	2,0
склады твердых горючих веществ	1173	473	200	20	2,0
производства категорий Г и Д	1073	473	200	20	1,7*
склады твердых негорючих веществ . . .	1073	473	200	20	1,7*
Открытые склады твердых горючих веществ .	1173	333	60	20	2,70

При определении K приведенный коэффициент излучения C_0 принят по расчету равным $3,4 \text{ ккал/м}^2 \text{ час } ^\circ\text{K}^4$, а коэффициент теплоотдачи α определяется по формуле Иванцова:

$$\alpha = 7 + \frac{t_2}{20}. \quad (19)$$

Температуры пламени T_1 определялись применительно к стандартной кривой «температура—время», принятой НСП 102—51. Максимальная безопасная температура T_2 , допустимая для смежного здания, принимается в основном с учетом инициальной температуры для древесины, торфа и угля.

Площадь пламени, излучающего тепло, для зданий, имеющих сгораемые и трудносгораемые ограждения (здания IV и V степеней огнестойкости), может определяться как площадь фасада здания плюс площадь поверхности ската кровли, спроектированной на вертикальную плоскость:

$$F = l \cdot h, \quad (20)$$

где: l — длина здания по фасаду;

h — высота здания от уровня пола первого этажа до конька крыши.

При наличии в зданиях брандмауэров или противопожарных зон, l — наибольшая протяженность здания, ограниченная брандмауэрами или зонами.

* Разрыв определяется в том случае, если производства категорий Г и Д, а также склады негорючих веществ расположены в зданиях со сгораемыми или трудносгораемыми стенами и покрытиями.

В зданиях, выполненных из негорюемых материалов, площадь пламени определяется как площадь световых проемов части фасада, ограниченного противопожарными преградами. В качестве противопожарных преград принимают брандмауеры и негорюемые перекрытия. При отсутствии противопожарных преград площадь пламени определяется как площадь световых проемов всего фасада. При наличии зданий с негорюемыми стенами, но со сгораемыми перекрытиями и покрытиями к площади световых проемов прибавляют площадь проекции ската кровли на вертикальную плоскость.

Для открытых складов твердых горючих веществ площадь пламени рекомендуется принимать равной площади боковой поверхности штабеля, от которой устанавливают разрыв.

Для резервуаров с ЛВЖ и ГЖ площадь пламени рекомендуют принимать равной площади равнобедренного треугольника с основанием и высотой, равными диаметру резервуара.

В тех случаях, когда разрыв определяется между зданиями и сооружениями различного функционального назначения и различных по размерам, расчет ведут по наиболее невыгодному случаю.

В заключение необходимо отметить, что данные, приведенные в табл. 23, а также соображения по вопросу определения площади пламени не претендуют на полноту и законченность и подлежат уточнению по мере накопления дополнительных данных.

НОРМИРОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ

Предпосылки для теоретического определения противопожарных разрывов, приведенные выше, не нашли еще экспериментального подтверждения, в силу чего выведенная нами зависимость (18) для практических целей еще не применяется.

НСП 102—51 устанавливают величину противопожарного разрыва между зданиями, сооружениями и открытыми складами, исходя из следующих факторов:

- а) степени огнестойкости зданий и пожарной опасности производства для промышленных предприятий;
- б) емкости открытых наземных складов и степени огнестойкости соседних зданий и сооружений;
- в) степени огнестойкости жилых зданий.

Таким образом, нормы не учитывают такие моменты, как площадь световых проемов, протяженность и этажность зданий.

Противопожарные разрывы между промышленными зданиями

Для определения величины требуемых противопожарных разрывов между производственными зданиями и закрытыми складами необходимо установить:

- 1) степень огнестойкости противостоящих зданий;
- 2) категорию производств по пожарной опасности.

После этого разрыв определяют по табл. 24, исходя из степени огнестойкости наиболее близко расположенных противостоящих зданий и сооружений.

Приведенные в табл. 24 разрывы соответствуют производствам категории В, Г и Д. Для зданий с производствами категорий А и Б противопожарные разрывы увеличиваются на 3 м.

Таблица 24

Степени огнестойкости здания или сооружения	Разрыв между зданиями и сооружениями в м		
	Степени огнестойкости зданий и сооружений		
	I и II	III	IV и V
I и II	10	12	16
III	12	16	18
IV и V	16	18	20

За ширину разрыва между зданиями и сооружениями принимают расстояние между наружными стенами. Ширина разрыва увеличивается на величину выноса выступающих конструктивных или архитектурных частей здания, если они выполнены из сгораемых материалов и выступают на 1 м и более.

Планировка здания с замкнутыми, а также с полузамкнутыми дворами (II и III-образная застройка и т. п.) должна производиться с соблюдением противопожарных разрывов между крыльями зданий в соответствии с данными табл. 24.

Если площадь пола двух и более зданий, имеющих несгораемые стены и кровли или сгораемые кровли по несгораемому основанию, а также если площади навесов не превышают нормируемых величин, допускаемых между брандмауерами, согласно табл. 11, то противопожарные разрывы между этими зданиями не нормируются.

Недостающая величина противопожарного разрыва между зданиями может быть компенсирована увеличением степени их огнестойкости. Кроме этого, для производств категорий Г и Д, расположенных в зданиях I и II степеней огнестойкости с несгораемой кровлей, разрыв можно вообще не нормировать. Не нормируют разрыв также в тех случаях, когда одна наружная стена более высокого здания или сооружения является брандмауером.

Пример. Определить требуемый противопожарный разрыв между котельной завода и цехом ректификации спирта, если здание котельной относится к III степени огнестойкости, а здание цеха ректификации — ко II степени огнестойкости.

Решение. В связи с тем, что степень огнестойкости зданий задана, необходимо: 1) установить категорию производств, 2) по таблице найти требуемый разрыв и 3) увеличить разрыв на 3 м, если в одном из противостоящих зданий размещается производство категории А или Б.

1. По действующим нормам котельная относится к категории Г, а цех ректификации к категории А.

2. По табл. 24 находим, что между зданиями II и III степеней огнестойности разрыв должен быть не менее 12 м.

3. Учтя, что в одном из противостоящих зданий размещено производство категории А, разрыв (табличный) следует увеличить на 3 м.

Таким образом, требуемый противопожарный разрыв составит $12 + 3 = 15$ м.

Противопожарные разрывы между жилыми зданиями

Разрывы между жилыми зданиями определяют, главным образом, сообразно со степенью их огнестойкости. Однако в этом случае учитывают наличие световых проемов и особенности быстрого развития горения в зданиях каркасной и щитовой конструкции V степени огнестойкости, а также зданий, крытых щепой или стружкой. Так НСП 102—51 допускают снижение противопожарных разрывов на 20%, если торцовая стена не имеет оконных проемов. Разрыв между двухэтажными зданиями каркасной и щитовой конструкции V степени огнестойкости или между зданиями, крытыми щепой или стружкой, увеличивают на 20% против данных табл. 25. Для многоквартирных домов усадебной застройки противопожарный разрыв для одной пары домов не нормируют.

Разрыв между жилыми, общественными и вспомогательными зданиями принимают, как это указано в табл. 25.

Таблица 25

Степень огнестойкости одного здания	Разрывы			
	Степень огнестойкости другого здания			
	I и II	III	IV	V
I и II	6	8	10	10
III	8	8	10	10
IV	10	10	12	15
V	10	10	15	15

Разрыв между жилыми домами в 1—2 этажа и неотапливаемыми хозяйственными строениями или между последними не нормируют, если общая длина и площадь группы строений (включая длину и площадь разрывов между ними) не превышают площадь и длину самой большой застройки (без брандауера), разрешаемой нормами.

Пример. Определить разрыв между двумя двухэтажными жилыми зданиями по фасаду и глухими торцовыми стенами, если здания относятся к IV степени огнестойкости.

Решение. Согласно табл. 25 разрыв по фасадной стороне равен 12 м. Между торцовыми стенами разрыв уменьшается на 20% и составит $12 \cdot 0,8 = 9,6$ м.

В тех случаях, когда нужно установить противопожарный разрыв между жилым и промышленным зданиями, жилое здание рассматривается как производственное, категории В.

Противопожарные разрывы между открытыми расходными складами и другими зданиями и сооружениями

На промышленной площадке могут быть различные здания и сооружения: административные, производственные, складские и подсобные или вспомогательные. Для промышленного объекта можно проектировать склады определенной емкости. Разрывы между закрытыми складами определяют так же, как и для производственных зданий. Открытые склады, несомненно, более опасны в смысле возможно большего фронта пламени при горении, чем склады закрытые. В связи с этим и противопожарные разрывы от открытых складов до зданий и сооружений должны быть больше, чем такие же для закрытых складов. К открытым могут относиться, главным образом, склады твердых и жидких веществ угля, торфа, лесоматериалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (разрывы между газгольдерами и складами баллонов устанавливают специальными нормами ГОСТ 2907—45, ГОСТ 2908—45).

Величину противопожарных разрывов между зданиями или сооружениями и открытыми наземными складами материалов, а также емкость их определяют согласно табл. 26.

Таблица 26

Открытый расходный склад	Емкость склада	Разрывы от места хранения и складских сооружений до здания или сооружения в м			
		Степени огнестойкости			
		I и II	III	IV и V	
Склад каменного угля	От 5000 до 100 000 т	12	14	16	
	От 500 до 5000 т	8	10	14	
	Менее 500 т	6	8	12	
Склад торфа: а) кускового	От 1000 до 10 000 т	24	30	36	
	Менее 1000 т	20	24	30	
б) фрезерного	От 1000 до 5000 т	36	40	50	
	Менее 1000 т	30	36	40	
Склад лесоматериалов и дров	От 1000 до 10 000 м ³	18	24	30	
	Менее 1000 м ³	12	16	20	
Склад легковоспламеняющихся жидкостей	От 500 до 1000 т	30	40	50	
	От 250 до 500 т	24	30	40	
	От 10 до 250 т	20	24	30	
	Менее 10 т	16	20	24	

Как видно из таблицы, величина противопожарного разрыва зависит от емкости склада, характера хранимых веществ и степени огнестойкости зданий и сооружений, до которых противопо-

жарный разрыв устанавливают. Кроме этого, при определении противопожарных разрывов учитывают:

а) высоту штабеля лесоматериалов и угля, а также склонность к самовозгоранию последнего (к самовозгорающимся углям относятся бурые и каменные, за исключением марки Т);

б) категорию пожарной опасности производства;

в) способ хранения легковоспламеняющейся или горючей жидкости.

Жидкости могут храниться в резервуарах и в таре.

Склады для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в резервуарах и в таре (тарные хранилища) могут быть:

а) надземные с днищем резервуара или пола тарного хранилища, находящимся на одном уровне или выше планировочной отметки прилегающей территории;

б) полуподземными — с днищем резервуара или пола тарного хранилища, заглубленными не менее, чем на половину высоты резервуара или хранилища. Причем наивысший уровень жидкостей в этих резервуарах 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 слоем утрамбованной земли, толщиной не менее 0,5 м.

При определении противопожарных разрывов по табл. 26 следует вносить следующую поправку:

1) для складов самовозгорающихся углей при высоте штабеля более 2,5 м разрывы, указанные в табл. 26, увеличивают на 25 %;

2) разрывы, указанные в табл. 26, от складов торфа и лесоматериалов до зданий с производствами категорий А и Б, а также до жилых и общественных зданий увеличиваются на 25 %;

3) для складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей подземного хранения разрывы, указанные в табл. 26, уменьшают на 50 %, а полуподземного хранения — на 25 %.

Таким образом, при определении противопожарных разрывов между открытыми складами и зданиями и сооружениями необходимо иметь следующие данные:

а) агрегатное состояние хранимых веществ (твердые горючие вещества или жидкости);

б) емкость склада и характеристика способа хранения (для жидкостей, подземное, полуподземное или надземное; для угля — высота штабеля и др.);

в) степень огнестойкости зданий и сооружений, до которых разрыв устанавливают;

г) категория пожарной опасности производств.

При наличии этих данных устанавливают разрыв (по табли-

це), а затем вносят поправки, учитывая высоту штабеля самовозгорающихся углей, категорию производства и способ хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Если на открытом складе совместно хранятся легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, 1 т легковоспламеняющейся жидкости приравнивают к 5 т горючей жидкости. При хранении на складе только горючих жидкостей количество их может быть увеличено в пять раз против легковоспламеняющихся (см. табл. 26).

Разрывы между разнородными складами на предприятии принимают от наиболее опасной группы складов до склада, приравняемого к зданиям и сооружениям IV и V степеней огнестойкости.

Для складов, емкость которых превышает величины, указанные в табл. 26, разрывы определяют по специальным техническим условиям и нормам.

Пример. На территории промышленного предприятия запроектировав расходный склад легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Емкость склада: легковоспламеняющаяся жидкость 250 т; горючая жидкость — 1500 т. Обе жидкости хранятся в надземных резервуарах. В непосредственной близости к складу располагается цех ректификации спирта, запроектированный в здании II степени огнестойкости. Установить требуемый противопожарный разрыв между цехом ректификации и расходным складом.

Решение: 1. Устанавливаем емкость склада.

В связи с тем, что на складе хранятся горючая и легковоспламеняющаяся жидкости, общую приведенную емкость склада устанавливаем по последней.

Обозначив:

$V_{пр}$ — приведенная емкость склада;

V_2 — емкость хранимой горючей жидкости;

V_A — емкость хранимой легковоспламеняющейся жидкости,

получим:

$$V_{пр} = V_A + 0,2V_2 = 250 + 0,2 \cdot 1500 = 550 \text{ т.}$$

2. Устанавливаем категорию пожарной опасности производства.

В соответствии с нормами проектирования цех ректификации относится к категории А.

3. Устанавливаем требуемый противопожарный разрыв.

Если обозначить r_n — поправка в метрах к табличному разрыву, то получим:

$$R_{пр} = r_{таб} + r_n,$$

для данного случая поправка на категорию производства составляет 25% от $r_{таб}$, следовательно:

$$R_{пр} = 30 + 0,25 \cdot 30 = 37,5 \text{ м.}$$

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ РАЗРЫВЫ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ И СООРУЖЕНИЯМИ КОЛХОЗНЫХ СЕЛЕНИЙ

Современное колхозное селение имеет две зоны; жилую и хозяйственно-производственную. Для каждой зоны отводится самостоятельный земельный массив.

Жилая часть селения состоит из жилых и общественных зданий. В общественных зданиях размещают административные и культурно-бытовые учреждения: сельсовет, правление колхоза, отделение связи, дом культуры или клуб, дом для приезжающих или гостиница, магазины, столовая, аптека, больница, школа, детский сад, детские ясли.

На хозяйственно-производственном участке расположены животноводческие фермы, постройки для содержания рабочего скота, постройки для хранения транспорта, сельскохозяйственных машин и средств их ремонта, сельскохозяйственной продукции и т. п.

При планировке строительные объекты хозяйственного центра объединяют по производственно-технологическим признакам в отдельные группы:

- а) группа животноводческих построек, состоящая из специализированных ферм;
- б) группа построек обслуживания колхозного производства;
- в) группа построек для хранения сельскохозяйственной продукции.

Отдельные группы хозяйственного центра, а также постройки и сооружения внутри них, размещают, исходя из производственных противопожарных и зооветеринарных требований.

Противопожарные разрывы устанавливают между отдельными строениями и их группами. Величина требуемого противопожарного разрыва определяется, учитывая:

- а) степень огнестойкости зданий и сооружений;
- б) пожарную опасность зданий и сооружений.

Специальной классификации зданий и сооружений по пожарной опасности в настоящее время не имеется. Поэтому при определении разрывов следует руководствоваться функциональным назначением зданий и их отдельных групп.

Разрывы устанавливают:

- а) между хозяйственными постройками и прочими объектами;
- б) между жилыми и общественными зданиями;
- в) между зданиями и сооружениями производственного и хозяйственного назначения.

Величина разрывов для хозяйственных построек и их комплексов, вне зависимости от степени огнестойкости строения, до прочих зданий устанавливается по табл. 27¹.

Противопожарные разрывы между животноводческими постройками и прочими объектами должны быть не менее указанных в табл. 28.

В развитие НСП 102—51 Главное управление пожарной охраны рекомендует при проектировании сельских населенных пунктов придерживаться норм разрывов, изложенных в табл. 29 (разрывы даны в м).

¹ Временная инструкция по планировке и застройке сельских населенных мест. Гос. арх. издательство, 1946.

Таблица 27

Наименование хозяйственных объектов	Разрыв до других построек в м
Открытые основные склады необмолоченного зерна, сена, соломы, волокнистых культур, стационарные молотильные токи, закрытые склады, помещения (овины) для сушки снопов и обмолота сельскохозяйственных культур	150
Базисные склады нефтепродуктов емкостью более 250 т	75
Склады нефтепродуктов емкостью до 250 т, закрытые склады и помещения для первичной обработки волокнистых культур (хлопок, лен, конопля и др.), закрытые склады основных запасов объемного фуража и подстилки	60
Мастерские капитального ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин с подсобными термическими цехами, огневые сушилки, расходные склады лесных материалов и газогенераторного топлива. Хозяйственные склады нефтепродуктов емкостью до 10 т	50
Ремонтно-тракторные мастерские при МТС, кузницы, огневые сушилки для зерновых и технических культур .	40

Таблица 28

Наименование объектов	Разрывы в м
Открытые основные склады необмолоченного хлеба, сена, соломы, волокнистых культур, стационарные молотильные токи, закрытые склады, помещения (овины) для сушки снопов и обмолота сельскохозяйственных культур, склады нефтепродуктов емкостью более 250 т . . .	150
Склады нефтепродуктов до 250 т, закрытые склады и помещения для первичной обработки волокнистых культур (хлопок, лен, конопля и др.), мастерские капитального ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин с подсобными термическими цехами, огневые сушилки, ремонтно-тракторные мастерские при МТС, кузницы, огневые сушилки для зерновых и технических культур, расходные склады лесных материалов и газогенераторного топлива	100
Закрытые склады основных запасов объемного фуража и подстилки	60
Жилые поселки	100

Таблица 29

Степень огнестойкости одного здания или сооружения	Степень огнестойкости другого здания или сооружения			
	I—II	III	IV	V

А. Между жилыми и общественными зданиями

I—II	8	9	10	12
III	9	10	12	15
IV	10	12	12	15
V	12	15	15	15

Б. Между зданиями и сооружениями производственного и хозяйственного значения

I—II	10	12	16	18
III	12	16	18	20
IV	16	18	20	25
V	18	20	25	30

Примечания: 1. Для двухэтажных зданий каркасной и щитовой конструкции V степени огнестойкости, а также для зданий, крытых щепой или стружкой, независимо от их этажности, приведенные противопожарные разрывы следует увеличивать на 30%.

2. Классификацию зданий по степени огнестойкости следует определять в соответствии с НСП 102—51.

При проектировании и строительстве животноводческих построек следует руководствоваться «Временными правилами пожарной безопасности строительства и эксплуатации колхозных и совхозных животноводческих построек», а при строительстве школ, больниц, детских садов, зданий сельсоветов и правлений колхозов — «Техническими условиями на огнестойкость и этажность зданий детских яслей, детских садов, больниц, родильных домов, общеобразовательных школ, торговых предприятий, клубов и домов культуры» (ТУ 101—52).

РАЗДЕЛ III

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ПОЖАРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

ГЛАВА XIV

НЕТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

К нетеплоемким печам относятся металлические (временки), а также кирпичные с активным объемом менее $0,2 \text{ м}^3$. Несмотря на серьезную опасность этих печей, ими нередко пользуются в подсобных предприятиях строительства и в жилых зданиях как городских, так и сельских населенных пунктов.

Учитывая это обстоятельство, необходимо детально изучить пожарную опасность данных печей для того, чтобы правильно проводить пожарно-профилактические мероприятия.

ПОНЯТИЕ О КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМАХ НЕТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧЕЙ

Нетеплоемкие печи являются наиболее несовершенными приборами отопления. Они применяются в тех случаях, когда требуется быстро нагреть помещение и непродолжительный промежуток времени поддерживать достаточно высокую температуру воздуха. Печи эти обычно делают из стали или чугуна. Простейший тип нетеплоемкой печи на-

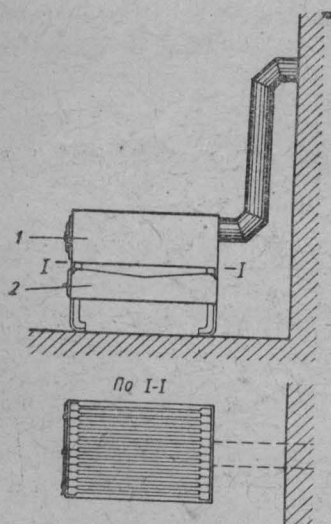


Рис. 93. Нетеплоемкая печь.

зывают временкой (рис. 93). Она состоит из коробки, разделенной топочной (колосниковой) решеткой на две части: топливник 1, зольник 2. Топливник в то же время является нагревательным прибором отопления. Теплопроводы также выполняют функции нагревательных приборов. Существует много конструк-

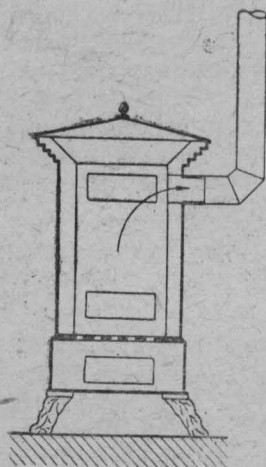


Рис. 94. Нетеплоемкая печь.

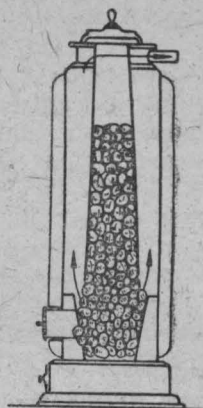


Рис. 95. Нетеплоемкая печь.

ций подобных приборов (рис. 94, 95). Общим их недостатком является значительная пожарная опасность и быстрое охлаждение, что вызывает необходимость непрерывной топки.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ НЕТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧЕЙ

В нетеплоемких печах можно сжигать любое топливо и в соответствии с этим поддерживать различные температуры в топливнике. Из-за большого охлаждения стенок и труб температура горения в такой печи значительно ниже, чем в теплоемких, где она достигает от 800 (при сжигании соломы, лузги и влажных дров) до 1000—1300° (при сжигании угля, антрацита и дров влажностью 25%). Достаточно указать, что температура отходящих газов в нетеплоемких печах достигает 470°. Совершенно очевидно, что при таких температурах возможно воспламенение горючих веществ не только от непосредственного соприкосновения нагретых поверхностей печи с этими веществами, но и от теплоизлучения или теплопроводности.

Кроме этого, в процессе эксплуатации подобных печей через топочное и поддувальное отверстия и неплотности в соединениях труб и топливника могут выпадать искры и угольки. При недо-

статочном тщательном скреплении отводящие трубы могут обрушиться и вызвать пожар. И, наконец, постоянное действие высокой температуры в 100° , при наличии условий для теплоаккумуляции, может вызвать загорание тканей и деревянных конструкций.

Наиболее вероятными очагами возникновения пожара могут явиться места соприкосновения нагретых поверхностей печи со сгораемыми конструкциями и оборудованием помещений. Эти соприкосновения происходят часто в результате небрежности (сушка дров, белья, расположение в непосредственной близости к печам мебели и т. д.). Кроме того, пожар возможен из-за неправильного расположения элементов печи: пропуск газоходов через сгораемые конструкции (перекрытия, перегородки, покрытия) без соответствующей изоляции, расположение печей и газоходов в непосредственной близости к сгораемым конструкциям.

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА НЕТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧЕЙ

В связи с пожарной опасностью нетеплоемких печей, устанавливать их разрешается лишь там, где обеспечено строгое соблюдение мер пожарной безопасности, которые сводятся к соблюдению соответствующих расстояний между отопительными приборами и горючими веществами, изоляции нагретых поверхностей от горючих веществ, а также к тщательному креплению и выполнению отопительных приборов.

В соответствии с ГОСТ 4058—48 необходимо:

1. Печи и дымовые трубы устанавливать так, чтобы между сгораемыми конструкциями зданий (балками, мауэрлатами, перекрытиями, перегородками и т. д.) и «дымом», т. е. внутренней поверхностью печи или трубы, омываемой газами, сохранялись расстояния не менее 1,0 м, и между трудносгораемыми конструкциями — не менее 0,7 м.

2. При установке печей на сгораемом перекрытии пол под ними покрыть изоляцией (асбест или два слоя войлока, пропитанного глиняным раствором). Поверх изоляции прибить металлический лист. Высота ножек у металлических печей без футеровки должна быть не менее 20 см.

3. На деревянном полу перед топочной дверцей прибить металлический лист размером не менее 70×50 см, закрывающий участок пола и плинтуса у стенки печи под топочной дверцей.

4. Примыкающую к печи сгораемую стену возле топочной дверцы покрыть изоляцией, начинающейся на уровне низа дверцы и идущей на 25 см выше ее верха. От топки до противоположной стены расстояние должно быть не менее 1,25 м.

5. От наружной поверхности металлических дымовых труб до

деревянной части стропил и обрешетки оставлять свободное расстояние не менее 10 см. Ближайшие к трубам части сгораемых конструкций обить кровельной сталью по войлоку, пропитанному

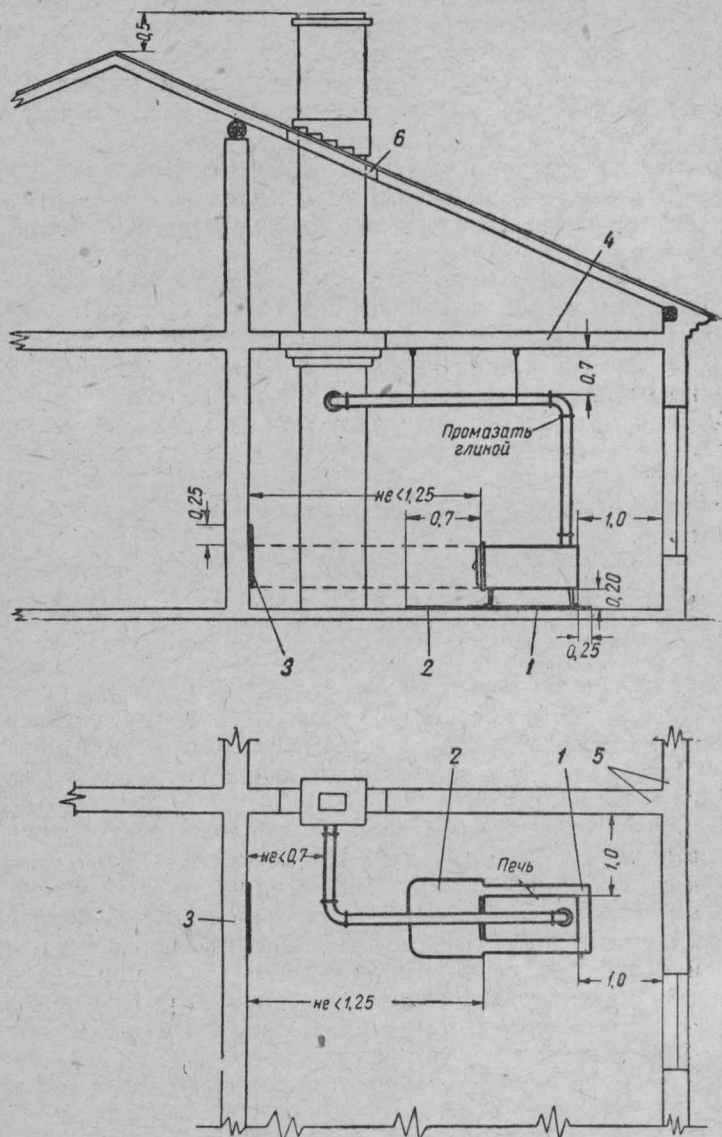


Рис. 96. Правила установки нетеплоемких печей:

1 — кровельная сталь по войлоку, вымоченному в глине; 2 — предтопочный лист $0,5 \times 0,7$; 3 — изоляция; 4 — сгораемое перекрытие; 5 — сгораемая стена; 6 — воздушная прослойка 10 см.

глиняным раствором. При кровлях — тесовых, щепных, гонтовых, драличных — допускаемое свободное расстояние, от деревянных частей до наружной поверхности дымовой трубы, должно быть не менее 13 см (пп. 27 и 28 ГОСТ 4058—48).

6. При установке в помещениях металлических дымовых труб соблюдать следующие условия:

а) каждое предыдущее звено вдвинуть в последующее по ходу газов не менее чем на 0,5 диаметра трубы с тщательной промазкой зазоров глиной;

б) металлическую трубу присоединить к дымовому каналу в каменной стене или к коренной трубе, вдвигая ее конец в кладку на длину не менее 10 см, и тщательно промазать глиной места соединения.

Металлические дымовые трубы, прокладываемые под сгораемым потолком или параллельно сгораемым стенам и перегородкам или пересекающие их, должны отстоять от них не менее чем на 70 см при отсутствии изоляции и не менее чем на 50 см при наличии изоляции сгораемых конструкций.

7. Если дым отводится в дымоход, выложенный из кирпича, то к последнему надо предъявлять требования, как для теплоемких печей.

Основные правила установки нетеплоемких печей приведены на рис. 96.

МЕРОПРИЯТИЯ, СНИЖАЮЩИЕ ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ НЕТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧЕЙ

Пожарная опасность нетеплоемких печей может быть уменьшена снижением температуры нагретых поверхностей корпуса и газоходов. Это достигают устройством футеровки внутри печей из таких материалов, как шамот и кирпич, а также изготовлением сборных блочных печей.

За последнее время получили широкое распространение сборные печи длительного горения. На внешних поверхностях печи в течение суток поддерживаются допустимые гигиеническими нормами температуры 85—90°. Благодаря постоянной топке теплоотдача печи в 2,5—3 раза увеличивается по сравнению с теплоотдачей печей при периодической топке (один или два раза в сутки). Вследствие этого при равной средней часовой теплоотдаче печь непрерывного горения будет иметь поверхность нагрева в 2,5—3 раза меньшую, чем печи периодического действия. Это позволило А. Г. Уханову создать оригинальную конструкцию небольшой по размерам сборной печи. Прямоугольные блочные печи ПБУ-3 и ПБУ-4 состоят из трех или четырех основных блоков (рис. 97), изготовленных из жаростойкого бетона. Соединение блоков между собой производится заполнением швов специальной жароупорной массой, состоящей из цемента и жидкого стекла. В собранном виде печь заключают в сборно-разборный

металлический футляр из листовой кровельной стали. Размеры этой печи: $600 \times 450 \times 1340$ мм. Небольшие габариты печи, относительно небольшой вес (205—305 кг) в сочетании с индуст-

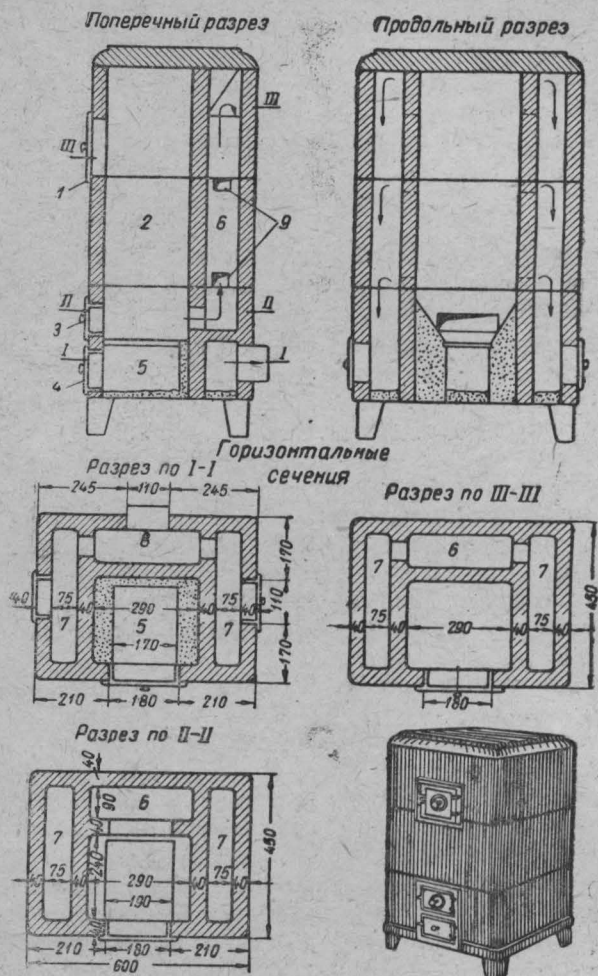


Рис. 97. Прямоугольная трехблочная печь длительного горения типа ПБУ — три конструкции А. Г. Уханова:

- 1 — загрузочная дверца; 2 — топливная шахта; 3 — топочная дверца;
 4 — зольниковая дверца; 5 — зольник; 6 — подъемный газоход; 7 — опускающие
 газоходы; 8 — сборный дымоотводящий канал; 9 — отверстие размером 65×40 мм.

риальным методом изготовления, а также значительно меньшая пожарная опасность, по сравнению с металлическими печами, обеспечивают ей значительные преимущества.

Важное значение приобретает внедрение печей А. Г. Уханова в сельских населенных пунктах, где зачастую используются еще самые устаревшие плетневые печи-мазанки и печи из кирпича-сырца. Однако печи конструкции А. Г. Уханова и другие не гарантируют полной пожарной безопасности.

ГЛАВА XV

ТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В соответствии с ГОСТ 2127—47 к теплоемким печам относятся печи с активным объемом $0,2 \text{ м}^3$ и более, с внешними стенками толщиной:

- а) в области топливника не менее 6 см,
- б) в прочих местах не менее 4 см.

Активным объемом печи называют объем нагреваемого массива печи без вычета пустот.

Помимо того, что эти печи весьма распространены в существующих зданиях, нормы проектирования предусматривают допустимость печного отопления в:

жилых и общественных зданиях высотой до трех этажей включительно;

зданиях детских садов, детских яслей, больниц, родильных домов, амбулаторий и учреждений высотой не более двух этажей; кинотеатрах на 200 мест;

гаражах 5-й группы (до 10 автомашин включительно);

торговых складах;

гостиницах вместимостью до 60 человек, при высоте здания не более двух этажей;

предприятиях общественного питания;

скотоводческих фермах и сельскохозяйственных постройках, где это требуется по теплотехническим расчетам;

промышленных зданиях с площадью пола отапливаемых помещений не более 500 м^2 , за исключением зданий с производствами категорий А, Б, В, а также в небольших предприятиях, расположенных в сельских и лесных районах (машинно-тракторные станции, тракторно-ремонтные мастерские и т. п.), если эти предприятия размещаются в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 1000 м^2 .

В результате механизации строительных работ, а также изыскания новых конструкций, более эффективных в теплотехническом и санитарно-гигиеническом смысле, появились новые печи. Ниже рассматриваем устройство и пожарную опасность существующих печей и описываем особенности вновь проектируемых конструкций и соответствующие рекомендации пожарно-профилактического характера.

ОБЩАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА ТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧЕЙ

Теплоемкие печи более сложны по устройству, чем нетеплоемкие. Основными элементами теплоемкой печи являются:

- 1) топливник, в котором производится сжигание топлива;
- 2) дымообороты и каналы, обеспечивающие возможно большую передачу тепла от продуктов сгорания воздуху (помещения);

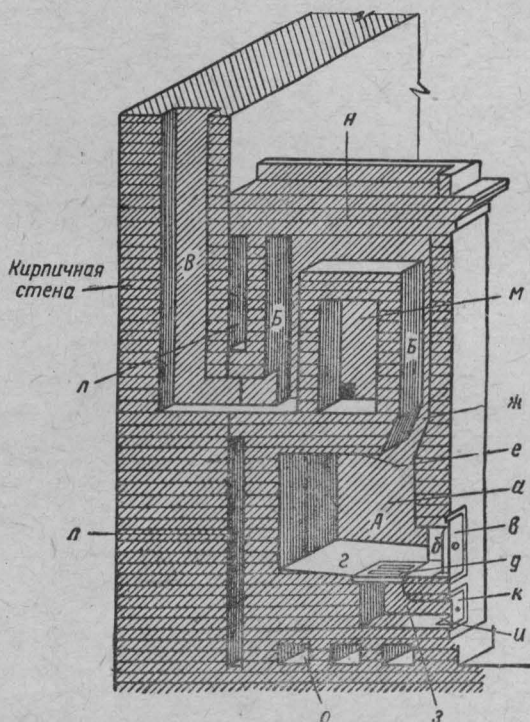


Рис. 98. Конструктивные элементы печи:

А — топливник; **а** — топочное пространство; **б** — топочное отверстие; **в** — топочная дверца; **г** — под; **д** — колосниковая решетка; **е** — свод; **ж** — хайло; **з** — поддувало; **и** — поддувальное отверстие.
Б — дымообороты (колодцы); **В** — дымоход; **Л** — отступки; **М** — воздушная камера; **Н** — перекрышка; **О** — шанцы.

3) устройство для отвода охладившихся дымовых газов в атмосферу;

4) корпус печи, который по существу является нагревательным прибором.

Общая схема устройства и работы такой печи приведена на рис. 98.

В зависимости от принятой схемы движения дымовых газов печи могут быть:

- а) каналными, в которых дымовые газы двигаются по дымооборотам (каналам);
 б) бесканальными, в которых дымообороты отсутствуют;
 в) смешанными с комбинированным движением газов, когда в одной части печи газы протекают по каналам, в другой части каналы отсутствуют.

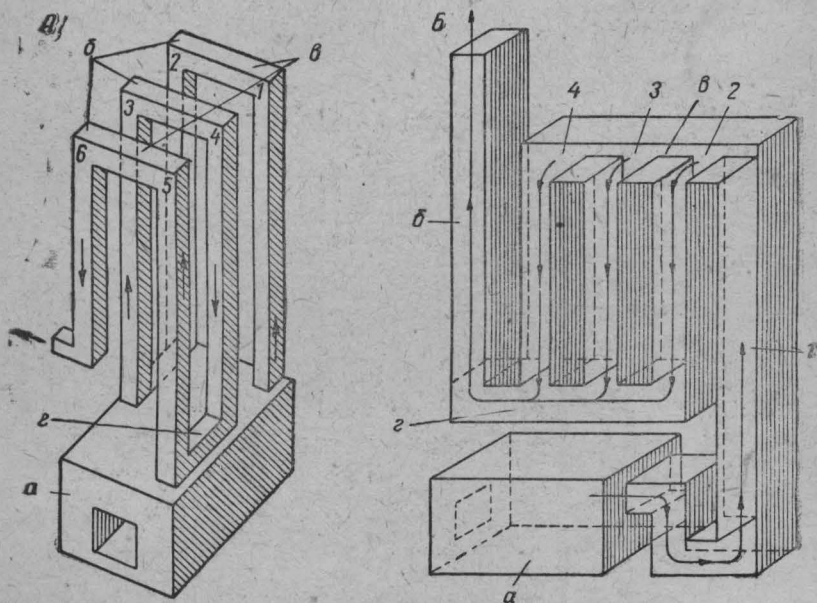


Рис. 99. А — схема многооборотной печи:

а — топливник; б — дымообороты; 1, 3, 5 — для восходящих газов; 2, 4, 6 — для нисходящих газов; в — перевал; г — подvertка.

Б — схема однооборотной печи с нижним обогревом:

а — топливник; 1 — канал для восходящих газов; 2, 3 и 4 — каналы для нисходящих газов; б — дымовая труба; в — перевал; г — подvertка.

Движение газов может протекать по каналам, соединенным последовательно и параллельно. На рис. 99 приведены схемы печей с движением газов по каналам, соединенным последовательно и параллельно. На рис. 99, А показана печь с последовательными дымооборотами, а на рис. 99, Б — с параллельными дымооборотами.

Для более эффективного использования тепла отходящих газов устраивают печи с нижним обогревом, а также с воздухо-нагревательной камерой. На рис. 99, Б показана печь с нижним обогревом.

Примером многооборотной печи с последовательными дымооборотами может служить наименее совершенная, с теплотехни-

ческой точки зрения, печь прямоугольной формы с глухим подом (рис. 100).

Как видно из рисунка, продукты горения поступают из топливника в дымообороты, где, поднимаясь вверх и опускаясь вниз, последовательно проходят все шесть дымооборотов (1, 2, 3, 4, 5, 6). Недостатками этих печей являются:

а) отсутствие колосниковой решетки, что не дает возможности организовать правильное сжигание топлива;

б) нерациональное расположение дымооборотов. Газы при своем движении в первых каналах успевают значительно охладиться, благодаря чему печь прогревается неравномерно;

в) теплоотдающая поверхность печи обычно значительно меньше тепловоспринимающей. Это ведет к увеличению температуры уходящих газов, и тем самым к уменьшению коэффициента полезного действия печи.

В настоящее время проектируются печи с параллельными дымооборотами, а топливник выполняют с колосниковой решеткой. На рис. 101 показана печь, сконструированная проф. Лукашевичем и предназначенная для установки в углу помещения. Топливник этой печи снабжен колосниковой решеткой 1, а дымовые газы движутся по параллельным дымооборотам 2 и 3.

Таким образом, при достаточно развитой тепловоспринимающей внутренней поверхности дымооборотов путь, проходимый газами, значительно сокращается. В результате этого уменьшается сопротивление и улучшается тяга.

Для обеспечения достаточно большой теплоотдающей поверхности между печью и стеной предусмотрено пространство, так называемая камера, в которой может циркулировать воздух, поступающий через специальные, снабженные решетками, отверстия — душники, расположенные в верхней и нижней частях камеры.

Коэффициент полезного действия печи равен 70%, в то время как коэффициент полезного действия печи с последовательными дымооборотами равен 40%.

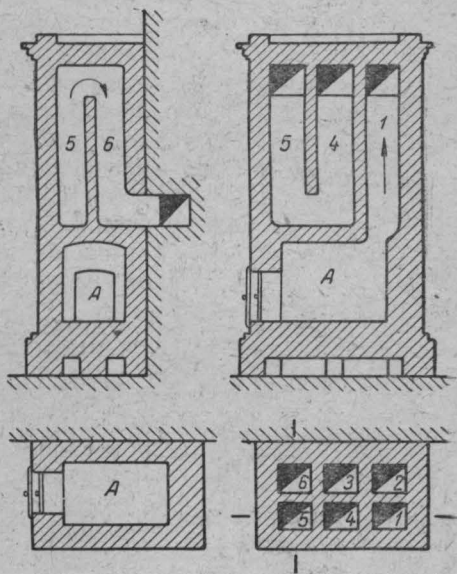


Рис. 100. Многооборотная комнатная печь.

Бесканальные печи конструируются по принципу гравитационной циркуляции газов, открытому почти 200 лет назад М. В. Ломоносовым. Согласно этому принципу теплые газы всегда стремятся подняться вверх, а холодные опуститься вниз. Исходя из этого, проф. Грум-Гржимайло заменил дымообороты, по которым проходят газы на колпак. Газы из топливника (рис. 102), следуя естественному стремлению, поднимаются в колпак, где отдают свое тепло его стенкам. Охладившиеся газы, в результате увеличения их объемного веса, опускаются вдоль стенок вниз, откуда через дымовую трубу удаляются в атмосферу. Для увеличения поверхности соприкосновения газов с охлаждающейся наружной стенкой печи, последняя выполняется ребристой. Коэффициент полезного действия подобной печи в начальный период ее эксплуатации достигает 93,7%.

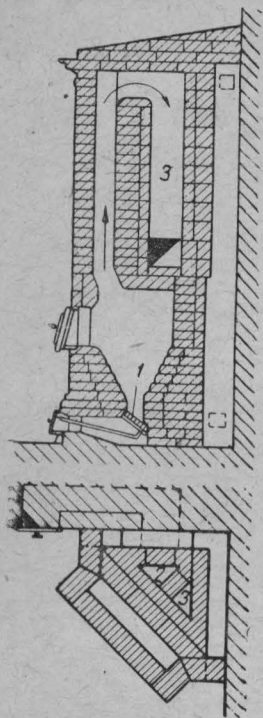


Рис. 101. Печь с параллельными дымооборотами.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧЕЙ

Пожарная опасность теплоемких печей обуславливается наличием нагретых поверхностей, возможностью проникновения пламени, угольков, искр и продуктов горения через топочное отверстие и решчины в печи или в отдельных ее элементах. Воздействие этих тепловых

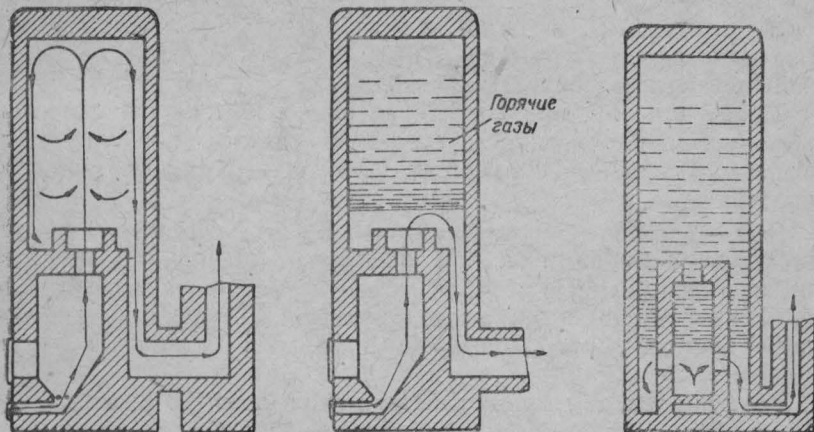


Рис. 102. Бесканальная печь.

источников на сгораемую обстановку помещений и сгораемые конструкции при определенных условиях и является причиной пожара.

Наиболее высокими температуры могут быть в топливнике, где сжигается топливо. Температура горения зависит от качества топлива и конструкции топливника. При горении соломы, лузги, влажных дров температура в топливнике обычно не превышает 800° , при горении торфа достигает 1000° , антрацита — 1300° . Температуры дымовых газов в первом канале печи достигают $500-700^{\circ}$, а при выходе в дымовую трубу — $110-130^{\circ}$. Температура на теплоотдающих поверхностях печи может достигать 120° .

Таким образом, при нормальных условиях работы печей могут иметь место: открытый огонь с температурой от 800 до 1200° ; нагретые до температуры 120° наружные поверхности печи; внутренние поверхности дымоходов с температурой от 130 до 700° . В условиях длительной эксплуатации печи температуры в ней самой, дымоходах и на теплоотдающих поверхностях могут значительно превышать проектные. Так А. Г. Уханов на основе длительного наблюдения за температурой отходящих газов установил, что она достигает 350° и больше. Температура может увеличиваться из-за нарушения целостности кладки, постепенного уменьшения толщины стенок печи, образования трещин, уменьшения сечения дымооборотов и дымоходов, осаждения смолистых веществ и сажи и их горения. Все названные причины в конечном итоге могут быть сведены к нарушению нормального режима работы печи.

Наиболее вероятными очагами возникновения пожара являются: места соприкосновения горючих материалов и конструкций с боковыми поверхностями печи (патрубков, топливников, дымоходов и дымовых каналов). Горючие материалы и конструкции в данном случае — это обстановка помещений, сгораемые полы, сгораемое заполнение перекрытий и покрытий, сгораемые несущие конструкции перекрытий и покрытий и т. п.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ЗАГОРАНИЙ ОТ НАГРЕТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕЧИ

Нагретыми поверхностями в системах печного отопления могут являться: теплоотдающая поверхность печи (перекрыша, боковые поверхности и низ печи) и наружные поверхности дымовых труб, каналов, патрубков и др.

Печи чаще всего располагают у внутренних стен и в углах комнат. При коридорной планировке, в общежитиях, гостиницах и т. п. печи размещают у внутренней стены коридора, выводя топку в коридор. Очень часто для отопления смежных комнат печи врезаются в сгораемые перегородки и стены.

Таким образом, печи, как правило, находятся вблизи горизонтальных и вертикальных ограждений или непосредственно соприкасаются с ними. К дымовым каналам и коренным трубам также могут примыкать сгораемые конструкции перекрытий, стен, перегородок, покрытий и др.

Для предупреждения загораний во всех местах, где деревянные части зданий подходят к дымовым каналам в печах, трубам, патрубкам и к самим печам, необходимо оставлять расстояния (отступки, разделки), заполненные воздухом или несгораемым материалом (кирпич, асбест и т. д.). Разделки-отступки устраивают в местах приближения сгораемых конструкций не только к дымоходам, но также и к вентиляционным каналам, проходящим в стенах, и в коренных трубах рядом с дымовыми каналами. Различают отступки и разделки от перекрыши, боковых поверхностей печи и дымоходов до конструкции покрытия и сгораемых конструкций оснований и перекрытий.

1. Отступки от перекрыши

Верхнее перекрытие печи при открытом пространстве над печью выполняют из трех рядов кирпича, уложенных плашмя. Таким образом, толщина перекрытий составляет 21 см. Такая толщина необходима для уменьшения теплоотдачи верхней части печи, нагревающей верхнюю зону помещения. Если печь имеет небольшую высоту и теплоотдача перекрытия полезно используется, то ее толщина уменьшается до 14 см. В печах, выполняемых из сборных элементов, толщина перекрыши может быть еще меньше. Верх печи чаще всего является местом скопления пыли, которая может загораться при определенных условиях. В связи с этим верх печи должен периодически очищаться от пыли. Кроме того, при недостаточных расстояниях от перекрыши до сгораемых потолков возможно загорание последних от лучистой теплоты. При проектировании и строительстве печей надо соблюдать определенные расстояния от перекрыши до потолка.

Расстояние от верхней плоскости перекрыши печи до потолка помещения должно быть не менее указанного в табл. 30.

Таблица 30

Типы отопительных печей	Расстояние от поверхности перекрыши печи до потолка не менее, см	
	потолки незащищенные от возгорания	потолки, защищенные от возгорания
Печи теплоемкие весом более 750 кг	35	25
Печи теплоемкие весом 750 кг и менее	45	35

Потолок считается защищенным от возгорания, если он оштукатурен. При отсутствии штукатурки потолок защищается обивкой кровельной сталью по асбесту толщиной 0,5 см или двойным слоем войлока, пропитанного глиняным раствором. Участок потолка над печью, покрываемый изоляцией, должен выходить за габариты перекрыши печи на 15 см в каждую сторону. Пространство от верха печи до потолка помещения (за исключением нетеплоемких печей) можно закрывать декоративной стенкой из негорючего материала. В этом случае толщину перекрыши следует увеличивать укладкой четвертого ряда кирпичей. Если печь обогревает два смежных помещения и установлена в проеме сгораемой стены или перегородки, то расстояние от внутренней поверхности перекрыши до сгораемых конструктивных элементов должно быть не менее установленного в табл. 31.

2. Отступки и разделки от боковых поверхностей печи и дымоходов

Разделками называют утолщения кладки во всех местах, где части зданий из сгораемых материалов подходят к печам, дымовым трубам, дымовым каналам в стенах, дымооборотам печей, топливникам, патрубкам и т. п. Отступками называют воздушные промежутки. Нормами проектирования величины отступок и разделок принимаются одинаковыми.

В соответствии с требованиями норм проектирования печи и дымовые трубы должны быть установлены так, чтобы между сгораемыми конструкциями зданий (балки, мауэрлаты и т. д.) и «дымом», т. е. внутренней поверхностью печи или трубы, омываемой газами, сохранялись расстояния не менее указанных в табл. 31.

Таблица 31

Типы отопительных печей периодического действия	Расстояние внутренней поверхности печи или трубы до сгораемой конструкции	
	не защищенной от возгорания	защищенной от возгорания
Печи теплоемкие со стенками в 7 см и более и дымовые трубы	38	25
Печи керамиковые и металличе- ские с футеровкой со стенками до 7 см	50	38

Разделки различают горизонтальные и вертикальные. Горизонтальные разделки устраивают на уровне перекрытий, когда через последние проходят дымоходы или печи. Вертикальные разделки устраивают в тех случаях, когда к печам или дымохо-

дам подходят сгораемые перегородки, стены или другие части зданий. Устройство вертикальных и горизонтальных разделок показано на рис. 103 и 104.



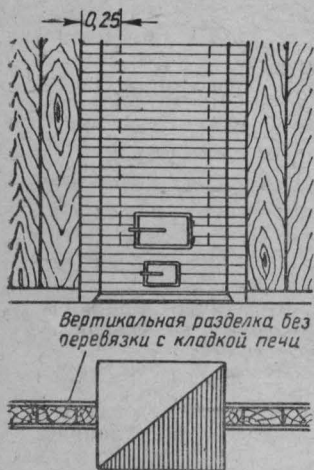
Рис. 103. Схема устройства горизонтальных разделок.

При устройстве разделок следует конструктивно обеспечивать независимую осадку стен и перекрытий, а также осадку печи и трубы. С этой целью необходимо:

а) увеличивать высоту разделки, делая ее больше толщины перекрытия на величину осадки;

б) разделку, связанную с трубой или печью, не опирать на балки и доски перекрытия, оставляя промежуток в 2 см с прокладкой в нем двух слоев войлока, пропитанного глиняным раствором.

Часто бывает, что разделка выполнена правильно, однако пол или подшивка потолка непосредственно примыкают к дымоходу, что неверно. Пол над разделкой должен быть выполнен из негорюжих материалов (бетон, метлахские плитки и т. п.), а подшивка — заканчиваться у разделки, не доходя до дымохода. В чердачных перекрытиях при наличии сгораемой засыпки с торфом, опилками и прочими легкозагорающимися материалами, разделки дымовых труб, стеновых каналов и печей должны быть устроены на 7 см выше засыпки.



Вертикальная разделка без перевязки с кладкой печи

Рис. 104. Схема устройства вертикальных разделок.

В случае заделки балок в стену с дымовыми каналами следует учитывать необходимость соблюдения расстояний от дымоходов до торцов балок, предусмотренных табл. 31. Если же балка попадает непосредственно на дымоход, то в этом случае она врубается в ригель, как показано на рис. 105. Кирпичные стены с дымовыми каналами в них, коренные трубы и печи, выходящие в лестничные клетки с деревянными маршами, должны

иметь утолщение стенок против «дымов» с таким расчетом, чтобы было соблюдено расстояние, указанное в табл. 31.

Величина вертикальной разделки принимается такой же, как и горизонтальной. При этом следует иметь в виду, что перевязывание кирпичных вертикальных разделок с кладкой дымоходов или печей не допускается.

Отступка теплоемких печей может оставаться открытой или заделываться с одного или с обоих концов стенкой из кирпича или из другого несгораемого материала. Толщина кирпичной стенки должна быть не менее $\frac{1}{4}$ кирпича. При двух закрытых концах верх отступки перекрывается двумя рядами кирпича или

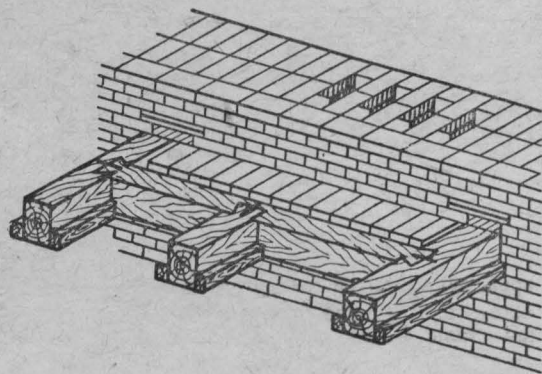


Рис. 105. Схема устройства ригеля.

другого несгораемого материала. Образовавшаяся закрытая камера должна быть снабжена снизу и сверху решетками размером во всю ширину отступки и высотой не менее 13 см. Сгораемая поверхность против плоскостей печи или дымоходов должна быть изолирована асбестом или двумя слоями войлока, пропитанного глиной. Если отступки бывают заделаны (рис. 106) с боков, у деревянной рубленой стены устанавливают дощатый щит, облицованный со стороны отступки кирпичом на ребро (т. е. толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича). Для кухонных очагов в общежитиях толщина облицовки принимается в $\frac{1}{2}$ кирпича. Высота и ширина холодных четвертей в отступках должны быть не менее высоты и ширины отопительных печей и на 50 см выше кухонного очага. Перевязка вертикальных разделок и стенок, закрывающих камеры отступок, с печью или трубой, не допускается.

В связи с тем, что наиболее высокую температуру из боковых поверхностей печи имеет топочная дверца, величина отступки от последней до сгораемых конструкций принимается равной 1,25 см. Кроме этого, примыкающая к печи сгораемая стена возле топочной дверцы должна быть покрыта изоляцией, начинающейся на уровне низа дверцы и идущей на 25 см выше ее верха. Устраи-

вать топки печей в классах и лабораториях школ, групповых комнатах детских садов и яслей, палатах, операционных, перевязочных и подсобных помещениях больниц и родильных домов, а также на лестничных клетках не разрешается. Запрещается также располагать топочные, вышечные и прочистные дверцы печей в следующих помещениях гаражей:

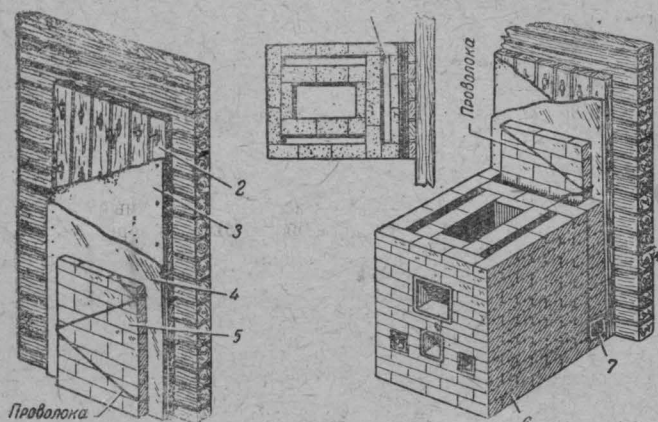


Рис. 106. Устройство закрытой отступки с холодной четвертью для печи:
1 — холодная четверть; 2 — дощатый щит; 3 — войлок, вымоченный в глине;
4 — кровельная сталь; 5 — кирпичная облицовка; 6 — печь; 7 — решетка.

- а) для хранения и технического обслуживания автомобилей;
- б) для малярных и аккумуляторных работ;
- в) для регенерации масла;
- г) для хранения резины, смазочных и обтирочных материалов.

Для топки печей в этом случае должны устраиваться специальные камеры, отделенные глухими несгораемыми или трудносгораемыми стенами или перегородками от помещений для хранения и обслуживания автомобилей.

Топки печей в торговых складах располагают в специальных несгораемых или трудносгораемых тамбурах с отдельным выходом наружу.

3. Отступки и разделки от конструкции покрытия и несгораемых конструкций

К дымоходам могут примыкать сгораемые конструкции покрытия (кровля, стропила, утепление и др.). Устройство разделки в этом случае затруднено в связи с уклоном крыши, а также необходимостью обеспечения водонепроницаемости покрытия. Чаще всего разделка в плоскости покрытия компенсируется устройством зазора. От наружной поверхности кирпичных дымовых труб до деревянной части стропил и обрешетки величину зазора принимают равной 10 см. При кровлях тесовых, щепных, гонто-

вых, драночных свободное расстояние от деревянных частей до наружной поверхности дымовой трубы должно быть не менее 13 см. Зазор соответствующим образом защищают от проникновения атмосферных осадков в чердачное помещение путем устройства выдры — напуска из кирпича (рис. 107).

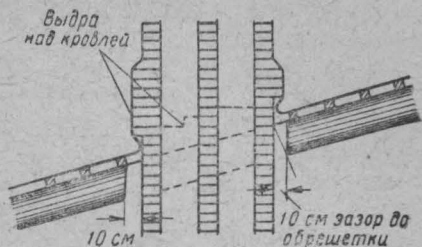


Рис. 107. Свободный зазор от дымовой трубы до деревянных конструкций на чердаке.

Близкое расположение металлических и железобетонных конструкций к дымоходам также нежелательно в связи с изменением прочности этих материалов при действии высоких температур. Вот почему концы металлических балок, находящихся против дымоходов, а также металлические балки, проходящие мимо дымоходов, должны отстоять от них не менее чем на 12 см. Использование железобетонных плит в качестве опоры для печей, а также пропуска дымоходов, должно производиться с учетом того, что железобетон и бетон при постоянном действии высоких температур порядка 200° снижают несущую способность.

4. Разделки между подом печи и сгораемыми конструкциями оснований

Под печи, а также поддувала, постоянно подвергаясь воздействию высоких температур, постепенно разрушаются. Кроме того, в печах с нижним обогревом дымовые каналы близко подходят к конструкциям перекрытий. В этих каналах образуются отложения смолистых веществ и сажи. В случае загорания этих веществ возможен прогрев массива печи до температур самовоспламенения дерева. В связи с этим, при сгораемом полу и несгораемом основании допустимы печи с дном зольника на уровне пола и с дном дымооборотов на расстоянии не менее 14 см от пола. При сгораемом полу и основании допускаются печи с дном зольника и дном последнего дымооборота, выходящего в трубу, на расстоянии 14 см от пола. Дно остальных дымооборотов должно быть расположено на расстоянии не менее 21 см от пола. Подполье или пространство междуэтажного перекрытия соединять с зольником печи (с целью вентиляции во время топки) не разрешается.

При установке на пол бескаркасных кухонных очагов, они должны иметь изоляцию в виде кровельной стали по двум слоям войлока, вымоченного в глине, и трех рядов кирпича, уложенных плашмя. Сплошная кирпичная кладка может быть заменена

шанцевой кладкой, которая перекрывается одним рядом кирпича. В шанцевой кладке между печью нижнего и верхнего этажей не допускается расположение деревянных балок.

5. Отступки от патрубков печи

Печи соединяют с дымоходами посредством патрубков и перекидных рукавов. Патрубки и перекидные рукава могут быть причиной пожара из-за нагретых поверхностей, горения сажи и смолистых отложений. Поэтому при устройстве патрубков необходимо выполнение следующих условий:

а) расстояние от верха перекрыши патрубка или перекидного рукава до сгораемого потолка должно быть не менее 50 см, а до трудносгораемого потолка — не менее 38 см;

б) наружная поверхность дна патрубка или рукава должна отстоять от сгораемого пола не менее чем на 13 см;

в) патрубки и перекидные рукава должны иметь прочистные дверцы для очистки от сажи.

ОБЩИЕ ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИН В ТЕПЛОЕМКИХ ПЕЧАХ И МЕРЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Трещины в печах могут появиться в результате неправильного выбора материала для самих печей и их элементов, а также неправильного выбора сечения конструктивных элементов печей. Неравномерное расширение печи в результате неравномерного нагрева и температурные напряжения также образуют трещины. Вибрация в помещениях, неравномерная осадка печи и ее отдельных элементов, неправильный выбор оснований и фундаментов, недоброкачественное производство строительных работ и нарушение правил эксплуатации ускоряют процесс постепенного разрушения печи и увеличивают ее пожарную опасность.

Пожарно-профилактические мероприятия сводятся к:

а) подбору материалов печи, учитывая температурные условия;

б) выбору схемы печного прибора, учитывая вредные воздействия температуры;

в) правильному устройству оснований и фундаментов;

г) высококачественному выполнению строительных работ;

д) соблюдению правил эксплуатации печи.

1. Выбор материалов для теплоемких печей

Как уже отмечалось, температура в топливнике может достигать 800—1200°, а в первом канале — 700°. Вполне понятно, что материал печи и дымоходов (сечение их стенок) имеют решающее значение для сохранения ее целостности. Не случайно поэтому топливник разрушается ранее других конструктивных элементов. В особенности, это существенно для блочных печей, име-

ющих незначительную толщину стенок. Хотя эти печи и выполняются из жаростойкого бетона, следует всегда иметь в виду постепенное разрушение поверхности в результате действия высоких температур. В силу изложенного материал топливника и сечение его стенок надо выбирать, учитывая конкретные температурные условия. Наиболее приемлемым материалом для кладки печей является глиняный обыкновенный кирпич. Тем не менее при сжигании антрацита или каменного угля кирпич может оплавляться и постепенно разрушаться. В последнем случае топливник следует выполнять с футеровкой в $\frac{1}{4}$ огнеупорного кирпича. Ввиду разных коэффициентов линейного расширения глиняного обыкновенного и огнеупорного кирпичей, футеровка не должна перевязываться с основной кладкой. Это позволяет заменять футеровку без ломки стенок топливника. Топливники блочных печей, выполненных из жаростойкого бетона и других жаростойких материалов, должны проверяться не реже одного раза в полугодие. Силикатный кирпич и известковый раствор нельзя применять при кладке печей, потому что эти материалы при постоянном действии высоких температур свыше 300° разлагаются, теряя прочность и целостность. Печи, как правило, кладут на глиняном растворе. Толщина стенок дымовых каналов и труб, а также патрубков и рукавов, должна быть не менее $\frac{1}{2}$ кирпича. При меньшей толщине стенок дымоходов и каналов они значительно прогреваются, и небольшие разрушения поверхностного слоя могут с течением времени привести к разрушению канала в целом. При кладке стенок печи толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича и менее они должны заключаться в металлические футляры.

Стенку первого наиболее разогретого дымооборота надо выполнять толщиной в $\frac{3}{4}$ или $\frac{1}{2}$ кирпича. В печах, предназначенных для топки топливом, при котором температура в первом обороте может быть выше 800° , его внутреннюю поверхность следует облицовывать тугоплавким кирпичом. При этом не надо перевязывать швы футеровки и кладки. При кладке кухонных очагов плит топливник и горизонтальные дымообороты, идущие под плитой, при топках, рассчитанных на каменный уголь, футеруют огнеупорным кирпичом.

Выкрашивание глины из вертикальных и горизонтальных швов также может явиться причиной образования трещин, что вызывает необходимость тщательного подбора состава глиняного раствора и соблюдения правил производства строительных работ.

2. Устранение температурных напряжений

Температурные напряжения в печи возникают вследствие неравномерного обогрева внутренней поверхности ее и дымовых каналов, а также неравномерного прогрева стенок печи. Особенно нерациональными, с этой точки зрения, являются многооборотные печи с рядом последовательно расположенных вертикаль-

ных дымооборотов. Газы при своем движении в первых каналах успевают значительно охладиться, из-за чего печь прогревается неравномерно. Это обстоятельство не только создает неравномерную теплоотдачу различных частей печи, но и приводит к их неодинаковому тепловому расширению, что влечет за собой образование трещин в массиве. Целесообразней устройство однооборотных печей с параллельным расположением каналов, а также колпаковых, хотя и в этих случаях температурные напряжения возможны. Неодинаковые коэффициенты линейного расширения футеровки топливника и кладки печи могут привести, как отмечалось, к температурным напряжениям и нарушению кладки. Поэтому футеровку кладут без перевязки швов.

Температурное расширение топочной дверцы, а также колосниковой решетки может вызвать разрушение кладки. Вследствие этого между рамкой дверец, колосниковой решеткой и кладкой следует оставлять зазор в 5 мм. Рамку дверцы надо обернуть лентой асбеста и оставшийся зазор замазать глиной. Попутно следует отметить, что более целесообразно применять чугунные дверцы, как менее подвергающиеся коррозионному воздействию дымовых продуктов. Для предохранения топочных дверец от коробления, происходящего вследствие воздействия на них лучистой теплоты, нужно пользоваться чугунными дверцами, имеющими дополнительное отражательное полотно.

3. Правила устройства оснований и фундаментов под печи

Печь сама по себе представляет значительную сосредоточенную нагрузку, вследствие чего, будучи установленной на несоответствующие опоры (балки перекрытий, фундамент), она может вызвать их деформацию. В результате возможны перекос печи и образование трещин в кладке и в патрубках, соединяющих ее с дымоходом. Образовавшиеся трещины очень часто служат причиной проникновения искр и продуктов горения. Предотвратить трещины можно правильным устройством фундамента печи. Конструкции фундамента и основания зависят от того, где устанавливают печь.

Печи первого этажа устанавливают на самостоятельном фундаменте, который выполняют из бутового камня или кирпича на известковом или смешанном растворе.

При влажном грунте фундамент выкладывают на цементном растворе. Глубина заложения фундамента в грунте должна быть 0,6 м для одноэтажных печей; 0,75 м для одноэтажных печей с насадными трубами и 1 м для двухэтажных печей. Не разрешается перевязка швов фундамента печи с фундаментом стен здания во избежание перекоса ее и образования трещин при осадке здания. Для обеспечения независимой осадки стен здания и печей между их фундаментами должен быть оставлен зазор не менее чем на

5 см, который по окончании кладки засыпается песком. Разрешается устанавливать печи в проемах капитальных стен при условии, что они будут опираться на фундамент стены. При этом допускается выступ печи за плоскость стены не более чем на 0,5 м. Если печь выступает за плоскость стены на 25 см, то она должна основываться на местном уширении фундамента стены путем кладки кирпича «внапуск» (рис. 108). При выступе печи за плоскость стены на 0,5 м уширяют фундамент стены по всей высоте.

При установке междуэтажных печей следует также иметь в виду необходимость устройства самостоятельных оснований. Использовать балки междуэтажных перекрытий для этой цели запрещается. Это объясняется тем, что балки перекрытий могут подвергаться деформации под действием значительной сосредоточенной нагрузки от веса печи. ГОСТ 4058—48 допускает установление печей весом 750 кг и менее непосредственно на полу, с предварительной проверкой прочности пола. Указанным исключением все же следует пользоваться лишь в силу крайних обстоятельств. Дело в том, что при хождении по полу неизбежна вибрация балок, вызывающая волосные трещины в кладке печей, которые нежелательны по соображениям пожарной безопасности. Кроме этого, волосные трещины, соединяя соседние дымообороты, предоставляют отходящим газам кратчайший путь для выхода в трубу и приводят к дополнительному подсосу воздуха, что понижает температуру газов в дымооборотах. Таким образом, трещины в печи не только увеличивают пожарную опасность, но и снижают ее коэффициент полезного действия. Вследствие указанного, печи верхних этажей обычно устанавливают на консоли, заделываемые в кирпичную кладку. Консоли выполняют из двутавровых балок и заделывают в кирпичную кладку не менее чем на 1,5 кирпича. Чтобы не было смятия кирпича, под консоль укладывают подкладку (рис. 109).

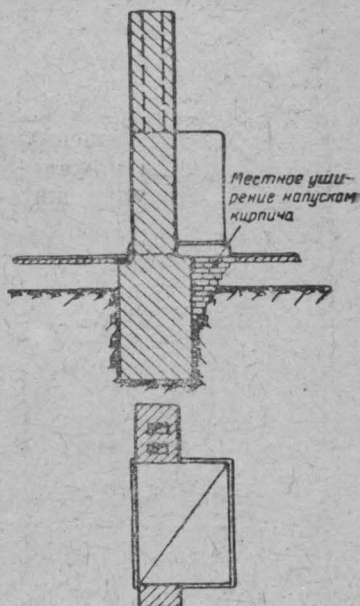


Рис. 108. Установка печи в проеме стены.

Поверх консолей настилают слань из досок. Для предохранения досок от действия высоких температур их покрывают двумя слоями войлока, вымоченного в глиняном растворе. На вой-

лок укладывают два ряда кирпича плашмя, делают шанцы и, перекрыв их, начинают кладку топливника. Рекомендуется сгораемую деревянную слань заменять кирпичным или бетонным сводом, как это показано на рис. 110. В этом случае под печи можно выкладывать на своде. В деревянных зданиях печи возводят на консолях, заделываемых в коренную трубу, или на

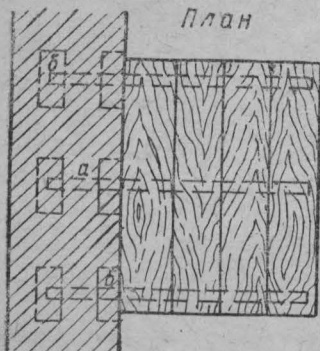
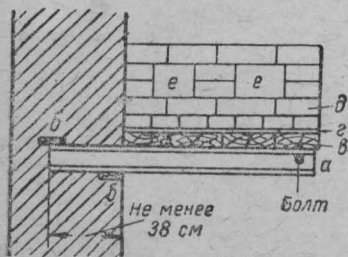


Рис. 109. Правила устройства оснований под печи.

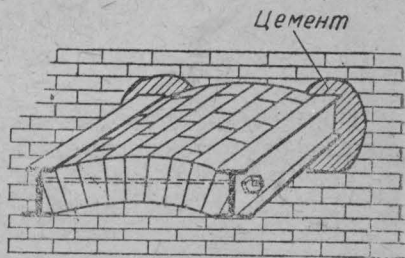


Рис. 110. Правила устройства оснований под печи.

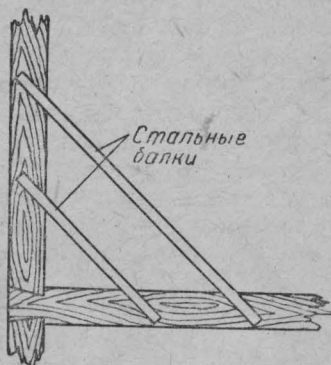


Рис. 111. Правила устройства оснований под печи.

балках опираемых на две угловые стены (рис. 111). В тех случаях, когда в деревянных зданиях не представляется возможным возвести печь на балках или консолях, устанавливают печи вышележащих этажей непосредственно на печи нижележащих. В этом случае на печь нижнего этажа в уровне междуэтажного перекрытия укладывают железобетонную плиту толщиной от 6 до 10 см, соответствующую по размерам фундаменту верхней печи. При необходимости пропуска дымовых продуктов через железобетонную плиту следует предусматривать в ней соответствующие отверстия и изоляцию ее от действия высоких температур отходящих газов. Железобетонная плита должна быть изолирована от дымовых газов нижней печи кирпичной кладкой толщиной в $1/2$ кирпича. Такое опирание усложняет ремонт нижележа-

щих печей. В связи с этим печи вышележащих этажей рекомендуется опирать на четыре костыля, заделанных в кладку нижележащей печи, как указано на рис. 112. Снизу и сверху костыли связаны поперечинами, образующими внизу подошву фундамента, а сверху — основание. В основании печи по поперечинам, укрепленным подкосами, укладывают стальные бруски, по которым и ведут кладку вышележащей печи. При расчете костылей и балочек следует учитывать возможное изменение прочности стали при действии высоких температур. Кроме этого, надо иметь в виду, что неодинаковое нагревание костылей может привести к их различным удлинениям, а следовательно, и к перекосу печи. В силу изложенного использование печей нижележащих этажей в качестве фундаментов для вышележащих является крайне нежелательным.

Коренные трубы, так же как и печи, возводят на самостоятельном

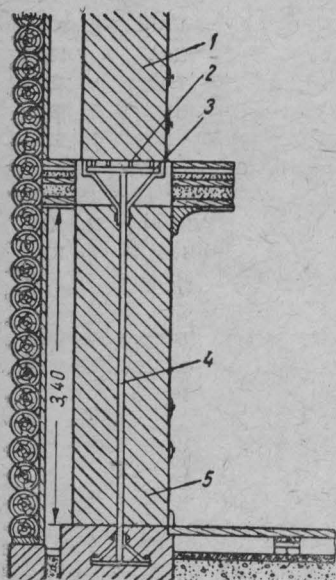


Рис. 112. Опираие печи на металлические костыли:

1 — печь второго этажа; 2 — поперечные стальные бруски; 3 — стальная балка; 4 — костыль из стали; 5 — печь первого этажа



Рис. 113. Устройство фундамента печи рядом с фундаментом коренной трубы:
1 — фундамент печи; 2 — фундамент коренной трубы.



Рис. 114. Устройство фундамента печи рядом с фундаментом капитальной стены:
1 — фундамент капитальной стены; 2 — фундамент печи.

фундаменте. Его делают отдельно от фундаментов стен и несущих опор с разрывом не менее 5 см, засыпаемым песком. Разрывы необходимы для правильной осадки фундаментов под стеной и коренной трубой, имеющих различный вес и напряжения грунта под ними. На рис. 113 и 114 показано расположение фундамента печи рядом со стеной и коренной трубой.

Верх фундаментов печей и коренных труб должен быть покрыт гидроизоляционным слоем и иметь отметку на два ряда кирпича ниже уровня чистого пола.

4. Общие требования к кладке печи и перекидных рукавов

Неправильная кладка, а также выбор недоброкачественных материалов, несомненно, могут вызвать трещины в печи вследствие деформаций от температурных воздействий и вибраций в процессе эксплуатации. Поэтому кладке печи необходимо уделять особое внимание. Она должна производиться в соответствии с требованиями производств строительных работ¹.

Перекидные патрубки, соединяющие печь с дымоходом, могут иметь значительную протяженность. Поэтому низкое качество выполнения их является причиной появления трещин, а следовательно, выпадения искр и проникновения продуктов горения в помещение. Появление трещин в боровых и перекидных патрубках возможно вследствие осадки и деформации конструкций, служащих опорой для них. ГОСТ 4058—48 запрещает кладку боровов, а длину патрубков ограничивает 2 м. Стенки и дно перекидных рукавов и патрубков должны быть толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича с наружным футляром из кровельной стали или в $\frac{1}{2}$ кирпича без металлического футляра. Перекрытия патрубков и рукавов должны состоять не менее чем из двух рядов кирпича с перевязкой швов. Допускают короткие металлические патрубки длиной не более 40 см, не имеющие футеровки, при условии изготовления их из листовой стали толщиной не менее 1 мм.

5. Основные правила подготовки печей к отопительному сезону

Правильное проектирование и устройство печей не гарантируют от возможного образования трещин и возникновения пожаров. К концу отопительного сезона возможны прогар стенок печи и топливника, а также колосниковых решеток, расшатывание топочных и поддувальных отверстий, образование трещин в кладке печи, патрубках и дымоходах, засорение дымоходов и дымооборотов.

В соответствии с существующими правилами технической эксплуатации жилых зданий печи необходимо тщательно готовить к отопительному сезону. Подготовка эта предусматривает:

1) тщательный осмотр после отопительного сезона всех печей, очистку их от золы и сажи, ремонт, просушку и испытание их пробной топкой;

2) проверку надлежащих отступок между печью и деревянными стенами или перегородками (величина отступок должна строго соответствовать требованиям ГОСТ 4058—48. Если при осмотре печей будет установлено отсутствие необходимых отступок и разделок, надо немедленно устранить эти недостатки, хотя бы это было связано с перекладкой печи);

¹ Блохин. Курс строительных работ. Гос. арх. издательство, 1947.

- 3) исправление прогоревших стенок печей заменой прогоревших кирпичей доброкачественными;
- 4) исправление прогоревших стенок топливника заменой поврежденных кирпичей огнеупорным (гжельским) или отборным глиняным обыкновенным кирпичом;
- 5) замену прогоревших колосников новыми;
- 6) замену пришедших в негодность печных приборов новыми (топочные и поддувальные дверцы, задвижки, выюшки, прочистные дверцы, решетки и др.);
- 7) укрепление расшатавшихся печных приборов и перекладку в случае надобности топочных отверстий;
- 8) промазку глиной трещин в печной кладке и предварительную их расчистку, а при глубоких трещинах проведение частичной перекладки стенок печей;
- 9) промазку глиной неплотностей, имеющих в местах заделки дверей, задвижек, выюшек и т. д.;
- 10) замену в помещениях с деревянными полами поврежденных предтопочных листов;
- 11) оштукатурку трубы и разделок около печей и труб в помещениях, а на чердаках затирку раствором и побелку;
- 12) перекладку и штукатурку верхних частей дымовых труб, пришедших в ветхое состояние, и надежное укрепление неисправных стальных колпаков и зонтов;
- 13) протопку перед началом отопительного сезона печей (1—2 раза) сухими (желательно осиновыми) дровами и прочистку дымоходов.

При сдаче в эксплуатацию новых печей необходимо следить за правильной их просушкой, которая должна производиться в соответствии с правилами эксплуатации печей.

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ДЫМОХОДОВ

Дымовые продукты можно удалять из печей через насадные трубы, дымовые каналы в кирпичных стенах и коренные дымовые трубы. Устройство коренных труб обходится дороже насадных или дымовых каналов, поэтому их реже используют при строительстве. Правильное устройство дымоходов обеспечивает нормальный режим работы печей, а следовательно, снижает их опасность.

Основные требования, предъявляемые к устройству дымоходов, сводятся к обеспечению нормальной тяги, удобству чистки, прочности кладки.

Нормальную тягу обеспечивают расчетом сечения и высоты, выбором места расположения, созданием ровной поверхности и строгой вертикальностью дымового канала.

Дымовые каналы устраивают, главным образом, во внутренних кирпичных стенах толщиной не менее 38 см.

В наружных стенах не рекомендуется располагать дымовые каналы, так как в них может произойти охлаждение газов и, как следствие,—ухудшение тяги и конденсация водяных паров, имеющихся в дымовых газах. Влага может постепенно разрушить кладку.

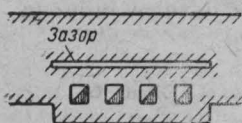


Рис. 115. Дымоходы с отступкой от наружной поверхности стены.

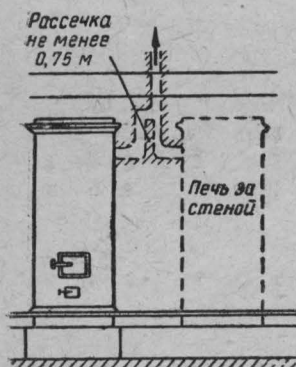


Рис. 117. Присоединение печей к дымоходу на одном уровне.

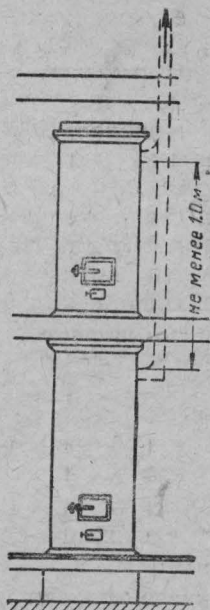


Рис. 116. Присоединение печей к дымоходу на разных уровнях.

При необходимости располагать дымовые каналы в наружных стенах следует соблюдать расстояния от внутренней поверхности дымохода до наружной поверхности стены: в стенах в 2,5 кирпича — не менее 2 кирпичей и в стенах в 2 кирпича — не менее чем 1,5. Так как дымовой канал должен иметь сечение $0,5 \times 0,5$ кирпича, то для соблюдения указанных выше расстояний от «дыма» до наружной поверхности стены приходится располагать каналы в пилястрах.

На рис. 115 показано расположение дымоходов с отступкой от наружной поверхности стены.

Каждую печь присоединяют к отдельному дымоходу, но допускается присоединение к одному дымоходу и двух печей при условии устройства в дымоходе специальных рассечек высотой 0,7—1,0 м (рис. 116 и 117). Дымовые каналы должны быть строго вертикальными. В отдельных случаях допускают уводы дымовых каналов с откосом в сторону на 1 м под углом не ме-

нее 60° к горизонтали. Сечение их должно быть таким же, как в вертикальной части. Стены уводов должны быть гладкими без уступов. Устраивать горизонтальные каналы нельзя, так как в них скопляется сажа и при наличии трещин они могут служить причиной пожара. Толщина стенок дымовых каналов и труб должна быть не менее 0,5 кирпича. Во всякой печной установке дымовая труба возвышается над примыкающей к ней кровлей не менее чем на 50 см.

ГЛАВА XVI

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Отопление называется центральным или централизованным, когда источник тепла расположен вне отапливаемых помещений. Центральное отопление нашло весьма широкое распространение.

В настоящее время большинство зданий в городах имеют собственные котельные или получают тепло от районных теплоэлектроцентралей.

Для технологических надобностей предприятий практикуется укрупнение заводских котельных. В промышленных районах и населенных пунктах комбинированные теплоэлектростанции (ТЭЦ) обслуживают потребителей и тепловой и электрической энергией.

В зависимости от теплоносителя центральные системы отопления бывают водяными, паровыми, воздушными и комбинированными.

Различают системы гравитационные и с механическим побуждением.

В гравитационных системах теплоноситель перемещается благодаря разности его объемных весов в нагретом и охлажденном состоянии. Механическим побудителем в водяных и паровых системах отопления является насос. Отсюда и происходит название насосно-водяные системы.

Выбор системы отопления определяется санитарно-гигиеническими и технико-экономическими условиями.

Радиус действия водяных гравитационных систем, например, по экономическим соображениям, не должен превышать 50 м. Это обстоятельство ограничивает их применение. В то же время водяные системы отопления выгодно отличаются от паровых в смысле гигиенических норм температур на поверхности нагревательного прибора. С точки зрения гигиенических требований, температура поверхности нагревательных приборов должна быть ниже той, при которой начинается разложение органической пыли. Если при водяном отоплении удастся поддерживать темпера-

туру нагревательных приборов на уровне $65\text{--}70^\circ$, то при паровом эти температуры — выше 100° .

В жилых зданиях, в школах, яслях, больницах, санаториях и других помещениях подобного рода устраивать паровое отопление запрещено. Эта система отопления применяется в помещениях, где люди задерживаются недолго (в магазинах, кино, театрах, столовых и т. п.), а также в промышленных предприятиях, в которых технологический процесс не связан с большим выделением органической пыли. Наиболее рациональным, с гигиенической точки зрения, является воздушное, а также лучистое (панельное) отопление. В связи с тем, что воздушное отопление устраивают в комбинации с вентиляцией, схема его принципиального устройства рассматривается в разделе «вентиляция».

Теплоносители (вода, пар, воздух) нагреваются за счет тепла нагретых газов, получаемых сжиганием в соответствующих топках котлов. В качестве топлива используют: торф, каменные угли, сланцы, мазут, дрова, природные и искусственные горючие газы.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Основными элементами центральных систем отопления являются: генератор тепла, теплопроводы и нагревательные приборы. Из генератора тепла (котла) теплоноситель поступает по трубопроводам к нагревательным приборам, где отдает часть аккумулированной в нем тепловой энергии, и возвращается обратно в котел.

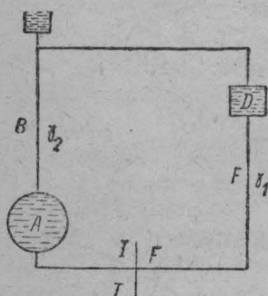


Рис. 118. Простейшая схема водяного отопления.

Простейшая схема водяного отопления приведена на рис. 118. Принцип действия этой системы заключается в следующем.

В результате нагревания воды в котле *А* она по физическим законам расширяется. При этом вес воды уменьшается в силу изменения ее плотности. Если рассмотреть сечение *1—1*, то легко заметить, что на него давят два столба воды одинаковой высоты, но разных плотностей, а следовательно, и веса.

Разность плотностей создается за счет того, что вода на пути движения отдает часть тепла трубопроводу и нагревательному прибору *Д*.

Разность этих давлений и есть тот напор, который двигает воду в системе. На схеме трубопровод *В* называется главным стояком, а трубопровод *Ф* — обратным трубопроводом. Для удаления воздуха из системы, а также предотвращения разрыва трубопроводов от увеличивающегося при нагревании объема воды

в высшей точке системы устанавливают сообщающийся с атмосферой расширительный сосуд.

В тех случаях, когда радиус действия в гравитационных системах превышает 50 м или по экономическим соображениям устройство гравитационной системы невыгодно, применяют системы с насосным побуждением. Принципиальное отличие насосно-водяной системы от гравитационной заключается в том, что перед котлом устанавливают насос, который засасывает воду из системы и нагнетает ее в котел. На рис. 119 приведена схема водяной двухтрубной насосной системы отопления с верхней разводкой. Двухтрубной она называется потому, что горячая и холодная вода подводится различными трубопроводами по так называемым горячим и обратным стоякам, в то время как в однотрубной системе горячую воду подают к прибору, а холодную отводят от него по одному и тому же стояку. Вода из котла 1 подается по главному подающему стояку 2 в горячий трубопровод, откуда воду по горячим стоякам 4 подводят к нагревательным приборам 3. В нагревательных приборах вода отдает часть аккумулированной теплоты и по обратным стоякам 5 (на рис. 119 показаны пунктиром)

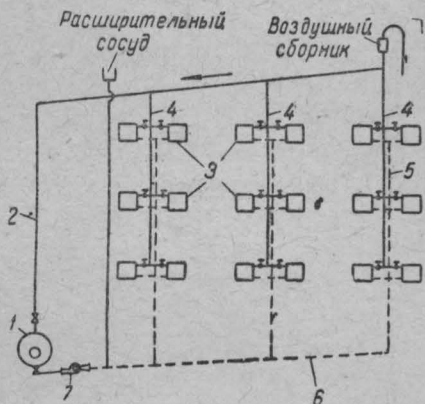


Рис. 119. Двухтрубная насосная водяная система отопления.

попадает в обратный трубопровод 6 и с помощью насоса 7 снова нагнетается через котел в горячую магистраль. В схеме горячие разводящие трубопроводы располагают сверху (на чердаке), в связи с чем эта система питания называется насосно-водяной двухтрубной с верхней разводкой. В тех случаях, когда горячие трубопроводы прокладывают внизу (в подвале), система называется насосно-водяной двухтрубной с нижней разводкой. В данной системе имеются специальные устройства для отвода воздуха, так как расширительный сосуд в данном случае не может быть использован.

При паровом отоплении теплоносителем является пар, имеющий значительное теплосодержание, численная величина которого зависит от давления в котле. Так, например, при давлении, равном 1 ата, теплосодержание пара составляет 638,9 ккал/кг, в то время как при давлении в 3 ата теплосодержание пара составляет 650 ккал/кг. При конденсации пар превращается в воду. В нагревательном приборе пар отдает теплоту парообразования и конденсируется. При этом температура конденсата равна тем-

пературе пара. Общая схема разводки теплоносителя при паровом отоплении ничем не отличается от таковой же, но водяной системы. Пар движется по трубопроводам от котла до нагревательных приборов за счет разности давлений у котла и нагревательного прибора. Конденсат из приборов отопления стекает в котел самотеком. В зависимости от давления пара различают паровое отопление низкого давления до 0,7 ати и высокого давления выше 0,7 ати.

Принципиальная схема районной системы отопления приведена на рис. 120. Пар из центральной районной котельной транспортируется по районной магистральной теплофикационной се-

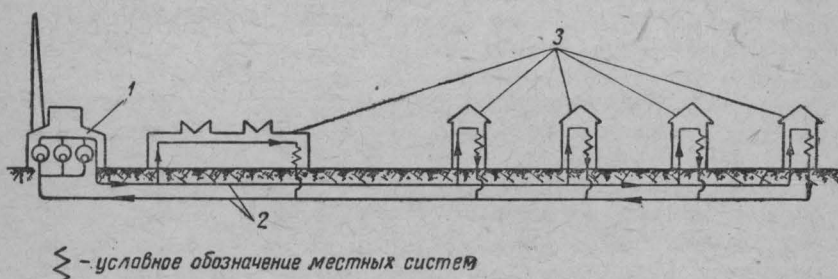


Рис. 120. Схема районной системы отопления:
1 — центральная котельная; 2 — наружные трубопроводы; 3 — домовые системы.

ти, от которой сделаны вводы в здание. Схема разводки сети в здании обычная. Конденсат из нагревательных приборов возвращается в центральную котельную.

В тех случаях, когда по санитарно-гигиеническим условиям пар не может быть теплоносителем, он используется для нагрева воды или воздуха, которые идут в нагревательные приборы. Эта так называемая комбинированная система отопления применяется тогда, когда пар, используемый для технологических нужд предприятия, надо употреблять для отопления жилых и других объектов, где в качестве теплоносителя может быть только вода. Пар поступает в теплообменный аппарат—бойлер, где отдает свое тепло воде, которая идет к нагревательным приборам по одному из рассмотренных выше принципов. Общая схема паро-водяной (комбинированной) двухтрубной гравитационной системы отопления с верхней разводкой приведена на рис. 121.

Наконец, следует отметить особенности лучистого отопления. При этой системе отопления помещение нагревается излучением тепла внутренними поверхностями ограждений (стен, перекрытий). Поверхности ограждений, в свою очередь, нагреваются теплоносителем, пропускаемым по трубам, заделанным в толщу этих ограждений. В качестве теплоносителя можно использовать

воду или пар. Вода в трубопроводы или в змеевики подается естественной циркуляцией или насосом. Несмотря на то, что эта система отопления создана недавно, она имеет много конструктивных разновидностей и в ближайшие годы получит широкое распространение. Температура излучающих поверхностей принимается около 50° для потолочных систем и около 30° для подпольных.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Основными элементами котельной установки являются: топка, котел, пароперегреватель и питательные устройства. Кроме этого, в помещении котельной могут находиться устройства для приготовления и транспортирования топлива к топкам котлов. В общем виде схема движения газов в котельной установке такова: продукты горения, выделившиеся в

процессе сжигания топлива в топке, обогревают собственно котел, в котором **циркулирует вода**. Далее тепло отходящих газов используется для перегрева пара в пароперегревателе. После этого отходящие газы проходят через экономайзер, где подогревают воду, поступающую в котел, и лишь затем выбрасываются наружу через дымовую трубу. Общая схема котельной установки с водотрубным котлом приведена на рис. 122. Котлы и пароперегреватели представляют собой сосуды, работающие под большим давлением, и могут явиться причиной взрывов. Вопросы обеспечения безопасности собственно котлов входят в компетенцию Котлонадзора и здесь не рассматриваются. С точки зрения возможных источников возникновения пожара и взрыва, в результате образования взрывоопасных и горючих систем, наибольший интерес представляют процессы приготовления и транспортирования топлива, сжигания топлива в топках котлов, а также тяговые устройства и экономайзеры. В отличие от обычных печей тяга в котельных установках может создаваться с помощью дымососов. Они применяются в том случае, когда дымовая труба не обеспечивает достаточной тяги воздуха. Для сжигания большого количества топлива надо подавать в топку больше воздуха. Это достигают устройством дутья под

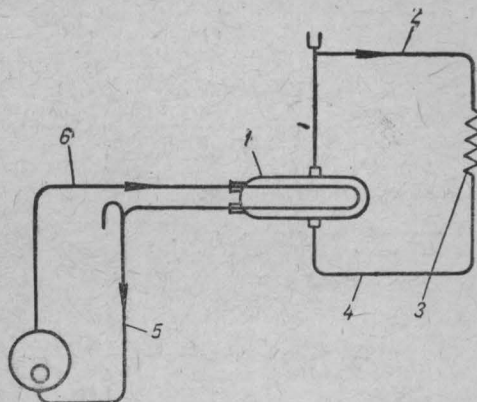


Рис. 121. Схема комбинированной системы отопления:

1 — бойлер; 2 — горячая вода; 3 — местная система; 4 — охлажденная вода; 5 — конденсат; 6 — пар низкого давления.

колосниковую решетку. Дутьевые вентиляторы рассчитывают так, чтобы напор подаваемого воздуха преодолевал сопротивление слоя топлива. В этом случае задачей тяги остается преодоление газового сопротивления котла, боровов и дымовой трубы. При установке за котлом экономайзера сопротивление прохождению газов увеличивается, поэтому требуется большая сила тяги.

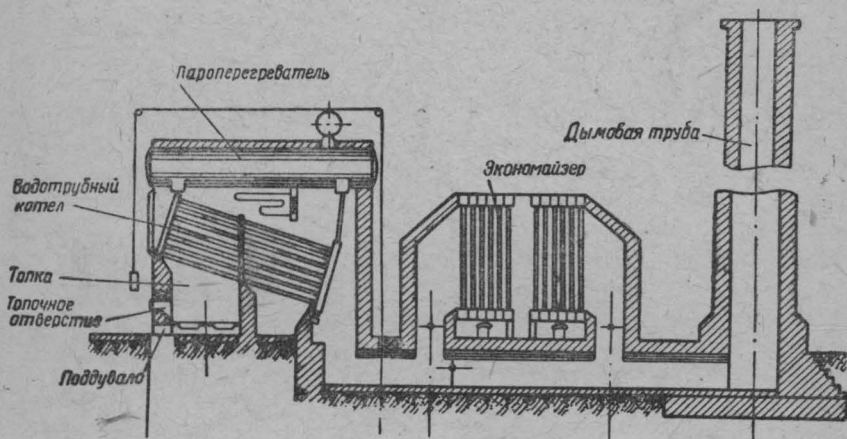


Рис. 122. Схема котельной установки.

Экономайзеры представляют собой теплообменный аппарат, по трубкам которого циркулирует вода, нагреваемая теплом отходящих газов, которые проходят в межтрубном пространстве экономайзера. Нагревая воду, они отдают ей свое тепло и охлажденные выбрасываются через дымовую трубу в атмосферу (рис. 122).

В отдельных случаях экономайзеры используют для нагревания воздуха — это так называемые воздушные экономайзеры.

Котельные можно оборудовать одновременно воздушным и водяным экономайзерами. При этом экономайзеры могут обслуживать один котел или группу котлов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Пожарная опасность котельных установок обуславливается возможностью возникновения при соответствующих условиях:

а) взрыва в топочном пространстве, боровых, экономайзерах в результате образования взрывоопасных газо-, паро-, пылевоздушных смесей (в зависимости от характера применяемого топлива);

б) взрывов котла, экономайзера и пароперегревателя вследствие физико-химических причин;

в) взрывов и пожаров в котельной и всех подсобных помещениях и аппаратах, связанных с приготовлением топлива к сжиганию (в результате возможного образования взрывоопасных пыли-, паро- и газовоздушных смесей и наличия горючих веществ);

г) пожаров в котельной установке из-за наличия открытых источников пламени, нагретых поверхностей, возможного образования трещин в обмуровках котлов и проникновения через них продуктов горения, которые при соприкосновении с горючими материалами могут вызвать их загорание.

Возможность возникновения взрывов и пожаров в топках котлов, топливоприготовительных установках и других устройствах объясняется тем, что в них созданы условия для образования взрывоопасных и горючих смесей, а также тем, что есть тепловые источники, достаточные для их воспламенения.

Взрывоопасные и горючие смеси могут быть образованы исходными продуктами сжигания пыли, мазута, газов, твердых видов топлива и других сгораемых веществ в смеси с воздухом.

Взрыву пыли, паров мазута или газа предшествуют: утечка пыли, газа или паров мазута; накопление их в достаточном количестве для образования взрывчатой смеси с воздухом; присутствие источников высокой температуры, необходимой для воспламенения смеси.

В практике были случаи утечки и образования взрывоопасных смесей в топках, дымоходах, боровых и помещениях котельных, как следствие их имели место взрывы и пожары.

Взрывоопасные смеси возникают также при смешении продуктов неполного горения с воздухом. Известно, что при достаточном доступе воздуха в топке происходит полное сгорание топлива, причем образуются газы: углекислота, сернистый газ, водяной пар, кислород и азот. При неполном сгорании топлива в составе отходящих газов есть окись углерода, водород и другие горючие газы. Смесь окиси углерода с воздухом в определенном соотношении является взрывоопасной.

Для каждой смеси существуют свои пределы взрываемости. За нижний предел взрыва можно принять концентрации:

для пыли бурых углей 124 г на 1 м³ воздуха;

для паров мазута около 70 г на 1 м³ воздуха;

для окиси углерода 145 г на 1 м³ воздуха.

Взрывоопасные смеси могут взорваться при наличии теплового источника достаточной температуры. Температура самовоспламенения многозольной пыли лежит в пределах 600—700°, мазута 300—320° и окиси углерода 640—700°. В условиях эксплуатации такие концентрации и тепловые источники возможны. Ввиду значительных теплотворных способностей пылевидного и жидкого топлива, высоких температур, развиваемых при горении,

и больших давлений, развиваемых при взрывах, пожары и взрывы могут сопровождаться значительными разрушениями и убытками.

ЗДАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ

Основное оборудование котельных состоит из котлов с топками, теплопроводов, измерительных контрольных приборов, топливоподачи и топливохранения, водопитания, воздухоподачи и дымоотсасывающих устройств.

Помещения для постоянных паровых котлов, которые работают под давлением свыше 0,7 атм по манометру, должны находиться в отдельных одноэтажных зданиях.

Внутри мастерских или многоэтажных зданий устанавливаются¹:

а) паровые котлы, у которых поверхность нагрева не более 30 м², а объем воды не превосходит 50 л на 1 м² поверхности нагрева;

б) паровые котлы, предназначенные для работы при давлении, производство которого на число квадратных метров поверхности нагрева составляет не более 20.

Место, занимаемое котлом, отделяется от остальной части мастерских несгораемыми стенами.

Под помещениями и над ними, где бывает большое скопление людей, устанавливать котлы нельзя. Котельная не должна примыкать к жилому помещению. В котельных с поверхностью нагрева котлов до 450 м² разрешается устраивать сгораемое покрытие, если оно находится на высоте 0,7—2 м от обмуровки котлов. В практике промышленного строительства перекрытия котельных стремятся выполнять из несгораемых материалов. Такие конструкции безопасны в пожарном отношении, долговечнее и не требуют частого ремонта. Чердачные перекрытия над котлами в котельных помещениях устраивать запрещается.

Перекрытия зданий котельных, в которых установлены котлы высокого давления, должны удовлетворять следующим требованиям:

а) при собственном весе конструкций (включая стропила, кровлю и т. п.) до 90 кг/м² покрытие может быть сплошным, без световых или вентиляционных фонарей;

б) при собственном весе конструкций свыше 90 кг/м² в покрытии должны быть устроены световые или вентиляционные фонари (отверстия занимают не менее 10% от площади пола, занятой котлами). Взамен фонарей, если они не предназначены для освещения в котельной разрешается устраивать перед фронтами котлов, расположенные выше их обмуровки, застекленные проемы общей площадью не менее 10% от площади пола.

¹ Правила устройства, установки, содержания и освидетельствования паровых котлов, пароперегревателей и водяных экономайзеров, 1950.

Пути эвакуации, входы, выходы, предельное расстояние от рабочего места до выхода наружу устанавливают НСП 102—51 в соответствии с требованиями, предъявляемыми к производственным категории Г. Между оборудованием котельных должны быть свободные проходы.

Отопительные котельные с водяными или паровыми котлами низкого давления размещают в подвалах. Перекрытие, независимо от поверхности нагрева котлов, делают несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1,5 часа. Обязателен отдельный вход в котельное помещение, который не должен сообщаться с лестничной клеткой общего пользования. Для хранения топлива (отопительной котельной) предусматривают специальное помещение, изолированное несгораемыми ограждениями и сообщаемое с котельной через проем, который должен быть защищен несгораемой или трудносгораемой дверью.

Дым из центральной котельной отводится обязательно отдельной трубой, которая основана на самостоятельном фундаменте, обособленном от фундаментов смежных стен осадочным швом.

Такая труба может быть вынесена из здания; расположена внутри здания рядом с капитальными стенами; расположена частично в толще внутренних стен.

Между трубой и стеной (капитальной) оставляется зазор в 2—3 см, позволяющий трубе свободно расширяться при изменениях температуры. Если труба расположена в толще стен, она отделяется на всю высоту от стен швом. В противном случае в кладке появятся трещины.

Элементы перекрытий нельзя опирать о ствол трубы. Кроме основного дымового канала, в стволе трубы обычно располагают еще вытяжку из котельной. Размеры трубы и вытяжки в плане зависят от объема котельной и определяются проектом отопления.

Внутренняя поверхность труб больших котельных (в зданиях объемом свыше 25—30 тыс. м³) примерно на 1/2 высоты должна быть облицована футеровкой из огнеупорного кирпича. Толщину стен трубы назначают не менее 1,5 кирпича, а в нижних этажах зданий — по расчету на прочность. Если трубы проходят в жилых помещениях, то, чтобы избежать излишнего нагревания, их изолируют снаружи рубашкой из силикатных плит или кирпича на ребро, с прокладкой пачечной стали. Между рубашкой и трубой оставляют зазор в 5—6 см. Рубашка может опираться на железобетонные перекрытия, а при деревянных перекрытиях — на выпущенные из кладки примыкающих стен концы стальных профилей. Трубы котельных выводят на высоту, определяемую теплотехническим расчетом, но не менее чем на 100 см выше конька крыши. Сверху их предохраняют от попадания снега и дождя колпаки из кровельной стали.

Около дымовых труб котельных, в пределах деревянных перекрытий, устраивают разделки. Расстояние от внутренней поверх-

ности трубы до деревянных конструкций должно быть не менее 51 см, а при изоляции их войлоком, вымоченным глиняным раствором, — не менее 38 см.

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

По соображениям санитарно-гигиенического и противопожарного порядка следует отдавать предпочтение приборам, имеющим гладкую поверхность. На них отлагается меньше пыли и ее легче снять. Как известно, органическая пыль склонна к самовозгоранию, а нагретая поверхность приборов может ускорить этот процесс. Особое значение этот вопрос приобретает при проектировании отопления для производств, связанных с выделением пыли. По санитарным соображениям, поверхность нагревательных приборов должна иметь температуру не выше 70°. Соответственно сделаны приборы водяного отопления, средняя температура воды которых не превышает 65—70°. В приборах парового отопления температура пара всегда выше 100°.

Приборы отопления, а также паропроводы являются источниками тепла с температурой, достигающей до 130° при паровом отоплении. Длительность воздействия источника тепла с температурой в 130° на дерево и ткани может вызвать их переход в пирофорное состояние, а следовательно и воспламенение. Воспламенение особенно вероятно в тех случаях, когда горючие материалы аккумулируют все тепло, подводимое паропроводами и приборами отопления.

Таким образом, все горючие предметы должны быть удалены от приборов отопления и трубопроводов. Трубопроводы и приборы отопления изолируют асбестом, другими термоизоляционными материалами либо воздушной прослойкой толщиной в 5 см. Если трубопроводы проходят через перекрытия, стены и перегородки, их прокладывают в специальных манжетах из кровельной стали или обрезков труб большего диаметра. Это делается для того, чтобы трубопроводы свободно перемещались при температурном расширении.

Нагревательные приборы, располагаемые под окнами, должны отстоять от стены и подоконника на 5 см. Нагревательные приборы и трубопроводы надо периодически очищать от пыли и осматривать.

ГЛАВА XVII

ГАЗОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Природный и искусственный газы — хорошее топливо.

Теплотворная способность природных газов колеблется в пределах 8000—12 000 ккал/м³.

Большинство искусственных газов имеют меньшую калорийность, которую можно повысить смешением их с природными.

Так, например, коксовый газ, получаемый сухой перегонкой каменного угля, имеет теплотворную способность 4700 ккал/м^3 . Водяной газ, получаемый продувкой водяного пара через слой раскаленного кокса, имеет среднюю теплотворную способность 2600 ккал/м^3 . Несмотря на то, что калорийность газового топлива в отдельных случаях ниже или равна калорийности твердого топлива, оно имеет явные преимущества:

- а) полнота сгорания;
- б) простота транспортирования, исключение складов;
- в) удобство для населения;
- г) дешевизна.

Применение газа в промышленности и городском хозяйстве упрощает обслуживание отопительных устройств, облегчает регулирование их, позволяет легко и точно соблюдать температурный режим.

Газ освобождает трудящихся от забот о приобретении дров, угля, керосина и т. д. Природные и искусственные газы — наиболее дешевые виды топлива. Так, например, природный газ стоит в Москве в 200 раз дешевле дров и в 250 раз дешевле подмосковного угля. В настоящее время газовая промышленность представляет собой самостоятельную отрасль промышленности СССР. В царской России газ применялся, главным образом, в крупных городах для освещения домов и улиц. По инициативе В. И. Ленина, сразу же после Октябрьской революции у нас начались экспериментальные работы по газификации подмосковного угля, сланцев и торфа. Позднее началась разведка месторождения природного газа.

В 1940—1941 гг. был построен первый магистральный газопровод Дашава—Львов; в 1942—1943 гг. — газопровод Бугуруслан — Куйбышев; в октябре 1942 г. пущен в эксплуатацию природный елшанский газ. В 1947 г. пустили газопровод Саратов — Москва. Вслед за этим были сооружены газопроводы большой протяженности: Дашава — Киев и Кохтла-Ярве — Ленинград.

В настоящее время газ широко применяют не только в быту, но и в промышленности. Перспективы развития газовой индустрии в СССР огромны.

Однако, применяя газ в быту и промышленности, следует всегда помнить о его взрывной и пожарной опасности и отравляющем действии. Соблюдение мер пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации газовых сетей и установок — одна из серьезнейших задач.

ОБЩАЯ СХЕМА ПОДАЧИ ГАЗА К БЫТОВЫМ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМ ПРИБОРАМ

Природный газ, полученный из скважины газоносного пласта, очищают от вредных примесей в сепараторах, а затем он поступает в газораспределительный пункт.

В газораспределительном пункте газ учитывают, дополнительно очищают и сушат. После этого с помощью компрессоров его подают в магистральный газопровод. При большой протяженности трассы газопровода устанавливают несколько компрессорных станций, которые обеспечивают подачу газа от места добычи к населенному пункту.

Обычно газ из магистрального газопровода поступает в газовую сеть населенного пункта через промежуточные хранилища, так называемые газгольдеры. Они установлены вблизи населенного пункта и регулируют равномерность подачи газа в газовую сеть. В хранилищах газ находится под давлением 6 *ати*.

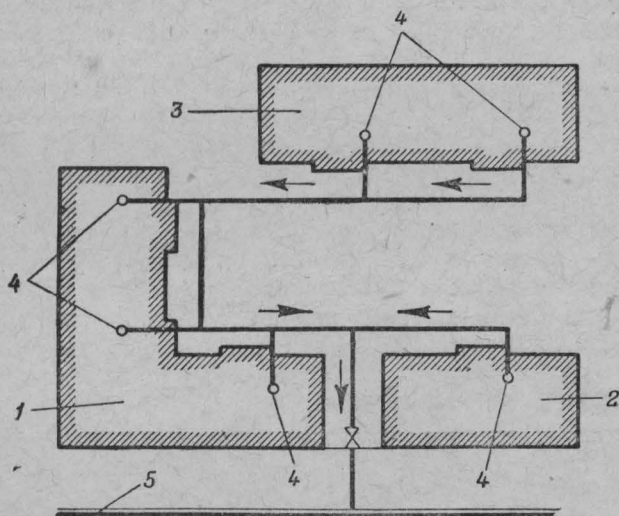


Рис. 123. Дворовая разводка:

1 — корпус № 1; 2 — корпус № 2; 3 — корпус № 3; 4 — стояк; 5 — уличный газопровод.

В жилые дома он поступает под давлением до 200 кг/м^2 . В связи с этим на газовой сети для понижения давления устанавливают понизительные регуляторные станции. Наружные сети уличных городских газопроводов делят на газопроводы низкого (до 500 кг/м^2), среднего (до 1 *ати*) и высокого (более 1 *ати*) давлений.

Уличные газовые сети строят по двум схемам — тупиковой и кольцевой. При тупиковой схеме газ поступает к потребителю по одной газовой магистрали. В случае аварии на газопроводе поступление газа потребителям прекращается. При кольцевой системе каждый участок газовой сети питается с двух сторон. Это позволяет выключить аварийный участок для ремонта и бесперебойно подавать газ.

Кроме уличной сети, различают домовую газовую сеть, в которую включают дворовый подземный газопровод (от домовой задвижки на вводе); подвальный разводящий газопровод или вводы в лестничные клетки, стояки, проходящие через все этажи зданий, и внутреннюю разводку от стояка до газовых приборов. Для удобств при ремонте, а также в интересах безопасности, каждое

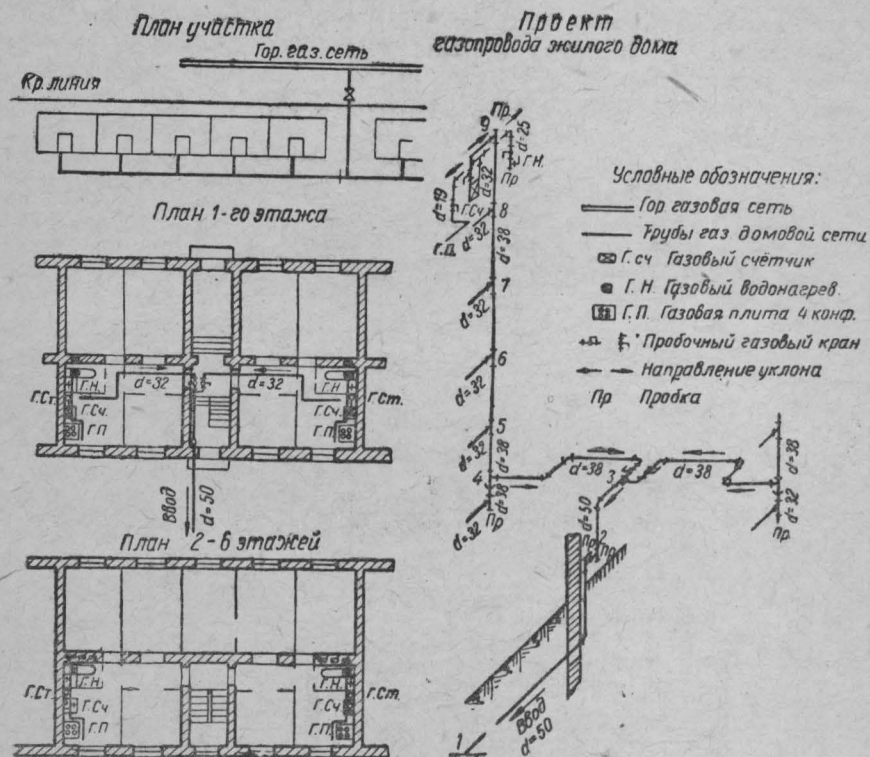


Рис. 124. Проект газопровода жилого дома и схема газопровода.

здание имеет свой ввод. При прокладке общего газового ввода во двор делают ответвления к каждому корпусу и к каждой секции здания (рис. 123). В жилых домах вводы устраивают отдельно в каждую лестничную клетку, в который прокладывают стояк с ответвлениями в квартиры. В отдельных случаях ввод устраивают через подвальные помещения, если они отвечают требованиям пожарной безопасности. Для учета израсходованного газа в каждой квартире есть счетчик. Для регулирования подачи газа, отключения газовой сети и отдельных ее участков и ответвлений, а также в целях прочистки сети и спуска конденсирующейся влаги существует система задвижек и пробочных кранов. Общая схема газопровода и ввод в здание приведены на рис. 124 и 125.

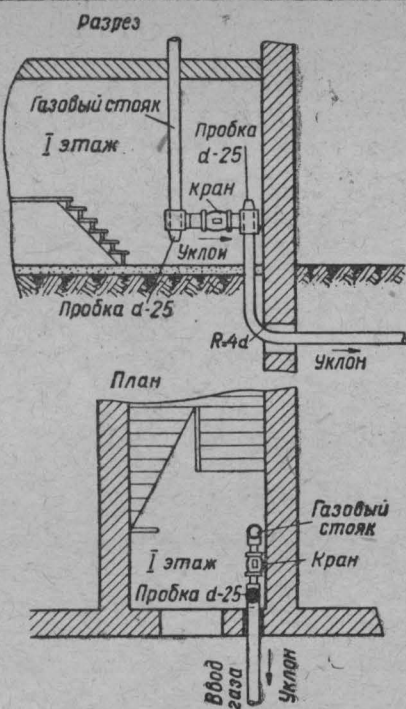


Рис. 125. Газовый ввод в здание.

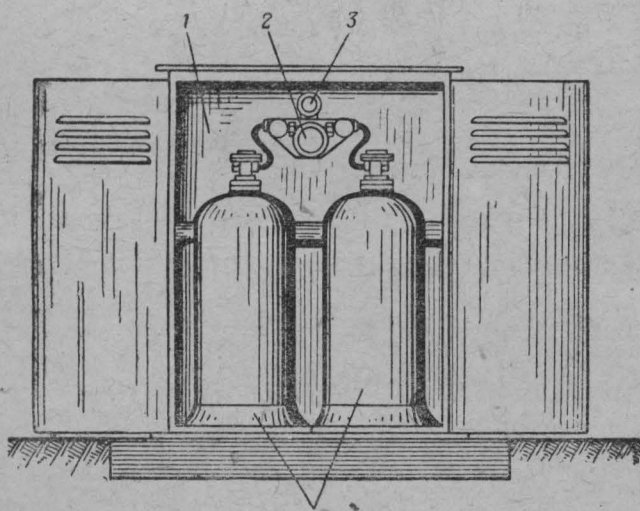


Рис. 126. Схема газобаллонной установки:
 1 — металлический шкаф; 2 — регулятор давления; 3 — манометр;
 4 — баллоны с газом.

Пригороды Москвы и других городов снабжаются новым видом топлива — сжиженным нефтяным газом, обычно называемым жидким газом. Жидкий газ имеет большую теплотворную способность (до 22 000 ккал/м³) и состоит из пропана и бутана. Транспортируется жидкий газ не по газопроводам, а в баллонах. Емкость баллонов — 23—33 кг. Этого запаса хватает обычно на 25—35 дней.

Газобаллонная установка жидкого газа состоит из двух баллонов, имеющих регулятор давления, манометр и переключающие вентили. Баллоны устанавливаются в стальном шкафу, помещаемом снаружи здания. Израсходованные баллоны меняет представитель конторы жидкого газа, которая находится на территории газового завода. Общий вид газобаллонной установки дан на рис. 126.

СХЕМА УСТРОЙСТВА БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

1. Газовые горелки

При поступлении в горелку недостаточного количества воздуха, газ сгорает неполностью, выделяя окись углерода. Если же в горелку подается больше воздуха, чем это необходимо для нормального горения газа, пламя может оторваться, погаснуть и в результате получится утечка газа. Следовательно, и в первом и во втором случаях неправильное устройство и эксплуатация горелки могут привести к образованию взрывоопасных и отравляющих смесей газа с воздухом.

Есть два типа газовых горелок:

- а) горелки внешнего смешения без предварительного смешения газа с воздухом;
- б) горелки частичного внутреннего смешения с предварительным смешением газа и воздуха.

В горелках первого типа газ поступает через горелку, а воздух, необходимый для горения, притекает к горелочным отверстиям из атмосферы. Эти горелки иногда называют атмосферными горелками.

Горелки второго типа имеют специальные устройства для предварительного смешения газа. На рис. 127 изображена горелка с предварительным смешением газа, устанавливаемая на бытовых плитах. Как видно из рисунка, она представляет собой чугунную цилиндрическую трубку с воронкой, трубка горелки имеет в нижней части окно (отверстие), через которое инжектируется

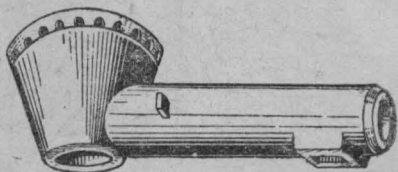


Рис. 127. Инжекционная горелка бытовой плиты с цилиндрической трубкой и воронкой.

воздух. Смешивание газа с воздухом происходит в трубке, которая называется смесительной. Из смесительной трубки газоздушная смесь поступает к выходным горелочным отверстиям во-

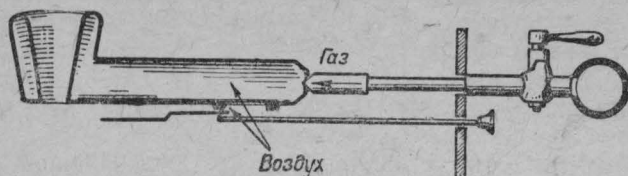


Рис. 128. Инжекционная горелка с заслонкой и кнопочным управлением.

ронки. Воронка горелки сверху закрывается круглым чугунным колпачком, имеющим отверстия, расположенные по окружности. Для регулирования подачи воздуха инжекционная горелка обо-

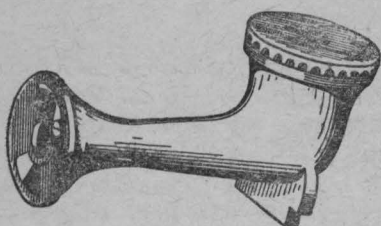


Рис. 129. Инжекционная горелка с конической смесительной трубкой и поворотным диском.

рудует заслонкой и кнопочным управлением. Схема такой горелки приведена на рис. 128. При неполном горении следует увеличить приток воздуха, отодвинув кнопки регулятора от себя. В тех случаях, когда воздуха поступает больше, чем нужно, следует уменьшить отверстие подачи воздуха, оттянув кнопки на себя.

Наиболее распространена в настоящее время горелка, изображенная на рис. 129. Она имеет форсунку, подающую газ в горелку, регулятор первичного воздуха, смесительную трубку для смешивания первичного газа и первичного воздуха и горелочный насадок для распределения пламени горящего газа. Фор-

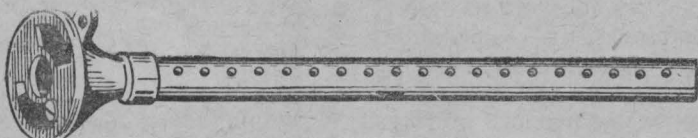


Рис. 130. Трубчатая горелка.

сунки могут быть с неизменным диаметром сопла, рассчитанным на определенную теплотворную способность газа, и регулируемые, снабженные конической иглой, помещенной против сопла форсунки. При наворачивании форсунки вправо регулировочная игла входит в ее сопло, уменьшает сечение и тем самым уменьшает струю поступающего в горелку газа. Подача воздуха

регулируется поворотным диском, находящимся в торцевой части горелки. Для сжигания газа в духовых шкафах кухонных газовых плит, топках небольших отопительных котлов, а также в печах и плитах общественных столовых, ресторанов, хлебопекарен и т. п. применяют трубчатые горелки. Трубчатые горелки представляют собой прямую или изогнутую трубу с мелкими отверстиями для выхода газа. Для регулирования подачи воздуха трубчатые горелки оборудуют поворотными дисками (рис. 130).

2. Газовые плиты

Бытовые газовые плиты бывают четырех-, трех- и двухконфорочными. Для увеличения площади плиты к ней прикрепляют две боковые полки. Газ подводят к горелкам через распределит-

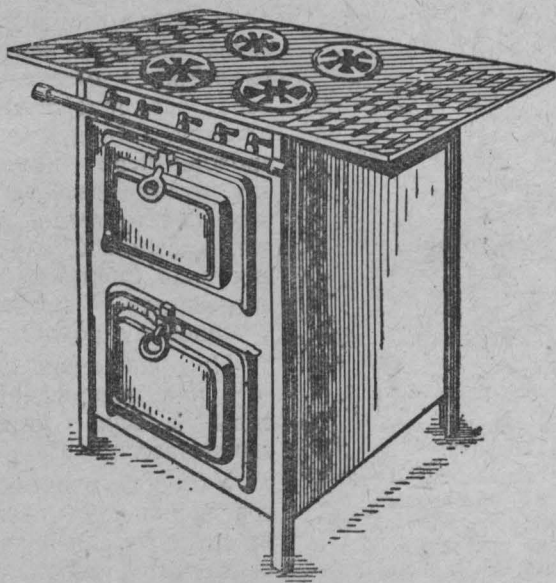


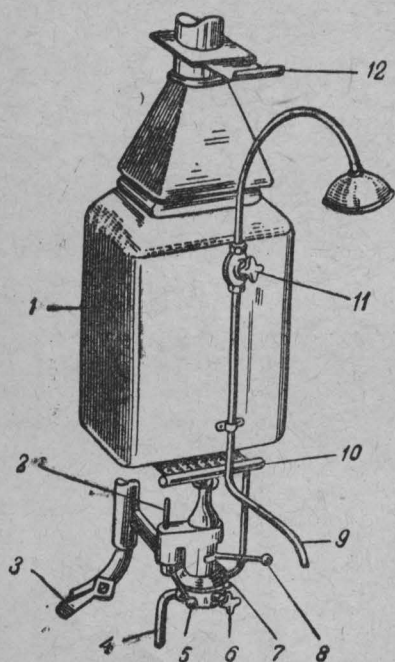
Рис. 131. Общий вид четырехконфорочной плиты.

тельную трубу-рамку, укрепленную впереди плиты. Регулируется подача газа краниками на рамке и поворотными дисками на горелке. Газовые плиты оборудуют также духовыми шкафами. В зависимости от марки плиты духовых шкафов может быть один или два. На рис. 131 приведен общий вид четырехконфорочной плиты.

3. Газовые водонагреватели

В настоящее время изготавливают водонагреватели автоматического и полуавтоматического действия.

ляющий собой камеру сгорания, колпак (тягопрерыватель), блок-кран, горелка, душевая и сливная трубки, распределительный кран. Внутри кожуха находится радиатор, представляющий собой камеру сгорания или огневую камеру из листовой меди толщиной 0,5—0,6 мм, обвитую медным змеевиком диаметром 14×12 мм, по которому протекает вода. В верхней части радиатора змеевик проходит через два ряда теплообменных пластин. Продукты сгорания, проходя через камеру сгорания, отдают свое тепло обменным пластинам, а затем уходят в дымовой канал. Холодная вода, поступая в змеевик, нагревается в нем и подается к душевому рожку или сливу.



1 — кожух; 2 — запальник; 3 — кран газопровода; 4 — водопровод; 5 — кран запальника; 6 — водяной вентиль; 7 — регулировочное устройство; 8 — газовый кран; 9 — сливная трубка; 10 — горелка; 11 — распределительный кран.

При снижении давления в сети или прекращении подачи воды колонка автоматически выключается.

У водонагревателей-автоматов водяной вентиль постоянно открыт. Газовая колонка заполняется холодной водой в момент расходования горячей воды. При прекращении расхода горячей воды автоматиче-

ски прекращается подача газа, а следовательно, водонагреватель автоматически выключается. При разборе горячей воды автоматически включается подача газа к горелке, где он и загорается от запальника. Такая схема работы водонагревателя позволяет использовать его для подачи воды в другие помещения. Включение и выключение подачи газа у водонагревателей-автоматов осуществляются с помощью термостатов. Действие термостата основано на свойстве металлов расширяться. Основная часть термостата представляет собой медную трубку. Внутри трубки заключен фарфоровый стержень. Трубку со стер-

жнем размещают в сосуде с водой (рис. 133). В головной части термостата есть камера с отверстием для прохождения газа и шкала, где указаны температуры. Перед пуском прибора головку термостата со шкалой поворачивают до совмещения указателя с цифрой желаемой температуры, открывают газовый кран и зажигают запальник.

Принцип действия термостата заключается в следующем. При повышении температуры воды выше обусловленной трубка, в которую помещен фарфоровый стержень, удлиняется. Так как

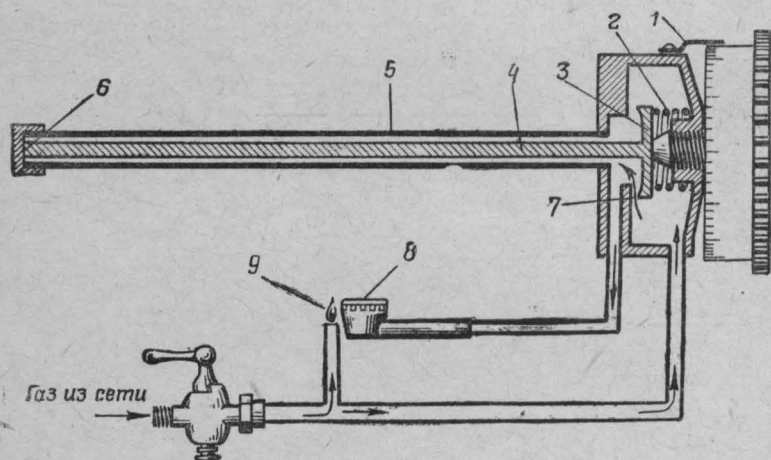


Рис. 133. Термостат:

1 — указатель; 2 — пружина; 3 — клапан; 4 — стержень; 5 — трубка; 6 — место образования зазора; 7 — проход газа; 8 — горелка; 9 — запальник.

коэффициент линейного расширения фарфора меньше чем меди, — то образуется зазор между торцом стержня и медной трубкой. Благодаря этому стержень под действием пружины отжимается влево и закрывает клапаном отверстие для прохода газа, что и вызывает прекращение горения. Запальник при этом остается в зажженном состоянии. При охлаждении воды медная трубка укорачивается и отжимает фарфоровый стержень вместе с клапаном, образуя доступ газу к горелке. Газ загорается от запальника и автомат снова начинает нагревать воду.

Кроме водонагревателей с проточной водой, есть водонагреватели с запасом воды. Водонагреватель конструкции института Мосгазпроект АГВ-80 имеет бак с постоянным запасом горячей воды 80 л, нагретой до 80°. Это также водонагреватели автоматического действия. Они могут быть использованы для горячего водоснабжения квартир и отопления.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГАЗОВОГО ОТОПЛЕНИЯ

В зданиях, где имеются газовые приборы, пожары могут возникать от образования взрывоопасных смесей. Взрывы могут сопровождаться разрушением зданий, а выделение газа вызвать отравление людей.

Особенность пожарной опасности газового отопления заключается в специфических свойствах газов. Газы легко воспламеняются и интенсивно горят; образуют в широких пределах взрывчатые смеси с воздухом; при взрыве развивают высокое давление и, следовательно, вызывают большие разрушения; при горении выделяют значительное количество тепла и развивают высокие температуры; обладают большой диффузионной способностью и легкостью проникания через ограждения зданий; вызывают коррозию, а следовательно, и потерю прочности аппаратов трубопроводов и газопроводной арматуры.

Мероприятия по пожарной безопасности приборов газового отопления должны исключать всякую возможность образования взрывоопасных газоздушных смесей в местах эксплуатации газовых сетей и приборов. Необходимо для этого технически грамотно проектировать системы газового отопления, производить монтаж газовых сетей и приборов в соответствии с проектом, придерживаться жесткого режима их эксплуатации.

Взрыву предшествует:

- 1) утечка газа;
- 2) накопление газа в количестве, достаточном для образования взрывчатой смеси с воздухом;
- 3) образование источника высокой температуры, достаточной для воспламенения газа (искры, пламя, раскаленная поверхность и др.).

Взрывы газовых смесей с воздухом происходят при определенной концентрации газа в воздухе. Для иллюстрации приводим некоторые данные о пределах взрывов наиболее употребительных газов.

Оксид углерода — 12,5—75%; генераторный — от 16 до 70%; пропано-бутановая смесь 2—9,5%, метан 5,6—14,5%; природный саратовский газ 5,5—14,8%; городской смешанный газ от 3,5 до 18%.

Температуры самовоспламенения газовых смесей колеблются в пределах от 400 до 700°.

Утечка газа из газовой сети и газовых приборов происходит вследствие нарушения их герметичности, небрежной эксплуатации и ненормальной подачи газа.

Нарушения герметичности и целостности газопроводов случаются из-за:

- 1) недоброкачественного монтажа и неудачного выбора материала;

2) неправильного выбора глубины заложения в грунте и устройства оснований под газопровод;

3) температурных напряжений в газопроводе в результате возможных колебаний температуры;

4) коррозионного действия газов и разрушения вследствие этого газопровода;

5) вибрации газопровода вследствие динамических и ударных воздействий, а также расшатывания его (иногда к газопроводу подвешивают предметы домашнего обихода и т. д.).

Нормальная подача газа потребителю нарушается когда:

1) падает давление в городской сети, вследствие аварии;

2) промерзают участки уличной магистрали, заложенные выше уровня промерзания грунта;

3) при заполнении сифонов конденсатом частично обводняется магистраль, а следовательно, сужается сечение газопровода водой (это вызывает изменение давлений в сети и пульсирование при горении). При полном обводнении отдельных участков сети образуются «пробки», и подача газа прекращается. Откачка сифонов и последующая подача газа при невыключенных газовых приборах приводят к утечке газа в помещении.

При отложениях нафталинового осадка на вводе и образовании нафталиновой пробки, а также промерзании вводов и стояков, образования в них инея или снегообразной массы уменьшается сечение газопровода, а следовательно, увеличивается давление в нем;

4) засоряются газовые горелки, счетчики и т. д.

Во всех случаях ненормальной подачи газа возможен обрыв факела у горелки. Последующая подача газа при невыключенных газовых приборах приведет к утечке газа в помещение. Факел может оборваться также от того, что опрокинется тяга и увеличится давление в сети.

Пожарно-профилактические мероприятия должны исключить возможные утечки газа, помочь своевременно их обнаруживать и изолировать тепловые источники от горючих и взрывоопасных смесей. Требования пожарной безопасности надо учитывать в процессе проектирования, монтажа и эксплуатации газового оборудования.

ВЫБОР МАТЕРИАЛА И МОНТАЖ ГАЗОПРОВОДА

Правильный выбор материала трубопроводов и их соединений, а также доброкачественный монтаж газопроводов, являются решающим условием, обеспечивающим безопасную эксплуатацию газовых сетей.

Следует иметь в виду, что взрыв в здании может произойти не только в результате утечки газа из внутридомового газопровода, но также из-за появления так называемых блуждающих газов (следствие неплотности уличных газопроводов). Непрони-

цаемость мостовых и тротуаров, ледяная корка на грунте в зимних условиях вызывают появление газов в подвалах жилых зданий и строений. Особенно ненадежны — в смысле возможных разрушений от неравномерной осадки грунта и вибраций — чугунные трубы малых диаметров. Учитывая все эти обстоятельства, газопроводы внутри зданий выполняют только из стальных труб, изготовленных из сталей соответствующих марок.

Соединение труб при монтаже газопроводов производят как на резьбе, так и сваркой. Сваривать трубы диаметром до 25 мм разрешается только на трубозаготовительных заводах или в мастерских, где есть необходимые условия, чтобы сделать это высококачественно. Газопроводы отопительных котельных, бань, прачечных и других коммунальных учреждений, имеющих давление газа выше 200 мм вод. ст., только сваривают. Исключения делают для мест установки прибора, арматуры, подсоединения к горелкам и т. п., где можно применять фланцевые или резьбовые соединения.

При сборке резьбовых соединений в качестве уплотнителей применяют льняную прядь, пропитанную суриком или белилами, приготовленными на натуральной олифе или специальной безмасляной фитинговой пасте, имеющей паспорт завода-изготовителя. Применять фланцевые соединения газопроводов в квартирах нельзя. На вводах в здания, на стояках, в помещениях котельных или в коммунально-бытовых учреждениях применять фланцевые соединения разрешается, если установлена арматура с фланцами или подведены газопроводы к приборам, имеющим фланцевые присоединения. Прокладка между фланцами выполняется из промасленного асбестового или тряпичного картона, клингерита или паранита.

Газопроводы в грунте укладывают в соответствии с требованиями технических условий на проектирование, строительство и сдачу в эксплуатацию подземных газопроводов. При этом надо учитывать: а) вредные динамические усилия, возникающие в газопроводе от движения по улицам громоздких грузовозов, тракторов, автобусов и трамвайных вагонов; б) уровень промерзания грунта и в) необходимость создания условий независимого ремонта газового трубопровода.

МОНТАЖ ГАЗОПРОВОДОВ В ЗДАНИЯХ

При прокладке газопроводов внутри здания необходимо предусмотреть: удобство его осмотра, ремонта, прочистки и отвода конденсата; исключение резких поворотов, чтобы избежать трещины в местах изгибов; возможность осадки строительных конструкций зданий и сохранения при этих условиях целостности газопровода; исключение утечек газа в малодоступные и непроветриваемые места (пустоты перекрытий и покрытий, ниши, кладовки, лифты и др.).

Расстояние вводов от стен здания и других подземных сооружений устанавливают 3 м для газопроводов низкого давления, 5 м для газопроводов среднего давления и 10 м для газопроводов высокого давления. Вводы укладывают с уклоном не менее 0,002 в сторону магистрали. Если невозможно дать уклон по всей длине ввода, допускают излом в профиле с установкой конденсационного горшка в точке сбора конденсата. Схема установки чугунного конденсационного горшка приведена на рис. 134.

Вводы, как отмечалось, следует делать отдельно для каждой лестничной клетки. Если есть удобный и доступный для осмотра и ремонта газопровода подвал, то можно ограничиться одним вводом в здании и последующей разводкой по подвалу и устройством стояков в лестничных клетках или кухнях.

Устраивать один ввод в здание через подвал допустимо, если он имеет открывающиеся окна, а высота его не менее 1,7 м. Подвалы, не имеющие оконных проемов или расположенные под дворами, могут быть использованы для прокладки газопроводов после оборудования приточно-вытяжной вентиляции.

При размещении в подвале служебных помещений: газовой, холодильников, мастерских, кладовых, овощехранилищ и т. п. часть подвала, в которой проложен газопровод, должна быть отделена несгораемой плотной стеной. Если в этой части подвала нет открывающихся окон, обеспечивающих проветривание, она должна иметь вентиляцию. Подвал не должен сообщаться с жилыми помещениями здания и с лестничными клетками.

Перекрытие подвала делают несгораемым и плотным, а места прохода газопроводов через перекрытия тщательно заделывают и штукатурят.

Если газопровод проложен в подвале, то необходимо обеспечить свободный доступ к нему в любое время суток. Ни в коем

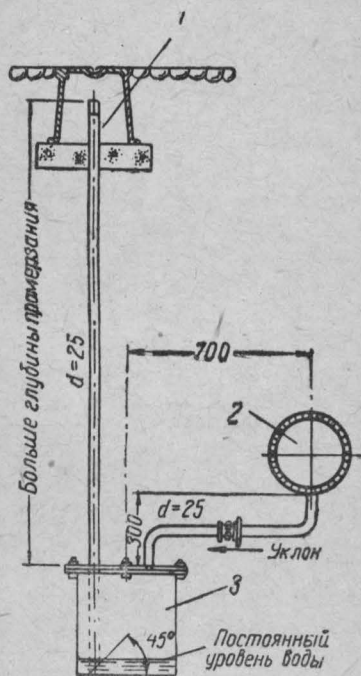


Рис. 134. Установка конденсационного горшка (сифона) на наружной сети газопровода:

1 — лючок (ковер); 2 — городская газовая сеть; 3 — конденсационный горшок.

случае нельзя загромождать его дровами или другими предметами. Электрические выключатели надо вынести наружу.

Прокладывать трубы в бороздах разрешено лишь при условии устройства легко снимающихся щитов с отверстиями для вентиляции. Повороты стального трубопровода делают с помощью фасонных частей — угольников, дуг и тройников. Гнутье труб следует ограничить до минимума, так как стальные газовые трубы с продольным швом, сваренным впритык, при гнутье дают часто незаметные трещины по шву. Эти трещины в дальнейшем являются причиной неплотности трубопровода и утечки газа. При пересечении междуэтажных перекрытий и каменных стен газопроводы укладывают в футлярах из труб большего сечения, выступающих на 5 см выше пола и на 3 см ниже потолка или над поверхностью стены.

Пространство между газопроводом и футляром заполняют битумом или просмоленной паклей и заделывают алебастром. Пространство между футляром и стеной плотно заделывают цементом или алебастром на всю толщину стены или перекрытия.

Пересекать газопроводом вентиляционный канал приходится в том случае, если невозможно пересечение в ином месте. Однако должна быть гарантия, что это не нарушит действия вентиляции. При пересечении вентиляционного канала газопровод закладывают в футляр из стальной трубы, концы которого выпускают на 2 см за пределы наружных стен канала. Пространство между футляром и трубой заполняют битумом или просмоленной паклей и заделывают алебастром.

Для регулирования подачи газа, возможности отключения газовой сети и отдельных ее участков, прочистки сети и спуска конденсирующейся влаги устанавливают задвижки и пробочные краны. Пробочные краны оборудуют на тройниках в нижних точках домовой сети для спуска конденсирующейся влаги из газа.

Задвижки оборудуют:

а) на основании стояка или на общем вводе, чтобы выключить газ во всем доме;

б) на каждом ответвлении от стояка на высоте от пола не менее 1,8 м;

в) на входящем патрубке перед каждым счетчиком, чтобы можно было выключать его при проверке или ремонте;

г) перед каждым прибором.

Перед лабораторным столом или вытяжным шкафом устанавливают общий запорный кран, отключающий подачу газа ко всем горелкам стола или шкафа. На подводке к газовой плите, тагану и ванной колонке краны располагают на высоте не более 1,5 м от пола. Задвижки должны быть легко доступны для пользования и не заделываться в штукатурку.

РАЗМЕЩЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Утечка газа в газовых приборах происходит из-за обрыва факела, негерметичности арматуры газовой сети и нарушения правил эксплуатации. Факел обрывается в результате опрокидывания тяги (обратная тяга), разрежения у горелки, нарушения регулировки подачи воздуха и временного прекращения подачи газа.

От ветра может произойти обратная тяга в каналах, и погаснуть горелка. Газ при этом будет продолжать выделяться, в результате чего в помещении может образоваться взрывоопасная смесь. И, наоборот, усиленная тяга, превышающая необходимую для преодоления гидравлических сопротивлений, может создать разрежение у горелки, обрыв факела с выделением газа в помещение или газоходы. Именно поэтому все приборы газового отопления надо снабжать прерывателем и отражателем обратной тяги. У водонагревателей тягопрерыватели устанавливаются на газоотводящей трубе.

При неправильной регулировке подачи воздуха может произойти обрыв факела и выделение газа в помещение. Избыток воздуха может создать сильное разрежение у горелки и, как следствие, обрыв факела. Недостаток воздуха приводит к неполному сгоранию газа и выделению продуктов неполного сгорания. При временном прекращении магистральной сетью подачи газа возможно затухание горелок. Последующая подача газа при невыключенных приборах приведет к обильному выделению газа в помещение.

Предупреждать утечки газа по указанным выше причинам следует постоянным техническим наблюдением за газооборудованием. В соответствии с правилами устройства и эксплуатации газового оборудования в жилых, общественных и коммунально-бытовых зданиях, осматривать всю арматуру надо не реже одного раза в месяц. Существенное значение в борьбе с утечками имеет тщательный инструктаж населения и контроль того, как выполняются требования техники безопасности.

Ввиду того, что утечки газа, хотя и в незначительных количествах, но все же возможны, следует оборудовать в помещениях вентиляцию. При установке газовых приборов нельзя нарушать требования о необходимой величине кубатуры помещения. Газовые приборы (плиты, таганы и пр.) устанавливают в кухнях, имеющих высоту не менее 2,2 м.

Для обеспечения необходимого воздухообмена делают форточку и вентиляционный канал с решеткой. Забор воздуха в этом случае предусматривают в верхней зоне. В кухнях, имеющих высоту менее 2,2 м, а также в помещениях без отдельного входа (ход через жилые комнаты), газовые приборы устанавливать запрещено.

Если в квартире нет кухни и нельзя выделить под нее отдельное помещение, допускают установку газовых плит и тага-

нов в коридорах, имеющих высоту не менее 2,2 м, освещение и вентиляционные каналы. Ширина прохода между плитой или таганом и противоположной стеной должна быть не менее 1 м.

Количество газовых плит или таганов определяют в зависимости от кубатуры помещения и числа жильцов.

На одну конфорочную горелку должно приходиться не менее 5 м³ объема помещения кухни. На семью должно приходиться не менее одной конфорки. Духовые шкафы в расчет не принимаются.

Кухонные водоподогреватели разрешено устанавливать только в кухнях, имеющих не менее 5 м³ объема сверх нормы, необходимой для установленных там плит и таганов. Газовые ванные колонки можно устанавливать в вентилируемых помещениях, имеющих объем не менее 12 м³.

Вентилируется помещение через канал, который проходит в стене. Воздух в помещение подсасывается через жалюзийную решетку, устраиваемую в нижней части двери или стены ванной комнаты, которая выходит в соседнее теплое нежилое помещение. Площадь отверстий жалюзийной решетки должна быть не менее 0,1 м². Можно установить газовую ванную колонку в помещении меньшего объема, но не ниже 9 м³, при условии устройства решетчатой фрамуги (жалюзи) площадью не менее 0,4 м² в смежное подсобное помещение с тем, чтобы общая кубатура этих помещений была не менее 12 м³. Для безопасности выхода из ванных комнат в случае аварии дверь должна открываться наружу.

Если нельзя поставить газовую ванную колонку в ванной комнате, разрешается установить ее в кухне, имеющей не менее 12 м³ (или 9 м³ при условии соблюдения указанного выше требования) избыточного объема сверх нормы, необходимой для плит и таганов.

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧКИ ГАЗА

Утечку газа на участке сети от счетчика до горелки можно обнаружить по показаниям расхода газа в счетчике. Если стрелка счетчика при горящей горелке остается неподвижной, то это значит, что счетчик неисправен. Если при закрытых кранах счетчик показывает расход газа, то это свидетельствует о том, что между прибором и счетчиком есть утечка. Газовые счетчики устанавливают в местах, легко доступных для осмотра, вентилируемых и безопасных, с точки зрения возможных толчков, сотрясений и ударов. Квартирные счетчики устанавливают на специальной полочке, прикрепленной к стене металлическими кронштейнами на высоте 1,6 м от пола. Минимальное расстояние по горизонтали от края счетчика до центра горелки плиты или тагана принимают равным 0,8 м. Обнаружить утечку газа можно, обмазав мыльным раствором подозрительные места,

главным образом мест соединений, у кранов и т. д. В местах утечки будут выдвигаться мыльные пузыри. В пределах помещения утечка газа определяется с помощью специальных приборов газосанализаторов, химическим анализом и по запаху. Искать место утечки газа с помощью спички, зажженной свечи или других тепловых источников запрещено, так как при этом способе могут остаться незаметными небольшие очаги горящего газа. Эти очаги могут послужить причиной взрыва или пожара.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОЖАРОВ ОТ НАГРЕТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Нагретыми поверхностями в условиях эксплуатации газового отопления могут явиться открытые факелы горелок плит и водонагревателей, нагретые поверхности водонагревателей и печей. Следует иметь в виду, что температура открытого газового факела, равная $1700-1800^{\circ}$, значительно превышает температуру пламени при горении обычных твердых видов топлива. Вполне понятно, что при таких источниках воспламенения возможны загорания не только от непосредственного контактирования горючих веществ с факелом, но и от излучения.

Температуры теплоотдающих поверхностей газовых отопительных приборов могут превышать температуры печных приборов, работающих на твердом топливе. Опасность возникновения пожаров от нагретых поверхностей при эксплуатации газовых отопительных приборов усугубляется еще и тем, что газовые отопительные приборы относятся к постоянно действующим. Зимой отопительный прибор включен весьма продолжительное время. Постоянное действие высоких температур может разрушить кладку печи и послужить причиной выхода продуктов горения в помещение. Были случаи пожаров в результате расплавления водонагревателей при прекращении подачи воды, загорания деревянных перегородок в результате прогрева костылей, предназначенных для подвешивания водонагревателей, а также вследствие прогрева штукатурки при неправильной установке ванных колонок непосредственно на трудносгораемых перегородках.

Пожарно-профилактические мероприятия, так же как и при печном отоплении, сводятся, главным образом, к устройству отступок и разделок. Величину отступок и разделок для плит и водонагревателей регламентируют правила устройства и эксплуатации газового оборудования в жилых, общественных и коммунально-бытовых зданиях, изданные в 1952 г. В соответствии с этими правилами расстояние между газовой плитой или таганом (считая от края верха плиты или тагана) и стеной принимается равным не менее 5 см. При установке плиты тагана у деревянной неоштукатуренной стены ее обивают кровельной сталью по листу асбеста толщиной не менее 3 мм. Обивка для плит делается от пола, а для таганов на 10 см ниже их и долж-

на выступать за габариты верха плиты или тагана не менее, чем на 10 см по ширине и не менее 80 см по высоте.

Газовые ванне колонки и кухонные водонагреватели оборудуют на несгораемых стенах. Если таких нет, то используют трудносгораемые деревянные оштукатуренные стены. В этом случае устанавливают приборы на расстоянии не менее 3 см от стены при помощи специальных скоб, укрепленных на стенах. Поверхность стены обивают кровельной сталью по листу асбеста толщиной 3 мм. Обивка должна выступать по бокам и сверху на 10 см за габарит корпуса колонки и на 10 см ниже ее горелки. Крепление при помощи забитых в стену костылей запрещено. Устанавливать газовые ванне колонки на сгораемых (деревянных неоштукатуренных) стенах нельзя. Газовые ванне колонки (и другие газовые приборы, для которых необходим отвод продуктов сгорания в дымовую трубу) присоединяются к дымоходам соединительными трубами, изготовленными из кровельной стали. Диаметр этих труб для газовых ваннных колонок принимают не менее 125 мм. Для других газовых приборов диаметр их должен быть не менее диаметра, имеющегося на приборе патрубка для отвода дымовых газов. Длину вертикального участка трубы, считая от патрубка прибора до первого поворота трубы, принимают не менее 0,5 м. Суммарная длина горизонтальных участков соединительной трубы не должна превышать 3 м. В остальном требования к прокладке труб такие же, как и для труб нетеплоемких печей.

В существующих зданиях разрешается присоединять к одному дымоходу две газовые ванне колонки или другие приборы, расположенные на одном или в разных этажах. Если приборы расположены в одном этаже, дымовые газы вводятся в дымоход на разных уровнях не ближе 50 см один от другого.

В случае ввода дымовых газов на одном уровне в дымоходе делают рассечку на высоте 50—70 см. В виде исключения, по согласованию с государственной газовой технической инспекцией, разрешается в зданиях присоединение более чем двух колонок при наличии достаточного сечения дымохода. Разрешается присоединение газовой колонки к дымоходу печи, работающей на твердом топливе при условии, если и печь и колонка находятся в одной квартире и пользоваться ими одновременно не будут.

При отсутствии дымоходов в стенах разрешено устраивать приставные дымоходы из несгораемых материалов. Возвышение дымоходов над крышей принимают такое же, как и для теплоемких печей.

Работы по устройству дымоходов и выполнению противопожарных мероприятий оформляют актами, к которым прилагают исполнительные чертежи дымоходов, где указаны их размеры и привязки. Обследование и определение прочности дымоходов для определения возможности присоединения к ним газовых ван-

ных колонок или других приборов поручают участковому технику райжилуправления, управляющему домохозяйством и трубочистному мастеру, зарегистрированному в управлении пожарной охраны. При обследовании дымоходов устанавливают: нормальность тяги, отсутствие трещин и сажи, исправность разделок и соответствие их требованиям пожарной безопасности. Результаты обследования оформляют актом. К нему прилагают схемы дымоходов, указав размеры дымоходов и привязок. Акт со схемой передают проектной организации одновременно с заданием на проектирование газоснабжения здания.

РАЗДЕЛ IV

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

ГЛАВА XVIII

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВРЕДНОСТИ И ИХ ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ

На производствах, а также в жилых зданиях, выделяются так называемые вредности, которые отрицательно влияют на самочувствие и состояние здоровья человека. Они в ряде случаев сами представляют известную пожарную опасность или способствуют увеличению пожарной опасности объекта. К числу этих вредностей относят:

- 1) избыточную теплоту, вызывающую повышение температуры помещения;
- 2) повышенную влажность воздуха;
- 3) газы и пары,
- 4) пыль.

Самочувствие человека зависит от воздействия на организм температуры, влажности, скорости движения воздуха и условий теплоотдачи организмом в окружающую среду. Загрязненность воздуха пылью, газами и парами нарушает нормальный воздухообмен в организме человека и, следовательно, отрицательно сказывается на его здоровье. В связи с этим советское законодательство для предприятий, учреждений и жилых домов строго регламентирует температуру, влажность воздуха и предельно допускаемые концентрации вредностей в нем.

Одним из средств создания нормальных параметров воздуха является вентиляция. Не случайно поэтому вентиляционная техника получила у нас в стране значительное развитие. Впервые в Советском Союзе создана стройная теория промышленной вентиляции.

Большую роль играет вентиляционная техника и как средство борьбы с пожарами. Перечисленные выше вредности не только оказывают отрицательное влияние на здоровье и самочувст-

ние человека, но и очень часто являются прямой или косвенной причиной возникновения и развития пожара.

Если имеются в воздухе пары горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, горючая пыль и горючие газы, они создают взрывоопасные и горючие смеси, которые от присутствия достаточного теплового источника могут загореться или взорваться.

Таким образом, развитие вентиляционной техники и широкое ее внедрение не только улучшают быт и санитарно-гигиенические условия трудящихся, но и в значительной степени снижают пожарную опасность объектов народного хозяйства.

Нередко вентиляционные установки рассматривают лишь как устройства санитарно-гигиенического назначения. В соответствии с этим считают, что за эффективностью их действия должны следить только органы охраны труда и санитарной инспекции. Учитывая, что недостаточно эффективная работа вентиляции увеличивает пожарную опасность, надо рассматривать вентиляционные системы, как технические противопожарные мероприятия и, следовательно, контроль за нормальным и эффективным режимом их работы — обязанность работников пожарной охраны.

МЕРЫ БОРЬБЫ С ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ВРЕДНОСТЯМИ

Сущность действия вентиляционных установок заключается в том, что они удаляют из помещения загрязненный воздух и заменяют его чистым.

Практика показывает, что борьба с выделяющимися вредностями вентилированием помещений не всегда приносит нужные результаты.

Санитарные нормы (НСП 101—51) предъявляют ряд требований по отношению к технологическому оборудованию, организации работ и транспортировке веществ, связанных с выделением вредностей. Требования эти сводятся к следующему:

а) источники значительных выделений конвекционного или лучистого тепла (оборудование, аппараты, приборы, трубопроводы и т. п.) должны иметь теплоизоляцию;

б) производственные процессы со значительными влаговыведениями надо размещать в отдельных помещениях, а оборудование, выделяющее влагу, укрывать;

в) процессы со значительным выделением пыли необходимо изолировать; оборудование или части его, являющиеся источником выделения пыли, следует укрывать и максимально герметизировать, а процессы, сопровождающиеся пылевыведением, механизировать;

г) транспорт пылящих материалов должен быть организован рационально (пневмотранспорт, гидротранспорт и т. д.);

д) при бурении, дроблении, шлифовке и т. п. процессах обработки материалов надо применять влажные методы обработки;

е) производственные процессы, сопровождающиеся выделением ядовитых и взрывоопасных газов, обязательно максимально механизировать и проводить в герметически замкнутой аппаратуре, как правило, под разрежением. Выделяющиеся из аппаратов вредные газы и пары перед выбросом в атмосферу необходимо тщательно очищать.

Перечисленные мероприятия ограничивают сферу распространения и выделения вредностей и тем самым снижают пожарную опасность объектов.

Для того чтобы вредные примеси к воздуху не представляли опасности для здоровья людей, а также, с точки зрения требований пожарной безопасности, необходимо, чтобы их концентрации (смесь вредностей с воздухом) не превышали определенных пределов. Это достигается тем, что из помещения извлекают отработанный воздух и вводят чистый, в объеме, обеспечивающем оптимальные концентрации.

ДОПУСКАЕМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНОСТЕЙ В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Допускаемые концентрации вредностей в производственных зданиях устанавливают, исходя из санитарно-гигиенических требований в зависимости от токсичности и летучести вредных для здоровья человека паров газов и пыли. Данные, приведенные в табл. 32, дают представление о предельных концентрациях, допускаемых по санитарным и противопожарным требованиям. Для обеспечения пожарной безопасности концентрации взрывоопасных паров, газов и пыли должны находиться ниже нижнего предела взрыва.

Таблица 32

Наименование ядовитых и взрывоопасных газов, паров и пылей	Предельно допустимые концентрации в мг/л	Нижний предел взрыва в мг/л
Аммиак	0,02	112,0
Анилин	0,005	61,0
Ацетон	0,20	38,6
Бензол	0,10	42,0
Бензин, керосин	0,30	60,0
Оксид углерода	0,02	145,0
Сероводород	0,01	61,0
Сероводород	0,01	31,5
Скипидар	0,30	41,3
Метиловый спирт	0,05	46,5
Этиловый спирт	1,00	50,0
Бутиловый спирт	0,2	53,0

Как видно из табл. 32, концентрация паро- и газовоздушных смесей, допускаемых нормами, значительно ниже концентраций, характеризующих нижний предел взрыва. То же самое следует отметить и в смысле концентрации пылевоздушных смесей, которые по санитарным нормам значительно ниже взрывоопасных.

Таким образом, правильно запроектированная и эффективно работающая вентиляционная установка должна исключать возможность образования пыле-, паро- газовоздушных концентраций, опасных в пожарном отношении. Следует все же иметь в виду, что вентиляционные устройства не всегда создают допустимые концентрации. Это объясняется тем, что приведенные нормы концентрации паров, газов и пыли обязательны лишь для рабочих мест. Следовательно, в ряде случаев, даже при наличии вентиляции, не исключается возможность образования местных взрывоопасных концентраций в производственных помещениях.

ВИДЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

В зависимости от способа воздухообмена помещений различают естественную вентиляцию (аэрация) и механическую.

При естественной вентиляции поступление и отвод воздуха из помещений происходят вследствие разности давлений внутри и снаружи здания, возникающей из-за разных температур внутреннего и наружного воздуха и различия его объемных весов. Разность давлений может быть также создана действием ветра.

При механической вентиляции подача воздуха в помещение и отвод его осуществляются вентилятором, приводимым в движение электродвигателем.

Вентиляция бывает общеобменной и местной. Общеобменную вентиляцию применяют тогда, когда вредности распространяются по всему помещению. В тех же случаях, когда вредности выделяются определенными агрегатами и их удается улавливать вентиляционными установками, устраивают местную вентиляцию.

Местную вентиляцию применяют также в целях локальной подачи чистого воздуха на рабочие места.

Вентиляционная установка состоит, обычно, из одного вентилятора, воздуховодов и других устройств, которые приводят воздух в движение. Совокупность вентиляционных установок называется вентиляционной системой. Вентиляционные установки подразделяются на приточные и вытяжные. Приточные вентиляционные установки нагнетают воздух в помещение, а вытяжные — удаляют загрязненный воздух наружу. Вентиляционная система, предназначенная для подачи и удаления воздуха, называется приточно-вытяжной.

1. Естественная вентиляция

Регулирование подачи воздуха при естественной вентиляции происходит через проемы в здании, сечение которых определяют расчетом. Имея в виду возможность изменения температур как наружного так и внутреннего воздуха, подачу его регулируют соответствующим открыванием и закрыванием проемов или фрамуг в окнах и фонарях. В тех случаях, когда на крыше здания нет фонарей для вытяжки воздуха, на вытяжных шахтах устанавливают дефлекторы. Работа дефлектора основана на использовании понижен-

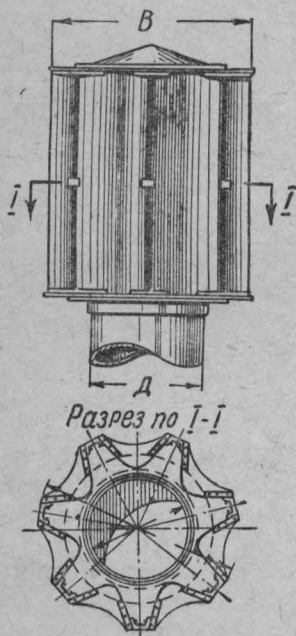


Рис. 135. Звездообразный дефлектор.

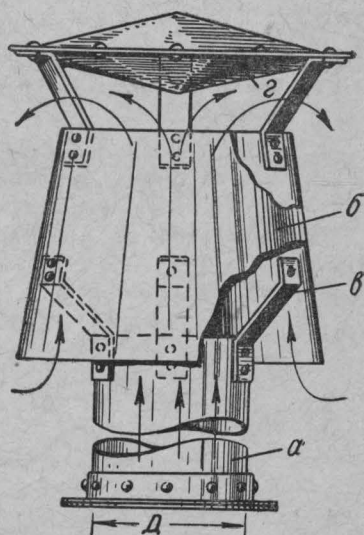


Рис. 136. Схема устройства дефлектора Григоровича.

ного давления, создающегося при обтекании тел ветром. Например, если поместить в воздушный поток цилиндр, то только на одной шестой части его поверхности создается повышенное давление, вся же остальная его поверхность находится под разрежением.

Простейшим дефлектором является обыкновенная труба. Однако она не используется для удаления воздуха из помещения в силу того, что при определенном направлении движения ветра возможно опрокидывание тяги. Кроме того, через отверстие трубы в помещение могут попасть атмосферные осадки. Для защиты от атмосферных осадков и эффективности тяги конец трубы оборудуют специальными насадками—дефлекторами. На рис. 135 приведена схема устройства звездообразного дефлектора. Он

имеет семь узких вертикальных щелей, расположенных на цилиндрической поверхности, с диаметром окружности основания, равном 1,8 диаметра трубы, на которую насажен дефлектор. При любом направлении ветра пять или шесть щелей находятся в зоне разрежения и лишь одна или две щели — в зоне давления и могут работать на приток в дефлектор. При этом сопротивление для входа воздуха больше, чем для его выхода из дефлектора.

Схема устройства дефлектора Григоровича приведена на рис. 136. Как видно из рисунка, дефлектор представляет собой насадок в виде усеченного конуса *б*, насаженного на трубу *а* и закрепленного на ней лапками *в*. Нижний диаметр насадки равен $2D$, а верхний — $1,5D$. От попадания атмосферных осадков насадок защищен в верхней части колпаком в виде обратного конуса.

2. Механическая вентиляция

Нагнетаемый в помещение воздух, в зависимости от санитарно-гигиенических или производственных требований, может быть подвергнут предварительной обработке. Она заключается в очистке воздуха, подогреве или охлаждении, увлажнении или осушке. Обычно все устройства, в которых происходит предварительная обработка воздуха, размещают в одном помещении, называемом приточной камерой. После предварительной обработки воздух нагнетают вентилятором по воздуховодам в рабочую зону помещения или к рабочим местам, в зависимости от выбранной схемы вентиляции. Загрязненный воздух отсасывается через приемники и воздуховоды и выбрасывается наружу.

В тех случаях, когда удаляемый из помещения воздух сильно запылен или имеет значительные примеси ядовитых газов, его подвергают предварительной очистке. При вытяжной вентиляции, так же как и при приточной, вентиляторы и приборы, связанные с обработкой воздуха, размещают в одном помещении, называемом вытяжной камерой. Иногда, если это оправдывается экономическими и санитарно-гигиеническими соображениями и не противоречит противопожарным требованиям, часть выбрасываемого воздуха подмешивают к свежему и снова возвращают его в помещение. Такую систему вентиляции называют рециркуляционной. На рис. 137 приведена схема устройства приточно-вытяжной вентиляции. Приточный воздух засасывается вентилятором через воздухозаборную шахту *1*, в которой имеются отверстия, закрытые сеткой или жалюзи, и подводится для нагревания к калориферам *2*. После калориферов нагретый воздух нагнетается вентилятором *3* в воздуховоды *4* и по ответвлениям *5* выпускается в рабочую зону через насадки *6*. Вытяжка воздуха осуществляется непосредственно от рабочих мест (местная вытяжка) и вентилятором нагнетается в циклон, где воздух механически отделяется от пыли. Таким образом, рас-

смотренная система вентиляции может быть названа приточно-вытяжной с местной вытяжкой и подачей приточного воздуха в рабочую зону.

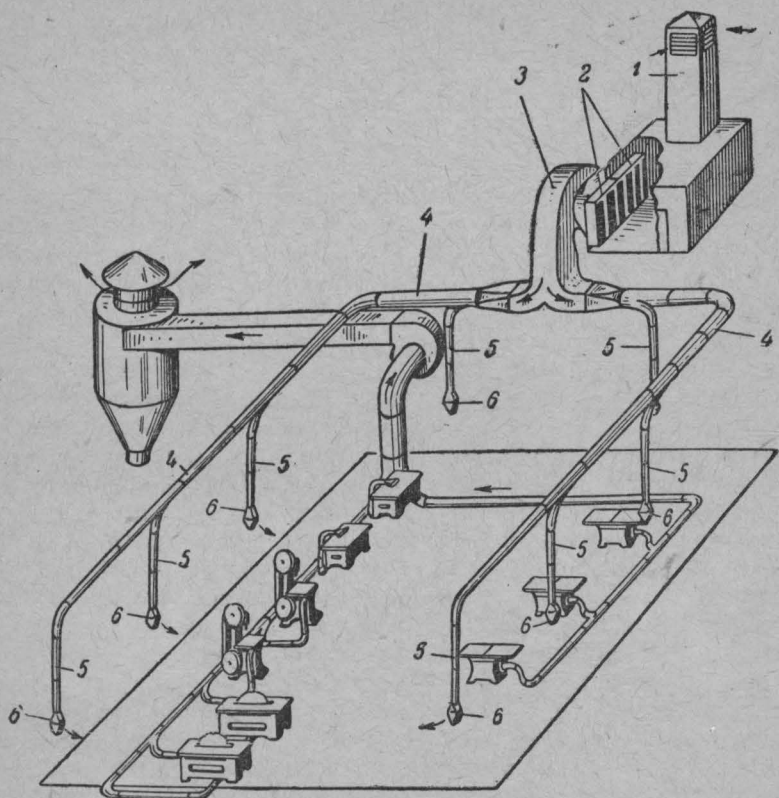


Рис. 137. Схема механической приточно-вытяжной вентиляции.

3. Местная вентиляция

Когда удается улавливать вредности непосредственно в местах выделения, устраивают местную вентиляцию. Этим самым ограничивается возможность распространения пыли, газов и паров по всему помещению. В этом случае вредности выделяются в укрытие (представляющие собой шкафы, зонты, бортовые отсосы, кожухи и т. п.) и отсюда по общей схеме вентилятором выбрасываются наружу. Если это необходимо, удаляемый в атмосферу воздух очищают.

В последнее время применяют не только местную вытяжную вентиляцию, но и приточную. При местной приточной вентиляции создается у рабочего места сосредоточенный приток воздуха значительной скорости, так называемый воздушный душ.

Воздушные души образуют у рабочего места чистый воздух и обеспечивают оптимальные температуры, в то время как вне рабочего места могут быть допущены более высокие температуры, а также концентрации паров и газов, превышающие установленные санитарно-гигиеническими требованиями для общеобменной вентиляции¹.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

Пожарная опасность вентиляционных установок, удаляющих из помещений смеси паров, газов или пылей горючих веществ с воздухом, обуславливается возможностью образования взрывоопасных концентраций. Возникновение этих концентраций наиболее вероятно в вытяжных установках, удаляющих производственные вредности у мест их выделения. При общеобменной вентиляции наиболее вероятно образование взрывоопасных концентраций в воздуховодах и других частях вентиляционной установки во время аварий на производстве. В отдельных аппаратах (фильтрах, циклонах) вентиляционных установок, перемещающих воздух, загрязненный горячей пылью, могут скапливаться значительные количества горючих веществ.

Кроме того, отдельные элементы вентиляционных систем могут выполняться из сгораемых материалов (воздуховоды, вентиляционные камеры). Следовательно, в некоторых вытяжных вентиляционных установках возможно образование взрывоопасных или горючих смесей. Наряду с этим, при определенных условиях, в вентиляционных установках могут возникнуть тепловые источники, достаточные для воспламенения указанных горючих веществ или взрывоопасных смесей. Такими источниками являются:

- 1) искры и загорания в производственном оборудовании или помещениях, непосредственно связанных с воздуховодами;
- 2) паропроводы, проходящие через вентиляционные каналы;
- 3) электродвигатели, установленные в вентиляционных камерах;
- 4) искры, возникающие при ударе лопастей ротора вентилятора о кожух в случае их поломки;
- 5) смесь различных химических веществ, удаляемых вентиляцией, взаимодействие которых сопровождается повышением температуры;
- 6) самовозгорание пылей, перемещаемых вентиляцией;
- 7) дымовые продукты, удаляемые по вентиляционным каналам;
- 8) статическое электричество.

Следовательно, вентиляционные установки, при определенных условиях, могут явиться причиной возникновения пожара, кото-

¹ М. И. Киссин. Отопление и вентиляция, ч. II. Стройиздат, 1947.

рый в силу конструктивных особенностей устройства вентиляционных систем может быстро распространяться. Кроме того, воздуховоды всех вентиляционных установок, обслуживающих несколько помещений, являются путями для распространения пожара, возникшего в одном из этих помещений. Следует также отметить, что воздуховоды приточной вентиляции, в такой же мере как и воздуховоды вытяжной вентиляции, могут явиться путем для распространения продуктов горения в помещения, объединяемые общей вентиляционной установкой. Это объясняется тем, что при пожаре в помещении могут возникать давления, достаточные для преодоления напора, создаваемого вентилятором у выпусков приточных воздуховодов. Кроме того, в момент пожара установка может не работать или быть отключенной вследствие повреждения огнем силовой электропроводки.

Пожарная безопасность вентиляционных установок может быть обеспечена исключением условий образования взрывоопасных смесей, уменьшением возможности скопления горючих веществ, исключением возможности возникновения тепловых источников, предупреждением возможности распространения пожара по вентиляционным воздуховодам.

ГЛАВА XIX

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЕНТИЛЯЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

При нормальной работе вентиляционных установок концентрации в воздухе паров, газов и пыли не должны превышать предельно допустимые по санитарным нормам. Эти предельно допустимые концентрации, как правило, ниже нижнего предела взрыва и, следовательно, не представляют опасности, с точки зрения возможного возникновения взрыва и пожара. В тех случаях, когда вентиляция работает не эффективно, т. е. не удаляет определенное количество вредностей из помещений, создаются неблагоприятные условия, с точки зрения санитарно-гигиенической и противопожарной.

Неэффективная работа вентиляционных установок может явиться результатом ошибок, допущенных в процессе проектирования и монтажа, а также нарушения режима эксплуатации.

В процессе проектирования весьма существенное значение приобретают вопросы выбора систем вентиляции, правильного определения воздухообмена, выбора мест забора и притока воздуха, расположения воздухозаборных и воздуховыкидных шахт, правильного подбора производительности вентилятора и других агрегатов вентиляционной установки, а также правильного рас-

чета воздухопроводов. Ошибки, допущенные при решении этих принципиальных вопросов в стадии проектирования вентиляционных систем и обнаруженные в процессе эксплуатации, трудно устранимы.

Бывает, что взамен местной вытяжной вентиляции функционирует общеобменная. В условиях пыльных производств общеобменная вентиляция малоэффективна и, естественно, не может выполнить своего назначения. Следовательно, была допущена ошибка при выборе системы вентиляции в процессе проектирования. Исправление этой ошибки требует реконструкции вентиляционной системы и капитальных затрат. Иногда вредности удаляются бортовыми отсосами, но и они подчас оказываются неэффективными из-за неправильного выбора исходных данных.

Случается, что система вентиляции запроектирована правильно, а производительность вентиляторов не соответствует требуемому воздухообмену. В ряде случаев неправильный выбор места забора воздуха по высоте помещения, неправильное определение фактического количества выделяющихся вредностей приводят к тому, что концентрации в помещении не только превышают предельно допустимые по санитарным нормам, но находятся в пределах взрыва.

Все это говорит о том, что стадия проектирования является исключительно ответственным этапом, обеспечивающим пожарную безопасность объекта в целом и вентиляционной установки, в частности. Правильное проектирование вентиляционных систем требует творческой работы коллектива специалистов санитарной техники, технологов, пожарных работников и работников охраны труда.

Не менее существенны, с точки зрения эффективности работы вентиляции, ее монтаж и эксплуатация. Монтаж должен производиться в соответствии с проектом. Отступления от проекта допустимы лишь после согласования их с проектной организацией.

Система вентиляции требует тщательного ухода. Нарушение режима работы снижает эффективность ее действия. Так, например, если воздухопроводы вентиляционной системы регулярно не очищать, то они засорятся, а следовательно, уменьшится их сечение. И, как следствие этого, увеличится пожарная опасность системы. Нарушение герметичности нарушает режим работы, а следовательно, и эффективность действия вентиляции.

Ни одна вентиляционная установка не может считаться эффективной, если в процессе проектирования, монтажа и эксплуатации не соблюдают требования пожарной безопасности. Следует отметить, что в отдельных случаях трудно провести резкую грань между требованиями пожарной безопасности и санитарно-гигиеническими. Это объясняется тем, что и те и другие преследуют одни и те же цели: обеспечение бесперебойной и эффективной работы вентиляции.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ВОЗДУХОПРИЕМНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ ШАХТ

Приток воздуха для приточной вентиляции возможен через отверстия в окнах, стенах и специальные воздухозаборные шахты или каналы в стенах зданий. На рис. 138 показана схема устройства воздухозабора через канал, проделанный в стене, а на рис. 139— при помощи специальной шахты. Как видно на рисунке, воздухоприемное отверстие имеет жалюзийную решетку, предохраняющую от попадания в приточную камеру случайных

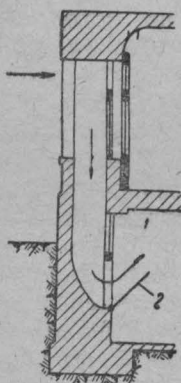


Рис. 138. Забор воздуха через канал в стене:
1 — приточная камера; 2 — откидной утепленный клапан.

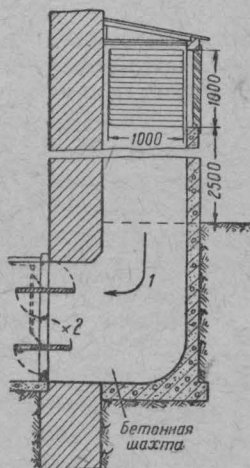


Рис. 139. Забор воздуха через специальную шахту:
1 — бетонная шахта; 2 — регулировочные клапаны.

предметов (бумаги, отбросов и пр.) и от атмосферных осадков. Шахты оборудуют клапанами для регулирования подачи воздуха. Место забора воздуха может быть устроено на уровне каждого этажа, а также на чердаке с выводом шахты выше конька крыши.

Представляет интерес вопрос о расположении воздухозаборных и вытяжных шахт. Совершенно очевидно, что если эти шахты находятся близко друг от друга, выбрасываемый загрязненный воздух может по воздухозаборной шахте снова попадать в помещение, что нежелательно. По этому поводу существуют различные точки зрения. Считалось общепринятым, что расстояние по горизонтали между заборной и вытяжными шахтами должно быть не менее 10 м, а возвышение их над коньком крыши — не менее 1 м. Так, В. В. Кучерук считает, что эти мероприятия не гарантируют сохранения чистоты приточного воздуха, в особенности при неудачном направлении ветра. На основании этих соображений он рекомендует вертикальный разрыв

между воздухозаборным и вытяжным отверстиями величиной в 5—8 м. При этом соблюдение горизонтального разрыва не считают обязательным¹.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Весьма распространено мнение среди некоторых специалистов о том, что вытяжные отверстия вентиляции следует располагать на уровне наибольшей концентрации паров и газов. Места наибольшей концентрации паров и газов устанавливают, учитывая их удельный вес. Эта точка зрения может считаться правильной для закрытых складских помещений, где нет потоков воздуха и нагретых поверхностей. Газы и пары с удельным весом, меньшим чем у воздуха, естественно поднимаются вверх, где их концентрация и будет наибольшей. В случае же, когда газы и пары тяжелее воздуха, они стремятся опуститься вниз. Однако этому препятствуют нагретые поверхности и конвекционные воздушные потоки. Таким образом, можно утверждать, что в цехах с мощными источниками тепловыделений наибольшие концентрации паров и газов будут в верхних уровнях и, следовательно, отсос воздуха необходимо устраивать из верхней зоны. В тех же случаях, когда распределение концентраций определить невозможно, место отсоса воздуха для общеобменной вентиляции должно устанавливаться экспериментально отбором проб. В значительной мере распределение концентраций в помещении зависит от организации движения приточного воздуха. При определенных условиях — выборе скорости движения приточного воздуха, кратности обмена и места его подачи — удается создавать одинаковые концентрации во всем объеме помещения. Однако такое сочетание приточной и вытяжной вентиляции в целях равномерного распределения концентрации — задача трудно выполнимая.

При выборе места отсоса надо руководствоваться следующим:

- а) в закрытых помещениях складского характера при отсутствии нагретых поверхностей отсос можно устраивать, учитывая удельный вес паров и газов. Для паров и газов с удельным весом, большим чем у воздуха, отсос устраивают в нижних зонах, а для паров с удельным весом, меньшим чем у воздуха, — в верхних зонах;
- б) при наличии в производственных помещениях источников со значительными тепловыделениями, независимо от удельного веса паров и газов, отсос следует устраивать в верхних зонах;
- в) в помещениях, не имеющих значительных источников теп-

¹ В. В. Кочерук. Вентиляция промышленных предприятий. Стройиздат, 1948.

ловыделения, отсос целесообразней располагать ближе к зоне выделения вредных паров и газов.

Следует отметить, что в запыленных помещениях общеобменную вентиляцию вообще не рекомендуется устраивать. Создаваемые общеобменной вентиляцией потоки воздуха мешают оседанию пыли и способствуют возможному образованию взрывоопасных пылевоздушных смесей, не оказывая существенного влияния на уменьшение запыленности.

В пыльных помещениях, как правило, следует устраивать местные отсосы.

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ВЕНТИЛЯТОРАМ

Вентиляторы служат для перемещения воздуха по воздуховодам. По принципу работы и конструкции они делятся на центробежные и осевые. В зависимости от развиваемого давления вентиляторы могут быть: низкого давления до 100 кг/м^2 , среднего — до 200 кг/м^2 и высокого давления до 1000 кг/м^2 .

В вентиляционной технике чаще применяют вентиляторы низкого давления и реже среднего. Это объясняется тем, что сопротивления в воздуховодах обычно не превышают $60\text{--}80 \text{ кг/м}^2$. Центробежный вентилятор (рис. 140) имеет рабочее колесо, снабженное лопастями. Это колесо заключено в спиральный сталь-

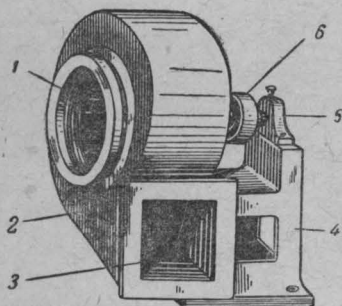


Рис. 140. Центробежный вентилятор:

- 1 — входное отверстие; 2 — спиральный кожух; 3 — выходное отверстие; 4 — станина; 5 — подшипник; 6 — шкив.

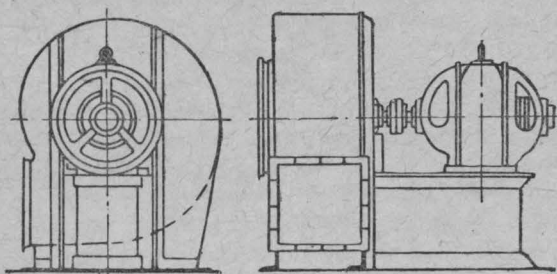


Рис. 141. Соединение вентилятора с электродвигателем.

ной кожух, который служит для отвода воздуха в нужном направлении. Колесо вентилятора насаживают на вал, который укреплен в подшипниках. Подшипники, в свою очередь, закреплены в станине. Вал может вращаться от привода электродви-

гателя с помощью ременной передачи (для этой цели на валу колеса насажен шкив) или от непосредственного соединения с валом электродвигателя при помощи жесткой муфты (рис. 141). При вращении колеса вентилятора между лопастями устанавливается более низкое давление, чем атмосферное, благодаря чему воздух начинает поступать к оси вентилятора. В пространстве между лопастями воздух сжимается и благодаря центробежной силе, возникающей при вращении, отбрасывается к их наружной поверхности, собирается в кожухе и выбрасывается через выходное отверстие в воздуховод.

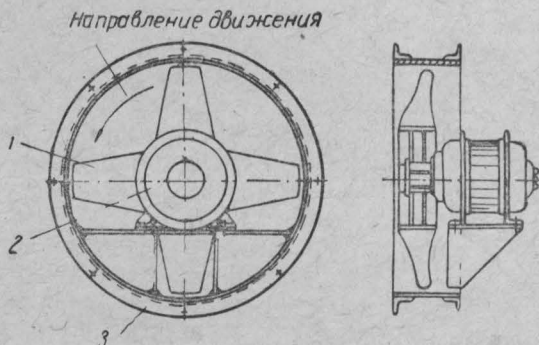


Рис. 142. Осевой вентилятор:
1 — лопасти; 2 — втулка; 3 — обод.

Осевые вентиляторы состоят из колеса или втулки (рис. 142) с насаженными на нем под углом относительно оси лопастями, обода и обечайки. К ободу крепится подшипник вала. Осевой вентилятор, так же как и центробежный, может вращаться с помощью ременной передачи или непосредственно двигателя.

Как вентиляторы, так и двигатели при неправильном их выборе, монтаже и эксплуатации могут вызвать искры, явиться косвенной причиной пожара.

Так, например, если производительность вентилятора выбрана неправильно (занижена), то это может уменьшить скорость движения в воздуховодах, а следовательно, способствовать откладыванию пыли, если она транспортируется. Отложение угольной пыли, как известно, чревато появлением самовозгорающихся очагов. Кроме того, при неправильном выборе производительности вентилятора, не все вредности будут удаляться из помещения.

Такой же результат может быть получен при неправильном монтаже центробежных вентиляторов. Как известно, вентиляторы бывают правого и левого вращения. Если лопастное колесо вентилятора правого вращения по ошибке поставить в кожух вентилятора левого вращения, то колесо будет работать лопатками, загнутыми не вперед, а назад. При этом коэффициент полезного действия вентилятора уменьшается примерно в два ра-

за. В результате может образоваться взрывоопасная концентрация внутри самого помещения. Известно также, что давление вентилятора находится в прямой зависимости от числа оборотов лопастного колеса. Увеличивая число оборотов, можно увеличить производительность вентилятора. Однако следует иметь в виду, что если вентилятор не рассчитан на такую производительность, то может поломаться колесо. Удар поломанных частей об кожух может вызвать искру и при транспортировке горючих паров, газов или пыли загорания их. Аналогичное явление произойдет, если обычный центробежный вентилятор использовать для удаления пыли и отбросов деревообделочного производ-

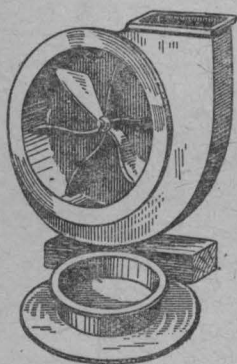


Рис. 143. Центробежный пылевой вентилятор типа ЦАГИ.

ва (стружки, опилки и т. д.). Узкие проходы между лопатками колеса центробежного вентилятора (число лопаток колеблется от 32 до 64) легко засорятся, а удары крупных отдельных частиц перемещаемого материала повредят лопатки вентилятора. Случайно попавшие металлические предметы в вентилятор также могут высечь искру.

В процессе проектирования необходимо правильно выбрать производительность и тип вентилятора (учитывая транспортируемый материал), а также материал лопастей и кожуха в случае, если искрообразование представляет пожарную опасность. В частности, для транспортирования пыли рекомендуют применять центробежный пылевой вентилятор

ЦАГИ (рис. 143), специально приспособленный для перемещения воздуха, содержащего примеси пыли, раздробленных или волокнистых материалов.

В случае транспортирования паров летучих растворителей (пульверизационные камеры), угольной и другой взрывоопасной пыли колесо вентилятора должно быть выполнено из цветного металла (медь, латунь, алюминий и др.). Электродвигатели вытяжных вентиляционных систем, обслуживающие взрывоопасные производства и установленные в вентиляционной камере, должны быть во взрывозащищенном исполнении. Электродвигатель обычного типа выносится в обособленное от вентилятора помещение. Отверстие, через которое проходит вал от двигателя к вентилятору, надо герметизировать. В этом случае рекомендуют сальниковую заделку отверстия. Вентилятор, электродвигатель, подшипники необходимо содержать в чистоте. Размещать их надо в местах, легко доступных для осмотра, наблюдения и обслуживания.

Когда процесс удаления из помещения паров или газов представляет особую опасность в смысле возможности возникнове-

ния пожара или взрыва, следует исключить присоединение вытяжной сети непосредственно к вентилятору. Газовоздушная смесь может перемещаться эжектором, который безопасен в пожарном отношении. Если в воздуховоде с отсасываемой смесью разместить трубу с насадком и через нее подавать воздух со значительной скоростью, то он будет увлекать, благодаря разряжению, газовоздушную смесь. Воздух может подаваться в эжектор вентилятором, установленным вне помещения. Газовоздушную смесь транспортируют мимо вентилятора, чем исключают возможность появления тепловых источников. Схема действия эжекционной установки приведена на рис. 144.

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ОЧИСТНЫМ УСТРОЙСТВАМ

Воздух может подвергаться очистке при поступлении в помещение, а также перед выбросом наружу. В первом случае его очищают от примесей для повышения качества, во втором — для того чтобы не загрязнять атмосферу и улавливать ценные продукты (мучная пыль, сахарная и т. п.).

Очистка приточного воздуха не представляет пожарной опасности, поэтому здесь и не рассматривается. По аналогичной причине опускаются вопросы осушки и увлажнения воздуха.

Чаще всего вытяжной воздух очищают от пыли. Очистка основана на использовании силы тяжести частиц, центробежной силы, застревания частиц в пористой массе и прилипания их к смоченным стенкам. К числу пылеотделителей, работающих на использовании инерционных сил и силы тяжести, относят циклоны, пылеосадочные камеры и инерционные пылеотделители.

1. Пылеосадочные камеры, циклоны, инерционные пылеотделители

Пылеосадочные камеры — это помещения, куда нагнетают пыльный воздух для очистки. Подобные камеры встречаются на текстильных предприятиях.

Воздух с примесью пыли, попадая из воздуховода в пылеосадочную камеру, вследствие увеличения сечения, теряет скорость, благодаря чему осаждаются крупные частицы размером

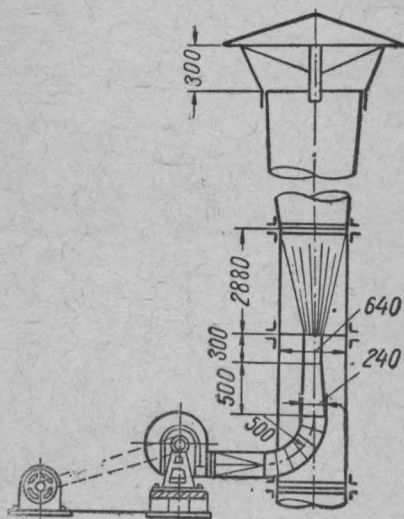


Рис. 144. Эжекционная установка.

более 50—100 микрон. Более мелкие частицы уносятся с воздухом через вытяжную шахту наружу. Опыт показывает, что при такой очистке территория завода и крыши зданий все же засоряются осевшей пылью. Пылеосадочные камеры представляют известную пожарную опасность, так как содержат значительное количество пыли горючих веществ. Пылеосадочная камера должна выполняться из несгораемых материалов и изолироваться глухими несгораемыми ограждениями, для того чтобы огонь в случае пожара не мог перенестись в смежные помеще-

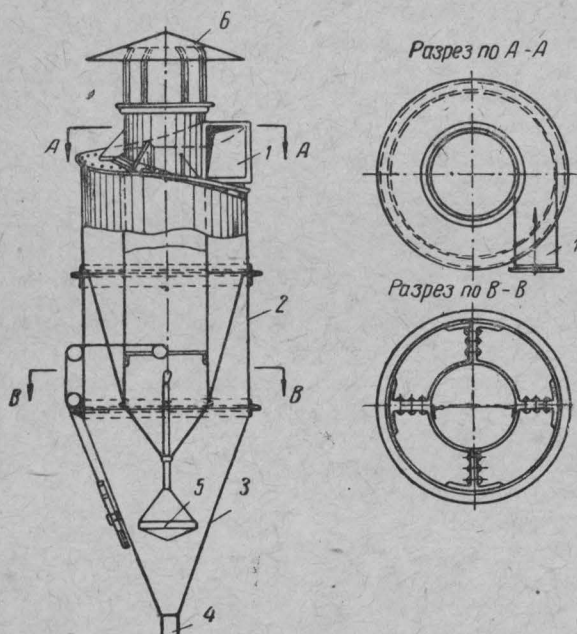


Рис. 145. Центробежный циклон.

ния. Ввод пыльного воздуха в пылеосадочную камеру заканчивается соответствующим огнезадерживающим устройством. В целях уменьшения количества пыли в пылеосадочных камерах (размеры которых могут быть весьма велики¹), следует периодически очищать их. Вытяжная шахта выполняется из несгораемых материалов, а высота ее должна удовлетворять требованиям, изложенным выше.

Более простым по устройству и удобным в обслуживании является пылеотделитель — циклон. Он предназначен для очистки крупных частиц (90 микрон и более) в воздухе со значительным пылесодержанием. Циклоны применяют в деревообделочных цехах для удаления древесных опилок, пыли стружек, в

¹ По некоторым литературным источникам объем пылеосадочной камеры составляет 30—50 м³ на один вентилятор (для текстильных фабрик).

пылеприготовительных установках и др. Схема устройства циклона приведена на рис. 145. Воздух, содержащий твердые частицы, поступает в цилиндрическую часть циклона 2 по патрубку 1 и по спирали опускается в коническую часть 3, из которой через отвод 4 пыль осыпается в пылесборник. Движение пыли и осаждение ее происходят под действием развивающейся от вращения центробежной силы. Благодаря этому пылинки отлетают к стенкам и, достигнув их, задерживаются и скатываются вниз. Воздух, содержащий относительно незначительные примеси пыли, выходит наружу через внутреннюю трубу.

Во многих случаях древесные отходы из циклона используют для сжигания в топках котельных. Древесные отходы часто подают непосредственно в топку котла, это следует запрещать во избежание проскока пламени в циклон. Наиболее часто возможны местные взрывы при выгрузке циклонов. Дело в том, что нижняя конусная часть циклона находится под разрежением и, при открытии нижнего отверстия, атмосферным воздухом выбрасывает пыль через отводящую трубу. Это весьма опасно при выгрузке самовозгорающейся пыли, так как наличие тлеющих очагов и ее взрывление могут привести к взрыву. В ряде конструкций циклонов, в частности Ленинградского института охраны труда (ЛИОТ), предусматривается обратный конус 5 (см. рис. 145), предохраняющий выброс пыли через отводящую трубу. При отсутствии такого устройства выгрузка циклона должна быть герметизирована. Кроме того, во время очистки циклон надо выключать. В циклонах для отделения льняной пыли в целях ее уплотнения устраивают орошение.

В связи с возможностью пожаров и взрывов в циклонах, устанавливать их в производственных зданиях запрещено. В последнее время для грубой и средней очистки применяют так называемый инерционный пылеотделитель, испытания которого дали неплохие результаты. Его используют для пылеотделения негигроскопичной нелипкой и неволокнистой пыли. Применительно к горючим и взрывоопасным пылям инерционными пылеотделителями улавливают табачную, мучную, сахарную, угольную и другие пыли. Принципиальная схема устройства инерционного пылеотделителя дана на рис. 146.

Как видно из рисунка, инерционный пылеотделитель, имеющий форму усеченного конуса, состоит из ряда конусообразных колец, насаженных друг на друга и сваренных в отдельных местах таким образом, что между ними остаются кольцевые щели.

Конусообразные кольца для жесткости крепят к ребрам, которые, в свою очередь, прикрепляются к фланцам пылеотделителя. Угол конусности каждого кольца 60° , угол конусности аппарата в собранном виде 14° . Схема действия аппарата заключается в следующем.

Воздух от вентилятора со скоростью 25—30 м/сек, попадая в

пылеотделитель 2 (рис. 147), должен изменять свое направление на 150° и выйти в кожух пылеотделителя, увлекая за собой

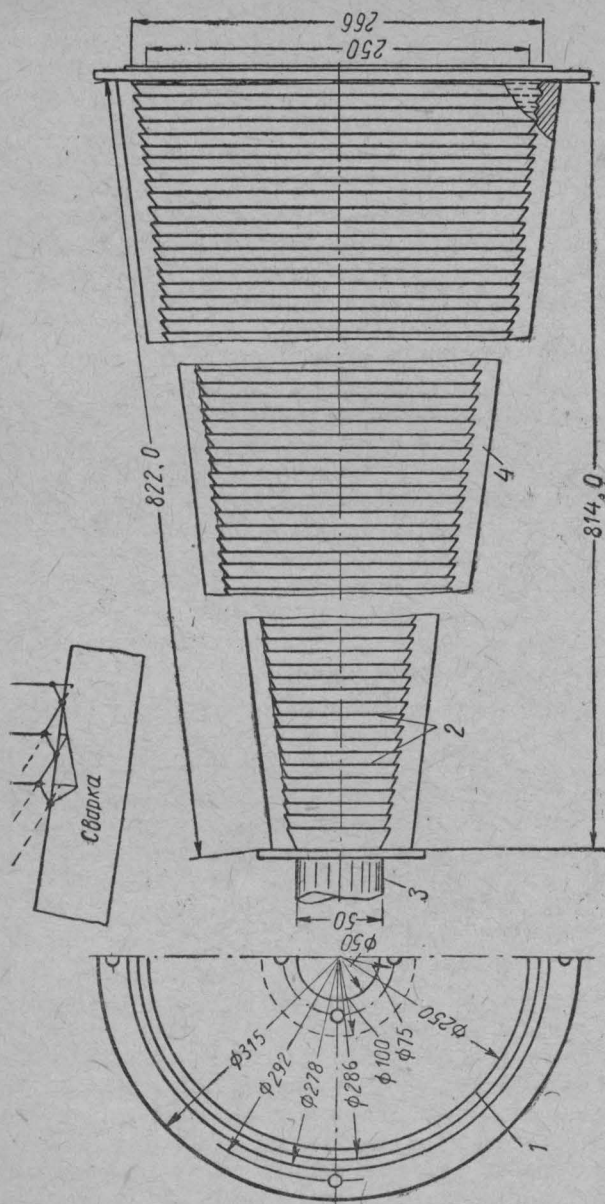


Рис. 146. Инерционный пылеотделитель:
1 — фланец пылеотделителя; 2 — конусообразные кольца; 3 — штуцер; 4 — ребра.

мелкие частицы пыли. Более крупные части, обладая большой инерционной силой, попадают в пылесборник (бункер). Воздух,

[illegible]

Сущность работы сухих фильтров заключается в том, что загрязненный воздух, проходя через пористую ткань или массу, совершает как бы путь по серии малых циклончиков, благодаря чему осаждаются мелкие фракции пыли, размером частиц до 10 микронов. Сухую очистку фильтрами применяют в тех случаях, когда используют рециркуляционный воздух (для подачи его в помещение) и, естественно, требуется тщательная его очистка. Кроме того, сухой очисткой фильтрами пользуются, когда надо уловить ценные отходы пыли. В качестве фильтрующего материала может быть ткань, бумага, шлак и др. С течением времени фильтрующий материал заполняется пылью и его эффективность снижается. В связи с этим фильтры требуют периодической очистки.

Рис. 147. Схема установки инерционного пылеотделителя: D — диаметр подводящей воздушной трубы (входное отверстие пылеотделителя); $D_1 = 3,34 D$, $D_2 = 1,54 D$; D_3 и D_4 рассчитываются по давлению в сечении D_5 ; $D_5 = 0,2 D$.

мами проектирования фильтры в вытяжных системах должны быть автоматические. Примером такого фильтра является рукавный.

В рукавном матерчатом фильтре (рис. 148) запыленный воздух поступает в бункер, где осаждаются наиболее крупные и тяжелые частицы пыли. Из бункера воздух попадает в матерчатые рукава, пройдя ткань которых, очищается и поступает через верхнюю коробку к вентилятору. Рукава периодически и автоматически очищаются от налипшей пыли. Очистка фильтрующей поверхности от пыли происходит встряхиванием рукавов и одновременной продувкой ткани воздухом в направлении, обратном нормальной работе. Выпавшая пыль собирается внизу сборного бункера и непрерывно удаляется шнеком в пылесборник. Шкив встряхивающе-продувочного механизма устанавливают с любой стороны фильтра. Шкив приводится во вращение от трансмиссии или специальным двигателем. В качестве фильтрующего материала для рукавов фильтра применяют шерстяные, хлопчатобумажные и льняные ткани. Опыт эксплуатации рукавных фильтров показывает, что они небезопасны в пожарном отношении.

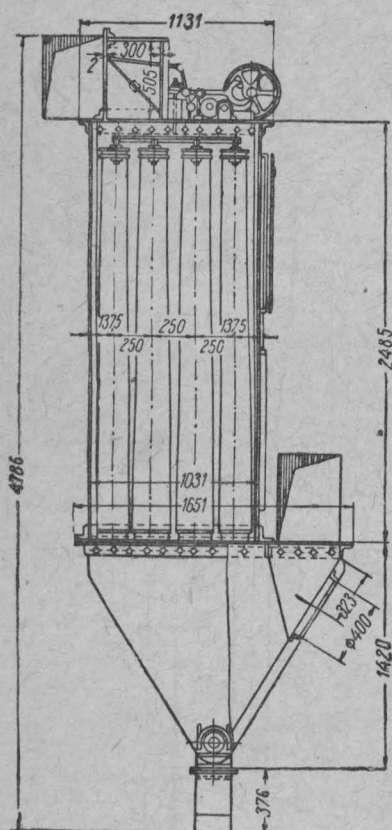


Рис. 148. Рукавный фильтр.

Особую опасность с этой точки зрения представляет отделение угольной пыли, которая налипает на ткань и образует самовозгорающиеся очаги.

Рукавные фильтры для самовозгорающейся пыли не следует применять. В качестве мероприятий для локализации возможных пожаров и взрывов при очистке взрывоопасной пыли рекомендуется устраивать взрывные клапаны и огнезадерживающие заслонки на воздуховодах до и после фильтра, а также размещать фильтры в изолированных помещениях. В этих помещениях должны быть устройства для локализации взрыва в виде легкосбрасываемых при взрыве перекрытий или же остекления не менее 40% площади одной из наружных стен.

3. Мокрые фильтры

Есть мокрые масляные фильтры и водяные. Масляные фильтры бывают самоочищающимися и с ручной очисткой. Фильтр с ручной очисткой представляет собой металлическую коробку, обтянутую металлическими сетками (рис. 149). Между сетками в коробку насыпается металлическая фильтровальная загрузка, чаще всего — короткие обрезки тонкостенных стальных, оцинкованных или омедненных трубочек диаметром 12 мм. Фильтрую-

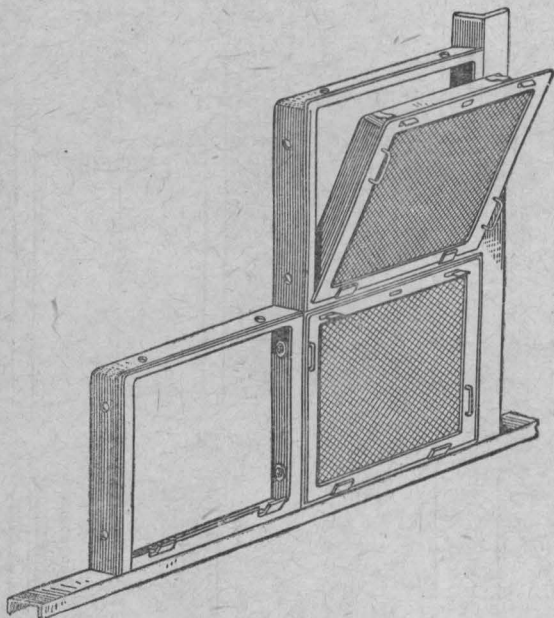


Рис. 149. Масляный фильтр.

щую поверхность ячеек смазывают парфюмерным или веретенным маслом. Пыль фильтруемого воздуха налипает как на наружные, так и на внутренние поверхности трубочек, покрытых маслом. Фильтр периодически один раз в 5—10 дней, очищают от пыли прополаскиванием ячеек в горячем содовом растворе. После этого его просушивают и снова погружают в масло. Отдельные ячейки, составляющие фильтр, устанавливают в общую раму в вертикальном или наклонном положении. Лобовая поверхность одной ячейки фильтра равна $0,25 \text{ м}^2$.

Самоочищающийся масляный фильтр (рис. 150) состоит из металлического каркаса, в котором движется цепь. К цепи прикреплены шторки, изготовленные из стальной сетки, сложенной вдвое. Шторки образуют бесконечную ленту, движущуюся вдоль

боковых направляющих желобков, прикрепленных к прямоугольному стальному каркасу фильтра. Внизу фильтр заканчивается

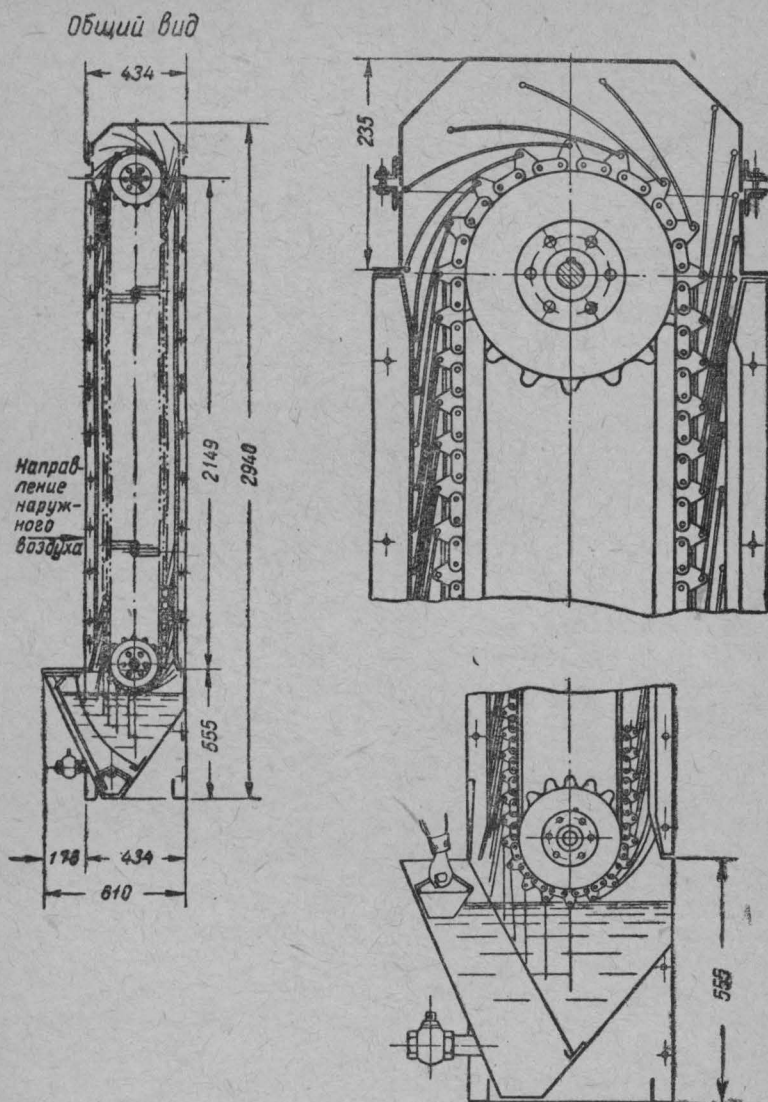


Рис. 150. Масляный самоочищающийся фильтр.

мясной ванной. Смоченные маслом шторки наиболее активно улавливают частицы пыли и при этом загрязняются. При выходе в масляную ванну шторки отделяются одна от другой, чем достигается наибольшая эффективность очистки их от осадив-

шейся в них пыли. Грязь оседает в грязевике, который очищают 1—2 раза в месяц.

Мокрые масляные фильтры применяют в тех случаях, когда матерчатые могут загореться от удаляемой вредности с достаточно высокой температурой (воздух или дым с температурой свыше 60° , отсосы от горнов, печей и т. п.). Температура воспламенения масла должна превышать температуру очищаемых газов. Имея в виду, что эти фильтры чаще устанавливают в приточных камерах, где возможен подогрев воздуха, должны быть приняты меры ограждения масляных фильтров от калориферов. С воздухом могут уноситься мельчайшие частицы масла, которые будут оседать на калорифере. Осажденное масло может способствовать самовозгоранию пыли.

Имея в виду, что с удаляемой вредностью рециркуляционного воздуха могут попадать искры, масляные фильтры следует применять осторожно. Лучше всего пользоваться водяными фильтрами как наиболее безопасными в пожарном отношении и пригодными для очистки газов значительной температуры.

К числу мокрых водяных фильтров относится гравийный, схема которого приведена на рис. 151.

Воздух, проходя через слой гравия 1 толщиной 200 мм, орошаемый водой, оставляет пыль на влажной поверхности гравия, откуда она смывается и стекает на разделительные стенки 3. Из разделительных стенок вода стекает на пол фильтровальной камеры, а оттуда в грязеотстойники или в канализацию. Орошение гравия производят дырчатыми трубами или специальными распылителями 2. Движение воздуха показано на рисунке стрелками.

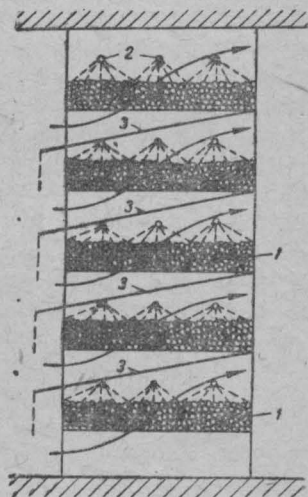


Рис. 151. Гравийный фильтр.

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ВОЗДУХОВОДАМ

Основные требования, которые следует предъявлять к воздуховодам, зависят от рода транспортируемых материалов. В общих чертах эти требования сводятся к следующему:

а) скорость движения воздуха в воздуховодах должна быть такой, чтобы исключалась возможность оседания перемещаемых твердых частиц;

б) воздуховоды должны иметь гладкую поверхность стенок, а фасонные части воздуховодов, отводы, тройники и т. д. — плавные переходы;

в) воздуховоды должны быть достаточно герметичными с тем, чтобы исключалось проникновение пожаро-опасных паров и газов в помещение;

г) степень возгораемости материалов воздуховодов определяется НСП 102—51;

д) воздуховоды не должны являться причиной возникновения или распространения пожара.

При расчете сечения воздуховодов обычно задаются скоростью движения, а затем по расходу воздуха и принятой скорости подбирают их диаметр. При выборе скорости движения следует иметь в виду, что увеличение ее целесообразно не только из соображений противопожарных (в целях исключения образования горючих и взрывоопасных смесей в воздуховодах), но также из соображений уменьшения сечений воздуховодов. Вместе с этим максимальные скорости не всегда целесообразны экономически, так как увеличиваются сопротивления, а следовательно, и дополнительные затраты на электроэнергию, расходуемую для движения вентилятора.

Для механических систем вентиляции обычно принимаются следующие скорости движения воздуха:

а) в жилых и общественных зданиях 3—8 м/сек;

б) в промышленных зданиях: при перемещении легкой сухой пыли 8—10 м/сек; при перемещении текстильной пыли 10—12 м/сек; при перемещении земляной пыли, древесных опилок и стружек 12—14 м/сек; при перемещении тяжелой минеральной пыли и влажных стружек — 14—16 м/сек.

Приведенные данные показывают, что скорость движения воздуха по воздуховодам зависит, в основном, от размера частиц пыли и их удельного веса. Особое внимание выбору скоростей надо уделять при проектировании местных отсосов. Недостаточная скорость способствует осаждению пыли непосредственно у всасывающего отверстия. Наряду с этим следует подчеркнуть необходимость периодической чистки воздуховодов. Они должны быть оборудованы соответствующими дверками и лазами, герметически закрывающимися в целях исключения подсоса воздуха в воздуховоды. Наиболее вероятными местами осаждения пыли являются крутые повороты, места устройства шиберов, клапанов и т. п. Особую опасность представляет осаждение пыли, склонной к самовозгоранию. Требования максимальной плотности воздуховодов одинаково обязательны как для пылепроводов, так и для воздуховодов, транспортирующих пары легковоспламеняющихся жидкостей и газы.

Листовая сталь, толщиной 0,4—2 мм, — наиболее распространенный материал для воздуховодов. Воздуховоды из листовой стали удобны с точки зрения монтажа, устройства переключений, переходов и в то же время негоряемы.

Недостаток этих воздуховодов — их значительная теплопроводность ($\lambda = 50$ ккал/м час град). В связи с этим, при на-

личии значительных источников теплоизлучения в помещении, возможен прогрев воздуховода и нагрев транспортируемых веществ и, наоборот, при транспортировке по воздуховодам горячих газов возможно загорание сгораемых конструкций и материалов, находящихся в непосредственной близости к воздуховоду. Необходимо соблюдать соответствующие расстояния от воздухопроводов (в особенности пылепроводов и коммуникаций с горючими парами и газами) до источников теплоизлучения, а также от сгораемых конструкций (если удаляют вредность с высокой температурой). Величина отступок и разделок в этом случае не поддается теоретическому обоснованию. Полагаем, что величину разделок и отступок для вентиляционных воздухопроводов, транспортирующих газы с температурой свыше 200° , следует принимать такой же, как и для каналов нетеплоемких печей, а при температуре газов менее 200° — по аналогии с печами, имеющими толщину стенок свыше 7 см. Таким же образом можно определять величину отступки от теплоизлучающих поверхностей до вентиляционных воздухопроводов, транспортирующих пыли горючих веществ.

Кроме металлических, делают деревянные, кирпичные, бетонные, шлакобетонные, керамиковые и фарфоровые воздухопроводы.

Деревянные воздухопроводы делают в тех случаях, когда вредность вызывает коррозию металла. Так, например, при небольшом содержании паров кислот достаточно стойкими оказываются воздухопроводы из дерева, ничем не покрытые. В этом случае деревянные воздухопроводы следует предохранять от действия постоянных источников лучистой теплоты. Отступку от источников теплоизлучения с температурой 200° до сгораемых каналов рекомендуется принимать не менее 50 см и от источников с температурой свыше 200° — не менее 1 м.

Керамиковые воздухопроводы применяют, когда в воздухе есть пары крепких кислот.

Кирпичные, бетонные, шлакобетонные и шлакоалебастровые воздухопроводы чаще всего применяют в жилых и общественных зданиях. Кирпичные каналы устраивают в стенах, а остальные делают приставными к стенам или в виде выступающих пилостр. Иногда они подвешиваются к потолкам зданий (чаще всего в коридорах). Воздуховоды в жилых и общественных зданиях опасны, с точки зрения распространения дымовых продуктов в условиях пожара, а также в случае использования вентиляционных каналов в качестве дымоходов отопительных приборов (что категорически запрещается). В случае параллельной прокладки вентиляционных и дымовых каналов (как чаще всего и делают), величину разделки между вентиляционными каналами и сгораемыми конструкциями принимают такой же, как и для дымоходов. В целях предупреждения загораний, образования взрывоопасных концентраций в воздухопроводах нельзя прокладывать газопроводы, трубопроводы с легковоспламеняющимися вещества-

ми и теплопроводы с температурой теплоносителя свыше 100°. Все магистральные вытяжные воздуховоды располагают в доступных для наблюдения местах в верхней зоне помещения. Нельзя размещать их под стенками, оборудованием, в подземных каналах.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОЖАРОВ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

Разветвленная сеть воздуховодов в промышленных, жилых и общественных зданиях при пожаре создает угрозу распространения продуктов горения по помещениям, связанным воздуховодами. Распространение пожара возможно не только при возникновении его вне вентиляционных установок, но и в них самих. Горение в воздуховодах при транспортировке горючей пыли, паров легковоспламеняющейся или горючей жидкости может распространяться со значительной скоростью по всей системе. И наоборот, загорание или взрыв на пылеочистных устройствах может распространить дымовые продукты по всем помещениям, связанным вентиляционными каналами. Наибольшую угрозу в смысле распространения пожара представляет вытяжная вентиляция. Однако, как уже отмечалось выше, при определенных условиях воздуховоды приточной вентиляции также могут явиться путями распространения пожара. Благоприятные условия для распространения пожара по воздуховодам создаются приточными системами с рециркуляцией воздуха, так как при возникновении пожара в каком-либо помещении дымовые продукты могут по каналам для рециркуляционного воздуха попадать в приточную камеру, а оттуда нагнетаться во все помещения.

Следует также отметить, что в отдельных случаях неправильное проектирование сети воздуховодов приводит к тому, что роль противопожарных преград будет значительно снижена. Совершенно очевидно, что если через брандмауер проложен воздуховод, то при пожаре эффект этой преграды будет незначительным в силу возможного распространения пожара по вентиляционным каналам.

Мероприятия по локализации пожаров связаны с определенными ограничениями в устройствах разветвленных вентиляционных коммуникаций, объединяющих несколько цехов и этажей, рециркуляции, воздуховодов, приточно-вытяжных камер, а также с установкой специальных противопожарных заслонок и других предохранительных устройств.

По действующим нормам (НСП 102—51) в производствах категорий А, Б и В вертикальные вытяжные каналы и воздуховоды должны устраиваться для каждого этажа отдельно. В целях ограничения распространения пожара по смежным цехам производств категории А, Б и В объединение вытяжных каналов для различных цехов указанных групп не допускается.

Пожар может распространиться не только по вытяжной систе-

ме вентиляции, но и по приточной. В связи с этим нормы не допускают устройство рециркуляции для производств категорий А и Б. Проектирование объединенных приточных воздуховодов для этих категорий допускается, но с известными ограничениями. Так, например, приточные воздуховоды как вертикальные, так и горизонтальные в промышленных предприятиях категорий А, Б и В разных этажей можно объединить в общие магистральные воздуховоды и установки при условии устройства в вертикальном воздуховоде каждого этажа огнезадерживающего клапана. Огнезадерживающие устройства должны быть представлены таким образом, чтобы пожар, возникший в одном этаже или помещении, не получил распространения по приточным каналам. Для производств категорий Г и Д допускают объединение вертикальных вытяжных и приточных каналов каждого этажа в общие магистральные воздуховоды и установки, выполняемые из несгораемых материалов.

В зданиях театров нельзя объединять вытяжную вентиляцию для сценической и зрительной частей. В жилых и общественных зданиях высотой более пяти этажей допускают объединение вентиляционных каналов (по высоте в пределах 4—6 этажей) в один сборный магистральный, но при условии доведения его до верха здания. Разрешено также устройство вертикальных каналов из отдельных помещений на высоту двух этажей и последующее включение их в сборный вертикальный.

Воздуховоды, камеры, фильтры, вентиляционные системы в целом надо выполнять из материалов соответствующей группы возгораемости. Так, по нормам проектирования элементы вентиляционных систем, транспортирующие воздух или дым с температурой более 80°, легковоспламеняющиеся или взрывоопасные газы, пары и пыль, а также пожароопасные отходы (древесные опилки, стружки, шерсть, хлопок и т. п.), необходимо делать из несгораемых материалов. В остальных случаях все элементы систем вентиляции могут выполняться из трудносгораемых материалов.

Отдельные элементы вентиляционных систем, транспортирующих воздух или дым с температурами меньше или равными 80°, можно выполнять из сгораемых материалов, а именно:

а) фильтры при установке их в помещениях с трудносгораемыми ограждениями;

б) воздуховоды при недопустимости их применения из несгораемых и трудносгораемых материалов по технологическим соображениям или из-за возможности коррозии, если воздуховоды не пересекают перекрытий.

При расположении в производственных помещениях вентиляционных и пылеосадных камер, а также фильтров, следует иметь в виду, что пожар может проникнуть по ним, затем распространиться по вентиляционной системе. В производствах категорий А, Б и В вентиляционные камеры и устройства для

очистки воздуха следует располагать изолированно от смежных цехов.

Противопожарные заслонки устраивают:

а) при пропуске вентиляционных каналов через брандмауеры или другие виды противопожарных преград;

б) при объединении приточных каналов в один магистральный для производств категорий А, Б и В в уровне каждого этажа;

в) в местах ввода вентиляционных каналов в пыльные камеры, подвалы и пылеочистительные установки.

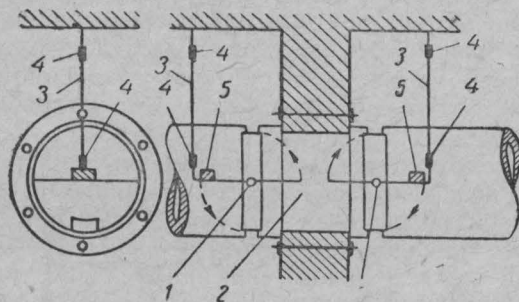


Рис. 152. Схема устройства автоматической заслонки для малых воздуховодов.

Конструкция заслонок весьма проста. Это могут быть обычные шиберы для воздуховодов значительных диаметров или заслонки внутри воздуховодов. Шиберы могут быть выполнены из досок, обшитых сталью по войлоку, а заслонки — из материала воздуховода. Автоматическое закрытие обеспечивают соответствующим креплением шиберов и заслонок в определенном положении легкоплавким замком. При повышении температуры легкоплавкий замок плавится и шибер или заслонка перекрывает воздуховод. На рис. 152 приведена схема устройства автоматической заслонки для малых воздуховодов, пропущенных через брандмауер. Как видно из рисунка, в воздуховод вблизи брандмауера вставлен патрубок на оси 1, вокруг которого свободно вращается заслонка 2, удерживаемая в горизонтальном положении проволокой 3, прикрепленной к потолку. В воздуховоде, а также в помещении, проволока 3 спаяна легкоплавкими пластинками 4. При пожаре, возникаемом в помещении или воздуховоде, легкоплавкие материалы плавятся и заслонка под действием грузика 5 закрывает канал. Вместо легкоплавкого замка может быть применена целлулоидная лента, установленная в воздуховоде на некотором расстоянии от заслонки. Устройство шиберов для воздуховодов значительных диаметров показано на рис. 153. Шиберы 3 размещены по обеим сторонам брандмауера 1 и закрыты коробками 2. Удерживаются шиберы в верхнем

положении легкоплавким замком 4. При повышении температуры замок плавится и шибер под действием собственного веса опускается и перекрывает канал. Устройство заслонки у приточных каналов при входе в пылеосадочную камеру или в помещение приведено на рис. 154. Принцип действия заслонки ясен из рисунка.

Для автоматического перекрывания воздухопроводов может быть применено устройство, рекомендованное ЦНИИПО для аспирационных установок¹. Устройство представляет собой заслонку, срабатывающую от электромагнитного клапана (рис. 155). Как

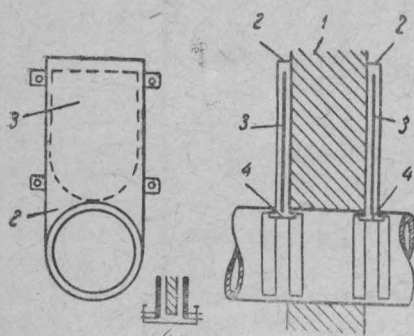


Рис. 153. Схема устройства шиберов.

видно из рисунка, в нормальных условиях работы вентиляционной сети заслонка зашлемлена у стенки воздухопровода клапаном пускового приспособления. Для

удержания клапана применяют электромагнит с тяговым усилием 3 кг и ходом якоря 25 мм. Обмотка электромагнита питается энергией от внутренней сети. В нормальных условиях, когда ток протекает по обмотке электромагнита, якорь втянут и заслонка зашлемлена. При перегорании предохранителя теплового реле цепь тока прерывается. Сердечник магнита поворачивает зашелку, и клапан под действием собственного веса и веса груза падает и перекрывает воздухопровод.

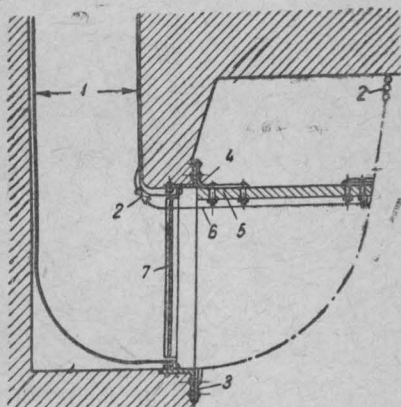


Рис. 154. Автоматически закрывающиеся заслонки у входа в вентиляционный канал:

1 — вентиляционный канал; 2 — легкоплавкие замки; 3 — рама из углового железа; 4 — петли; 5 — заслонка из дерева, обитая железом по войлоку; 6 — проволока между легкоплавкими замками; 7 — металлическая решетка у входа в вентиляционный канал.

¹ М. Г. Годжелло. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение. Издательство МКХ РСФСР, 1952.

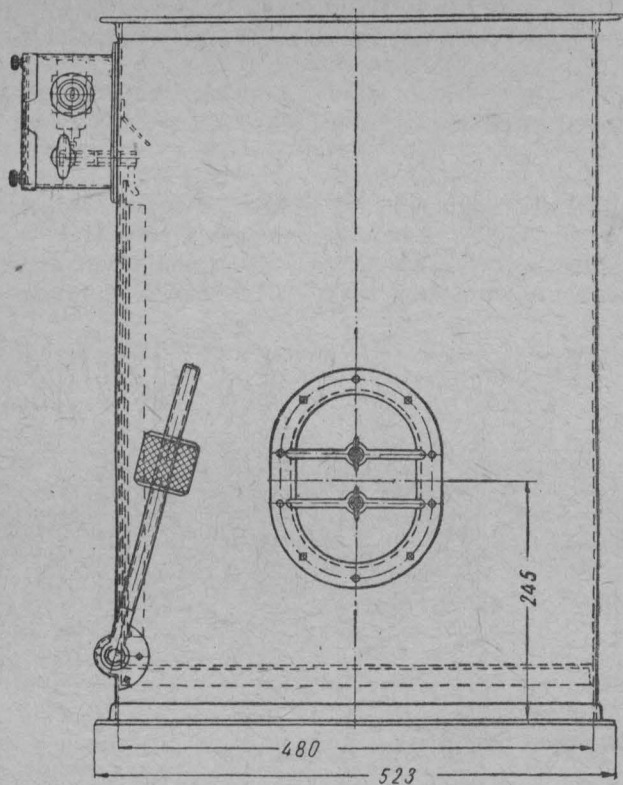


Рис. 155. Автоматическая заслонка с электромагнитным клапаном.

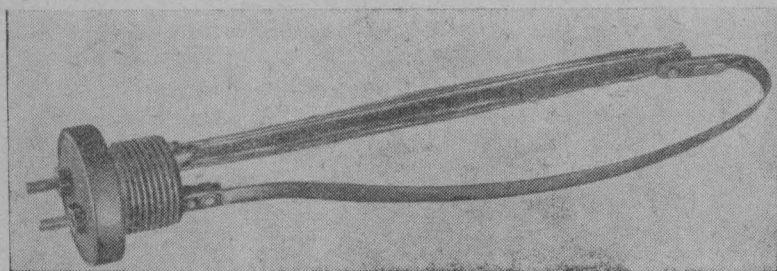


Рис. 156. Тепловое реле.

Тепловое реле (рис. 156) представляет собой эбонитовый цоколь с двумя контактами. К одному контакту прикрепляют пластинчатую стальную пружину, а к другому — предохранитель

в виде тонкой станиолевой пластины, вклеенной между двумя лентами из целлулоидной киноплёнки. Концы станиолевой пластины выпущены на 6—7 мм, загнуты вверх целлулоидной ленты и зажаты контактами. Тепловое реле включается в цепь тока магнитного пускателя двигателя вентилятора, а также в цепь электромагнита заслонки.

Реле устанавливают в воздуховоде между фильтром и вентилятором. В момент появления в воздуховоде пламени целлулоидная лента, а вместе с ней и станиоль сгорают, цепь тока прерывается, останавливается электродвигатель вентилятора, чем прекращается подача воздуха. Срабатывает электромагнитный клапан, и заслонка перекрывает воздуховод.

На рециркуляционных установках после заслонки ставят гравийный огнепреградитель.

В ряде случаев могут найти применение противопожарные заслонки, разработанные и испытанные ЦНИИПО, применительно к условиям производственных и складских помещений киноплёночной промышленности.

Наиболее проста по своему устройству заслонка, представленная на рис. 157. Кон-

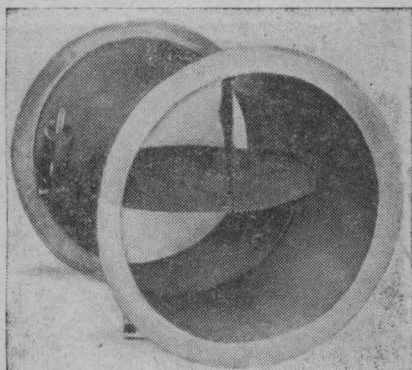


Рис. 157. Автоматическая заслонка.

структивно она представляет собой патрубок круглого сечения с фланцами, при помощи которых заслонку устанавливают между звеньями воздухопровода, имеющими такие же фланцы.

Поворотный шибер заслонки удерживается в горизонтальном положении на подвеске из киноплёнки. При перегорании киноплёнки шибер под действием груза, вынесенного наружу, перемещается в вертикальное положение, соприкасается с упорами и перекрывает сечение воздухопровода. Заслонка может быть установлена и на вертикальные воздуховоды после соответствующего изменения положения груза. Для прямоугольных воздухопроводов изготавливают заслонки соответствующего сечения.

Более сложна по своему устройству заслонка, представленная на рис. 158. Ее устанавливают на вентиляционных воздухопроводах так же, как и предыдущую. На корпусе заслонки устроена специальная камера, в которой размещаются шибер и приводное устройство его в виде специальной пружины и системы размыкателей. В открытом положении шибер заслонки этого типа удерживается специальной защёлкой, связанной с электромагнитом. Заслонка срабатывает под действием пружины после освобождения привода посредством электромагнита, который включается

специальным реле, связанным с датчиком. Датчик замыкает электрическую цепь при повышении температуры до заданных величин в пределах от 40 до 200°.

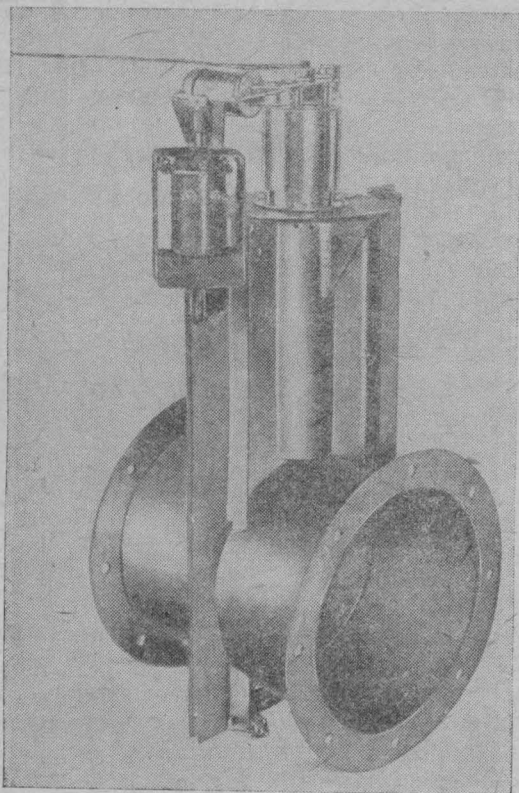


Рис. 158. Общий вид автоматической заслонки.

Датчик может выноситься на значительное расстояние от заслонки и устанавливаться как на самом воздуховоде, так и в помещении у мест наиболее вероятного возникновения пожара.

ПОНЯТИЕ ОБ УСТРОЙСТВЕ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ И ЕГО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

При воздушном отоплении помещения отапливают воздухом, предварительно нагреваемым в одном центре. Схема воздушного отопления (рис. 159) выглядит следующим образом: наружный воздух по воздухозаборной шахте 1 поступает в камеру, где

установлен нагревательный прибор 2. Нагревшись до нужной температуры, воздух по каналу 3 через отверстие 4 поступает в помещение. Отдав аккумулярованное тепло и охладившись, воздух, вследствие уве-

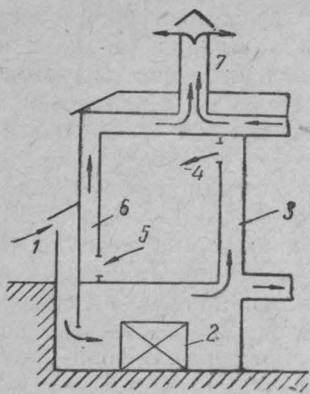


Рис. 159. Воздушное отопление с забором наружного воздуха.

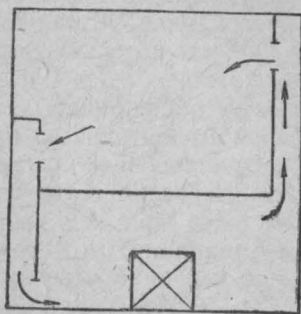


Рис. 160. Схема воздушного отопления с рециркуляцией воздуха.

личения его объемного веса, выходит наружу через решетку 5 в вытяжной канал 6 и вытяжную шахту 7.

Такая система, создающая циркуляцию воздуха в результате разности объемных весов нагретого и холодного воздуха имеет незначительный радиус действия, не превышающий 10 м по горизонтали.

В связи с этим применяют искусственный побудитель-вентилятор, с помощью которого радиус действия системы может быть увеличен. При указанной схеме расходуется значительное количество тепла на подогрев наружного воздуха. Поэтому в отдельных случаях устраивают отопление с рециркуляцией воздуха по схеме, приведенной на рис. 160. При этой схеме происходит постепенное ухудшение состава воздуха помещений и естественно возникает необходимость в дополнительной вентиляции. В тех случаях, когда имеется надобность в дополнительной вентиляции, воздушное отопление выполняют комбинированным. Схема комбинированного воздушного отопления приведена на рис. 161. Эта система, как видно из схемы, может работать толь-

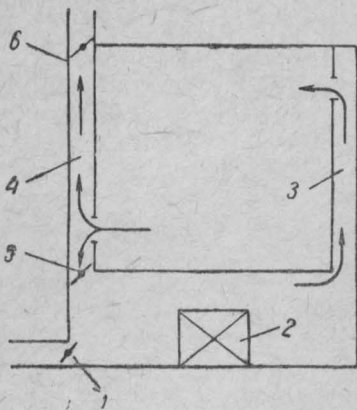


Рис. 161. Схема комбинированного воздушного отопления.

ко на наружном воздухе, только на рециркуляционном или же на смеси того и другого. Воздух переключается с помощью клапанов 1, 5 и 6. В качестве нагревательного прибора могут служить печь 2, обогреваемая дымовыми газами (огневой калорифер), и прибор парового или водяного отопления (водяной или паровой калорифер). Пожарная опасность этой системы отопления обусловливается наличием нагревательных приборов и каналов 3, 4, по которым могут распространяться продукты горения при пожаре.

Помимо общепринятых требований, которые следует предъявлять к нагревательным приборам, необходимо учесть возможность возникновения пожаров при рециркуляции воздуха. Эта опасность вероятна в тех случаях, когда рециркуляционный воздух содержит примеси пыли. Пыль, накапливаясь на нагревательных приборах, может воспламениться. В этом случае рекомендуется смешивать воздух после калорифера. Вообще же эта система отопления наиболее безопасна.

РАЗДЕЛ V

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ

ГЛАВА XX

ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Пожарно-технические обследования проводят с целью выявления нарушений требований пожарной безопасности и своевременного их устранения.

Несмотря на то, что при выявлении нарушений пользуются действующими нормами и правилами, профилактические мероприятия не всегда предъявляются в полном соответствии с ними. Это объясняется тем, что эти нормы распространяются только на вновь строящиеся, реконструируемые и восстанавливаемые объекты.

В связи с этим, предъявляя требования о капитальной реконструкции, обследователь должен учесть реальные возможности и исходить из действительной пожарной опасности объектов.

Рекомендации, изложенные в этом разделе, могут быть наиболее полно использованы при первом детальном обследовании действующих объектов, при обследовании новостроек, а также при приемке объектов в эксплуатацию.

Обследование строительных конструкций зданий сводится к:

- а) определению фактической огнестойкости зданий или отдельных конструктивных элементов;

- б) определению требуемой огнестойкости зданий или отдельных конструктивных элементов;

- в) сравнению фактической огнестойкости с требуемой для установления соответствия фактической огнестойкости зданий противопожарным требованиям;

- г) выработке рекомендаций.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ

Фактическую огнестойкость здания или отдельных конструктивных элементов можно установить по проектам. При отсутствии проектных материалов огнестойкость устанавливают изучением конструкций в натуре.

Для определения фактической огнестойкости здания или отдельных конструктивных элементов необходимо установить: материал конструктивного элемента, его сечение и конструктивную схему, а также наличие противопожарных облицовок, штукатурок или других средств огнезащиты. В натуре это можно определить осмотром, обмером, а также опросом сведущих лиц. Контрольные вскрытия строительных конструкций следует делать только в исключительных случаях.

Особое внимание надо обратить на качество и состояние противопожарных облицовок, штукатурок и защитных слоев арматуры в железобетонных конструкциях. Местные отслоения штукатурок и облицовок, сквозные трещины, недоброкачественные строительные работы могут изменить фактические пределы огнестойкости конструктивных элементов. Если не принять своевременных мер для устранения обнаруженных дефектов у облицовок, штукатурок, защитных слоев и т. д., то в условиях возможного пожара обрушатся конструкции.

После выявления конструктивных особенностей отдельных строительных элементов здания можно приступить к определению их фактических пределов огнестойкости. Результаты этой работы удобно зафиксировать в виде табл. 33.

Таблица 33

№ п/п	Наименование конструкций и их краткая характеристика	Толщина или размер сечения конструкции	Предел огнестойкости в часах	Группа возгораемости
1	Ребристые железобетонные междуэтажные перекрытия с защитным слоем поверх арматуры толщиной 30 мм .	—	2	Несгораемые
2	Столбы кирпичные	650 × 650	6,50	

Графы 4 и 5 заполняют на основании сличения характеристики конструкции и ее сечения с таковыми же, но принятыми в приложении 1 к НСП 102—51. В случае, если сечение обследуемой конструкции занимает промежуточное значение по отношению к данным норм, то предел огнестойкости устанавливают ориентировочно по линейной интерполяции.

После определения фактических пределов огнестойкости и групп возгораемости конструктивных элементов, исследователь

выясняет фактическую огнестойкость здания в целом, пользуясь данными табл. 2 НСП 102—51. При этом необходимо придерживаться указаний НСП 102—51, изложенных в пп. 3, 4, 5, 6 и примечаний к ним.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Требуемую огнестойкость промышленных и складских зданий или помещений устанавливают на основании характеристики пожарной опасности производства, процесса или операции, этажности здания и площади пола в одном этаже, ограниченной брандмауерами. Характеристика пожарной опасности выражается в соответствии с п. 7 НСП 102—51, категорий пожарной опасности производства. Категория пожарной опасности производства определяется свойствами веществ, обращающихся в нем. Таким образом, для того чтобы в процессе обследования установить категорию производства, необходимо выяснить свойства веществ, находящихся в обследуемом цехе, помещении, корпусе и т. д. К этим свойствам относятся: для жидкостей — температура вспышки, для газов — нижний предел взрыва, для твердых веществ — способность гореть, агрегатное состояние и температура в процессе обработки, для пылей — способность образовывать с воздухом пылевоздушные взрывоопасные смеси. Обследователь на первом этапе своей деятельности может не помнить или не знать отдельные свойства веществ, обращающихся в производстве. Тогда следует воспользоваться табл. 3 НСП 102—51, в которой дан перечень производств с отнесением их к той или иной категории, или соответствующими справочниками, в которых даны необходимые характеристики веществ.

Если приходится обследовать объекты, где обращаются малоизученные вещества, а необходимых характеристик в справочных пособиях нет, то их можно получить и через специальные исследовательские институты или лаборатории. Для этого отбирают пробу интересующего вещества и с официальным письмом от управления пожарной охраны или администрации объекта направляют ее в соответствующий институт. Категория производства в этом случае устанавливается лишь после того, как получена официальная характеристика веществ.

Иногда для выяснения фактической пожарной опасности может понадобиться знание действительной концентрации газозоодушных или паровоздушных смесей в производственных помещениях. Соответствующие научные организации по запросу должны дать официальную справку о возможных концентрациях взрывоопасных смесей для различных условий производственной деятельности. К этим условиям относятся:

а) нормальное функционирование объекта при нормальной герметизации аппаратуры;

б) выгрузка или разгрузка аппаратов, связанная с открыванием аппаратов, содержащих опасные в пожарном отношении пары или газы;

в) нарушение режима работ вентиляции;

г) концентрации в аппаратах или помещениях в момент пуска или остановки производственного процесса.

На основании достоверных данных о веществах, обращающихся в производстве, можно правильно установить категорию отдельных операций, процессов или производств в целом, если оно располагается в одном помещении.

Если в одном помещении расположены несколько процессов или несколько производственных операций с различной пожарной опасностью, категорию устанавливают по наиболее опасной операции или процессу.

Для того чтобы перейти к выбору требуемой степени огнестойкости здания, обследователю необходимо иметь данные об этажности и фактической площади пола одного этажа обследуемого здания, ограниченной брандмауерами. Площадь пола может быть установлена по проекту или обмером, а этажность — непосредственным осмотром. Площадь пола, а также этажность здания, могут выявляться одновременно с определением фактической огнестойкости здания.

Получив данные о категории производства, этажности и площади пола, обследователь, пользуясь табл. 4 НСП 102—51 и примечаниями 1—10 к ней, выбирает требуемую огнестойкость здания в целом, а в соответствии с этим и пределы огнестойкости его отдельных конструктивных элементов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Требуемую степень огнестойкости жилых, общественных и вспомогательных зданий устанавливают на основании данных об этажности и протяженности. Этажность и протяженность обследуемого здания легко выяснить осмотром. После этого обследователь, руководствуясь табл. 7 НСП 102—51, определяет требуемую огнестойкость здания в целом, а в соответствии с этим и требуемый предел огнестойкости отдельных конструктивных элементов.

Следует иметь в виду, что требуемая степень огнестойкости зданий детских учреждений, больниц, родильных домов, школ, торговых учреждений и зрелищных предприятий устанавливается техническими условиями ТУ 101—52.

СРАВНЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ С ТРЕБУЕМОЙ

Фактическую степень огнестойкости здания с требуемой сравнивают для того, чтобы установить соответствие огнестойкости построенного здания противопожарным требованиям. Совершен-

но очевидно, что если фактическая степень огнестойкости здания равна или больше требуемой, то в этом случае противопожарные требования выполнены. Если фактическая огнестойкость здания менее допускаемой, то противопожарные требования, следовательно, не выполнены. Во втором случае обследователь обязан дать рекомендации для повышения степени огнестойкости здания или компенсирования конструктивных мероприятий другими с целью уменьшить пожарную опасность объекта. При сравнении требуемой и фактической огнестойкости обследуемого здания следует иметь в виду не только несущие конструктивные элементы (определяющие его степень огнестойкости согласно табл. 2 НСП 102—51), но и другие конструкции: кровли, несущие элементы закрытых лестниц, двери, ворота, переплеты окон и фонарей, цеховые перегородки, обрешетку и стропила надчердачных зданий. Эти элементы сравнивают применительно к пп. 4, 5 и 6 НСП 102—51. Особо надо проверить и сравнить соответствие пределов огнестойкости и групп возгораемости стен и перекрытий, выполняющих функции противопожарных преград (об этом подробнее будет изложено в главе «Обследование противопожарных преград»).

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ НЕДОЧЕТОВ В КОНСТРУКТИВНОМ ОФОРМЛЕНИИ ЗДАНИЙ

Несоответствие фактической степени огнестойкости здания может быть компенсировано увеличением пределов огнестойкости конструктивных элементов в соответствии с требуемой степенью огнестойкости здания в целом.

Повысить пределы огнестойкости и группу возгораемости конструктивных элементов можно:

- 1) увеличением сечения конструктивных элементов;
- 2) увеличением толщин защитных слоев у железобетонных конструкций;
- 3) облицовкой и штукатуркой металлических и деревянных конструкций;
- 4) увеличением сечения имеющихся облицовок и штукатурок;
- 5) заменой сгораемых конструкций на несгораемые.

При пожарно-технических обследованиях получить желаемую огнестойкость здания в соответствии с требованиями НСП 102—51 не всегда можно. Это объясняется тем, что нормы распространяются на проектирование и строительство вновь возводимых или реконструируемых промышленных предприятий и населенных мест и часто их нельзя применить к действующим объектам. В связи с этим мероприятия, связанные с капитальными затратами, следует приурочить к реконструкции объекта и параллельно наметить меры, которые снизят бы пожарную опасность объекта в данное время. К числу этих мероприятий можно отнести:

а) снижение категории пожарной опасности объекта применением (если это не нарушает технологический процесс) негорючих растворителей и других веществ, обладающих меньшей пожарной опасностью;

б) выделение пожароопасных операций в отдельные изолированные помещения с несгораемыми ограждениями и с соответствующим пределом огнестойкости;

в) применение автоматических средств тушения пожара;

г) уменьшение количества одновременно хранящихся горючих веществ (это относится главным образом к зданиям I степени огнестойкости, где требуемый предел огнестойкости определяется расчетом и зависит от продолжительности горения);

д) уменьшение площади, занимаемой тем или иным производственным процессом, устройство преград (уменьшение площади, как видно из табл. 4 и 7 НСП 102—51, позволяет снизить в отдельных случаях требуемую огнестойкость здания);

е) тщательное соблюдение технологического и профилактического режимов и усиление пожарной охраны, а также пожарно-технической агитации и пропаганды.

Предлагаемые рекомендации следует обсудить со специалистами обследуемого объекта и лицами, ответственными за состояние пожарной безопасности. При обсуждении должны быть приняты во внимание:

а) мощность и производительность предприятия;

б) перспективы работы предприятия и предполагаемые планы его реконструкции;

в) ориентировочная стоимость вариантов, направленных к повышению огнестойкости здания или уменьшению пожарной опасности процесса производства;

г) сроки, необходимые для устранения обнаруженных недостатков;

д) эффективность мероприятий, компенсирующих несоответствие огнестойкости здания противопожарным требованиям.

ГЛАВА XXI

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПРЕГРАД В ЗДАНИЯХ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Наряду с обследованием строительных конструкций зданий следует тщательно проверить наличие и состояние противопожарных преград. К числу этих преград мы относим: брандмауеры и стены; противопожарные зоны и перекрытия; двери и другие устройства для защиты мелких проемов; водяные завесы; экраны; дымовые и взрывные люки; преграды в деревянных конструкциях; противопожарные занавесы и разрывы.

Обследуя противопожарные преграды, надо установить:

- 1) необходимость противопожарных преград (количество);
- 2) конструктивное оформление и особенности имеющихся противопожарных преград;
- 3) требуемое конструктивное оформление преград для эффективной локализации пожара.

ОБСЛЕДОВАНИЕ БРАНДМАУЕРОВ И СТЕН

Для выяснения необходимости брендмауеров обследователю нужно знать все возможные случаи их применения.

При определении необходимого количества брендмауеров в цехах значительной площади следует воспользоваться табл. 4 НСП 102—51 и установить допустимую площадь без брендмауеров. Допустимая площадь без брендмауеров для жилых зданий устанавливается в соответствии с табл. 7 НСП 102—51.

Сопоставляя фактическую площадь здания в плане с допускаемой нормами, легко установить количество отсеков, на которые желательно разделить весь объем здания брендмауерами.

Если количество имеющихся брендмауеров соответствует требуемому нормами проектирования, то обследователь переходит к проверке соответствия их конструктивного оформления противопожарным требованиям.

Если же брендмауеров нет или их недостаточно, обследователь должен вернуться к этому вопросу при разработке рекомендаций.

Любая стена или перегородка, временно задерживая развитие пожара, выполняет функцию противопожарной преграды. Однако есть стены и перегородки, пределы огнестойкости и группы возгораемости которых специально оговариваются НСП 102—51. Эти стены и перегородки предназначены для локализации пожара. К ним относятся стены:

а) внутренние, разделяющие помещения, причисленные по пожарной опасности к категориям А, Б и В в зданиях I, II и III степеней огнестойкости;

б) встроенных вспомогательных помещений, размещаемых внутри габаритов производственных зданий I—IV степеней огнестойкости;

в) проездов в производственных зданиях I—IV степеней огнестойкости, расположенные над проездами производственных или вспомогательных помещений;

г) отделяющие хозяйственно-эксплуатационные, общественные, бытового обслуживания и другие нежилые помещения, встраиваемые в жилые дома;

д) перегородки межсекционные и межквартирные в жилых домах высотой в три этажа и выше.

При обследовании соответствия конструктивного оформле-

ния брендмауеров и стен противопожарным требованиям необходимо установить:

- а) огнестойкость брендмауеров и стен;
- б) устойчивость брендмауеров и стен;
- в) возвышение брендмауеров над кровлей и фонарями;
- г) перерезание брендмауерами сгораемых и трудносгораемых конструктивных элементов;
- д) защиту проемов в брендмауерах и стенах;
- е) заделку конструкций в брендмауеры и стены.

Для того чтобы проверить соответствие огнестойкости брендмауеров или стен противопожарным требованиям, необходимо установить их толщину и материал, из которого они выполнены. Это делают непосредственным обмером и осмотром. Имея данные о материале и сечении брендмауеров и стен, обследователь по приложению 1 к НСП 102—51 устанавливает их фактический предел огнестойкости. Установив это, он определяет требуемый предел огнестойкости по известной уже нам методике.

Необходимо учитывать, что в зданиях всех степеней огнестойкости брендмауер должен иметь предел огнестойкости не менее 5 час. Если же в здании I степени огнестойкости количество сгораемых материалов на 1 м² площади пола одного этажа составляет от 101 до 200 кг, то предел огнестойкости брендмауера должен быть не менее 7 час., а при большем количестве сгораемых материалов — не менее 9 час. Что касается стен и перегородок, то их требуемые пределы огнестойкости и группы возгораемости устанавливают в соответствии с пп. 38, 43, 36 и 15 НСП 102—51. Сравнивая требуемые пределы огнестойкости с фактическими, обследователю легко сделать вывод о соответствии фактической огнестойкости брендмауера противопожарным требованиям. Противопожарные требования удовлетворены, если фактический предел огнестойкости равен или больше требуемого.

Обычно, если брендмауер или стена выполнены из кирпича толщиной 25 см или других штучных камней толщиной не менее 40 см, их огнестойкость, как правило, удовлетворяет противопожарным требованиям. Чаще всего нужно проверять огнестойкость стен и брендмауеров, выполненных из монолитного бетона или железобетона.

Для отклонения конвекционных потоков и пламени брендмауеры возвышаются над кровлей и перерезают все сгораемые и трудносгораемые конструктивные элементы. Этим предупреждается возможность распространения горения по выступающим сгораемым и трудносгораемым конструкциям.

Проверить, правильно ли возвышается брендмауер, надо непосредственным наружным осмотром и обмером. Особое внимание надо обратить на возвышение поперечных брендмауеров над фонарями и продольных над коньком крыши и фонарей.

Вслед за этим следует выяснить, как брандмауер перерезает сгораемые и трудносгораемые карнизы, сгораемые и трудносгораемые свесы крыши, сгораемые разгрузочные эстакады у складских зданий, сгораемые и трудносгораемые стены. В практике можно наблюдать примеры, когда есть брандмауер, но огонь все же легко распространяется по сгораемым конструкциям. Бывает и так, что брандмауер выполнен правильно, однако к продольной стороне здания примыкает пристройка, выполненная из сгораемых или трудносгораемых материалов, которую он не перерезает. В случае возникновения пожара огонь легко распространится на все здание через пристройку в обход брандмауеру. Могут быть и такие случаи, когда к самому брандмауеру не могут быть предъявлены какие-либо требования с точки зрения его конструктивного оформления, и тем не менее пожар все же может распространиться из-за горючих веществ, примыкающих к брандмауеру вне здания (деревянные ящики или другая сгораемая тара, строительный мусор и т. д.).

Недостатком обычных брандмауеров является то, что они разъединяют производственные помещения и тем самым нарушают необходимые производственные связи. Поэтому в ряде случаев приходится разрешать устройство в брандмауерах дверных и оконных проемов, проемов для конвейеров, для валов и ременных передач, трубопроводов, вентиляционных каналов и т. д. Задачи обследователя заключаются в том, чтобы тщательно просмотреть имеющиеся в брандмауере проемы, независимо от величины их площади, и выяснить степень их защищенности от проникновения пламени и дымовых продуктов в условиях возможного пожара.

Обследователь должен установить:

- 1) предел огнестойкости и группу возгораемости противопожарных устройств;
- 2) степень герметизации защищаемого проема;
- 3) обеспечение автоматического закрывания проемов, которые в обычных условиях остаются открытыми.

Предел огнестойкости и группу возгораемости противопожарных дверей и других заслонок и шиберов, применяющихся для защиты проемов в брандмауерах, внешним осмотром установить невозможно. Изучить эти конструкции можно по акту скрытых работ. Если такого акта нет, можно ограничиться опросом начальника охраны или других сведущих лиц. После того, как конструкция обследуемой защиты выяснена, фактический предел огнестойкости ее устанавливают по приложению 1 к НСП 102—51. Требуемый предел огнестойкости для окон, дверей и других защит проемов в брандмауерах должен быть не менее 1,5 часа.

Степень герметизации проема проверяют простым осмотром (закрыванием и открыванием двери или заслонки). Совершенно очевидно, что достигнуть полной герметизации затруднительно, так как всегда возможно частичное проникновение продуктов горения через неплотности. В этом случае важно достигнуть плот-

ности притвора, дверного полотнища и охлаждения водяной завесой продуктов горения, которые могут проникнуть через дверной проем. Необходимо также выяснить, не покрыты ли сама дверь или заслонка и весь брандмауер или стена горючей пылью. Нельзя допускать хранения или расположения горючих веществ в непосредственной близости к проему.

Вопросы герметизации приобретают исключительное значение, когда взрывоопасный двигатель выносится в специальное помещение, изолированное от проникновения в него взрывоопасных паров и газов. В этом случае проем для пропуска вала от двигателя к соответствующему агрегату заделывают сальником. Если такие устройства имеются, следует самым тщательным образом проверить способ заделки проема.

После того как установлены огнестойкость и герметичность противопожарных дверей и заслонок, следует обратить внимание на способ закрывания защищаемых проемов. Поэтому необходимо проверить, есть ли приспособление для автоматического пуска и как оно действует.

Следует отметить, что на отдельных предприятиях, где дверной проем остается постоянно открытым, никто не следит за состоянием двери. В результате этого она покрывается ржавчиной и становится непригодной.

То же самое необходимо сказать и в отношении других проемов, защита которых совершенно отсутствует или выполнена небрежно.

На брандмауер могут опираться балки перекрытий, прогоны перекрытий и покрытий и другие конструкции. Бывают случаи, когда эти конструкции пропущены через весь брандмауер. Опасность распространения пожара в этом случае очевидна.

Обследователю нужно помнить, что неправильно заделанная конструкция может явиться не только причиной распространения пожара, но и обрушения брандмауера, вследствие обрушения заделанных конструкций. Установить способ заделки конструкций в брандмауер можно по проектным материалам, а также осмотром, сопоставляя толщину брандмауера и расстояние, необходимое для опирания балки или другой конструкции.

Сложнее всего наметить мероприятия для устранения недочетов в тех случаях, когда необходимо заново устроить брандмауеры. Брандмауер может нарушить целостность производственного процесса. Это нежелательно, а в ряде случаев недопустимо. Само встраивание брандмауера мешает работе, что, в свою очередь, влияет на выпуск продукции и выполнение производственной программы. Поэтому обследователю лучше выбирать такие варианты, которые не требовали бы обязательного устройства брандмауеров. К этим вариантам можно отнести:

а) использование под брандмауер существующей внутренней капитальной стены, соответственно оборудовав ее;

б) снижение пожарной опасности производства изоляцией

небольших по объему операций, влияющих на категорию производства в целом;

в) увеличение степени огнестойкости здания в целом, если по условиям технологического процесса установка брандмауера невозможна;

г) применение автоматических средств пожаротушения;

д) замена брандмауера другими видами преград, крышевыми брандмауерами, противопожарными зонами и водяными завесами.

Если технологи не возражают против установки брандмауера, то следует его предусмотреть в акте капитальных мероприятий. Устройство брандмауера следует приурочить к моменту реконструкции предприятия.

Приведение в порядок существующих брандмауеров не вызывает капитальных затрат или остановки процесса производства. Следовательно, сроки для этого мероприятия можно дать небольшие.

Недостающая огнестойкость и устойчивость брандмауеров компенсируются повышением их сечения оштукатуриванием или увеличением толщины защитного слоя у железобетонных конструкций.

В тех случаях, когда возвышение брандмауеров и перерезание конструкций выполнены неправильно, следует дать кратчайшие, но в то же время реальные сроки для устранения этих недостатков. То же самое относится к мероприятиям по защите проемов и заделке конструкций в брандмауерах.

Мероприятия по наращиванию высоты брандмауеров, защите проемов и заделке конструкций следует включать в предписания Государственного пожарного надзора.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ЗОН В ЗДАНИЯХ

При обследовании противопожарных зон в зданиях следует установить:

а) необходимость противопожарных зон и соответствие их количества противопожарным требованиям;

б) огнестойкость и ширину зоны. Соответствие огнестойкости и ширины зоны противопожарным требованиям;

в) правильность устройства гребней фартуков зоны и водяных завесов;

г) правильность конструктивного оформления помещений, находящихся под зоной;

д) возможность свободного доступа на противопожарную зону.

Необходимость противопожарных зон и их количество устанавливаются так же, как и в отношении брандмауеров. Что касается огнестойкости противопожарных зон, то надо проверить каждый конструктивный элемент зоны отдельно (стены или колонны

и покрытия). Обследователю нужно помнить, что пределы огнестойкости несущих стен и колонн противопожарных зон — не менее 5 час., покрытий и перекрытий — не менее 2 час. Для определения фактических пределов огнестойкости надо узнать сечение стен и колонн, а также толщину защитного слоя арматуры для железобетонных конструктивных элементов. После этого, пользуясь приложением 1 к НСП 102—51, устанавливают фактический предел огнестойкости. При обследовании огнестойкости следует выяснять качество защиты металлических конструктивных элементов от действия высоких температур. Ненадежно защищенные затыжка, ригель, свод или колонны могут явиться причиной разрушения зоны в условиях пожара.

Ширину зоны определяют простым обмером. Она не должна быть меньше 6 м. Сравнивая фактическую огнестойкость зоны и ее ширину с требуемыми, обследователь делает выводы о соответствии их противопожарным требованиям и намечает необходимые мероприятия для устранения недочетов.

Увеличение пределов огнестойкости конструкций зоны может быть достигнуто увеличением толщины их защитного слоя. В правильности устройства гребней и фартуков зоны убеждаются наружным осмотром.

При обследовании правильности устройства стенок (фартуков) следует измерить расстояние от зоны до ближайшей сгораемой фермы. Если это расстояние более 5 м, то стенка (фартук) должна опускаться на 25 см ниже сгораемой или трудносгораемой конструкции покрытия, примыкающей к зоне. При расстоянии от зоны до ближайшей сгораемой фермы менее 5 м стенка (фартук) должна перекрывать весь проем между аркой и затыжкой.

При обследовании противопожарных зон необходимо, кроме указанного уже выше, тщательно просмотреть все производственные коммуникации и процессы, расположенные под зоной.

Если под зоной расположены производства, где применяют горючие вещества, воздуховоды или коммуникации с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями, то роль противопожарной зоны как преграды может свестись к нулю, так как горение распространяется по горючим веществам и коммуникациям. В соответствии с п. 35 НСП 102—51 располагать под противопожарными зонами склады сгораемых материалов можно только в тех случаях, если они ограждены стенами, удовлетворяющими требованиям, предъявляемым к брандмауерам.

При обследовании соединительных сооружений следует установить соответствие возгораемости их конструкций противопожарным требованиям. В соответствии с п. 42 НСП 102—51 галереи и эстакады, предназначенные для трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами, должны иметь несгораемые несущие конструкции и ограждения. Если противопожарные требования в смысле выбора конструкций

галерей и эстакад соблюдены, то надо проверить наличие и правильность выполнения противопожарных зон (звеньев). Противопожарные зоны (звенья) нужны лишь тогда, когда соединительные сооружения выполнены из сгораемых или трудносгораемых материалов.

Обследователю надо знать, что противопожарные зоны (звенья) можно применять:

а) при длине галерей и эстакад более 100 м (расстояние между противопожарными зонами (звеньями) не должно превышать 100 м);

б) в местах примыкания сгораемых и трудносгораемых галерей и эстакад к зданиям III, IV и V степеней огнестойкости;

в) при прокладке сгораемых или трудносгораемых галерей и эстакад через железнодорожные пути;

г) при прокладке сгораемых и трудносгораемых галерей и эстакад над зданиями III, IV и V степеней огнестойкости;

д) при пересечении сгораемых и трудносгораемых галерей и эстакад в одной или в разных плоскостях.

Если количество зон соответствует противопожарным требованиям, то обследователь проверяет их размеры и группу возгораемости. Длина противопожарных зон (звеньев) должна быть не менее 5 м. При прокладке галерей и эстакад над зданиями и железнодорожными путями длина звена дается такой, чтобы оно выступало по обе стороны от оси пути на 3 м и за габариты здания на 2 м.

После обмера длины звеньев и проверки соответствия их противопожарным требованиям следует перейти к определению группы возгораемости. Если противопожарные зоны сделаны из не-sгораемых материалов, то можно считать, что требования пожарной безопасности выполнены.

Кроме обследования конструктивной части, необходимо проверить, не совмещается ли в соединительных сооружениях прокладка коммуникаций для транспортировки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и легкогорючих твердых материалов с пешеходным движением. В соответствии с примечанием 2 к п. 42 НСП 102—51 такое совмещение допустить нельзя. Запрещается также совместная прокладка в галереях трубопроводов для жидких и газообразных продуктов, смешение которых может вызвать взрыв или пожар.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ ЛЮКОВ

В помещениях, где возможен взрыв, устраивают взрывные люки или легко сбрасываемые конструкции. Их назначение — предупредить разрушение основных несущих конструкций. Функции люков выполняют окна, открывающиеся наружу, заполнение стен в каркасных зданиях, легкое заполнение балок и ферм покрытий и специально сделанные взрывные люки. При этом площадь панелей определяется из расчета $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 здания.

При обследовании зданий, где находятся взрывоопасные производства, следует проверить взрывные люки (если они есть), соответствие их площади и конструктивного оформления противопожарным требованиям.

Чаще всего функции взрывных люков выполняют оконные проемы. Тогда важно проверить, открываются ли они наружу, и не является ли это угрозой смежным зданиям и сооружениям. Если оконных проемов нет или же их площадь недостаточна, надо убедиться, есть ли в здании другие устройства, которые могут заменить взрывные люки.

Если здание имеет специальные взрывные люки или легкосбрасываемые покрытия, следует проверить их конструкцию, чтобы выяснить их эффективность и безопасность действия.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ДЫМОВЫХ ЛЮКОВ

При обследовании театральных зданий надо проверить дымовые люки (если они есть) в покрытии сценической коробки, а также в покрытии над карманами. Следует установить соответствие противопожарным требованиям площади дымовых люков и их конструктивного оформления, убедиться в безотказности и эффективности их действия.

Чтобы установить соответствие площади дымовых люков противопожарным требованиям, необходимо выяснить фактическую площадь и требуемую, а затем эти величины сопоставить. Если фактическая площадь равна или больше требуемой, то противопожарные требования удовлетворены. Фактическую площадь дымовых люков можно определить непосредственным обмером или по проектам. Обследователю необходимо по проекту или в натуре определить площадь планшета сцены, площадь карманов и высоту сценической коробки от уровня пола нижнего труппа до покрытия сценической коробки.

Требуемую площадь дымовых люков определяют, исходя из положений, изложенных в главе XI.

Конструктивно дымовой люк и клапан должны быть выполнены таким образом, чтобы они имели минимальный вес и достаточную прочность, а отверстие закрывалось бы максимально плотно. При обследовании нужно обратить внимание на плотность закрывания люка и его утепление. Кроме того, необходимо проверить пределы огнестойкости дымовых клапанов, правильность устройства фонарей и шахт над люками, которые должны отвечать требованиям, изложенным в главе XI.

Безотказность дымовых клапанов проверяется в действии. При этом обследователю важно убедиться в том, что клапаны открываются ослаблением каната с нескольких мест (с помещения пожарного поста и с планшета сцены), что дымовые клапаны можно пустить и вручную (в случае аварии в электрической сети), установлена ли лебедка в помещении с несгораемыми ограждениями и заключены ли канаты (тросы) дымовых люков в шахты, огражденные со всех сторон проволочной сеткой.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ЗАНАВЕСОВ

При обследовании театральных противопожарных занавесов необходимо проверить соответствие противопожарным требованиям следующих элементов:

- 1) термоизоляции занавеса и водяного орошения;
- 2) герметизации занавеса:
 - а) верхней кромки,
 - б) нижней кромки,
 - в) боковых направляющих;
- 3) механизма подъема и опускания занавеса:
 - а) скорость опускания занавеса,
 - б) размещение лебедки, конструкции помещения, наличие запасного выхода,
 - в) конструкция подвеса,
 - г) защита канатной системы от возможного действия высокой температуры,
 - д) способы приведения занавеса в движение и остановки его.

Необходимо самым тщательным образом просмотреть порталную стену, которая выполняет функции брандмауера.

Обследование занавеса следует начать с наружного осмотра. Наружный осмотр со стороны зрительного зала и сцены позволяет установить характер защиты металлического каркаса. Со стороны зрительного зала каркас должен быть обшит гофрированной сталью, а со стороны сцены — термоизоляцией.

Наибольшее внимание при осмотре занавеса должно быть уделено термоизоляции. Наружным осмотром можно установить, есть ли трещины, выбоины и оголенные места на каркасе.

Оголенные места, трещины и выбоины могут снизить предел огнестойкости противопожарного занавеса. После наружного осмотра термоизоляции надо установить материал, толщину и способ ее крепления (изучив предварительно проект противопожарного занавеса). Данные о материале изоляции, ее толщине и коэффициенте теплопроводности позволят сделать вывод об эффективности имеющейся огнезащиты каркаса занавеса. Его делают сравнением имеющейся термоизоляции с требуемой нормами (Временные нормы строительного проектирования театров 1943 г., § 924) или же расчетом. Для теплотехнического расчета исходные данные устанавливают также по указанным выше нормам. В отдельных случаях, когда эффективность термоизоляции занавеса вызывает сомнение, следует запросить заключение экспертной комиссии.

Обследование водяного орошения сводится к выяснению принятых расходов и напоров воды для водяных завес и способов приведения их в действие. В пожарной команде должна быть схема водоснабжения театра, пользуясь которой можно выяснить способ приведения в действие водяных завес и схему питания водой. Начальник пожарной охраны обязан информировать обследователя о принятых расходах и напорах воды. После предварительного изучения данных о водяных завесах обследователь проверяет соответствие этих данных действительности. В насосной станции надо осмотреть насосы, предназначенные для питания водяных завес. Определив производительность насоса, обследователь делает вывод о соответствии принятых расходов противопожарным требованиям, наличии резервного насоса, а также двух независимых источников электроэнергии для моторов к насосам.

Если обнаружены какие-либо несоответствия требованиям норм (§§ 836, 837, 838, 839, 866, 867 и 868), то это учитывают при даче рекомендаций.

Удобнее начать обследование герметизации занавеса с нижней кромки занавеса и боковых направляющих, а затем перейти к верхней кромке.

Если занавес опущен, то герметизацию можно проверить, проталкивая палку или линейку в нескольких местах между планшетом сцены и занавесом. После этого можно попросить поднять занавес на высоту до 1,5 м и при этом осмотреть конструкцию уплотняющего устройства, если таковое имеется. Необходимо установить причины недостаточной герметизации и предусмотреть соответствующие меры. Обычно в театрах герметизация вообще нет, а там, где есть, она представляет собой брезентовый рукав, заполненный песком. В результате длительной эксплуатации этот рукав сплющивается, местами прорывается, и в конечном итоге нарушается герметизация. Следует рекомендовать восстановление уплотняющего устройства или замену его более совершенной конструкцией.

При обследовании боковых направляющих нужно выяснить:

- а) степень защиты направляющих от действия высоких температур;
- б) состояние герметизации направляющих;
- в) безопасность движения занавеса при возможных перекосах его;
- г) возможность свободного расширения занавеса при нагревании.

Защиту направляющих от действия высоких температур проверяют осмотром. Степень эффективности защиты определяют так же, как и степень эффективности любой металлической конструкции.

Для определения герметичности боковых направляющих следует предварительно изучить принятую конструкцию герметизации и сравнить ее с имеющимися современными способами.

Беспрепятственное движение занавеса и предупреждение возможных перекосов обеспечивают системой роликов, движущихся по направляющим. Об-

следователь проверяет наличие роликов и соответствующего зазора между ними и направляющими. Величина зазора может быть определена расчетом, исходя из требований свободного расширения занавеса при нагревании его до температуры 400°. При отсутствии роликов или зазоров между роликами и направляющими необходимо наметить мероприятия, которые обеспечат беспрепятственное опускание занавеса в условиях возможного пожара.

Для обследования состояния герметизации верхней кромки занавеса нужно попросить, чтобы опустили занавес, а самому подняться на верхнюю его кромку и с электрическим фонарем в руках осмотреть состояние песочного зазора. Важно убедиться в том, что есть достаточное количество песка и крыто плотно прилегает к порталной стене.

Обследование механизма подъема и опускания следует начать с проверки скорости опускания занавеса. Это делают следующим образом. Измеряют высоту порталного проема, опускают занавес и засекают время, нужное для этого; затем вычисляют скорость опускания.

Сравнивая фактическое время опускания занавеса с требуемым по нормам, обследователь делает выводы (по нормам средняя скорость опускания занавеса должна быть не менее 0,2 м/сек).

После проверки скорости движения обследуют устройство машинного помещения. Оно должно быть выполнено из негорючих материалов, обеспечивать свободный проход для обслуживания лебедки и иметь запасный выход в смежные с трюмом помещения. В машинном отделении следует обратить внимание на устройство шахт для контргрузов и тягового каната. Устройство шахты должно отвечать требованиям §§ 466, 467, 468, 469, 470, 471, 473 и 474 указанных выше норм.

Портальная стена выполняет функции брандмауера и обследуется по методу, установленному для него. Следует иметь в виду, что недостаточно тщательное обследование порталной стены может свести к нулю роль занавеса и самой стены как противопожарных преград. Достаточно оставить в порталной стене незащищенное отверстие, и дымовые продукты при пожаре проникнут со сцены в зрительный зал. Совершенно очевидно, что герметизация занавеса при этих условиях теряет смысл.

Обследователю необходимо самым тщательным образом проверить проемы в порталной стене и принять меры для устранения нарушения противопожарных требований.

Временные нормы строительного проектирования театров разрешают устраивать проемы в порталной стене, если они защищены. Так, например, в порталной стене могут быть:

а) дверные проемы, вне пределов зрительного зала и сцены, по одному с каждой стороны сцены в каждом этаже;

б) проемы, связывающие живописно-декорационную мастерскую непосредственно со сценой, для удобства подачи декораций. Отверстия эти располагают на уровне одной из рабочих галерей;

в) дверные проемы для выходов с колосникового настила на колосниковые лестницы.

В порталной стене могут быть еще незначительные проемы для пропуска кабелей (чаще всего в трюме) и трубопроводов.

После обследования противопожарного занавеса надо спуститься в трюм и осмотреть конструкцию стенки, на которую опирается занавес. Стенка должна быть сплошной и негорючей от уровня планшета до фундаментов. Здесь чаще всего можно встретить отверстия для кабелей и значительные проемы для регуляторной. Нужно проверить, действительно ли регуляторная выполнена из негорючих материалов и нет ли входа в нее из трюма. Если проемы есть, надо предложить заделать их. Регуляторную и автотрансформаторную устраивают в негорючих помещениях и оборудуют для них изолированный от трюма выход в эвакуационный проход. Проем для выхода защищают противопожарной дверью. Пределы огнестойкости стен и перекрытия регуляторной и автотрансформаторной должны отвечать требованиям, предъявляемым к противопожарным преградам.

После осмотра стены в трюмной части можно продолжить обследование

проемов на уровне планшета сцены, внимательно просмотреть их защиту.

Дверные проемы устраивают в несгораемых шлюзах. Их выполняют в виде тамбурса глубиной не менее ширины дверей с несгораемыми стенками, перекрытиями и противопожарными дверьми.

Двери открывают из тамбура наружу. Таким же образом просматривают порталную стену на уровне всех рабочих галерей и на колосниках. Особое внимание следует обратить на защиту отверстий, связывающих художественно-декорационную мастерскую со сценой (эти проемы, как правило, незащищены).

Помещение сцены — наиболее вероятный очаг пожара. Пожар на сцене представляет угрозу не только для зрительного зала, но и для всех смежных помещений. Стены сцены выполняют функции преград, а поэтому все их дверные проемы надо защитить противопожарными дверями.

Следует иметь в виду, что проемы должны быть защищены не только противопожарными дверями, но дополнительно и водяными завесами. Все дверные проемы между спринклерованными и неспринклерованными помещениями установкой дренчеров защищают водяными завесами. Спринклеруют театры, где есть 1000 и более мест. Помещения, подлежащие спринклерованию, оговорены § 852 указанных выше норм.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ

Противопожарные разрывы проверяют во время обследования генеральной планировки промышленного предприятия, населенного пункта или же при осмотре отдельных зданий. Наиболее целесообразно обследовать противопожарные разрывы в связи с проверкой отдельных корпусов. Это дает полную характеристику нарушений противопожарных требований в данном здании.

При обследовании противопожарных разрывов необходимо:

- а) определить фактические величины разрывов;
- б) установить, какими должны быть величины разрывов;
- в) сравнить фактические величины с требуемыми.

Фактические противопожарные разрывы определяют простым обмером. Замерять разрыв нужно между выступающими частями зданий и цехами с наиболее опасными в пожарном отношении производствами.

Необходимую величину противопожарных разрывов определяют в соответствии с действующими нормами и ОСТАми.

Для промышленных предприятий, жилых и общественных зданий, открытых расходных складов и других зданий и сооружений разрывы определяют по НСП 102—51.

Разрывы между другими объектами определяют:

а) между сухими газгольдерами, предназначенными для горючих газов, и объектами различного назначения — по ГОСТ 2907—45;

б) между мокрыми газгольдерами, предназначенными для горючих газов, и объектами различного назначения — по ГОСТ 2908—45;

в) между зданиями и сооружениями базисных и складских предприятий и хозяйств для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей — по Н 108—53;

г) между складами ископаемого угля — по Н 104—52;

д) между животноводческими постройками и прочими объектами — по Временным правилам пожарной безопасности строительства и эксплуатации колхозных и совхозных построек;

е) между прочими сельскими объектами — по Временной инструкции по планировке и застройке сельских населенных мест.

Чтобы определить величину требуемых противопожарных разрывов между производственными зданиями и закрытыми складами, необходимо узнать степень огнестойкости противостоящих зданий и категорию производства по пожарной опасности. После этого минимальный требуемый разрыв определяют по табл. 5 НСП 102—51.

Сравнив фактический разрыв с требуемым, обследователь делает вывод о соответствии существующих противопожарных разрывов противопожарным требованиям.

Следует иметь в виду, что недостающую величину противопожарного разрыва между зданиями можно при их реконструкции компенсировать увеличением степени огнестойкости или снижением категории пожарной опасности производства, а также устройством наружных брандмауэров.

Разрывы между жилыми зданиями, учитывая их огнестойкость, устанавливают по табл. 8 НСП 102—51. Недостающую величину разрывов можно компенсировать закладкой световых проемов в торцовых стенах зданий, увеличением степени огнестойкости зданий, а также заменой кровли, выполненной из щепы или стружки, на несгораемую. Так, нормы проектирования допускают снижение противопожарных разрывов на 20 %, если торцовая стена не имеет оконных проемов и сгораемая кровля заменена несгораемой.

Разрывы от открытых складов до зданий и сооружений определяют по табл. 6 НСП 102—51.

При этом надо учитывать:

а) агрегатное состояние хранимых веществ (твердые горючие вещества или жидкие);

б) емкость склада и способ хранения;

в) степень огнестойкости зданий и сооружений, до которых устанавливают разрыв;

г) категорию пожарной опасности производства.

Недостающий противопожарный разрыв можно компенсировать уменьшением количества хранимых веществ, а также изменением способа хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПЛАНИРОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

При обследовании планировки действующих объектов необходимо проверить:

правильность зонирования промышленных объектов;
соответствие разрывов требованиям пожарной безопасности;
состояние дорог;

правильность расположения зданий по отношению к господствующим ветрам;

правильность расположения зданий с точки зрения рельефа местности;

общее состояние территории (с точки зрения возможности развития и распространения пожара).

Территория промышленного предприятия должна быть разделена на зоны: административно-бытовую, производственную, складскую и вспомогательную. Такое зонирование удобно для производственных процессов и для соблюдения пожарной безопасности.

В большинстве случаев административно-бытовая группа зданий и сооружений выносится за пределы производственной территории.

Заводская пожарная команда должна находиться в таком месте, чтобы она могла быстро обслужить все объекты предприятия. Ей обязательно надо предоставить свободную площадь для учебных практических занятий и предвыездную площадку шириной не менее 15 м от красной линии для безопасного выезда пожарных машин на главную магистраль.

Проверяя правильность зонирования объектов (что может быть сделано по проекту генерального плана) обследователь попутно должен убедиться, соответствуют ли противопожарным требованиям разрывы и проезды. Предварительно можно изучить дороги по проекту, а затем осмотреть их в натуре.

Следует определить:

а) смогут ли пожарные автомобили подъехать к каждому зданию. Должен быть обеспечен свободный подъезд вдоль всей длины его (не менее чем с двух сторон) к зданиям с площадью застройки более 10 га. В качестве дорог следует использовать производственные пути сообщения. В случае, когда по производственным условиям нет надобности устраивать дороги, подъезд пожарных автомобилей устраивают по свободно спланированной территории;

б) наличие и качество подъездов к водоисточникам (гидрантам, водоемам, пирсам, запасным резервуарам и т. д.).

Ко всем водоисточникам, используемым для целей пожаротушения, должны быть оборудованы удобные подъезды. В соответствии с НСП 102—51 подъезды для пожарных автомобилей (полосы свободной территории, шириной не менее 6 м) к зданиям, сооружениям и водоемам при глинистых и пылеватых грунтах укрепляют дерном или гравием и устраивают уклоны, обеспечивающие естественный отвод поверхностных вод. К водоемам, которые являются основным источником противопожарного водоснабжения, должны устраиваться тупиковые дороги с петлевыми

объездами или с площадками размером не менее 12×12 м для разворота автомобилей;

в) смогут ли автомобили подъехать к зданиям в случае аварии на магистральных или второстепенных дорогах (на случай аварии или загромождения дорог надо обеспечить подъезд автомобилей кольцеванием);

г) загроможденность и пересечение дорог, что может затруднить или воспрепятствовать подъезду пожарных автомобилей.

Бывают моменты, когда роют траншеи в связи с ремонтом или осмотром подземных коммуникаций (при этом траншеи пересекают дорогу), ремонтируют дороги, пересечены и загромождены автогужевые дороги железнодорожными составами и т. д. В таких случаях необходимо строить объездные пути. При пересечении подъезда к зданию (сооружению) или группе зданий (сооружений) железнодорожными путями необходимо устраивать второй оборудованный переезд через железнодорожные пути на расстоянии не менее длины расчетного состава поезда от первого переезда;

д) количество въездов на территорию объектов и как они оборудованы.

На промышленных предприятиях желательно иметь два въезда. Ширина проезда в воротах или между пилястрами должна быть не менее 3,5 м и высота — не менее 4,25 м.

Проезды внутри кварталов между зданиями и сквозные располагают один от другого на расстоянии не более 150 м. Проходы с улицы во двор через лестничные клетки зданий должны быть на расстоянии не более 80 м друг от друга. Сквозные проезды должны иметь ширину не менее 4 м.

Чтобы проверить, правильно ли расположены отдельные здания по отношению к направлению господствующих ветров, обследователь должен изучить розу ветров (по проекту генерального плана объекта или по имеющимся ситуационным планам). Установив господствующее направление ветров, можно проверить правильность размещения отдельных производств. Надо стремиться к тому, чтобы производства, где возможно выделение искр и дымовых продуктов, были расположены с подветренной стороны по отношению к пожароопасным производствам и сгораемым зданиям. В то же время более пожароопасные объекты надо располагать с подветренной стороны по отношению к менее пожароопасным.

Объекты, где хранят значительные количества легко воспламеняющейся и горючей жидкости, располагают в пониженных местах. В противном случае, если жидкость разольется, пламя при пожаре охватит значительную территорию.

В заключение обследователь должен проверить общее состояние территории объекта. Бесхозяйственное хранение на территории сырья, полуфабрикатов, тары и готовой продукции постепенно загромождает проезды и подъезды к зданиям, гидранты и во-

доемы. Кроме этого, горючие вещества, тара и сгораемый мусор, расположенные вдоль зданий, могут распространить пожар вне здания. В таких случаях теряют смысл противопожарные преграды. То же самое может произойти при наличии сгораемых заборов, непосредственно примыкающих к производственным зданиям.

ГЛАВА XXII

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ЗДАНИЙ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Быстрая и организованная эвакуация людей из здания во время пожара имеет исключительно важное значение.

Создание благоприятных условий для эвакуации является одним из основных требований общественной безопасности.

Поэтому при пожарно-техническом обследовании зданий вопросам эвакуации людей необходимо уделять особое внимание. В документацию обследования надо внести специальный пункт «Обеспечение безопасной эвакуации людей». Этот пункт включают в акты и предписания независимо от количества выявленных нарушений.

В первую очередь необходимо определить соответствие требованиям безопасности:

- а) количества выходов из здания и их пропускную способность;
- б) конструктивного оформления выходов;
- в) количества лестниц и их пропускной способности;
- г) конструктивного оформления лестниц и проходов;
- д) наружных стационарных лестниц, их количества и конструктивного оформления.

Не исключена возможность одновременного обследования элементов путей эвакуации, отмеченных в пп. а, б, в и г. Однако каждый из них должен быть подвергнут тщательному изучению. В связи с тем, что планировка путей эвакуации и требования к ним зависят от функционального назначения зданий, мы рассматриваем отдельно здания промышленные, жилые и общественные, а также зрелищные предприятия.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Прежде чем приступать к обследованию выходов, следует вспомнить условия, при которых проходы, двери и ворота могут считаться эвакуационными.

Согласно п. 18 НСП. 102—51 проходы, двери и ворота считают эвакуационными выходами, если они ведут:

- а) из помещений первого этажа непосредственно наружу;

б) из помещений на лестничную клетку с выходом наружу непосредственно или через вестибюль;

в) из помещений в проход или коридор с непосредственным выходом наружу или с выходом на лестничную клетку;

г) из помещений в соседние помещения, имеющие огнестойкость не ниже II степени, не содержащие производств категорий А, Б и В и располагающие выходами наружу непосредственно или через лестничные клетки.

Определив количество эвакуационных выходов из помещений или зданий простым подсчетом и суммарную ширину их, следует установить требуемое количество выходов и их пропускную способность в соответствии с НСП 102—51.

Требуемое количество эвакуационных выходов устанавливают по предельному расстоянию и по пропускной способности. Под предельным расстоянием подразумевают расстояние от наиболее удаленного места до выхода наружу или на лестницу. Под понятием пропускная способность подразумевают максимально допустимое количество людей на 1 пог. м ширины эвакуационного выхода.

Могут быть случаи, когда пропускная способность выходов достаточна, но по предельному расстоянию они не удовлетворяют требованиям безопасности (или наоборот). В таких случаях следует добиваться, чтобы и пропускная способность выходов и предельные расстояния к ним соответствовали целям безопасности.

Допускаемое предельное расстояние для промышленных зданий устанавливают по табл. 9 НСП 102—51, учитывая при этом степень огнестойкости, этажность здания и категорию пожарной опасности производства. После этого нужно определить фактическое предельное расстояние по проектным материалам или замером расстояния от наиболее удаленного рабочего места до выхода наружу или на лестницу. Расстояние определяют по линии свободных проходов. Требования безопасности удовлетворены, если фактическое расстояние меньше или равно требуемому.

Для определения требуемой ширины дверей выясняют наибольшее количество людей, одновременно работающих в помещении, этаже или здании в целом. Затем, в соответствии с п. 22 НСП 102—51 устанавливают суммарную ширину дверей, исходя из расчета:

для двухэтажных зданий — 125 человек на 1 м ширины двери;

для трехэтажных зданий — 100 человек на 1 м ширины двери;

для зданий высотой более трех этажей — 80 человек на 1 м ширины двери.

Требования безопасности удовлетворены, если фактическая суммарная ширина дверей больше или равна требуемой.

Обследователь обязан помнить, что независимо от допускаемого расстояния и пропускной способности должно быть не ме-

нее двух эвакуационных выходов из производственных, вспомогательных и общественных зданий или помещений.

В соответствии с п. 24 НСП 102—51 один эвакуационный выход допустим:

а) в помещениях, где размещены производства категорий А, Б и В площадью 100 м² и в помещениях с производствами категорий Г и Д площадью до 200 м²;

б) в двухэтажных зданиях, где размещены производства категорий Б и одновременно работают во втором этаже не более 30 человек и категории В, где работают до 50 человек или же где размещены производства категорий Г и Д и одновременно работают во втором этаже не более 100 человек;

в) в зданиях, где более двух этажей независимо от категорий размещенных в них производств и где работают в наиболее населенном этаже (не считая первого) не более 15 человек (при условии возможного использования в качестве эвакуационного выхода наружной пожарной лестницы).

Закончив обследование выходов из основных производственных помещений, надо внимательно проверить эвакуационные выходы вспомогательных помещений промышленных зданий (кроме уборных, умывальных, курительных, душевых), пешеходных тоннелей, транспортных и коммуникационных проходных тоннелей, а также галерей и эстакад. Требуемое количество выходов для отмеченных помещений и сооружений определяют в соответствии с пп. 19. и 20 НСП 102—51.

При обследовании дверей необходимо помнить, что:

а) двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться в сторону выхода из здания. В помещениях, где обычно находятся не более 15 человек, допускают открывание дверей во внутрь. Исключение составляют помещения, в которых размещены производства, относящиеся к категориям А, Б и В (п. 31 НСП 102—51);

б) устраивать раздвижные и подъемные двери на путях эвакуации запрещено. Вращающиеся двери допускаются, если их дублируют запасные;

в) проемы в стенах зданий в местах примыкания галерей надо, где это возможно, защищать противопожарными дверями.

Если по условиям технологического процесса устройство дверей исключено, проемы в местах примыкания галерей в отапливаемых зданиях защищают водяной завесой;

г) двери не должны иметь выступающих частей и порогов. Там, где пороги выполняют функции противопожарных преград, предназначенных для предупреждения разлива жидкостей, следует устраивать пандусы, покрытые резиновыми ковриками;

д) все проемы в стенах, выполняющих функции противопожарных преград, должны быть защищены противопожарными дверями.

Если обследователь обнаруживает, что двери сделаны неправильно, он обязан отметить это в предписании.

Соответствие количества лестниц и их пропускной способности требованиям безопасности устанавливают сравнением фактического количества лестниц и их пропускной способности с необходимым.

Фактическое количество лестниц устанавливают простым подсчетом, а их пропускную способность — замером ширины маршей.

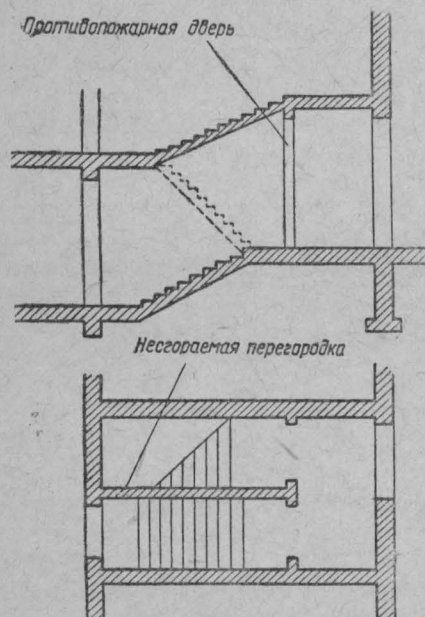


Рис. 162. Схема устройства входа в подвал с лестницы общего пользования.

Требуемое количество лестниц и их пропускную способность определяют по методу, описанному выше для эвакуационных выходов.

Дополнительно следует иметь в виду, что:

а) ширина маршей лестниц, служащих для эвакуации, должна быть не менее 1,2 и не более 2,2 м;

б) ширина маршей лестниц, ведущих в полуподвалы и подвалы, должна быть не менее 1,1 м;

в) ширина лестничной площадки должна быть не менее ширины марша, а перед входами в лифт — не менее 1,6 м;

г) открытых лестниц, обслуживающих площадки, внутрицеховые галереи и антресоли с площадью пола свыше 300 м², должно быть не менее двух;

д) каждое помещение площадью более 300 м², располо-

женное в подвальном или полуподвальном этаже, должно иметь не менее двух эвакуационных выходов. При площади подвального помещения до 300 м² допускают один выход;

е) если в подвальном или полуподвальном помещении нет горючих материалов, можно использовать в качестве выхода общие лестничные клетки. В противном случае использовать для выхода общие лестничные клетки можно лишь при условии выделения выхода из подвала или полуподвала от остальной части лестничной клетки глухими несгораемыми ограждающими конструкциями с пределом огнестойкости согласно табл. 2 НСП 102—51 (рис. 162);

ж) если в подвальном или полуподвальном помещении одновременно может находиться не более 15 человек, то можно ис-

пользовать в качестве второго выхода люки с вертикальными лестницами, а также скна размером не менее $0,75 \times 1,5$ м (при условии, что будут устроены специальные приспособления, облегчающие выход через окна). Крышки люков должны иметь предел огнестойкости не менее 0,75 часа.

При обследовании конструктивного оформления лестниц следует проверить:

- а) соответствие огнестойкости элементов лестницы и лестничной клетки требованиям безопасности;
- б) безопасность движения и незадымляемость лестницы;
- в) условия для работы пожарных подразделений во всех этажах здания.

Требуемый предел огнестойкости лестничных клеток может быть установлен по табл. 2 НСП 102—51. В соответствии с этой таблицей лестничные клетки в зданиях I, II и III степеней огнестойкости должны быть несгораемые с пределами огнестойкости соответственно 4 и 3 часа. В зданиях IV и V степеней огнестойкости лестничные клетки могут быть соответственно трудносгораемые и сгораемые. Что касается самих лестниц, то их несущие элементы в зданиях I, II и III степеней огнестойкости должны быть несгораемыми и иметь предел огнестойкости не менее 1,5 часа. Несущие элементы лестниц в зданиях IV и V степеней огнестойкости могут быть сгораемыми.

В жилых, общественных и вспомогательных зданиях II и III степеней огнестойкости разрешено строить металлические незащищенные несущие элементы (косоуры и балки) закрытых лестниц. В двухэтажных жилых зданиях III степени огнестойкости допускают применение деревянных оштукатуренных снизу лестничных маршей и площадок. Зная вышеуказанные требования к лестницам, обследователю надо определить фактические пределы огнестойкости (методом, установленным для обычных конструкций) и сравнить их с требуемыми.

После выяснения конструктивных особенностей лестничных клеток нужно проверить правильность оформления выходов в подвал с лестниц общего пользования. Если выход в подвал выполнен с лестницы общего пользования, то нужно проверить, есть ли противопожарная дверь и ограждение подвального входа. Никаких помещений под маршами лестниц не должно быть. Надо проверить, есть ли перила и естественное освещение лестничных клеток. Лестничные клетки, используемые для эвакуации людей, должны иметь естественное освещение через окна в наружных стенах. Устраивать световые проемы во внутренних стенах лестничных клеток нельзя. Освещение лестничных клеток верхним естественным светом допустимо при глухих переплетах из несгораемых материалов с армированным стеклом.

Безопасность движения по лестнице нарушают:

- а) выступающие части (на уровень роста человека) конструктивных элементов в лестничных клетках;

- б) дверные полотнища из смежных помещений, а также из шахты грузоподъемников, открывающиеся на лестничную площадку;
- в) разрезные площадки и забежные ступени;
- г) суживающиеся марши лестниц и лестничных площадок;
- д) приборы отопления и другое оборудование, образующие местные выступы из плоскости стен на уровне движения людей;
- е) ступени недостаточных размеров, а также отсутствие некоторых из них.

Мероприятия для устранения недочетов обследователь намечает в соответствии с п. 30 НСП 102—51.

Что касается размеров и количества ступеней, то следует руководствоваться следующими практическими рекомендациями:

а) высота ступени (подступенок) должна быть не менее 15 и не более 18 см;

б) удвоенная высота подступенка, сложенная с шириной ступени (проступью), должна равняться среднему шагу человека:

$$2a + b = 60 \div 64 \text{ см};$$

в) высота перил должна быть не менее 0,9 м.

При наличии в лестничной клетке шахт грузоподъемников и лифтов нужно проверить правильность ограждения шахт.

Согласно п. 41 НСП 102—51 шахты и помещения машинных отделений подъемников ограждают стенами и перекрытиями из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 1 часа.

Ограждать металлическими сетками можно шахты: пассажирских подъемников, располагаемых в лестничных клетках; подъемников, соединяющих открытые площадки или галереи внутри зданий; подъемников, соединяющих только два смежных этажа, если в них не размещаются производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям А, Б и В.

Пожарным подразделениям в условиях пожара необходимо иметь доступ во все этажи, чердачные и подвальные помещения, а также на крышу здания.

Если считать, что пути эвакуации и эвакуационные выходы выполнены правильно и обеспечивают нормальную работу пожарных, то обследователю остается лишь проверить, есть ли выходы на чердак, наружные стационарные лестницы, ограждения на крышах зданий, конструктивное оформление выходов на чердак и наружных стационарных лестниц.

В п. 29 НСП 102—51 указано:

лестничные клетки в многоэтажных зданиях должны доходить до чердака и иметь выход на чердак. Допускается устройство входа на чердак (с площадкой перед ним) из лестничной клетки по металлической вертикальной лестнице.

В зданиях до пяти этажей включительно можно устраивать входы на чердаки из лестничных клеток через люки по закрепленным стремянкам. Крышки люков в зданиях III и IV степеней

огнестойкости должны быть трудносгораемые с пределом огнестойкости соответственно не менее 0,75—0,5 часа.

Двери входов на чердак должны быть с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа и иметь высоту не менее 1,6 м.

Слуховые окна для выхода на крышу должны устраиваться в каждой части чердака, отделенной брандмауером (п. 45). Размеры выходного отверстия слухового окна должны быть не менее $0,6 \times 0,8$ м.

Требования в отношении наружных пожарных лестниц изложены в п. 44 указанных выше норм. Согласно этому параграфу все здания высотой более 10 м должны иметь наружные металлические пожарные лестницы; здания с фонарями и перепадами высот, кроме того, должны иметь пожарные лестницы, соединяющие кровли, находящиеся на разных уровнях.

Пожарные лестницы устраиваются:

а) для зданий высотой до карниза (или до верха парапета) не более 30 м — вертикальные;

б) для зданий высотой более 30 м — наклонные под углом не более 80° с промежуточными площадками не реже чем через 8 м по высоте;

в) расстояние между пожарными лестницами в производственных зданиях и складах должно быть не более 200 м, считая по периметру здания;

г) наружные пожарные лестницы, используемые для эвакуации людей, на уровне эвакуационных проемов оборудуются площадками для выхода на них из помещений и должны быть ограждены перилами. Уклон лестниц в этом случае не должен быть более 60° , а их ширина — не менее 0,7 м. Такие лестницы и площадки ограждают перилами высотой 0,8 м;

д) на крышах зданий высотой 10 м и более при уклоне кровли в пределах $18-35^\circ$ устраивают несгораемые ограждения высотой не менее 0,6 м.

Наружными пожарными лестницами оборудуют все противопожарные зоны.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Жилые и общественные здания, за исключением зрелищных учреждений, разделены на отдельные ячейки (помещения, квартиры, кабинеты и т. п.), в которых пребывает незначительное количество людей. Поэтому выход из помещений в данном случае, как правило, бывает один.

Количество лестниц устанавливают так же, как и для промышленных зданий, в зависимости от предельного расстояния и пропускной способности (НСП 102—51, п. 22, табл. 11).

При обследовании путей эвакуации жилых зданий следует иметь в виду некоторые исключения, установленные для них

НСП 102—51, п. 25. В ряде случаев нормы допускают один выход на лестницу. Так, например, в жилых зданиях до 10 этажей включительно квартиры могут иметь один выход на лестницу при условии, что квартиры, расположенные в 6—10 этажах включительно, имеют переходы в смежные секции (через переходные балконы или лоджии). Обследователю надо проверить, имеются ли переходные балконы, не загромождены ли они, знают ли жильцы о возможности использования их при пожаре.

Здания коридорной системы свыше двух этажей должны иметь не менее двух наружных выходов и лестниц. В двухэтажных зданиях подобного типа вместимостью не более 100 человек допускается устройство одной лестницы при наличии во втором этаже запасных выходов через балконы в торцовых частях.

Определив соответствие количества выходов и лестниц требованиям безопасности, обследователю надо проверить количество входов в подвальное помещение и правильность их конструктивного выполнения.

При расположении в подвале или полуподвальном этаже хозяйственных помещений — для столовой, душевой, дровяного сарая и т. п. — можно оборудовать вход туда из лестничной клетки, которая предназначена для входа в квартиры (п. 26 НСП 102—51). В этом случае обследователю необходимо проверить конструктивное выполнение входа в подвал. Важно убедиться в том, что в случае пожара в подвальных помещениях не будет задымлена лестничная клетка.

Незадымляемости лестницы достигают устройством в зданиях выше двух этажей несгораемых шлюзов в лестничной клетке или в подвальном этаже. Необходимо проверить предел огнестойкости ограждающих конструкций шлюза и несущих конструкций марша первого этажа. Предел огнестойкости этих конструкций должен быть не менее 1 часа.

В подвалах должны быть обособлены выходы, если внутри их расположены котельные центрального отопления, торговые склады, магазины, самодеятельные прачечные, ремонтные мастерские, мусоропроводные камеры и т. п. (за исключением помещений котельных и прачечных, обслуживающих одну квартиру).

Обследователь обязательно проверяет, есть ли такие выходы. Согласно п. 27 НСП 102—51 марши указанных выходов можно располагать в габаритах общих лестничных клеток при условии, если эти марши отделены несгораемыми перегородками и перекрытиями и имеют обособленный выход наружу.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ТЕАТРОВ

1. Общие указания

В театрах обычно бывают массовые скопления людей. В условиях возможного пожара или даже мнимой опасности здесь возможны катастрофы. Особенность эвакуации театральных помещений заключается в том, что большинство присутствующих плохо

ориентируется в их планировке. Анализ пожаров в зрелищных предприятиях показывает, что несчастные случаи чаще всего были вызваны возникшей паникой. Иногда мнимые источники опасности, не представляющие непосредственной угрозы для жизни людей, являлись причиной трагических последствий. Правильная планировка и расчет путей эвакуации, а также их соответствующее конструктивное выполнение, предполагающее быструю и организованную эвакуацию, должны гарантировать абсолютный порядок при аварийной эвакуации. В нашей стране жизнь человека ценится дороже всего. Поэтому обследователь должен проникнуться огромной ответственностью, которая на него возложена.

До обследования театра ему необходимо изучить: а) методику расчета путей эвакуации; б) нормы проектирования театров в области эвакуации; в) планировку и конструктивное оформление обследуемого театра; г) проектные материалы, касающиеся расчета эвакуации (если таковые имеются); д) план аварийной эвакуации театра.

Порядок обследования путей эвакуации остается таким же, как и для промышленных зданий, однако методика его проведения имеет свою специфику. Она заключается в том, что требуемое количество выходов, лестниц, а также их пропускная способность, определяют довольно кропотливым расчетом. Если расчет путей эвакуации для обследуемого театра есть, то обследователь проверяет его и сравнивает необходимые рекомендации, подсказанные расчетом, с фактическими путями эвакуации. При отсутствии расчета обследователь производит его сам или привлекает себе в помощь специалиста¹.

На основании расчетов обследователь делает выводы о соответствии количества эвакуационных выходов, лестниц и их пропускной способности требованиям безопасности.

После этого надо выяснить конструктивное оформление путей эвакуации и возможность безопасного и организованного движения по ним.

Обследование удобнее начинать с помещений зрительного комплекса, а затем переходить к другим помещениям — демонстрационного и административно-хозяйственного комплексов.

2. Обследование путей эвакуации из помещений зрительного комплекса

Основные задачи, которые стоят перед обследователем при проверке путей эвакуации, — это выявить возможные препятствия и задержки в пути и разработать мероприятия, обеспечивающие организованную и бесперебойную эвакуацию.

Обследование зрительного зала рекомендуется начать ознакомлением с расположением мест для зрителей.

¹ Методику расчета см. «Архитектура гражданских и промышленных зданий», под редакцией проф. Л. А. Серк, том III. Стройиздат, 1949.

Места для сидения публики должны быть расположены рядами и прикреплены к полу. Следует убедиться в надежном закреплении кресел, так как в условиях эвакуации они могут быть легко опрокинуты, что может задержать движение людей. Незакрепленные места допускают только в ложах, имеющих непосредственный выход в эвакуационный проход вне зала. Важно убедиться в том, что выступающие части кресел имеют закругленные формы.

Просмотрев сидения, следует измерить ширину прохода между креслами и проверить соответствие числа мест в ряду требованиям безопасности. Между двумя проходами должно быть не более 18 мест в ряду, а между проходом и стеной — не более 9. Предельное число рядов между поперечными проходами не должно превышать 18, а между задней стеной зала и ближайшим поперечным проходом — 9. Расстояние между спинками сидений двух соседних рядов должно быть не менее 85 см, считая ширину прохода между рядами в 45 см (рис. 163).

Количество проходов и выходов определяется расчетом эвакуации. Кроме этого, следует выяснить правильность планировки проходов и выходов. В связи с этим необходимо проверить соответствие ширины проходов и выходов расчетным данным и требованиям «Временных норм строительного проектирования театров» (§§ 47, 301, 298, 299).

Достаточная ширина выходов и проходов еще не является гарантией безопасного движения. Препятствием могут явиться встречные потоки, пересекающиеся потоки, движение в сторону сцены, суживающиеся и расширяющиеся проходы, суживающиеся ответвления от основных проходов, значительные уклоны пола зала, ложные двери, зеркала на уровне движения, запасные выходы.

Обследователю при проверке планировки и пропускной способности путей эвакуации необходимо руководствоваться §§ 302—323 норм проектирования.

Вне зала зрителям остается пройти через кулуары или фойе и оттуда (если зал находится во втором этаже) — по лестнице в вестибюль и через наружные двери на улицу. Независимо от места расположения зрительного зала часть зрителей амфитеатра и все зрители балконов будут вынуждены пользоваться лестничными клетками. Таким образом, успешность второго этапа эвакуации будет зависеть от правильного выбора площади фойе и кулуаров, количества и пропускной способности лестниц и конструктивного оформления путей эвакуации. Отсюда и вытекает необходимость проверить соответствие: а) площади фойе и кулуаров требованиям безопасности; б) количества лестниц и их пропускной способности требованиям безопасности; в) конструктивного оформления проходов лестниц и наружных выходов требованиям безопасности.

Для определения соответствия площади фойе требованиям безопасности необходимо узнать фактическую площадь фойе и требуемую.

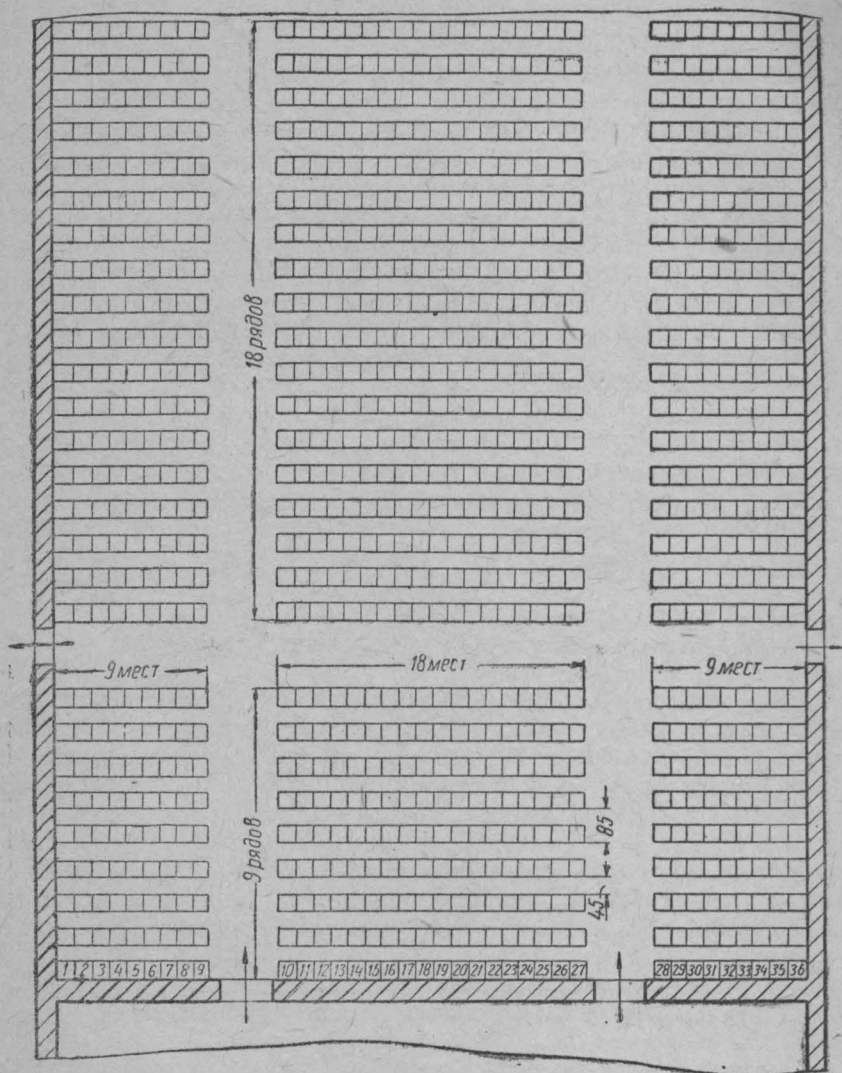


Рис. 163. Схема планировки мест короткими рядами.

Фактическую площадь фойе и кулуаров устанавливают по проекту или непосредственным обмером. Требуемую площадь определяют расчетом. Кулуары или фойе должны иметь площадь,

достаточную для определенного числа эвакуируемых зрителей. Число это равно разности всех присутствующих в зале людей и той части зрителей, которая успела уже выйти за пределы кулуаров или фойе (имеется в виду время, установленное для полной эвакуации людей из зрительного зала). На каждого человека предусматривается площадь в $0,25 \text{ м}^2$.

После выяснения вопроса относительно площади фойе и кулуаров следует выяснить возможность безопасного движения по этим помещениям. Препятствиями в движении могут явиться значительные уклоны, скульптура посередине фойе и кулуаров, мебель, местные утолщения стен на уровне роста человека, а также резкие повороты. Соответствие фактического уклона требованиям безопасности удобно проверить по проекту. Уклон пола кулуаров не должен быть более $1 : 20$. На путях эвакуации, в том числе и в фойе или в кулуарах, не должно быть на высоте до 2 м от пола никаких выступов, затрудняющих движение.

Расставляя мебель, скульптуру можно только в нишах. Недопустимы резкие повороты кулуаров, а также различные типики. Количество выходов из кулуаров и фойе устанавливают расчетом безопасной эвакуации, тем не менее следует иметь в виду, что каждое помещение, предназначенное для обслуживания зрителей, должно иметь удобную связь с эвакуационными путями, причем помещения площадью в 100 м^2 и более должны иметь не менее двух выходов.

Эвакуационные пути на каждом уровне должны иметь не менее двух выходов — на лестницы или наружу.

Конструктивное оформление лестниц обследуют так же, как и в промышленных зданиях.

Требуемое количество лестниц, а также удаление их от выходов из зрительного зала, определяют, исходя из установленного времени для вынужденной эвакуации людей из театра. Тем не менее расстояние между лестницами не должно быть более 60 и менее 10 м . Следует иметь в виду, что в театрах допустимы открытые парадные лестницы, которые в расчет эвакуации не надо принимать. При намечении мероприятий для устранения недочетов в конструкции лестниц обследователь руководствуется §§ 322—329 «Временных норм строительного проектирования театров».

В заключение обследователь проверяет правильность планировки гардеробов и киноаппаратных.

Гардеробы надо планировать таким образом, чтобы они не затесняли путей эвакуации. Пути эвакуации из киноаппаратной должны быть спланированы так, чтобы при возможном пожаре и задымлении в ней не задымлялись пути эвакуации, предназначенные для зрителей.

Ширину проходов между барьерами гардероба надо установить не менее 4 м , а между барьером и стеной — не менее 3 м .

Для снятия верхней одежды и надевания ее после спектакля зрителям нужно не менее $0,2 \text{ м}^2$ площади на одного человека. Если гардероб объединен с вестибюлем, надо предусмотреть перед барьером, кроме площадки для снятия верхней одежды, достаточную площадь для пропуска основных эвакуационных потоков. В этом случае ширину эвакуационных путей, полученную расчетом, увеличивают, а именно: при расположении гардероба с двух сторон — на 2 м, с одной стороны — 1 м, не считая пространства за барьером.

При обследовании планировки киноаппаратной необходимо проверить: а) наличие тамбуров перед помещениями киноаппаратной и самостоятельных выходов из тамбура наружу; б) связь выходов из киноаппаратной с путями эвакуации для зрителей.

Согласно ГОСТ 2691—44 «Кинотеатры художественного фильма в самостоятельных зданиях», помещения киноаппаратной должны сообщаться через тамбур шириной не менее 1,2 м. Из кинопроекционной и из перемоточной должны быть непосредственные выходы в тамбур, а из тамбура — самостоятельный выход наружу. При этом следует иметь в виду, что самостоятельным выходом наружу в данном случае считают непосредственный выход на улицу, в служебный коридор или на отдельную лестницу, не предназначенную для зрителей, причем коридор и лестницы должны иметь выходы на улицу. Непосредственный выход из тамбура в зрительный зал запрещен.

3. Обследование путей эвакуации из помещений демонстрационного комплекса театров

В так называемой сценической части здания театра размещают демонстрационный и административно-хозяйственный комплексы помещений. Демонстрационный комплекс включает сцену и подсобные ее помещения. Административно-хозяйственный комплекс включает административно-управленческие, производственные и хозяйственные помещения.

Наибольшее количество людей может скапливаться на сцене, однако эвакуация их менее сложна, чем эвакуация зрителей, так как работники театра обычно хорошо знакомы с его планировкой. Кроме того, сцена сообщается не менее чем четырьмя дверными проемами с демонстрационным комплексом театра и непосредственно связана с карманами, в которых устраивают широкие дверные проемы, предназначенные для транспортировки декораций. В связи с этим действующие нормы проектирования театров не предъявляют каких-либо специальных требований в части эвакуации демонстрационного комплекса театральных зданий.

Что касается производственных помещений театра, то обследуют их так же, как обычные производственные помещения.

Административно-хозяйственные помещения обследуют так же, как здания общественного назначения.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ТАБЛИЦА ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ И ГРУПП ВОЗГОРАЕМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции (в мм)	Предел огнестойкости (в часах)	Группа возгораемости
1	Стены и перегородки Сплошные стены и перегородки из обыкновенного и дырчатого глиняного обожженного и силикатного кирпича, бетона, бутобетона или железобетона	50	0,75	Несгораемые
		120	2,50	"
		250	5,50	"
		400	11,00	"
		650	20,00	"
2	Стены и перегородки из естественного камня, легкобетонных и гипсовых камней, облегченных кирпичных кладок с засыпкой или заполнением легким бетоном или термоизоляционными вкладышами	60	0,50	"
		120	1,50	"
		250	4,00	"
		400	7,00	"
3	Стены и перегородки из пеностеклянных блоков	120	1,5	"
4	То же, оштукатуренные с обеих сторон	160	3,3	"

Примечания к пп. 1—2: 1. Толщина штукатурки включается в общую толщину стен.

2. При пустотелых гипсовых блоках предел огнестойкости уменьшается на 30%.

5	Стены из волнистых асбестоцементных листов или волнистой листовой стали по стальному каркасу	—	0,25	Несгораемые
---	--	---	------	-------------

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции (в мм)	Предел огнестойкости (в часах)	Группа возгораемости
6	Фахверковые стены из каменных материалов с металлическим каркасом:			
	а) незащищенным	—	0,30	Несгораемые
	б) защищенным штукатуркой по сетке	25	0,70	"
	в) облицованным кирпичом	65	2,00	"
		120	4,00	"
7	Сплошные деревянные стены и перегородки, оштукатуренные с двух сторон	{ 100 150 200 250	0,60 0,75 1,00 1,25	Трудносгораемые " " "
8	Деревянные каркасные стены и перегородки, оштукатуренные или обшитые гипсовой сухой штукатуркой или асбестоцементными листами:			
	а) пустотелые или заполненные сгораемыми материалами	—	0,50	"
	б) с плотным заполнением несгораемыми материалами	—	0,75	"
	в) с заполнением несгораемыми рулонными или плитными материалами (минеральная вата, минеральный войлок, минеральная пробка и т. д.)	—	0,60	"
9	Фибролитовые оштукатуренные с двух сторон стены и перегородки с деревянным каркасом	—	0,75	"
	Стойки, колонны и столбы			
1	Кирпичные, бетонные и железобетонные	{ 200 300 400 500 650	2,00 3,50 5,00 6,50 8,50	Несгораемые " " " "
2	Стальные колонны, незащищенные, с площадью сечения металла:			
	до 100 см ²	—	0,25	"
	" 200 см ²	—	0,30	"

Продолжение

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции (в мм)	Предел огнестойкости (в часах)	Группа возгораемости
3	до 300 см ²	—	0,40	Несгораемые
	„ 400 см ²	—	0,50	„
	Стальные колонны, защищенные штукатуркой по сетке, кирпичом, бетоном, керамическими и гипсовыми блоками, с заполнением внутреннего пространства колонны негоряемыми материалами при толщине облицовки:			
	25 мм	—	0,50	„
	50 мм	—	2,00	„
	100 мм	—	4,00	„
	120 мм	—	5,00	„

Примечание. При отсутствии заполнения внутреннего пространства колонны пределы огнестойкости уменьшаются на 25%.

4	Деревянные сплошные оштукатуренные стойки при размере сечения не менее 200 × 200 мм	—	1,00	Трудногораемые
1	Перекрытия и покрытия			
	Монолитные или сборные замоноличенные железобетонные и железокерамические перекрытия и покрытия, перекрытия с легкими камнями, при общей толщине покрытия или перекрытия (за вычетом пустот) не менее 50 мм при защитном слое поверх арматуры:			
	в плитах и оболочках	в выступающих вниз ребрах и балках		
	10 мм	20 мм	—	1,00
	20 мм	30 мм	—	2,00
	30 мм	40 мм	—	3,00
	40 мм	50 мм	—	4,00
	50 мм	60 мм	—	5,00
				Несгораемые
				„
				„
				„
				„

Примечание. В расчет толщины защитного слоя включается толщина штукатурки или затирки.

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции (в мм)	Предел огнестойкости (в часах)	Группа возгораемости
2	Перекрытия и покрытия из железобетонных сборных ребристых плит с толщиной полки 80 мм при защитном слое арматуры 15 мм	—	1,00	Несгораемые
3	Перекрытия и покрытия по стальным балкам при негорючем заполнении:			
	а) при незащищенных балках	—	0,25	"
	б) при защите балок слоем бетона или штукатуркой по сетке:			
	10 мм	—	0,75	"
	20 мм	—	2,00	"
	30 мм	—	3,00	"
	40 мм	—	4,00	"
	50 мм	—	5,00	"
Примечание. Огнестойкость заполнения должна быть не менее огнестойкости защиты балок.				
4	Покрытия из волнистых асбесто-цементных или стальных листов по стальным незащищенным балкам	—	0,25	Несгораемые
5	Перекрытия деревянные с накатом или подшивкой и штукатуркой по дроби или сетке	—	0,75	Трудногораемые
6	Перекрытия по деревянным балкам с гипсовым накатом при защите деревянных балок слоем гипса или штукатурки по сетке толщиной:			
	20 мм	—	1,00	"
	30 мм	—	1,50	"
	Заполнение проемов, окна, фонари и фрамуги			
1	Остекление пустотелыми блоками без переплетов и коробок. Остекление армированным стеклом при стальных переплетах	—	0,25	Несгораемые

Продолжение

№ п/п	Наименование конструкций	Толщина или наименьший размер сечения конструкции (в мм)	Предел огнестойкости (в часах)	Группа возгораемости
2	Остекление армированным стеклом при двойных стальных переплетах	—	0,75	Несгораемые
3	То же, при одинарных железобетонных переплетах	—	1,00	"
4	То же, при двойных железобетонных переплетах	—	1,75	"
Двери, люки и ворота				
1	Со стальными пустотелыми (с воздушными прослойками) полотнищами	—	0,50	"
2	То же, при заполнении прослойки минеральным войлоком или ватой	80	1,30	"
3	С деревянными полотнищами из обшитых в три слоя под углом досок с прокладкой асбестового картона, обитыми листовой сталью взамок по войлоку, смоченному в глиняном растворе, или по асбесту со стальной, железобетонной или деревянной коробкой, обитой сталью взамок по войлоку, смоченному в глиняном растворе, или по асбесту, а также без дверной коробки	75	1,50	Трудногораемые
4	То же, из двух слоев досок	50	1,00	"
5	То же, из одного слоя досок	25	0,50	"

Примечания: 1. Пределы огнестойкости для стен принимают вне зависимости от того, есть в них проемы или нет.

2. Пределы огнестойкости для других строительных конструкций принимают применительно к пределам огнестойкости, указанным в таблице для аналогичных конструкций.

НЕАТМОСФЕРОУСТОЙЧИВЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

№ рецепта	Наименование огнезащитного состава	Цвет покрытия	Область применения огнезащитного состава	Стоимость материала для окраски 1 м ² поверх- ности в руб.—коп.	Примечание
1	Силикатная краска СК-Г	Белый	Применяется для внутренней окраски су- хих отапливаемых помещений с относитель- ной влажностью воздуха не выше 70%. Крас- ка неустойчива к действию углекислоты	0—22	После года эксплуа- тации покрытие мелит
2	Силикатная краска СК-ХЭМ	Разные цвета, за- исключе- нием чи- стобелого	Применяется для внутренней окраски су- хих отапливаемых помещений с относитель- ной влажностью воздуха не выше 70% и комнатной температурой. Краска обладает повышенной устойчивостью к действию уг- лекислоты	0—46	Запрещается приме- нение краски в кузни- цах, кочеварках и дру- гих помещениях, где выделяется большое количество углекисло- ты
3	Хлоридная краска ХЛ-К	Белый	Применяется для внутренней окраски су- хих отапливаемых помещений с относитель- ной влажностью воздуха не выше 70%	1—40	
4	Карбамидная краска ПК-С	Разные цвета, за- исключе- нием чи- стобелого	Применяется для внутренней окраски су- хих отапливаемых помещений с относитель- ной влажностью воздуха не выше 70%	2—17	Краска применяется в случае необходи- мости окраски деревян- ных элементов, предва- рительно обрабо- тан- ных рецептом № 8

№ п/п	Наименование огнезащитного состава	Цвет покрытия	Область применения огнезащитного состава	Стоимость материала для окраски 1 м ² поверх- ности в руб.—коп.	Примечание
5	Сульфитно-гли- няная краска СГ-К	Коричне- вый	Применяется для окраски чердачных и других сухих помещений, к которым не предъявляются требования в отношении внешнего вида	0—19	
6	Суперфосфатно- сульфитно-гли- няная краска СС-Г	Разные цвета, за исключе- нием чи- сто белого	Применяется для внутренней окраски су- хих отапливаемых помещений с относитель- ной влажностью воздуха не выше 70%	0—32	
7	Суперфосфатная обмазка	Белый	Применяется для внутренней окраски са- раев, чердачных и других помещений, к которым не предъявляются требования в отношении внешнего вида	0—28	
8	Поверхностная огнезащитная пропитка	Бесцветный	Применяется для обработки готовых де- ревянных конструкций в помещениях с от- носительной влажностью воздуха не выше 80%	1—40	Сохранность огнеза- щитной эффективности пропиточного состава во времени выше, чем у красок. Рабочая кон- систенция состава поз- воляет в отличие от красок, широко меха- низировать работы по его нанесению

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

АТМОСФЕРОУСТОЙЧИВЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

№ рецепта	Наименование огнезащитного состава	Цвет покрытия	Область применения огнезащитного состава	Стоимость материала для окраски 1 м ² поверхности в руб.—коп.
9	Краска ПХВО	Разные цвета, за исключением чисто-белого	Применяется для окраски деревянных элементов открытых сооружений вместо масляной краски	5—75*
10	Краска ПХВО-А	То же	Применяется для окраски деревянных элементов открытых сооружений	3—54
11	Краска ХЛ	Серебристый	Применяется для окраски деревянных кровель	1—74

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОГНЕЗАЩИТНАЯ ПРОПИТКА

№ рецепта	Наименование огнезащитного состава	Область применения огнезащитного состава	Стоимость химикатов, расходуемых на 1 м ³ древесины, в руб.—коп.
12	Огнезащитный состав для глубокой пропитки древесины МС (1 : 1)	Используется для защиты древесины, применяемой в закрытых зданиях и сооружениях, имеющих комнатную температуру и относительную влажность воздуха не выше 80%. При повышенной влажности воздуха в помещениях поверхность защищенной древесины покрывается водозащитными покрытиями типа ПХВО	238—50

* Стоимость готовой краски.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ СОГЛАСНО ТУ 101—52

1. Зрительные залы в фойе в зданиях клубов и домов культуры допускаются располагать:

- а) в зданиях III степени огнестойкости — в первом и втором этажах;
- б) в зданиях II степени огнестойкости — на любом этаже.

2. Стены, перегородки и перекрытия киноаппаратных в клубах и домах культуры должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа.

В зданиях клубов и домов культуры V степени огнестойкости киноаппаратные должны располагаться в пристройке к основному зданию, расположенной за брандмауерной стеной. Устройство в этой стене каких-либо отверстий, кроме проекционных и смотровых, не допускается.

В киноаппаратных, располагаемых в пристройке к зданию клуба или дома культуры V степени огнестойкости, при установке в них прожекторов с лампами накаливания допускается устройство трудносгораемых стен, перегородок и перекрытий пристройки с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа.

3. Устройство мансард в зданиях детских яслей, детских садов, больниц, амбулаторий, родильных домов, общеобразовательных школ, торговых предприятий, клубов и домов культуры не допускается.

4. Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости частей зданий, а также конструктивные требования к элементам зданий должны приниматься в соответствии с гл. II и IV НСП 102—51 со следующими дополнительными указаниями:

а) деревянные, каркасные и щитовые здания детских яслей, детских садов, общеобразовательных школ, клубов и домов культуры должны быть высотой не более одного этажа и оштукатуриваться; в качестве утеплителя стен указанных зданий должны применяться неорганические материалы;

б) в зданиях детских яслей, детских садов, общеобразовательных школ, больниц, амбулаторий, родильных домов, торговых предприятий, клубов и домов культуры применение кровли из стружки, щепы, гонта и деревянных кровельных плиток не допускается;

в) в зданиях клубов и домов культуры, размещенных в отдельно стоящих зданиях III степени огнестойкости, перекрытия под зрительным залом и фойе должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа;

г) чердачные перекрытия над зрительными залами, залами заседаний, физкультурными и актовыми при расположении их на верхних этажах общеобразовательных школ, клубов и домов культуры II степени огнестойкости могут выполняться трудносгораемыми с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа;

д) в зданиях III степени огнестойкости в случаях, когда из лестничных клеток нет непосредственного выхода наружу, перекрытия над вестибюлем и проходами, ведущими от вестибюля к лестничным клеткам, должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа.

е) в зданиях детских яслей, детских садов, больниц, амбулаторий, родильных домов, общеобразовательных школ, клубов и домов культуры V степени огнестойкости перекрытия над подвальными помещениями должны быть трудносгораемыми с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа;

ж) в зданиях торговых учреждений IV и V степеней огнестойкости перекрытия над подвальными и полуподвальными этажами должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа;

з) в зданиях детских яслей, детских садов, больниц, амбулаторий, родильных домов, общеобразовательных школ, клубов, домов культуры и торговых предприятий перекрытия над помещениями котельных и складов топлива, размещаемых в подвальных и полуподвальных этажах, должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости: в зданиях II и III степеней огнестойкости — не менее 1,5 часа, а в зданиях IV и V степеней огнестойкости — не менее 1 часа;

и) в больничных корпусах-стационарах и родильных домах высотой в четыре этажа чердачные перекрытия должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа;

к) перекрытия над складами сценического оборудования, инвентаря и другого имущества, расположенными над сценической частью клуба или дома культуры, должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 1 часа;

л) котельные, склады топлива, склады для хранения сценического оборудования, инвентаря и другого сгораемого имущества не допускается располагать под зрительным залом клуба или дома культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурин В. В. Основы промышленной вентиляции. Профиздат, 1951 г.
 2. Бромлей М. Ф. и Кучерук В. В. Технические испытания и проверка эффективности вентиляционных установок промышленных предприятий. Госстройиздат, 1952 г.
 3. Блохин Б. Н. Курс строительных работ. Государственное архитектурное изд-во, 1947 г.
 4. Временные нормы строительного проектирования театров. Гос. изд-во «Искусство», 1943 г.
 5. Годжелло М. Г. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение. Изд-во МКХ РСФСР, 1952 г.
 6. Демидов П. Г. Основы горения веществ. Изд-во МКХ РСФСР, 1951 г.
 7. Золотницкий Н. Д. и Яичков К. М. Техника безопасности и противопожарная техника. Госстройиздат, 1952 г.
 8. Изюмский Н. А. и Лебедев А. С. Справочник по котлонадзору в жилищно-коммунальном хозяйстве. Изд-во МКХ РСФСР, 1952 г.
 9. Кучерук В. В. Вентиляция промышленных предприятий. Госстройиздат, 1948 г.
 10. Котляр Е. Ф. и др. Восстановление стальных конструкций промышленных зданий. Госстройиздат, 1947 г.
 11. Милинский А. И. К вопросу о прочности театральных противопожарных занавесов. Информационный сборник ЦНИИПО «Противопожарная техника и профилактика». Изд-во МКХ РСФСР, 1951 г.
 12. Максимов Г. А. и Орлов А. И. Отопление и вентиляция. Часть I. Госстройиздат, 1948 г.
 13. Некрасов К. Д. Огнеупорные бетоны, их свойства и применение. Стройиздат, 1949 г.
 14. Отрешко А. И. Строительные конструкции. Часть II. Трансжелдориздат, 1948 г.
 15. Скрамтаев Б. Г. и др. Строительные материалы. Промстройиздат, 1952 г.
 16. Таубкин С. И. и Никитина Н. С. Средства и способы огнезащиты древесины. Информационный сборник ЦНИИПО. Изд-во МКХ РСФСР, 1952 г.
 17. Тушение пожаров нефтепродуктов. Информационный сборник ЦНИИПО. Изд-во МКХ РСФСР, 1951 г.
 18. Шорин С. Н. Теплопередача. Госстройиздат, 1952 г.
 19. Яковлев А. И. Печь для огневых испытаний балок под нагрузкой. Информационный сборник ЦНИИПО. Изд-во МКХ РСФСР, 1950 г.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	Стр. 3
-----------------------	-----------

РАЗДЕЛ I

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЗДАНИЙ

Глава I. Факторы, влияющие в условиях пожара на строительные материалы и конструкции	5
Общая часть	5
Величина температур и длительность их воздействия на поверхности конструкций	7
Изменение температуры в толще конструкций	11
Причины разрушения конструкций в условиях пожара	12
Глава II. Понятие об изменении прочности строительных материалов при действии высоких температур	14
Общая часть	14
Изменение прочности растворов и бетонов при действии высоких температур	14
Изменение прочности стали при действии высоких температур	20
Изменение прочности кирпича при действии высоких температур	21
1. Кирпич глиняный обыкновенный	21
2. Силикатный кирпич	23
Практические выводы	23
Классификация строительных материалов и конструкций по возгораемости	25
Глава III. Испытания огнестойкости строительных конструкций	28
Общая часть	28
Элементы методики испытаний огнестойкости строительных конструкций	28
1. Тепловой источник	28
2. Испытание термической стойкости	29
3. Образцы	30
4. Нагрузка и число образцов	30
5. Критерии разрушения испытуемого образца	31
Испытательные установки	31
1. Установка для испытания балок	31
2. Установка для испытания колонн	34
3. Установка для испытания стен, перегородок и дверей	36
4. Установка для испытания перекрытий	36
Глава IV. Расчет огнестойкости конструкций	38
Общая часть	38
Определение расчетной длительности горения	39
Определение требуемого и фактического пределов огнестойкости	41
Глава V. Выбор степени огнестойкости зданий	43
Общая часть	43
Фактическая огнестойкость зданий	43
Классификация производств по пожарной опасности	46
Требуемая огнестойкость промышленных зданий	46
Требуемая огнестойкость жилых и общественных зданий	52
Глава VI. Методы повышения огнестойкости и сопротивления возгораемости конструктивных элементов	56
Общая часть	56

А. Методы повышения огнестойкости конструктивных элементов	
1. Зависимость предела огнестойкости от сечения конструктивно-го элемента	57
2. Общие свойства облицовок и штукатурок	60
3. Требования к материалам противопожарных облицовок и штукатурок	61
4. Конструктивные требования к противопожарным облицовкам и штукатуркам	63
5. Огнезащитные свойства облицовок и штукатурок	65
Б. Методы повышения сопротивления возгораемости древесины	
1. Дерево как строительный материал	66
2. Понятие о горении дерева и принципах защиты его от горения	68
3. Повышение огнестойкости и сопротивления возгораемости древесины	69
4. Защита поверхности древесины штукатуркой	70
5. Огнезащитные составы для пропитки древесины и огнезащитные малярные покрытия	71
6. Огневые испытания огнезащитных составов	72

РАЗДЕЛ II

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ПРЕГРАДЫ

Общая часть	76
Глава VII. Брандмауеры	77
Применение и классификация брандмауеров	77
Определение количества брандмауеров	79
Огнестойкость брандмауеров	80
Определение толщины брандмауера, исходя из требований устойчивости на опрокидывание	80
Теоретическое определение огнестойкости брандмауеров	83
1. Определение фактического предела огнестойкости брандмауера	84
2. Определение температуры на наружной поверхности ограждения для условий стационарного теплового режима при пожаре	85
Конструктивные требования, предъявляемые к брандмауерам	88
Пересечение брандмауеров сгораемых и трудносгораемых конструкций	88
Опирающие конструкции на брандмауер	90
Несгораемые стены, перегородки и перекрытия	91
Глава VIII. Защита отверстий в противопожарных преградах	93
Противопожарные двери	93
1. Раздвижные двери	95
2. Вертикально навешенные двери	95
3. Подъемно-опускные двери	97
Защита мелких отверстий	97
Защита окон	100
Глава IX. Противопожарные занавесы	100
Общая часть	100
Схема каркаса подъемно-опускного занавеса	101
Термоизоляция занавеса	102
Схема механизма подъема и опускания занавеса	104
Схема подвеса подъемно-опускных занавесов	106
Герметизация подъемно-опускного занавеса	107
Сопряжение верха занавеса с порталной стеной	107
Сопряжение занавеса с планшетом сцены	108
Сопряжение занавеса с направляющими	109
Герметизация верхней кромки раздвижного занавеса	111
Герметизация нижней кромки раздвижного занавеса	111

Устройство механизмов для управления движением занавеса . . .	112
Система орошения театрального противопожарного занавеса . . .	115
Глава X. Противопожарные зоны	115
Общая часть	115
Требования, предъявляемые к зонам	116
Конструктивные схемы противопожарных зон	117
Определение количества зон	119
Огнестойкость зон	120
Противопожарные зоны в соединительных сооружениях	121
1. Общая часть	121
2. Пожарная опасность соединительных сооружений	122
3. Противопожарные мероприятия при проектировании галерей и эстакад	122
Соединительные и внутрицеховые тоннели	123
Глава XI. Вспомогательные виды преград в зданиях	124
Общая часть	124
Водяные завесы	125
Экраны	127
Взрывные люки	132
Дымовые люки	134
1. Общая часть	134
2. Конструктивные схемы дымовых люков театров	135
3. Нормативные требования к дымовым люкам	138
Глава XII. Конструктивные мероприятия по локализации возможного горения деревянных конструкций	139
Общая часть	139
Локализация возможного горения в деревянных перекрытиях	140
Локализация горения в покрытиях	143
Локализация горения в деревянных перегородках и стенах	147
Глава XIII. Противопожарные разрывы между зданиями и сооруже- ниями	148
Общая часть	148
Факторы, определяющие величину противопожарных разрывов	148
Предпосылки для теоретического определения противопожарных раз- рывов между зданиями	151
1. Зависимость $q = f(q_1)$	152
2. Зависимость $q^2 = f(q_1^2)$	153
3. Зависимость $Q = f(Q_1)$	154
Вывод формулы для определения противопожарных разрывов	155
Нормирование противопожарных разрывов	157
1. Противопожарные разрывы между промышленными зданиями	157
2. Противопожарные разрывы между жилыми зданиями	159
3. Противопожарные разрывы между открытыми расходными складами и другими зданиями и сооружениями	160
4. Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями колхозных селений	162

РАЗДЕЛ III

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ПОЖАРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Глава XIV. Нетеплоемкие печи	166
Общая часть	166
Понятие о конструктивных схемах нетеплоемких печей	166
Пожарная опасность нетеплоемких печей	167

Нормы проектирования и устройства нетеплоемких печей	168
Мероприятия, снижающие пожарную опасность нетеплоемких печей	170
Глава XV. Теплоемкие печи	172
Общая часть	172
Общая схема устройства теплоемких печей	173
Общая характеристика пожарной опасности теплоемких печей	176
Предупреждение возможных загораний от нагретых поверхностей печи	177
1. Отступки от перекрыши	178
2. Отступки и разделки от боковых поверхностей печи и дымохо- дов	179
3. Отступки и разделки от конструкций покрытия и несгораемых конструкций	182
4. Разделки между подом печи и сгораемыми конструкциями ос- нований	183
5. Отступки от патрубков печи	184
Общие причины образования трещин в теплоемких печах и меры их устранения	184
1. Выбор материалов для теплоемких печей	184
2. Устранение температурных напряжений	185
3. Правила устройства оснований и фундаментов под печи	186
4. Общие требования к кладке печи и перекидных рукавов	190
5. Основные правила подготовки печей к отопительному сезону	190
Правила устройства дымоходов	191
Глава XVI. Центральное отопление	193
Общая часть	193
Принципиальные схемы устройства систем центрального отопления	194
Основные элементы котельных установок	197
Общая характеристика пожарной опасности котельных установок	198
Здания котельных	200
Нагревательные приборы	202
Глава XVII. Газовое отопление	202
Общая часть	202
Общая схема подачи газа к бытовым нагревательным приборам	203
Схема устройства бытовых газовых приборов	207
1. Газовые горелки	207
2. Газовые плиты	209
3. Газовые водонагреватели	209
Общая характеристика пожарной опасности газового отопления	212
Выбор материала и монтаж газопровода	213
Монтаж газопроводов в зданиях	214
Размещение и эксплуатация газовых приборов	217
Методы обнаружения утечки газа	218
Предупреждение пожаров от нагретых поверхностей	219

РАЗДЕЛ IV

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Глава XVIII. Общие сведения	222
Производственные вредности и их пожарная опасность	222
Меры борьбы с производственными вредностями	223
Допускаемые концентрации вредных веществ в воздухе помещений	224
Виды вентиляции и их принципиальные схемы. Классификация си- стем вентиляции	225
1. Естественная вентиляция	226
2. Механическая вентиляция	227
3. Местная вентиляция	228
Пожарная опасность вентиляционных установок	229

Глава XIX. Противопожарные требования к вентиляционным системам	230
Обеспечение эффективности действия вентиляционных установок	230
Расположение воздухоприемных и вытяжных шахт	232
Расположение приточных и вытяжных отверстий вентиляционных систем в помещениях	233
Требования пожарной безопасности к вентиляторам	234
Требования пожарной безопасности к очистным устройствам	237
1. Пылеосадные камеры, циклоны, инерционные пылеотделители	237
2. Сухие фильтры	241
3. Мокрые фильтры	243
Требования пожарной безопасности к воздуховодам	245
Локализация пожаров в вентиляционных установках	248
Понятие об устройстве воздушного отопления и его пожарной опасности	254

РАЗДЕЛ V

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ

Глава XX. Обследование конструкций зданий	257
Общая часть	257
Определение фактической огнестойкости зданий	258
Определение требуемой огнестойкости промышленных зданий	259
Определение требуемой огнестойкости жилых, общественных и вспомогательных зданий	260
Сравнение фактической огнестойкости с требуемой	260
Рекомендации для устранения недочетов в конструктивном оформлении зданий	261
Глава XXI. Обследование противопожарных преград в зданиях	262
Общая часть	262
Обследование брандмауэров и стен	263
Обследование противопожарных зон в зданиях	267
Обследование взрывных люков	269
Обследование дымовых люков	270
Обследование противопожарных занавесов	270
Обследование противопожарных разрывов между зданиями	273
Пожарно-техническое обследование планировки промышленных объектов	274
Глава XXII. Пожарно-техническое обследование путей эвакуации зданий	277
Общая часть	277
Обследование путей эвакуации промышленных зданий	277
Обследование путей эвакуации из жилых и общественных зданий	283
Обследование путей эвакуации театров	284
1. Общие указания	284
2. Обследование путей эвакуации из помещений зрительного комплекса	285
3. Обследование путей эвакуации из помещений демонстрационного комплекса театров	289
Приложения	290
Литература	299

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
148	3 снизу	который возник от действия лучистой теплоты.	который может распространиться вследствие действия лучистой теплоты.
152	Формула (4)	$q = C_n$	$q = C_0$
152	26 сверху	$r = n \cdot \cos \alpha$	$r = n : \cos \alpha$
153	Табл. 21	q^0/q_1^0	q/q_1
155	22 сверху	Q и Q_1	Q и Q_2
159	8 сверху	торцовая стена имеет	не торцовые стены не имеют
209	8 снизу	на рамке	на рампе
209	9 снизу	трубу-рамку	трубу-рампу