

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2017

УДК 614.8+69(075.8)

Б39

Рецензент

доктор технических наук, профессор, декан энергетического факультета
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»

В.А. Финоченко

Авторы:

С.Л. Пушенко, С.Г. Демченко, А.С. Пушенко,

Е.В. Стасева, Е.А. Чикалова

Б39 Безопасность жизнедеятельности. Пожарная безопасность: учеб.пособие. / С.Л. Пушенко[и др.] ;Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2017. – 137 с.

ISBN 978-5-7890-1338-0

Рассмотрены вопросы современного состояния нормирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов различного назначения, способы и средства обеспечения пожарной безопасности и защиты работников от сопутствующих им опасных факторов. Составлен из разделов, раскрывающих комплекс организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работника опасных факторов пожара, вопросы пожарной безопасности как части дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Материал сопровождается рисунками и актуализированным списком нормативно-правовых актов, регламентирующих различные аспекты охраны труда.

Предназначено для студентов всех направлений подготовки и специальностей очной и заочной форм обучения.

УДК 614.8+69(075.8)

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор

кандидат технических наук, доцент Е.А. Трушкова

ISBN 978-5-7890-1338-0

© ДГТУ, 2017

Оглавление

Введение	6
1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ	10
2. ПОКАЗАТЕЛИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРОВ-ВЗРЫВООПАСНОСТИ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВИ МАТЕРИАЛОВ	13
2.1. Горючесть материалов.....	15
2.2. Воспламеняемость материалов.....	18
2.3. Распространение пламени по поверхности.....	20
2.4. Дымообразующая способность.....	21
2.5. Токсичность продуктов горения.....	21
2.6. Классы пожарной опасности строительных материалов.....	22
2.7. Температура вспышки и температура воспламенения.....	22
2.8. Минимальная энергия зажигания.....	23
2.9. Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения).....	23
2.10. Нормальная скорость распространения пламени....	25
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, СТРОЕНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ ПО ПОЖАРНОЙ И ВЗРЫВООПАСНОЙ ОПАСНОСТИ..	26
3.1. Методика определения категорий.....	26
3.2. Определение категорий помещений.....	28
3.3. Определение категорий зданий и сооружений.....	30
4. ПРОТИВОВЗРЫВНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	32
4.1. Понятие взрывоустойчивости зданий и сооружений..	32
4.2. Основные принципы обеспечения взрывозащиты зданий и сооружений.....	33

5. ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, СТРОЕНИЙ И ПОЖАРНЫХ ОТСЕКОВ.....	38
5.1. Классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков по конструктивной и функциональной пожарной опасности.....	39
5.2. Определение требуемой степени огнестойкости здания.....	42
5.3. Классификация строительных конструкций по огнестойкости и пожарной опасности.....	48
5.4. Определение фактической степени огнестойкости здания (пожарного отсека).....	51
5.5. Противопожарные преграды.....	52
6. ОГНЕТУШАЩИЕ ВЕЩЕСТВА, СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ.....	56
6.1. Огнетушащие вещества.....	56
6.2. Внутреннее противопожарное водоснабжение.....	61
6.3. Наружное противопожарное водоснабжение.....	66
6.4. Автоматические установки пожаротушения.....	68
6.5. Первичные средства пожаротушения.....	74
7. ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ..	79
7.1. Обеспечение безопасности людей. Процесс эвакуации. Особенности движения людей при пожаре. Условие безопасной эвакуации.....	79
7.2. Параметры движения людских потоков при эвакуации.....	83
7.3. Расчет необходимого времени эвакуации.....	85
7.4. Расчет фактического времени эвакуации.....	90
7.5. Эвакуационные и аварийные выходы.....	92
7.6. Эвакуационные пути.....	99
7.7. Эвакуация по лестницам и лестничным клеткам.....	103
7.8. Дополнительные требования при эвакуации из зданий повышенной этажности.....	107

8. УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ.....	110
8.1. Компоненты систем пожарной сигнализации.....	112
9. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И СТРОЕНИЙ...	117
10. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.....	119
10.1. Актуальность вопроса обеспечения пожарной безопасности высотных зданий жилого и общественного назначения	119
10.2. Пожарная опасность высотных жилых и общественных зданий.....	121
10.3. Особенности проектирования высотных зданий жилого и общественного назначения.....	123
10.4. Основные задачи обеспечения пожарной безопасности высотных зданий жилого и общественного назначения.....	124
10.5. Обеспечение безопасности людей в процессе их эвакуации при возникновении пожара в здании.....	128
10.6. Обеспечение возможности тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ силами оперативных подразделений МЧС России...	130
10.7. Комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.....	133
Библиографический список.....	134

Введение

Пожар – это неконтролируемое горение, вне специально-го очага, которое приводит к потере материальных ценностей и гибели людей, наносит ущерб здоровью граждан, интересам общества, государства.

Пожар в помещении—процесс диффузионного горения твердых, жидких и газообразныхгорючих веществ, находящихся в помещении, вызывающий прогрев строительных конструкций и технологического оборудования с возможной потерей ими несущей способности.

По данным Всемирного центра пожарной статистики при ООН,ежегодно в мире происходит около 10 млн пожаров (почти каждые 3 сек. вспыхивает 1 пожар).

В России ежегодно:

- регистрируется более 200 тыс. пожаров (ежедневно более 500 пожаров), уничтожается около 200 строений, в том числе в городах – 65%;

- погибает более 15 тыс. человек (ежедневно более 40 человек), в том числе более 500 детей (в городах – 55%);

- получают травмы более 13 тыс. человек (ежедневно более 300 человек);

- прямой материальный ущерб составляет более 12 млрд р.(ежедневно более 30 млн р.; косвенный ущерб, как правило, гораздо больше прямого ущерба);

- спасаются пожарными более 90 тыс. человек, а также материальные ценности на сумму более 40 млрд р.

В Ростовской области ежегодно (в среднем): регистрируется 4 800 пожаров; погибает 370 человек; получают травмы 600 человек; прямой материальный ущерб – 60 млн р.

В Ростове ежегодно (в среднем): регистрируется 1200 пожаров; погибает 50 человек; получают травмы 160 человек; прямой материальный ущерб – 15 млн р.

Мероприятия по предупреждению возникновения и ограничению пожаров и взрывов, называемые **пожарной профилактикой**, являются составной частью охраны труда, так как их главная цель – предупреждение производственного травматизма. В то же время материальный ущерб от пожаров и взрывов, как правило, весьма существенный.

Термин «пожарная безопасность» определен п.4.1 ГОСТ 12.1.004-91* [3] как: «... состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей».

Термин «пожарная безопасность объекта защиты» определен статьей 2 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [1] как: «...состояние объекта защиты, характеризующееся возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара».

Объект защиты – продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, строения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре.

Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся: пламя и искры; тепловой поток, повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложе-

ния; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся: осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ.

Анализ пожаров за последние 5 лет показал, что наибольшее их количество происходит по следующим причинам:

- 1) неосторожное обращение с огнем ~ 30%;
- 2) нарушение правил устройства и эксплуатации электроустановок ~ 18,6%;
- 3) несоблюдение правил при эксплуатации электробытовых нагревательных приборов ~ 16,2%;
- 4) нарушение правил производства электро- и газосварочных работ ~ 7%;
- 5) прочие ~ 28%.

По виду горючего материала установлена следующая классификация пожаров:

- класс А – горение твердых веществ;
- подкласс А1 – горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (например: дерева, бумаги, соломы, угля, текстильных изделий);
- подкласс А2 – горение твердых веществ, не сопровождаемое тлением (например, пластмассы);
- класс В – горение жидких веществ;

- подкласс В1 – горение жидких веществ, нерастворимых в воде (например: бензина, эфира, нефтяного топлива), а также сжижаемых твердых веществ (например, парафина);

- подкласс В2 – горение жидких веществ, растворимых в воде (например: спиртов, метанола, глицерина);

- класс С – горение газообразных веществ (например: бытового газа, водорода, пропана);

- класс D – горение металлов;

- подкласс D1 – горение металлов, за исключением щелочных;

- подкласс D2 – горение щелочных и других подобных металлов;

- подкласс D3 – горение металлосодержащих соединений;

- класс Е – пожары, связанные с воспламенением электроустановок, находящихся под напряжением;

- класс F – пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ.

Место первоначального возникновения пожара называется **очагом пожара**. Развитие пожара зависит от конкретных условий его протекания (газообмена, высоты помещения, пожарной нагрузки и др.) и характеризуется тремя фазами:

- *1фаза* (начальная стадия) сопровождается повышением среднеобъемной температуры до величин порядка 200–250°C – это температура воспламенения всех горючих материалов;

- *2фаза* характеризуется быстрым развитием всех параметров и опасных факторов пожара до максимальных значений. При этом наблюдается возникновение «объемной вспышки», т.е. распространение пламени на большую часть горючих материалов и конструкций. Дальнейшее развитие пожара сопровождается горением трудногорючих материалов;

- *3фаза* характеризуется догоранием материалов и их тлением.

Горение большинства веществ прекращается при снижении концентрации кислорода в окружающей среде до 12–15% от

объема, а для веществ, характеризующихся широкой областью воспламенения (водород, ацетилен), металлов (калий, натрий), некоторых гидридов металлов и металлоорганических соединений, тлеющих материалов – 5% от объема и менее.

1. Основы теории горения

Горением называется сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя под воздействием высоких температур, характеризующийся самоускоряющимся превращением веществ в продукты горения и сопровождающийся выделением значительного количества тепла и ярким свечением.

В основе теории горения лежит учение академика Н.Н. Семенова о цепных реакциях, согласно которому процесс окисления сопровождается выделением тепла и при определенных условиях может самоускоряться. Известны два механизма самоускоряющихся превращений при горении – тепловой и цепной. Механизм возникновения и развития реальных пожаров и взрывов характеризуется комбинированным цепочно-тепловым процессом. Начавшись цепным путем, реакция окисления за счет ее экзотермичности продолжает ускоряться в связи с выделяющимся теплом.

В зависимости от скорости реакции, на которую влияют вид (химический состав) вещества и соотношения компонентов (горючего вещества и окислителя), горение может происходить в форме, собственно, горения, взрыва и детонации.

Горючее и окислитель должны находиться в определенных соотношениях друг с другом. Горение, как правило, происходит в газовой фазе. Поэтому горючие вещества, находящиеся в конденсированном состоянии (жидкости, твердые материалы), для возникновения и поддержания горения должны сначала подвергаться газификации (испарению, разложению), в результате которой образуются горючие пары и газы в количестве, достаточном для горения.

Горение может быть диффузионным, когда окислитель проникает в зону горения вследствие диффузии и поддерживает реакцию горения. Таким способом происходит горение горючих веществ, находящихся в конденсированном состоянии. Иногда такое горение еще называют гетерогенным, поскольку горючее вещество и окислитель изначально находятся в разных агрегатных состояниях.

Существенно по динамике самого процесса отличается горение гомогенное (горючее вещество и окислитель находятся в одинаковом агрегатном состоянии – газовоздушные смеси). Газовоздушные, паровоздушные и пылевоздушные смеси (горючее вещество и окислитель предварительно перемешаны друг с другом) характеризуют кинетическое горение.

Пламя, образующееся при кинетическом горении, представляет собой светящуюся зону, в которой соприкасаются друг с другом свежая смесь и продукты горения. Зона горения, естественно, всегда движется в сторону свежей горючей смеси. Для обычных горючих веществ и материалов (органических) нижняя температурная граница пламени составляет около 1300 К, а максимальная может достигать 2500 К ($0^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$).

Существует различие между нормальной и видимой скоростью распространения пламени. Нормальная скорость характеризует невозмущенное распространение пламени в направлении по нормали к поверхности пламени, видимая скорость – распространение пламени при дополнительном воздействии продуктов сгорания.

Скорость протекания реакции при кинетическом горении достаточно высока (для закрытых объемов – иногда доли секунды), поэтому такое горение иногда называют взрывным горением или просто взрывом.

Взрыв – быстрое химическое превращение среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов. Основными параметрами, характеризующими взрыв (взрывное горение), являются средняя и максимальная скорость нарастания

давления, максимальное давление взрыва, давление на фронте ударной волны.

Детонация – особая форма взрывного горения, при которой импульс воспламенения передается от слоя к слою не за счет теплопроводности, а вследствие импульса давления. Для возникновения детонации требуется сильная ударная волна. Она, как правило, возникает при резком увеличении скорости распространения пламени или при более мощном источнике зажигания.

Для возникновения и развития процесса горения необходимы горючее вещество, окислитель и, как правило, источник зажигания, инициирующий реакцию между горючим и окислителем. При установившемся горении источником воспламенения служит зона реакции. Возникновение горения чаще всего связано с нагреванием горючей системы тем или иным источником воспламенения. Этот источник должен обладать определенным запасом энергии и иметь температуру, достаточную для начала реакции.

Самовоспламенение – это спонтанное возникновение горения в объеме газовой среды в результате самонагревания при умеренном нагреве. Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру возникновения горения при умеренном нагреве; является наиболее низкой температурой вещества, при которой в условиях специальных испытаний происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

Воспламенение– пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления. Режим распространения пламени – это режим распространения пламени при локальном зажигании горючей смеси высокотемпературным источником. Горение в режиме распространения пламени обуславливается, как и при самовоспламенении, цепочно-тепловым механизмом.

Загорание– это неконтролируемое горение вне специального очага, без нанесения ущерба.

2. Показатели и классификация пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов

Классификация веществ и материалов по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности используется для установления требований пожарной безопасности при получении, применении, хранении, транспортировании, переработке и утилизации веществ и материалов, а также для установления требований пожарной безопасности к конструкциям зданий, сооружений, строений и системам противопожарной защиты.

Перечень показателей, необходимых для оценки пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов в зависимости от их агрегатного состояния, приведен в табл.2.1 прил. к Федеральному закону №123-ФЗ [1]. Методы определения этих показателей устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

Показатели пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов используются для установления требований к применению веществ и материалов и расчета пожарного риска. Производитель (поставщик) должен разработать техническую документацию на вещества и материалы (в том числе паспорта, технические условия, технологические регламенты), содержащую информацию о безопасном применении этой продукции и о показателях пожарной опасности веществ и материалов. Выборка из установленных федеральным законом показателей приведена в табл. 2.1.

Пожарная опасность строительных, текстильных и кожевенных материалов основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара и характеризуется следующими свойствами: горючесть; воспламеняемость; способность распространения пламени по поверхности; дымообразующая способность; токсичность продуктов горения.

Таблица 2.1

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности
веществ и материалов

Показатель пожарной опасности	Вещества и материалы			
	Газы	Жидкости	Твердые вещества	Пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки, °С	—	+	—	—
Температура воспламенения, °С	—	+	+	+
Температура самовоспламенения, °С	+	+	+	+
Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения)	+	+	—	+
Группа воспламеняемости	—	—	+	—
Способность к самовозгоранию	—	—	+	+
Способность гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами	+	+	+	+
Минимальная энергия зажигания, Дж	+	+	—	+
Нормальная скорость распространения пламени, м/с	+	+	—	—
Коэффициент дымообразования, м ² /кг	—	+	+	—
Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов, г/м ³	+	+	+	—
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода, %	+	+	—	+
Максимальное давление взрыва, Па	+	+	—	+
Скорость нарастания давления при взрыве, МПа/с	+	+	—	+

2.1. Горючесть материалов

Горючесть является важным показателем, характеризующим поведение материала (конструкции) в условиях пожара. По горючести вещества и материалы подразделяются на следующие группы [1]:

1) *негорючие* – вещества и материалы, неспособные гореть в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

2) *трудногорючие* – вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть после его удаления;

3) *горючие* – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться под воздействием источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Строительные материалы подразделяются на горючие и негорючие. Определение горючести строительных материалов осуществляется экспериментально по ГОСТ 30244-94 [4]. Перед испытанием печь (рис. 2.1) нагревают до 800–850°C. Затем в нее вносят образец в виде цилиндра диаметром 45 мм и высотой

50 мм и выдерживают в течение 30 мин. Образец взвешивают до и после опыта.

Материал считается негорючим, если: температура в печи не повысилась более чем на 50°C; температура поверхности образца не повысилась более чем на 50°C; средняя потеря массы образцов (5 шт.) не превысила 50 % начальной массы; среднее значение из всех отмеченных случаев горения не превысило 10 сек.

Для негорючих материалов другие показатели не определяются.

Горючие строительные материалы подразделяются на 4 группы: Г1 – слабогорючие; Г2 – умеренногорючие; Г3 – нормаль-

ногорючие; Г4 – сильногорючие (определяются по ГОСТ 30244-94 [4]).

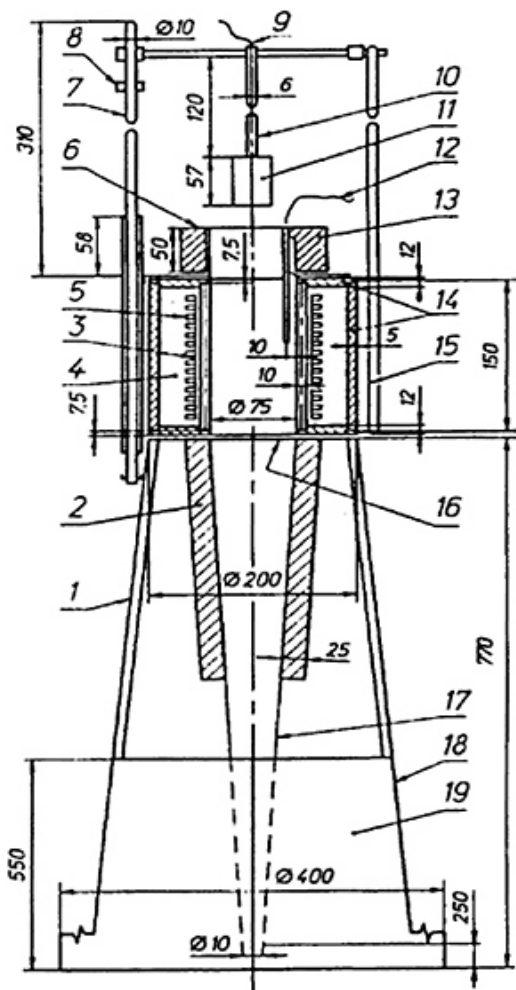


Рис. 2.1. Установка для определения горючести строительных материалов (мм):

1 – станина; 2 – изоляция; 3 – огнеупорная труба; 4 – порошок окиси магния; 5 – обмотка; 6 – заслонка; 7 – стальной стержень; 8 – ограничитель; 9 – термопары образца; 10 – нержавеющая стальная трубка; 11 – держатель образца; 12 – печная термопара; 13 – изоляция; 14 – изоляционный материал; 15

- труба из асбестоцемента или аналогичного материала; 16 – уплотнение; 17
- стабилизатор потока воздуха; 18 – листовая сталь;
- 19 – защитное устройство от сквозняка

Для испытания изготавливают 3 образца, собранные из 4 плит размерами $1000 \times 190 \times 50$ мм. При испытании образец в течение 10 мин подвергается огневому воздействию в специальной печи (рис. 2.2), после чего регистрируется время самостоятельного горения образца при работающей вентиляционной системе. Также регистрируется температура дымовых газов.

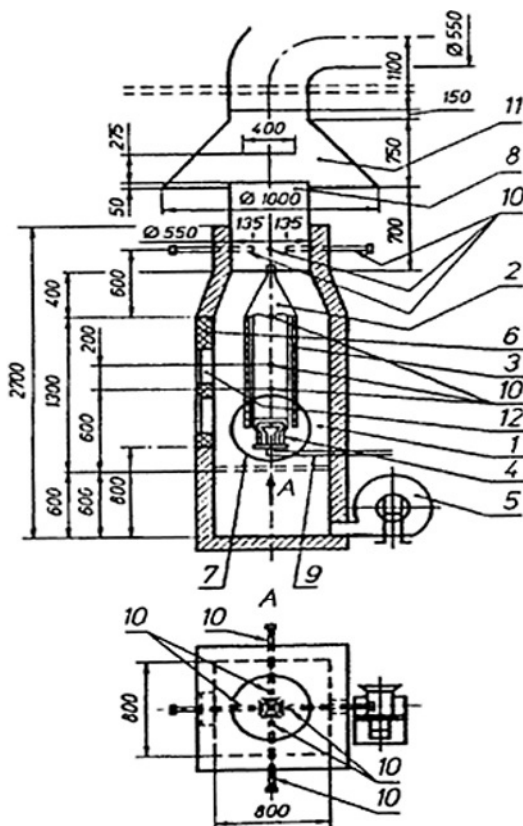


Рис. 2.2. Установка для определения группы горючести строительных материалов (мм):

A – вид; *1* – камера сжигания; *2* – держатель образца; *3* – образец; *4* – газовая горелка; *5* – вентилятор подачи воздуха; *6* – дверца камеры сжигания; *7* – диафрагма; *8* – вентиляционная труба; *9* – газопровод; *10* – термопары; *11* – вытяжной зонт; *12* – смотровое окно

После окончания испытания измеряется длина отрезков неповрежденной части образцов и остаточная масса. Группа горючести определяется в зависимости от полученных показателей в табл.2.2.

Таблица 2.2

Определение группы горючести

Группа горючести	Параметры горючести			
	Температура дымовых газов, °C	Степень повреждения, %		Продолжительность самостоятельного горения, с
		по длине	по массе	
Г1	≤ 135	≤ 65	≤ 20	0
Г2	≤ 235	≤ 85	≤ 50	≤ 30
Г3	≤ 450	> 85	≤ 50	≤ 300
Г4	> 450	> 85	> 50	> 300

2.2. Воспламеняемость материалов

Горючие строительные материалы по воспламеняемости в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока, при которой возникает устойчивое пламенное горение материала, подразделяются на 3 группы: В1 – трудновоспламеняемые (более 35 кВт/м²); В2 – умеренновоспламеняемые (20–35 кВт/м²) и В3 – легковоспламеняемые (менее 20 кВт/м²).

Определение группы воспламеняемости производится по ГОСТ 30402-96 [5] с помощью установки, приведенной на рис. 2.3.

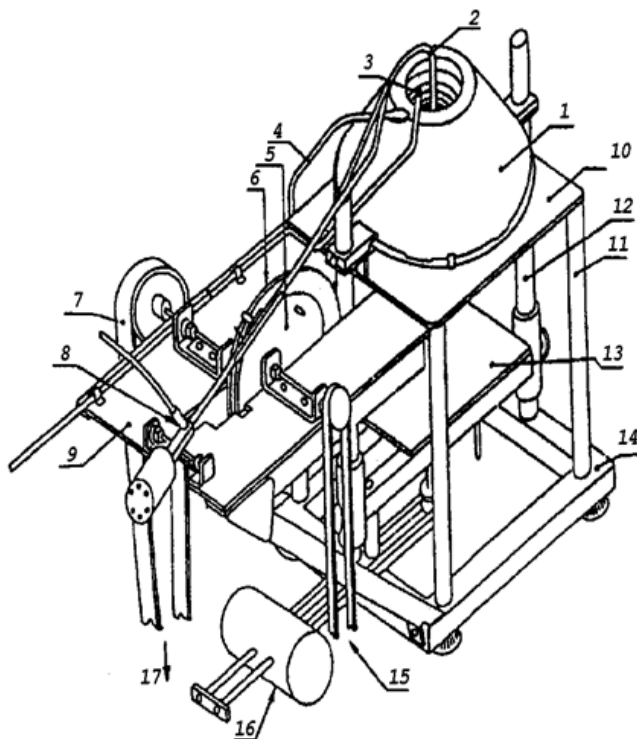


Рис. 2.3. Установка для определения воспламеняемости строительных материалов:

- 1 – радиационная панель с нагревательным элементом;
- 2 – подвижная горелка; 3 – вспомогательная стационарная горелка;
- 4 – силовой кабель нагревательного элемента; 5 – кулачок с ограничителем хода для ручного управления подвижной горелкой;
- 6 – кулачок для автоматического управления подвижной горелкой;
- 7 – приводной ремень; 8 – втулка для подсоединения подвижной горелки к системе подачи топлива; 9 – монтажная плита для системы зажигания и системы перемещения подвижной горелки; 10 – защитная плита;
- 11 – вертикальная опора; 12 – вертикальная направляющая;
- 13 – подвижная платформа для образца; 14 – основание опорной станины;

15– ручное управление; 16– рычаг с противовесом;
17– привод к электродвигателю

2.3. Распространение пламени по поверхности

Горючие строительные материалы по распространению пламени по поверхности в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на 4 группы: РП1 – нераспространяющие (более 11 кВт/м²); РП2 – слабо-распространяющие (8–11 кВт/м²); РП3 – умеренно распространяющие (5–8 кВт/м²); РП4 – сильно распространяющие (менее 5 кВт/м²).

Определение показателя осуществляется по ГОСТ Р 51032-97 (ГОСТ 30444-97) [6] только для поверхностных слоев кровли и полов, в том числе ковровых покрытий, для других – не определяется и не нормируется. Схема установки для определения распространения пламени по поверхности материала приведена на рис.2.4.

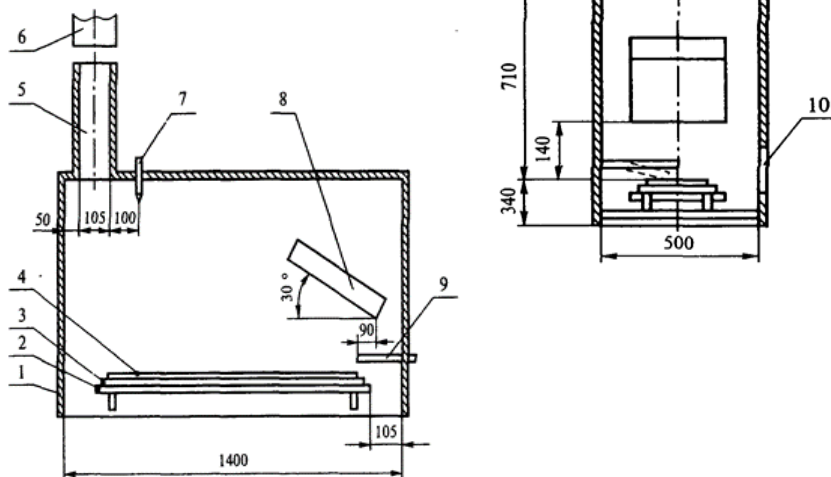


Рис. 2.4. Установка для определения распространения пламени по поверхности материалов (мм):

1 – испытательная камера; 2 – платформа; 3 – держатель образца; 4 – образец; 5 – дымоход; 6 – вытяжной зонт; 7 – термопара; 8 – радиационная панель; 9 – газовая горелка; 10 – дверца со смотровым окном

2.4. Дымообразующая способность

По дымообразующей способности строительные материалы в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [7] подразделяются на 3 группы: Д1 – с малой дымообразующей способностью (коэффициент дымообразования менее $50 \text{ м}^2/\text{кг}$); Д2 – с умеренной дымообразующей способностью (коэффициент дымообразования менее $50\text{--}500 \text{ м}^2/\text{кг}$); Д3 – с высокой дымообразующей способностью (коэффициент дымообразования более $500 \text{ м}^2/\text{кг}$).

Коэффициент дымообразования – показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении определенного количества твердого вещества (материала) в условиях специальных испытаний.

2.5. Токсичность продуктов горения

По токсичности продуктов горения [1] строительные материалы подразделяются на 4 класса опасности: Т1 – малоопасные; Т2 – умеренноопасные; Т3 – высокоопасные; Т4 – чрезвычайно опасные.

Класс опасности определяется в зависимости от показателя токсичности продуктов горения (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Классификация горючих строительных материалов по значению показателя токсичности продуктов горения

Класс опасности	Показатель токсичности продуктов горения ($\text{г}/\text{м}^3$) в зависимости от времени экспозиции			
	5 мин	15 мин	30 мин	60 мин

T1	более 210	более 150	более 120	более 90
T2	более 70, но не более 210	более 50, но не более 150	более 40, но не более 120	более 30, но не более 90
T3	более 25, но не более 70	более 17, но не более 50	более 13, но не более 40	более 10, но не более 30
T4	не более 25	не более 17	не более 13	не более 10

2.6. Классы пожарной опасности строительных материалов

В зависимости от свойств пожарной опасности строительных материалов, приведенных в пп. 2.1–2.6, установлены 5 классов пожарной опасности строительных материалов[1] (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Классы пожарной опасности строительных материалов

Свойство пожарной опасности строительных материалов	Класс пожарной опасности строительных материалов в зависимости от групп					
	КМ0	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Горючесть	НГ	Г1	Г1	Г2	Г2	Г4
Воспламеняемость	–	В1	В1	В2	В2	В3
Дымообразующая способность	–	Д1	Д3+	Д3	Д3	Д3
Токсичность продуктов горения	–	Т1	Т2	Т2	Т3	Т4
Распространение пламени по поверхно- сти для покрытия по- лов	–	РП1	РП1	РП1	РП2	РП4

Примечание: знак «+» обозначает, что допускается присваивать материалу класс КМ2 при коэффициенте дымообразования $D \leq 1000 \text{ м}^2/\text{кг}$

2.7. Температура вспышки и температура воспламенения

Температура вспышки – самая низкая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над ее поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, сопровождающееся кратковременным видимым свечением, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Согласно ГОСТ 12.1.044-89 [7] жидкости, способные гореть, делятся на **легковоспламеняющиеся** (ЛВЖ) и **горючие** (ГЖ). ЛВЖ – это жидкости, имеющие температуру вспышки не выше 61 °С (в закрытом тигле) или 65 °С (в открытом тигле). ГЖ – это жидкости, имеющие температуру вспышки выше 61 °С (в закрытом тигле) или 66 °С (в открытом тигле).

Температура воспламенения – наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Воспламенение – пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления.

Для ЛВЖ температура воспламенения на 1–5°С превышает температуру вспышки, для ГЖ – на 30–35°С. Таким образом, для того, чтобы образовалось устойчивое пламенное горение достаточно повысить температуру ЛВЖ на 1–5°С, а ГЖ на 30–35°С.

2.8. Минимальная энергия зажигания

Минимальная энергия зажигания – наименьшее значение энергии электрического разряда (Дж), способная воспламе-

нять наиболее легковоспламеняющуюся смесь газа, пара или пыли с воздухом с вероятностью 0,01. Минимальная энергия зажигания для веществ определяется в условиях специальных испытаний.

2.9. Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения)

Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) – минимальное (максимальное) содержание (концентрация) горючего вещества в смеси, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания. Показатель оценивается визуально в специальных приборах и приводится в нормативных документах для каждого вещества (в отдельных случаях они могут быть рассчитаны по специальной методике). Суть метода заключается в многократных испытаниях вещества при постепенном увеличении его концентрации.

Косвенным показателем воспламенения (взрыва) горючего вещества является повышение давления в приборе (рис.2.5), начиная с нижнего предела до определенного максимума, характерного для стехиометрической концентрации горючего вещества («наибольший эффект сгорания»). Дальнейшее повышение концентрации горючего вещества приводит к снижению давления до начального при достижении верхнего предела. Таким образом, устанавливается интервал концентраций, при которых для данного вещества возможно воспламенение вещества. Очевидно, что ниже нижнего предела реакция не происходит из-за недостатка горючего вещества, выше верхнего предела – из-за недостатка окислителя (как правило, кислорода воздуха).

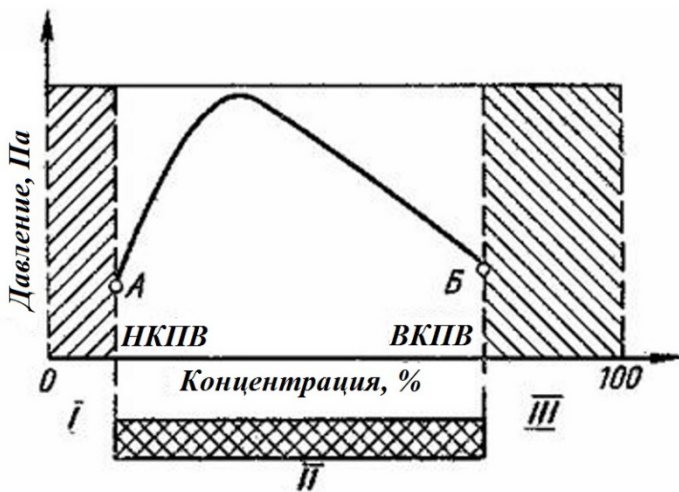


Рис. 2.5. Концентрационные пределы воспламенения:
 зона I – горение невозможно, недостаток горючего вещества;
 зона II – горение возможно; зона III – горение невозможно,
 недостаток окислителя

Горючие пыли в зависимости от нижнего концентрационного предела воспламенения (НКПВ) подразделяются на: I класс – наиболее взрывоопасные с НКПВ $< 15 \text{ г/м}^3$; II класс – взрывоопасные с НКПВ от 16 до 65 г/м^3 .

Горючие пыли с НКПВ более 65 г/м^3 уже не считаются взрывоопасными. Для них установлены: III класс – наиболее пожароопасные при температуре самовоспламенения до $\leq 250^\circ\text{C}$; IV класс – пожароопасные при температуре самовоспламенения более 250°C .

2.10. Нормальная скорость распространения пламени

Нормальная скорость распространения пламени – скорость перемещения фронта пламени относительно негоревшей смеси в направлении перпендикулярном к его поверхности при стехиометрической концентрации; является важным по-

казателем, значение которого влияет на время выгорания горючей смеси, а, следовательно, и на жесткость взрыва. Для взрывоопасных производств (помещений) знание показателя важно для расчета динамики конструкций на возможные взрывные нагрузки. Для многих газов нормальная скорость распространения пламени лежит в интервале от 0,3 до 0,8 м/с. Есть и исключения, для водорода это 2,76 м/с, для ацетилена – 1,56 м/с.

3. Определение категорий зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности

3.1. Методика определения категорий

Взрывопожароопасность зданий и сооружений характеризуется совокупностью условий, способствующих возникновению и развитию пожара или взрыва, и определяет их возможные масштабы и последствия.

Категория пожарной (взрывопожарной) опасности объекта— это классификационная характеристика пожарной (взрывопожарной) опасности здания (или частей здания между противопожарными стенами – пожарных отсеков), сооружения, строения, помещения, наружной установки.

Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических операций. Технологическим процессом в основном определяется вероятность возникновения пожара или взрыва, скорость распространения и размеры пожара. Технологические среды по пожаровзрывоопасности подразделяются на следующие группы:

- 1) пожароопасные;
- 2) взрывопожароопасные;
- 3) взрывоопасные;
- 4) пожаробезопасные.

Среда относится к *пожароопасным*, если возможно образование горючей среды, а также появление источника зажигания достаточной мощности для возникновения пожара.

Среда относится к *взрывопожароопасным*, если возможно образование смесей окислителя с горючими газами, парами ЛВЖ, горючими аэрозолями и горючими пылями, в которых

при появлении источника зажигания возможно инициирование взрыва и (или) пожара.

Среда относится к *взрывоопасным*, если возможно образование смесей воздуха с горючими газами, парами ЛВЖ, ГЖ, горючими аэрозолями, горючими пылями или волокнами, а также если при определенной концентрации горючего и появлении источника инициирования взрыва (источника зажигания) она способна взрываться.

К *пожаробезопасным* средам относится пространство, в котором отсутствуют горючая среда и (или) окислитель.

От конструктивно-планировочных решений во многом зависят границы распространения пожара и его последствия.

СП 12.13130.2009 [11] устанавливает методы определения классификационных признаков отнесения зданий (или частей зданий между противопожарными стенами – пожарных отсеков), сооружений, строений и помещений (далее по тексту – зданий и помещений) производственного и складского назначения класса Ф5 к категориям по взрывопожарной и пожарной опасности, а также методы определения классификационных признаков категорий наружных установок производственного и складского назначения (далее по тексту – наружных установок) по пожарной опасности.

Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара. Классификация наружных установок по пожарной опасности используется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара на наружных установках. Категории наружных установок определяются исходя из пожароопасных свойств находящихся в них материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

Категории зданий и помещений определяются на стадии проектирования и используются в проектно-сметной и эксплуатационной документации на здания, помещения и наружные установки. Категории зданий и помещений следует применять для установления нормативных требований по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности указанных помещений и зданий в отношении: планировки и застройки, этажности и площадей, размещения помещений и конструктивных решений, инженерного оборудования.

3.2. Определение категорий помещений

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1–В4, Г и Д, здания – на категории А, Б, В, Г и Д, наружные установки – на категории АН, БН, ВН, ГН и ДН.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1–В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

Определение категорий следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещений к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д) для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода (исходя из вида находящихся в аппаратах и помещений горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов), при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 3.1. Здания, сооружения, строения и

помещения иного назначения разделению на категории не подлежат.

Таблица 3.1

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А	горючие газы, ЛВЖ с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление в помещении превышает 5 кПа
Б	горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28°С, ГЖв таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4	горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются) не относятся к категории А или Б

Г	негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Расчетное избыточное давление в помещении рассчитывается по формулам, приведенным в прил. А СП 12.13130.2009 [11].

Выбор категории от В1 до В4 производится согласно прил. ВСП 12.13130.2009 в зависимости от удельной пожарной нагрузки в помещении и размещения горючих и трудногорючих материалов.

Удельная пожарная нагрузка – количество теплоты, которое может выделиться в помещение при пожаре, отнесенное к площади размещения находящихся в помещении горючих и трудногорючих веществ и материалов.

3.3. Определение категорий зданий и сооружений

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А

и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммированной площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5% суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

4. Противовзрывная защита зданий и сооружений

Взрыв – быстрое химическое превращение среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов.

Взрывоопасная смесь – смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами ЛВЖ, горючими пылями или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться.

Статистические данные показывают, что количество взрывов в промышленности и величина причиняемого ими ущерба возрастают в связи с:

- ростом числа и мощности взрывоопасных производств;
- интенсификацией производственных процессов;
- отставанием мер техники безопасности и методов защиты зданий от разрушений при взрыве горючих смесей, от темпов развития технологии и насыщенности производственных объектов веществами, способными образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

Последние годы оставили свой отпечаток в части неритмичности работы производственных предприятий, что также во многом увеличивает вероятность взрыва.

4.1. Понятие взрывоустойчивости зданий и сооружений

Степень разрушения конструкций и конструктивных элементов зданий и сооружений в зависимости от избыточного давления, возникающего при взрывах в производственных помещениях, условно разделяется на слабое, среднее, сильное и полное разрушения(табл.4.1).

Таблица 4.1

Степень разрушения конструкций в зависимости
от избыточного давления на строительные конструкции

Избыточное давление на строительные конструкции, Па	Степень разрушения конструкций
$\Delta P \leq 5 \cdot 10^3$	<i>слабые</i> – основные строительные конструкции не разрушаются (разрушение остекления, легких перегородок, дверей, ворот, вскрытие ЛСК) при этом возможна дальнейшая эксплуатация здания после незначительного ремонта
$5 \cdot 10^3 < \Delta P \leq 5 \cdot 10^4$	<i>средние</i> – частичное разрушение несущих строительных конструкций, возникновение остаточных деформаций (разрушение плит покрытия, перекрытий, кровли, кирпичных стен толщиной до 51 см, бетонных стен толщиной до 26 см). Последующая эксплуатация зданий возможна после восстановительных работ
$5 \cdot 10^4 < \Delta P \leq 10^5$	<i>сильные</i> – разрушение зданий со стальным каркасом, кирпичных стен толщиной до 64 см, бетонных стен толщиной до 36 см
$\Delta P > 10^5$	<i>полное</i> – разрушение кирпичных и железобетонных зданий

4.2. Основные принципы обеспечения взрывозащиты зданий и сооружений

Для обеспечения взрывозащиты зданий и сооружений используют в различных сочетаниях три основных направления:

- 1) исключение (уменьшение вероятности) возможности образования в помещении взрывоопасной смеси;
- 2) исключение возможного источника зажигания;
- 3) снижение давления при взрывах в производственных помещениях до величин, безопасных для прочности и устойчивости основных несущих конструкций зданий.

Исключить возможность образования в помещениях взрывоопасной смеси возможно за счет:

- максимальной герметизации технологического оборудования, исключающей поступление взрывоопасных веществ в объем помещения;

- постоянного автоматического контроля за концентрацией взрывоопасных веществ в объеме помещения (сигнализация, блокировка оборудования, включение аварийной вентиляции и т.п.);

- устройства в помещениях категорий А и Б аварийной вентиляции;

- устройства аварийных сливов ГЖ в специальные емкости;

- устройства трапов, прямков, бортиков, ограничивающих площадь разлива ЛВЖ и т.п.

Исключить источник возможного воспламенения смеси – задача всегда актуальна, так как практически невозможно на 100% исключить вероятность образования в помещении взрывоопасной смеси. Основными путями решения данной задачи являются:

- использование специального оборудования, арматуры, светильников и т.п. во взрывобезопасном исполнении;

- использование специального инструмента, исключающего искрение при трении и соударении;

- выбор электрооборудования для взрывоопасных помещений.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ-7) [12] выбор электрооборудования зависит от класса взрывоопасной зоны. Взрывоопасные зоны (в зависимости от класса) оборудуются только взрывозащищенным оборудованием, которое подразделяется по уровням взрывозащиты на:

- *особовзрывобезопасное (уровень 0)* – взрывобезопасное электрооборудование с дополнительными средствами взрывозащиты;

- *взрывобезопасное (уровень 1)* – обеспечивает взрывозащиту как при нормальном режиме работы оборудования, так и при повреждении (за исключением повреждений средств защиты);

– электрооборудование повышенной надежности против взрыва (уровень 2)– обеспечивает взрывозащиту только при нормальном режиме работы оборудования (при отсутствии аварий и повреждений).

По видам взрывозащиты электрооборудование подразделяется (в зависимости от свойств взрывоопасных веществ, т.е. характеризуется величиной безопасного с точки зрения прохождения пламенем зазора в оболочке и температурой самовоспламенения вещества) на имеющее:

- взрывонепроницаемую оболочку (d);
- заполнение или продувку оболочки под избыточным давлением защитным газом (p);
- искробезопасную электрическую сеть (i);
- кварцевое заполнение оболочки с токоведущими частями (q);
- масляное заполнение оболочки с токоведущими частями (o);
- специальный вид защиты, определяемый особенностями объекта (s);
- любой иной вид взрывозащиты (e).

Взрывозащищенное электрооборудование по допустимости применения в зонах подразделяется на оборудование:

- 1) с промышленными газами и парами (группа II и подгруппы IIА, IIВ, IIС);
- 2) с рудничным метаном (группа I).

В зависимости от наибольшей допустимой температуры поверхности взрывозащищенное электрооборудование группы II подразделяется на следующие температурные классы: T1 (450 °С); T2 (300 °С); T3 (200 °С); T4 (135 °С); T5 (100 °С); T6 (85 °С).

Взрывозащищенное электрооборудование должно иметь маркировку. В приведенной ниже последовательности должны указываться:

- 1) знак уровня взрывозащиты электрооборудования (2, 1, 0);

2) знак, относящий электрооборудование к взрывозащищенному (Ex);

3) знак вида взрывозащиты (d, p, i, q, o, s, e);

4) знак группы или подгруппы электрооборудования (I, II, III, IV, V);

5) знак температурного класса электрооборудования (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

Методы испытания взрывозащищенного электрооборудования на принадлежность к соответствующему уровню, виду, группе (подгруппе), температурному классу устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

Снизить давление при взрывах в производственных помещениях категорий А и Б до величин, безопасных для прочности и устойчивости основных несущих конструкций зданий, позволяет применение легкобросываемых конструкций (ЛСК).

Условия безопасности выполняются при:

$$F_{\text{лскф.}} \geq F_{\text{лсктр.}}$$

где $F_{\text{лскф.}}$ – фактическая площадь ЛСК; $F_{\text{лсктр.}}$ – требуемая площадь ЛСК.

Требуемую площадь ЛСК для взрывоопасных помещений категорий А и Б следует определять расчетом в соответствии с инструкцией [13]. При отсутствии расчетных данных площадь ЛСК должна составлять не менее 0,05 м² на 1 м³ объема помещения категории А и не менее 0,03 м² на 1 м³ объема помещения категории Б [14].

В качестве ЛСК следует, как правило, использовать одинарное остекление окон и фонарей. Оконное стекло относится к ЛСК при толщине 3, 4 и 5 мм и площади не менее 0,8, 1 и 1,5 м². Армированное стекло, стеклопакеты, триплекс, сталинит и поликарбонат к ЛСК не относятся.

При недостаточной площади остекления допускается в качестве ЛСК использовать конструкции покрытий с кровлей из стальных, алюминиевых, асбестоцементных и битумных листов,

из гибкой черепицы, металлочерепицы, асбоцементных и сланцевых плиток и эффективного негорючего утеплителя [14].

Для устройства участков легкобрасываемых покрытий применяются железобетонные плиты с отверстиями типа ПЛ (плита легкобрасываемая), либо облегченные крышечные панели.

Железобетонные плиты, применяемые на участках покрытий с легкобрасываемой кровлей, изготавливаются ребристыми шириной 1,5 и 3 м, длиной 6 и 12 м и имеют массу от 1200 кг до 4500 кг. В маркировке плит для легкобрасываемой кровли в числителе добавляется буквенный индекс «Л».

Площадь отверстий, раскрываемых при взрыве, а также их количество зависит от размеров плит и способа укладки. Она характеризуется коэффициентом проемности ($K_{пр}$), т.е. отношением площади проемов, открывающихся при взрыве, к площади ограждающей конструкции (плиты, покрытия, наружных стен). Для выпускаемых промышленностью железобетонных плит типа ПЛ коэффициент проемности приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Коэффициент проемности плит типа ПЛ

Размер плиты, м	Количество отверстий, шт.	Площадь отверстий, м ²	Коэффициент проемности, %
1,5×6	4	5,14	0,57
3,0×6	6	12,3	0,68
1,5×12	8	9,95	0,55
3,0×12	12	23,4	0,65

Рулонный ковер на участках ЛСК покрытия следует разрезать на карты площадью не более 180 м² каждая. Расчетная нагрузка от массы ЛСК покрытия должна составлять не более 0,7 кПа. С целью локализации возможного взрыва в пределах одного помещения категорий А или Б их размещают у наружных стен либо на верхних этажах в многоэтажных зданиях.

5. Пожарно-техническая классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков

За последние годы в России появились определенные тенденции в области строительства:

- увеличение размеров зданий и сооружений;
- строительство промышленных зданий павильонного типа – легких отдельно стоящих построек, в которых размещаются производственные установки, склады, вспомогательные службы. Здания, возводимые в большинстве случаев из легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем, отличаются повышенной пожарной опасностью;

- применение в зданиях и сооружениях трансформируемых конструкций, позволяющих за короткое время осуществлять перепланировку здания или помещения. Это может усложнять решение вопросов, связанных с ограничением возможных размеров пожара и обеспечением эвакуации людей;

- блокирование зданий различного назначения (когда различные функциональные процессы объединяются под одной крышей). Блокирование увеличивает коэффициент полезного использования территории, сокращает протяженность инженерных и транспортных коммуникаций, уменьшает стоимость строительства и эксплуатации зданий, но значительно усложняет решение проблем противопожарной защиты;

- вынос технологического оборудования на этажерки и открытые площадки – экономически выгоден и несколько снижает пожарную опасность;

- строительство многоэтажных бесфонарных зданий. Отсутствие в зданиях оконных проемов и фонарей значительно затрудняет противодымную и противовзрывную защиту, эвакуацию людей;

- строительство зданий повышенной этажности как жилых и общественных, так и производственных, обладающих специфической пожарной опасностью. Обычные противопожарные мероприятия для таких зданий являются недостаточными или даже неприменимыми;

- эксплуатация зданий старой застройки, в том числе после реконструкции.

5.1. Классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков по конструктивной и функциональной пожарной опасности

Пожарно-техническая классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков предназначается для установления необходимых требований по противопожарной защите конструкций, помещений, зданий, элементов и частей зданий в зависимости от их огнестойкости и (или) пожарной опасности.

Степень огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков, а также классы их функциональной и конструктивной пожарной опасности указываются в проектной документации на объекты капитального строительства и реконструкции.

Классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков осуществляется с учетом следующих критериев: степень огнестойкости; класс конструктивной пожарной опасности; класс функциональной пожарной опасности.

Пожарный отсек – часть здания, выделенная противопожарными стенами и (или) перекрытиями 1-го типа (рис.5.1). Иногда для выделения пожарного отсека предусматривают устройство технических этажей, отделенных от смежных этажей противопожарными перекрытиями 2-го типа. Пожарный отсек предназначен для ограничения распространения пожара и обеспечения более эффективного его тушения.

Нельзя не отметить, что к противопожарным стенам, как и к другим противопожарным преградам, предъявляются особые требования, некоторые из них будут рассмотрены в разделе 5.4 данной главы.

Здания, сооружения, строения и пожарные отсеки по конструктивной пожарной опасности подразделяются на классы: С0, С1, С2 и С3. Порядок определения класса конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений, строений и пожарных

отсеков устанавливается статьей 87 Федерального закона № 123-ФЗ [1].

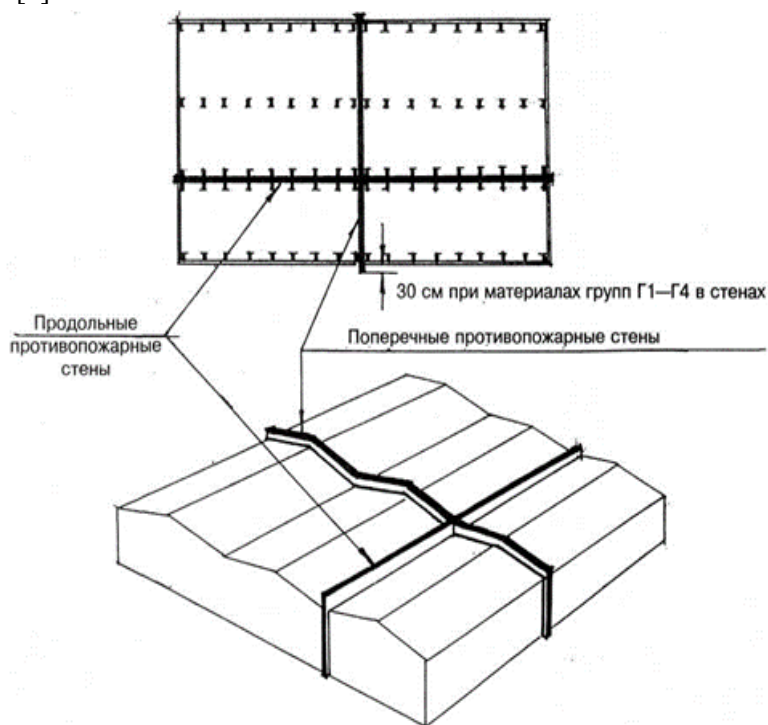


Рис. 5.1. Пожарные отсеки

Здания (сооружения, строения, пожарные отсеки и части зданий, сооружений, строений – помещения или группы помещений, функционально связанные между собой) по классу функциональной пожарной опасности в зависимости от их назначения, а также от возраста, физического состояния и количества людей, находящихся в здании, сооружении, строении, возможности пребывания их в состоянии сна подразделяются на:

1) Ф1 – здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей, в том числе:

а) Ф1.1 – здания детских дошкольных образовательных учреждений, специализированных домов престарелых и инвали-

дов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений;

б) Ф1.2 – гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов;

в) Ф1.3 – многоквартирные жилые дома;

г) Ф1.4 – многоквартирные жилые дома, в том числе блокированные;

2) Ф2 – здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений, в том числе:

а) Ф2.1 – театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

б) Ф2.2 – музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях;

в) Ф2.3 – здания учреждений, указанные в подпункте «а» настоящего пункта, на открытом воздухе;

г) Ф2.4 – здания учреждений, указанные в подпункте «б» настоящего пункта, на открытом воздухе;

3) Ф3 – здания организаций по обслуживанию населения, в том числе:

а) Ф3.1 – здания организаций торговли;

б) Ф3.2 – здания организаций общественного питания;

в) Ф3.3 – вокзалы;

г) Ф3.4 – поликлиники и амбулатории;

д) Ф3.5 – помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей;

е) Ф3.6 – физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани;

4) Ф4 – здания научных и образовательных учреждений, научных и проектных организаций, органов управления учреждений, в том числе:

а) Ф4.1 – здания общеобразовательных учреждений, образовательных учреждений дополнительного образования де-

тей, образовательных учреждений начального профессионального

и среднего профессионального образования;

б) Ф4.2 – здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышение квалификации) специалистов;

в) Ф4.3 – здания органов управления учреждений, проектно-конструкторских организаций, информационных и редакционно-издательских организаций, научных организаций, банков, контор, офисов;

г) Ф4.4 – здания пожарных депо;

5) Ф5 – здания производственного или складского назначения, в том числе:

а) Ф5.1 – производственные здания, сооружения, строения, производственные и лабораторные помещения, мастерские;

б) Ф5.2 – складские здания, сооружения, строения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения;

в) Ф5.3 – здания сельскохозяйственного назначения.

5.2. Определение требуемой степени огнестойкости здания

Здания, сооружения, строения и пожарные отсеки по степени огнестойкости подразделяются на здания, сооружения, строения и пожарные отсеки I, II, III, IV и V степеней огнестойкости. Порядок определения степени огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков устанавливается статьей 87 Федерального закона № 123-ФЗ [1].

При проектировании производственных зданий требуемая степень огнестойкости определяется по табл.5.1(см. табл. 6.1 СП 2.13130.2012 [16])в зависимости от принимаемых при проектировании (рис. 5.2) категории взрывопожарной опасности здания (пожарного отсека), его этажности и класса конструктивной пожарной опасности, а также площади этажа (пожарного отсека).

В связи с вышеизложенным, можно сделать вывод: выбор размеров здания и пожарных отсеков следует производить в зависимости от степени их огнестойкости, класса конструктивной и функциональной пожарной опасности.

Таблица 5.1

Степень огнестойкости зданий [16]

Категория зданий или пожарных отсеков	Высота здания*,м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарнойопасности здания	Площадь этажа, в пределах пожарного отсека зданий, м²		
				одноэтажных	двухэтажных	трехэтажных
1	2	3	4	5	6	7
А, Б	36	I	C0	Не ограничивается	5200	3500
А	36	II	C0	Не ограничивается	5200	3500
	24	III	C0	7800	3500	2600
	—	IV	C0	3500	—	—
Б	36	II	C0	Не ограничивается	10400	7800
	24	III	C0	7800	3500	2600
	—	IV	C0	3500	—	—
В	48	I, II	C0	Не ограничивается	25000	10400
	24	III	C0	25000	7800**	5200**
					10400	5200
					5200**	3600**
	18	IV	C0, C1	25000	10400	—
	18	IV	C2, C3	2600	2000	—
	12	V	Не нормируется	1200	600***	—

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Г	54	I, II	C0	Не ограничивается		
	36	III	C0	Не ограничивается	25000	10400
	30	III	C1	Тоже	10400	7800
	24	IV	C0	»	10400	5200
	18	IV	C1	6500	5200	–
Д	54	I, II	C0	Не ограничивается		
	36	III	C0	Не ограничивается	50000	15000
	30	III	C1	Тоже	25000	10400
	24	IV	C0, C1	»	25000	7800
	18	IV	C2, C3	10400	7800	–
	12	V	Не нормируется	2600	1500	–
<p>Примечания.* Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа. Высота одноэтажных зданий класса пожарной опасности C0 и C1 не нормируется.</p> <p>** Для деревообрабатывающих производств.</p> <p>*** Для лесопильных цехов с числом рам до четырех, деревообрабатывающих цехов первичной обработки древесины и рубильных станций дробления древесины</p>						



Рис. 5.2. Факторы для выбора степени огнестойкости здания

При сочетаниях этих показателей, не предусмотренных настоящим разделом, площадь этажа и высота здания принимаются по худшему из этих показателей для рассматриваемого здания соответствующего класса функциональной пожарной опасности или должны быть разработаны специальные технические условия в соответствии с требованиями статьи 78 Федерального закона № 123-ФЗ [1].

Членение помещений (этажей зданий) на противопожарные отсеки может осуществляться не только по площади, но и по функциональному признаку. Например, в самостоятельные отсеки выделяются склады готовой продукции в производственных зданиях, котельные, пристроенные к общественным зданиям. Если к зданию пристраивается (встраивается) здание (помещение) иного назначения, то, как правило, оно изолируется от основного здания глухими противопожарными стена-

ми.

В редких случаях сообщение между отсеками допускается через противопожарные тамбур-шлюзы, в которых при наличии взрывоопасных процессов создается постоянный подпор воздуха.

Противопожарные отсеки иногда делят на противопожарные секции или отдельные помещения с целью предупреждения возникновения пожара или ограничения его распространения. Противопожарные секции в производственных зданиях предусматривают для:

- изоляции производств с различной пожарной опасностью (рис.5.3);
- изоляции пожаро- и взрывоопасных процессов от процессов, связанных с выделением тепла, огня и искр;
- изоляции электропомещений от пожаро- и взрывоопасных процессов (рис. 5.4);
- изоляции вспомогательных и административно-бытовых помещений от пожаро- и взрывоопасных процессов (рис. 5.5);
- изоляции складских помещений от производственных процессов;
- членения по признаку различных применяемых средств пожаротушения.

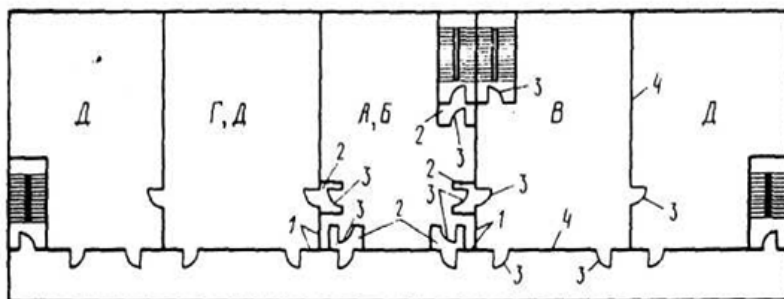


Рис. 5.3. Изоляция производств с различной пожарной опасностью:

1 – противопожарная газонепроницаемая перегородка; 2 – тамбур-шлюз с постоянным подпором воздуха; 3 – противопожарная дверь; 4 – противопожарная перегородка

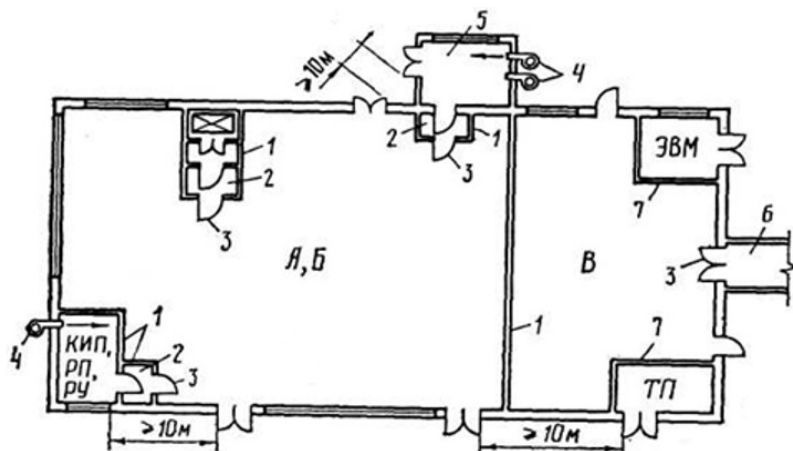


Рис. 5.4. Изоляция электропомещений:

1 – противопожарная газонепроницаемая перегородка; 2 – тамбур-шлюз с постоянным подпором воздуха; 3 – противопожарная дверь; 4 – вентиляторы для создания подпора воздуха в помещении; 5 – щиты автоматизации; 6 – кабельный коридор; 7 – противопожарная перегородка (КИП – контрольно-измерительные приборы; ТП – трансформаторная подстанция; ЭВМ – электронно-вычислительная машина)

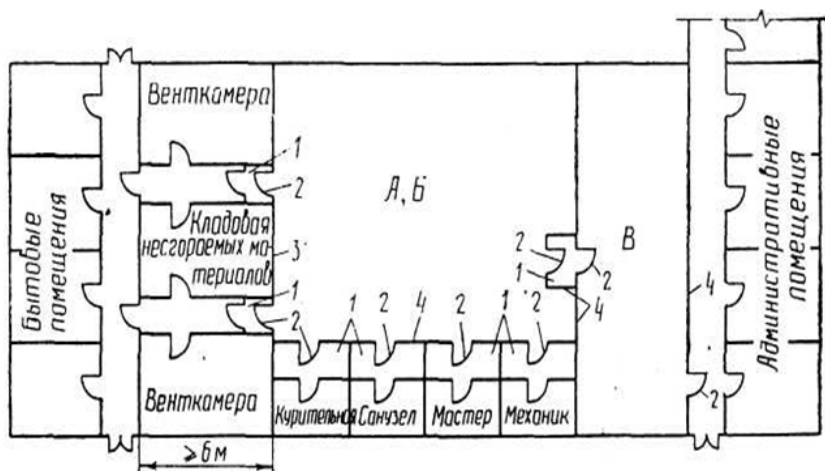


Рис.5.5. Изоляция вспомогательных и административно-бытовых помещений:

- 1 – тамбур-шлюз с подпором воздуха; 2 – противопожарная дверь;
3 – капитальная дверь; 4 – противопожарная перегородка

В зрелищных предприятиях в самостоятельные отсеки выделяются сценический и зрительский комплексы. Здания гостиниц, moteлей, учреждений управления и размещенные в пристройках предприятия бытового обслуживания населения отделяют от зданий другого назначения.

5.3. Классификация строительных конструкций по огнестойкости и пожарной опасности

Строительные конструкции классифицируются по огнестойкости и пожарной опасности. **Огнестойкость строительной конструкции** – это способность строительной конструкции сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара (СП 2.13130-2012[16]).

Фактическая огнестойкость строительной конструкции – время от возникновения пожара до наступления одного из нормируемых для данной конструкции предельных состояний по огнестойкости.

Классификация строительных конструкций осуществляется в соответствии с требованиями статьи 35 Федерального закона № 123-ФЗ [1].

Пределы огнестойкости строительных конструкций определяются в условиях стандартных испытаний. Наступление пределов огнестойкости несущих и ограждающих строительных конструкций в условиях стандартных испытаний или в результате расчетов устанавливается по времени (в минутах) достижения одного или последовательно нескольких из следующих признаков предельных состояний:

1) *потеря несущей способности (R)* – разрушение конструкции или возникновение предельных деформаций;

2) *потеря целостности (E)* – появление сквозных трещин или отверстий;

3) *потеря теплоизолирующей способности* вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных значений (I) (в среднем более чем на 140°C или в любой точке этой поверхности более чем на 180°C) или достижения предельной величины плотности теплового потока на нормируемом расстоянии от необогреваемой поверхности конструкции (W).

Предел огнестойкости для заполнения проемов в противопожарных преградах наступает при потере целостности (E), теплоизолирующей способности (I), достижении предельной величины плотности теплового потока (W) и (или) дымогазонепроницаемости (S).

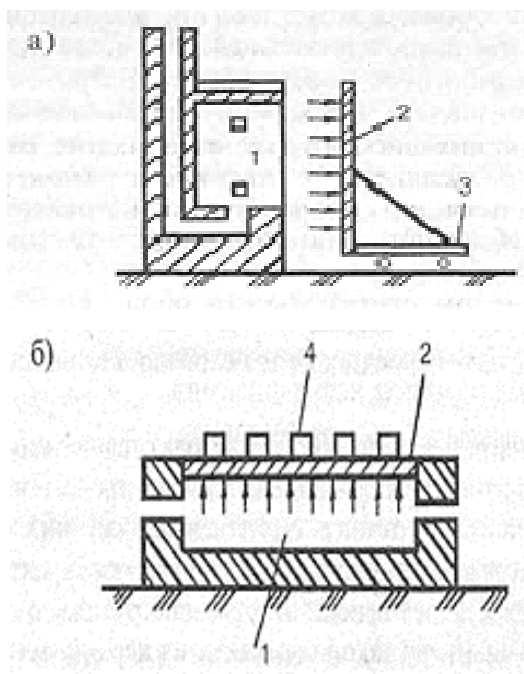
Предел огнестойкости узлов крепления и сочленения строительных конструкций должен быть не ниже требуемого предела огнестойкости самих конструкций.

Определение фактических пределов огнестойкости строительных конструкций в большинстве случаев осуществляется экспериментальным путем (ГОСТ 30247.0-94 [8], ГОСТ 30247.1-94

[9]). Сущность метода испытаний конструкций на огнестойкость сводится к тому, что образец конструкции, выполненный в натуральную величину, нагревают в специальной печи (рис.5.6) и одновременно подвергают воздействию нормативных нагрузок. При этом определяют время от начала испытания до наступления одного из признаков, характеризующих предел огнестойкости. Температура в огневой камере печи изменяется во времени по стандартной температурной кривой, которая может быть выражена зависимостью:

$$t = 345 \lg (8T + 1) + t_{\text{нач.}}$$

T, мин	5	10	15	30	60	90	120	180
t, °C	556	659	718	821	925	986	1029	1090



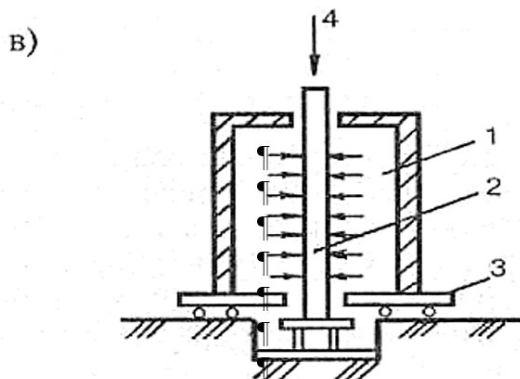


Рис. 5.6. Установка для испытаний строительных конструкций на огнестойкость:

a – стены без нагрузок; *б* – перекрытия под нагрузкой; *в* – колонны и стены под нагрузкой; 1 – огневая камера; 2 – опытный образец; 3 – вагонетка; 4 – нагрузка

5.4.Определение фактической степени огнестойкости здания (пожарного отсека)

Фактическая степень огнестойкости здания (пожарного отсека) целиком и полностью определяется фактическими пределами огнестойкости строительных конструкций его составляющих. Поэтому для ответа на вопросе фактической степени огнестойкости здания (пожарного отсека) сперва нужно определить пределы огнестойкости всех строительных конструкций.

Далее при помощи табл.5.2 оценивается степень огнестойкости здания по каждому конструктивному элементу. Фактическая степень огнестойкости здания (пожарного отсека) принимается по минимальному полученному значению степени огнестойкости. Во всех случаях фактическая степень огнестойкости должна быть не ниже требуемой.

Таблица 5.2

Степень огнестойкости здания в зависимости от пределов огнестойкости строительных конструкций

Степень	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее(Т)
---------	--

огне- стойкости здания	Несущие элементы здания	Наружные ненесущие стены	Перекрытия между- этажные (в том числе чердачные и над подвалом)	Элементы бесчер- дачных покрытий		Лестничные клет- ки	
				Настилы (в том числе с утеплите- лем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и пло- щадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Строительные конструкции по пожарной опасности подразделяются на следующие классы: непожароопасные (K0); малопожароопасные (K1); умереннопожароопасные (K2); пожароопасные (K3).

Класс пожарной опасности строительных конструкций определяется в соответствии с табл. 5.3 (табл. 6 прил. к Федеральному закону № 123-ФЗ [1]).

Таблица 5.3

Порядок определения класса пожарной опасности
строительных конструкций

Класс пожарной опасности конструкций	Допускаемый размер поврежде- ния конструкций, см		Наличие		Допускаемые характеристики пожарной опасности поврежденного материала		
	верти- кальных	горизон- тальных	теплого эффек- та	горения	Группа		
					горючести	воспла- меняемости	дымооб- разующей способности
K0	0	0	отсутст- вует	отсутст- вует	отсутст- вует	отсутст- вует	отсутст- вует
K1	не более 40	не более 25	не регла- ментиру- ется	отсутст- вует	не выше Г2+	не выше В2+	не выше Д2+

K2	более 40, но не более 80	более 25, но не более 50	не регламентируется	отсутствует	не выше Г3+	не выше В3+	не выше Д2+
K3	не регламентируется						
Примечание: знак «+» обозначает, что при отсутствии теплового эффекта не регламентируется							

5.5. Противопожарные преграды

Противопожарные преграды классифицируются по способу предотвращения распространения опасных факторов пожара, а также по огнестойкости для подбора строительных конструкций и заполнения проемов в противопожарных преградах с необходимым пределом огнестойкости и классом пожарной опасности.

Классификация строительных конструкций и противопожарных преград осуществляется в соответствии с требованиями статьи 37 Федерального закона № 123-ФЗ [1].

К строительным конструкциям, выполняющим функции противопожарных преград в пределах зданий, строений, сооружений и пожарных отсеков, в зависимости от способа предотвращения распространения опасных факторов пожара, относятся противопожарные стены, перегородки и перекрытия, а также противопожарные разрывы, противопожарные занавесы, шторы и экраны, противопожарные водяные завесы.

Противопожарные преграды характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью. Огнестойкость противопожарной преграды определяется огнестойкостью ее элементов:

- ограждающей части;
- конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды;
- конструкций, на которые она опирается;
- узлов крепления и сочленения конструкций между собой.

Пределы огнестойкости конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды, конструкций, на которые она опирается, и узлов крепления и сочленения конструкций между собой по признаку R, должны быть не менее требуемого предела огнестойкости ограждающей части противопожарной преграды.

Пожарная опасность противопожарной преграды определяется пожарной опасностью ее ограждающей части с узлами крепления и конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды.

Противопожарные преграды, в зависимости от предела огнестойкости их ограждающей части, подразделяются на типы согласно табл.5.4 (табл. 23 Федерального закона [1]), заполнения проемов в противопожарных преградах, противопожарные двери, ворота, люки, клапаны, окна, занавесы (табл. 24 Федерального закона [1]), тамбур-шлюзы, предусматриваемые в проемах противопожарных преград (табл. 25 Федерального закона [1]). Перегородки и перекрытия тамбур-шлюзов должны быть противопожарными.

Таблица 5.4

Пределы огнестойкости противопожарных преград

Наименование противопожарных преград	Тип противопожарных преград	Предел огнестойкости противопожарных преград	Тип заполнения проемов в противопожарных преградах	Тип тамбур-шлюза
Стены	1	REI 150	1	1
	2	REI 45	2	2
Перегородки	1	REI 45	2	1
	2	REI 15	3	2
Светопрозрачные перегородки с остеклением площадью более 25 %	1	REI 45	2	1
	2	REI 15	3	2
Перекрытия	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	1
	4	REI 15	3	2

Противопожарные преграды должны быть класса К0. Допускается в специально оговоренных случаях применять противопожарные преграды 2–4-го типов класса К1.

Общая площадь проемов в противопожарных преградах, за исключением ограждений лифтовых шахт, не должна превышать 25 % их площади. Не нормируется общая площадь проемов в противопожарных преградах, если предел огнестойкости заполнения проемов равен пределу огнестойкости данной преграды.

Противопожарные стены, разделяющие здание на пожарные отсеки, должны возводиться на всю высоту здания или до противопожарных перекрытий 1-го типа и обеспечивать нераспространение пожара в смежный по горизонтали пожарный отсек при обрушении конструкций здания со стороны очага пожара. При разделении здания на пожарные отсеки противопожарной должна быть стена более высокого и широкого отсека. Противопожарные стены должны опираться на фундаменты или фундаментные балки и, как правило, пересекать все конструкции и этажи.

Противоположные стены допускается устанавливать непосредственно на конструкции каркаса здания или сооружения, выполненные из материалов группы НГ и отвечающие следующим требованиям:

- пределы огнестойкости конструкций, обеспечивающих устойчивость преграды, конструкций, на которые она опирается, и узлов крепления между ними по признаку R должны быть не менее требуемого предела огнестойкости ограждающей части противопожарной преграды;

- огнестойкость узла крепления строительной конструкции должна быть не ниже требуемой огнестойкости самой конструкции.

Противопожарные стены должны возвышаться над кровлей: не менее чем на 60 см, если один из элементов чердачного или бесчердачного покрытия, за исключением кровли, выполнен из материалов групп Г3, Г4; не менее чем на 30 см, если элементы чердачного или бесчердачного покрытия, за исключением кровли, выполнены из материалов групп Г1, Г2.

Противопожарные стены могут не возвышаться над кровлей, если все элементы чердачного или бесчердачного покрытия, за исключением кровли, выполнены из материалов группы НГ.

Противопожарные стены в зданиях с наружными стенами классов пожарной опасности К1, К2 и К3 должны пересекать эти стены и выступать за наружную плоскость стены не менее чем на 30 см.

При устройстве наружных стен из материалов группы НГ с ленточным остеклением противопожарные стены должны разделять остекление. При этом допускается, чтобы противопожарная стена не выступала за наружную плоскость стены.

Допускается в наружной части противопожарной стены размещать окна, двери и ворота с ненормируемыми пределами огнестойкости на расстоянии над кровлей примыкающего отсека не менее 8 м по вертикали и не менее 4 м от стен по горизонтали.

При примыкании наружных стен смежных пожарных отсеков под углом 135° и менее участки наружных стен, образующих этот угол, общей длиной не менее 4 м для смежных пожарных отсеков должны быть выполнены таким образом, чтобы они отвечали требованиям, предъявляемым к противопожарной стене.

6. Огнетушащие вещества, способы и средства тушения пожаров

Прекращения горения можно достигнуть путем [3]:

1) прекращения поступления в зону горения воздуха или горючих веществ или снижения их поступления (изоляция) до величин, при которых горение не происходит;

2) охлаждения зоны горения или понижения температуры горящего вещества ниже температуры воспламенения;

3) разбавления реагирующих веществ негорючими веществами.

В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили: охлаждение и изоляция горящих материалов путем воздействия на их поверхность огнетушащими веществами.

6.1. Огнетушащие вещества

Наиболее распространенным средством тушения пожаров является **вода**. Она обладает высокими огнетушащими качествами:

- большая теплоемкость (теплота парообразования – 2260 кДж/кг);

- высокая термическая стойкость (диссоциация молекул на водород и кислород происходит только при 1700°C); низкая теплопроводность (0,599 Вт/м·град);

- малая вязкость и несжимаемость (позволяет подавать ее под большим давлением на значительные расстояния);

- значительное увеличение объема при парообразовании (1 кг воды образует 1700 л пара).

Вместе с тем у воды есть ряд негативных свойств:

- высокая удельная электрическая проводимость ($\frac{20}{1000}$ мксм/см у речной, ≈ 30000 мксм/см у морской воды);

- слабая смачивающая способность (плохо проникает внутрь твердых веществ и замедляет их охлаждение);

- коррозионное воздействие на многие металлы;

- химическая активность с некоторыми веществами приводит к взрывам или усилению горения.

Вода используется для тушения любых горючих материалов, кроме электрооборудования под напряжением, и материалов, приведенных в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Характер взаимодействия веществ с водой

Вещество	Характер взаимодействия веществ с водой
Алюминий, магний, титан и их сплавы	При горении разлагают воду на H_2 и O_2 , они взрывоопасны
Перекись кальция, цезий	Разлагаются в воде с выделением O_2
Нитроглицерин, гремучая ртуть	Взрываются от удара струи воды
Карбиды алюминия, бария, кальция	Разлагаются в воде с выделением горючих газов
Негашеная известь	Выделяет большое количество тепла

	– возрастание температуры до 400 °С
Карбиды щелочных металлов	Взрываются
Гидросульфит натрия	Самовозгорается от воздействия воды
Калий, кальций, натрий, рубидий металлический	Реагируют с водой с выделением водорода

Водой нельзя тушить пожары с температурой выше 1800–2000 °С, так как при этом возникает интенсивная диссоциация паров воды на водород и кислород, которые интенсифицируют процесс горения. Воду можно подавать в зону горения в виде компактных струй, распыленных струй и тонкораспыленной воды. Наибольший огнетушащий эффект воды достигается при подаче воды в распыленном виде в очаг пожара. Распыленная вода быстро нагревается и превращается в пар, отнимая при этом большое количество теплоты и вытесняя одновременно окислитель из зоны горения. Распыленные водяные струи применяют также для снижения температуры в помещениях, защиты от теплового излучения (водяные завесы), охлаждения нагретых конструкций и установок, а также для осаждения дыма.

Сплошные струи воды используются при тушении наружных пожаров, когда необходимо подать воду на большие расстояния или придать ударную силу (способ механического срыва пламени). Сплошные струи нельзя применять при тушении ГЖ со свободными поверхностями.

Пены используются для тушения всех видов веществ, исключая взрывчатые и взаимодействующие с водой. **Пена** – коллоидная система, состоящая из пузырьков газа, окруженных пленками жидкости.

При тушении плохо смачивающихся веществ в воду добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ)– 0,2–1,0%, уменьшающие ее поверхностное натяжение (сульфанола, сульфонаты и др. пенообразователи). Этим достигается существенное умень-

шение расхода воды (в 2–2,5 раза), и обработанная таким образом вода лучше проникает в пористые материалы.

Пены применяются для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой, в первую очередь нефтепродуктов. Главное – изолирующее действие слоя пены. Например, скорость испарения бензина под слоем пены толщиной 5 см уменьшается в 30–40 раз. При тушении твердых материалов пена оказывает охлаждающее действие.

В настоящее время для тушения пожаров применяется два вида пены – химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена получается в результате взаимодействия кислотных и щелочных растворов в присутствии пенообразователя и состоит из 80% углекислого газа, 19,7% воды и 0,3% пенообразователя. Стойкость пены с момента ее образования до полного распада – 40 мин. Недостатки химической пены – высокая стоимость, сложность организации процесса тушения, электропроводность и высокая химическая активность (агрессивна по отношению к металлам). В настоящее время имеется тенденция к сокращению ее применения.

Воздушно-механическая пена – механическая смесь воздуха (90...99 %), воды (9,7...96 %), пенообразователя (0,3...0,04 %). Огнетушащие свойства такой пены определяются ее кратностью, стойкостью, дисперсностью и вязкостью. В зависимости от химического состава пенообразователя подразделяются на: синтетические, фторсинтетические, протеиновые, фторпротеиновые [20].

Кратность пены – отношение объема пены к объему раствора, из которого она получена. Пена разрушается со временем (старение) под действием высокой температуры, а также в зависимости от условий подачи в очаг пожара.

Чем больше кратность пены, тем меньше ее стойкость. Химическая пена более стойка, чем воздушно-механическая. С повышением кратности пены уменьшается ее дисперсность. Чем

выше дисперсность, тем больше стойкость и огнетушащая способность пены. Пена должна обладать оптимальной вязкостью. Чем выше вязкость, тем больше стойкость пены, но хуже ее растекаемость.

Низкократная пена (до 30) находит ограниченное применение (тушение жидкостей в резервуарах при подаче пены через слой горючего, охлаждение горящего резервуара и соседнего с ним оборудования).

Среднекратная (30...200) и высокократная (более 200) пены используются не только для поверхностного, но и для объемного тушения (подвалы, кабельные каналы). Оптимальной считается кратность 70... 150.

В состав пены входит вода, поэтому нельзя тушить пеной щелочные металлы, карбиды и гидриды металлов, металлоорганические соединения.

Воздушно-механическая пена электропроводна, поэтому тушение пожаров электроустановок, радиоустановок, электронной техники, электродвигателей, агрегатов транспортных средств, находящихся под напряжением, не допускается. Используются при тушении пожаров класса А и В [21].

Водяной пар применяют для тушения пожаров в помещениях объемом до 500 м³. Пар увлажняет горящие предметы и снижает концентрацию кислорода. Огнетушащая концентрация водяного пара в воздухе составляет примерно 35% по объему.

Для тушения пожаров, когда использование воды или пены может привести к взрыву, повреждению аппаратуры и приборов, ценных изделий, а также к распространению и усилению пожара (при тушении ЛВЖ), применяют инертные и негорючие газы (азот, углекислый газ), которые понижают концентрацию кислорода

в очаге горения и тормозят интенсивность горения. Инертные газы обычно применяют в сравнительно небольших по объему помещениях. Огнетушащая концентрация этих газов при тушении в закрытом помещении составляет 31–36% по отношению к объему помещения. Углекислота не электропроводна, и ее следу-

ет применять для тушения ЛВЖ и ГЖ, электрооборудования, пылеобразных материалов. Применять углекислоту для тушения возгораний взрывчатых веществ, целлулоида и веществ, содержащих в своем составе магний, запрещается. Необходимо помнить, что содержание углекислоты в воздухе (3–4 %) действует на организм человека отравляюще.

Для тушения горящего магния и его сплавов, щелочных металлов, алюминийорганических соединений и т.п. (когда нельзя использовать воду, пену, углекислый газ) рекомендуется применять специальные порошки, основной частью которых является кальцинированная сода.

Огнетушащие порошки представляют собой мелко измельченные минеральные соли с разными добавками. Они отличаются универсальностью и могут применяться для тушения различных веществ: твердых и горючих жидкостей различных классов, металлов и оборудования, которое находится под напряжением. Механизм огнетушащего действия порошков состоит в ингибировании процесса горения путем уничтожения активных центров пламени на поверхности твердых частиц или в результате их взаимодействия с газоподобными продуктами разложения порошков. Порошки применяют для поверхностного тушения, а также в установках флегматизации и предотвращения взрыва.

6.2. Внутреннее противопожарное водоснабжение

Противопожарное водоснабжение — это совокупность мероприятий по обеспечению водой различных потребителей для нужд тушения пожара. Для жилых и общественных зданий, а также административно-бытовых зданий промышленных предприятий необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода и минимальный расход воды на пожаротушение определяется в соответствии с

табл. 1, а для производственных и складских зданий – в соответствии с табл. 2

СП 10.13130.2009 [22](табл. 6.2 и 6.3). Также предусмотрено:

- минимальный расход воды на один пожарный ствол (2,5 – 5 л/с);

- число струй (2–4) в зависимости от: объема здания; категории взрывопожарной опасности здания; степени огнестойкости здания.

Допускается принимать минимальный расход воды для жилых зданий, равный 1,5 л/с при наличии пожарных стволов, рукавов и другого оборудования диаметром 38 мм. Расход воды

и число струй на внутреннее пожаротушение в общественных и производственных зданиях (независимо от категории) высотой свыше 50 м и объемом до 50 000 м³ следует принимать 4 струи по 5 л/с каждая, при большем объеме зданий – 8 струй по 5 л/с каждая.

Таблица 6.2

Число пожарных стволов и минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение

Жилые, общественные и административно-бытовые здания и помещения	Число пожарных стволов	Минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение на одну струю, л/с
1	2	3
1. Жилые здания:		
при числе этажей от 12 до 16 включительно	1	2,5
то же, при общей длине коридора свыше 10 м	2	2,5
при числе этажей свыше 16 до 25 включительно	2	2,5
то же, при общей длине коридора свыше 10 м	3	2,5
2. Здания управлений:		
высотой от 6 до 10 этажей включительно и объемом до 25000 м ³ включительно	1	2,5
то же, объемом свыше 25000 м ³	2	2,5

Окончание табл. 6.2

1	2	3
при числе этажей свыше 10 и объемом до 25000 м³включительно	2	2,5
то же, объемом свыше 25000 м³	3	2,5
3. Клубы с эстрадой, театры, кинотеатры, актовые и конференц-залы, оборудованные киноаппаратурой	Согласно [1]	
4. Общежития и общественные здания, не указанные в позиции 2:		
при числе этажей до 10 включительно и объемом от 5000 до 25000 м³ включительно	1	2,5
то же, объемом свыше 25000 м³	2	2,5
при числе этажей свыше 10 и объемом до 25000 м³включительно	2	2,5
то же, объемом свыше 25000 м³	3	2,5
5. Административно-бытовые здания промышленных предприятий объемом:		
от 5000 до 25000 м³ включительно	1	2,5
свыше 25000 м³	2	2,5

Таблица 6.3

Число пожарных стволов и минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение
в производственных и складских помещениях

Степень огне- стойко- сти зда- ний	Категория зданий по пожарной опасности	Число пожарных стволов и минимальный расход воды, л/с, на 1 пожарный ствол, на внутреннее пожаротушение в производственных и складских зданиях высотой до 50 м включительно и объемом, м ³				
		от 0,5 до 5 включительно	свыше 5 до 50 включительно	свыше 50 до 200 вклю- чительно	свыше 200 до 400 включитель- но	свыше 400 до 800 вклю- чительно
I и II	А, Б, В	2×2,5	2×5	2×5	3×5	4×5
III	В	2×2,5	2×5	2×5	—	—
III	Г, Д	—	2×2,5	2×2,5	—	—
IV и V	В	2×2,5	2×5	—	—	—
IV и V	Г, Д	—	2×2,5	—	—	—

Внутренний противопожарный водопровод не требуется предусматривать:

а) в зданиях и помещениях объемом или высотой менее указанных в табл. 1 и 2 СП 10.13130.2009 [22];

б) в зданиях общеобразовательных школ, кроме школ-интернатов, в том числе школ, имеющих актовые залы, оборудованные стационарной киноаппаратурой, а также в банях;

в) в зданиях кинотеатров сезонного действия на любое число мест;

г) в производственных зданиях, в которых применение воды может вызвать взрыв, пожар, распространение огня;

д) в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости категорий Г и Д независимо от их объема и в производственных зданиях III–V степеней огнестойкости объемом не более 5000 м³ категорий Г и Д;

е) в производственных и административно-бытовых зданиях промышленных предприятий, а также в помещениях для хранения овощей и фруктов и в холодильниках, не оборудованных хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом, для которых предусмотрено тушение пожаров из емкостей (резервуаров, водоемов);

ж) в зданиях складов грубых кормов, пестицидов и минеральных удобрений.

Допускается не предусматривать внутренний противопожарный водопровод в производственных зданиях по переработке сельскохозяйственной продукции категории В, I и II степеней огнестойкости, объемом до 5000 м³.

Система внутреннего противопожарного водопровода представляет собой разветвленную сеть трубопроводов с пожарными кранами, расположенными в доступных и заметных местах. Пожарные краны должны быть укомплектованы пожарным рукавом длиной 10 или 20 м и пожарным стволом (рис. 6.1). Система постоянно находится под напором.



Рис. 6.1. Варианты комплектации пожарных кранов

6.3. Наружное противопожарное водоснабжение

Для наружного пожаротушения по всей территории предприятия (или стройплощадки) на сети противопожарного водоснабжения устанавливаются пожарные гидранты (рис. 6.2) на расстоянии:

- не более 150 м друг от друга;
- не более 2,5 м от дороги;
- не менее 5 м от стен здания.

В зависимости от создаваемого давления сети подразделяются на:

- высокого давления – напора достаточно для создания компактной струи высотой 10 м (из пожарного ствола диаметром 19 мм) над самой высокой точкой застройки;
- низкого давления – то же над поверхностью земли.

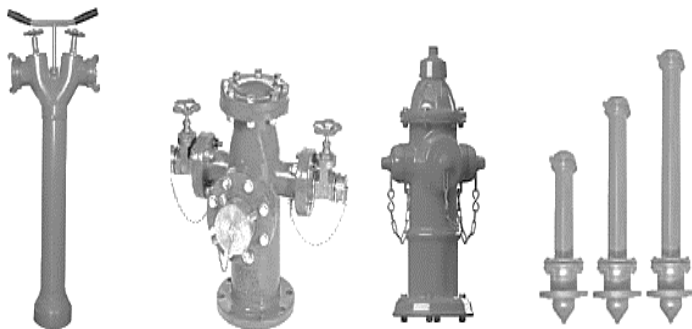


Рис. 6.2. Пожарные гидранты

Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) принимается в соответствии с данными СП 8.13130.2009 [20] и составляет от 10 до 100 л/с в зависимости от:

- класса функциональной пожарной опасности;
- объема здания;
- степени огнестойкости здания;
- категории взрывопожарной опасности здания;
- назначения здания и его ширины.

Расчетное количество одновременных пожаров на промышленном предприятии принимается в зависимости от занимаемой им площади: один пожар – при площади до 150 га, два пожара – при площади более 150 га. При площади территории промышленного предприятия до 150 га при числе жителей в поселении до 10 тыс. человек – один пожар (на территории предприятия или в поселении по наибольшему расходу воды). При площади предприятия (или стройки) более 150 га или при числе жителей в поселении свыше 10 до 25 тыс. человек в расчет принимаются два пожара, требующие наибольших пожарных расходов воды (один на территории предприятия, другой в поселении).

Продолжительность подачи воды для наружного пожаротушения обычно принимается равной 3 часам.

При площади предприятия менее 20 га для зданий с категориями В, Г и Д, если пожарный расход не превышает 20 л/с, вместо противопожарного водопровода допускается осуществлять ПВ из водоемов или специально оборудованных резервуаров, обеспеченных подъездом для пожарных машин.

6.4. Автоматические установки пожаротушения

Автоматические системы пожаротушения служат для быстрого реагирования на признаки возгорания и предотвращения пожара.

Автоматические системы пожаротушения могут быть установлены практически в любом помещении. Наиболее актуальными местами размещения подобных систем являются производственные помещения, большие стоянки закрытого типа, ангары и прочее, где существует возможность возгорания в ходе процесса производства, архивы документов и т.д.

Целью применения автоматических установок пожаротушения является локализация и тушение очагов возгорания, сохранение жизни людей и имущества. Подобные средства являются наиболее эффективными методами борьбы с пожарами в отличие от ручных систем пожаротушения.

Автоматические системы пожаротушения классифицируются по применяемому огнетушащему веществу и выделяют следующие типы установок: водяные; порошковые; газовые; пенные; аэрозольные.

Водяные установки бывают спринклерные и дренчерные. *Спринклерные* установки предназначены для локального тушения очагов пожара в быстровозгораемых помещениях, например, деревянных, а дренчерные – для тушения пожара сразу по всей площади помещения.

В спринклерных системах тушения ороситель (спринклер) монтируется в трубопровод, заполненный водой, специальной пеной (если в помещении температура выше 5°C) или воздухом

(если в помещении температура ниже 5 °С). При этом огнетушащее вещество постоянно находится под давлением. Существуют комбинированные спринклерные системы, в которых подводящий трубопровод заполнен водой, а питающий и распределительный могут заполняться воздухом или водой в зависимости от сезона. Ороситель закрыт тепловым замком, который представляет собой специальную колбу, рассчитанную на разгерметизацию при достижении определенной температуры окружающей среды.

После разгерметизации спринклера давление в трубопроводе становится меньше, благодаря чему открывается специальный клапан в узле управления. После этого вода устремляется

к детектору, который фиксирует срабатывание и подает командный сигнал на включение насоса.

Спринклерные системы пожаротушения служат для локального обнаружения и ликвидации очагов возгораний со срабатыванием противопожарной сигнализации, специальных систем оповещения, защиты от дыма, управления эвакуацией и представлением информации о местах возгорания. Срок эксплуатации не сработавших оросителей составляет десять лет, сработавшие или поврежденные спринклеры подлежат полной замене. Во время проектирования трубопроводной сети ее делят на секции. Каждая из таких секций может обслуживать одно или сразу несколько помещений, а также может иметь отдельный узел управления противопожарной системой. За рабочее давление в трубопроводе отвечает автоматический насос.

Дренчерные автоматические системы пожаротушения (дренчерные завесы) отличаются от спринклерных тем, что в них отсутствуют тепловые замки. Также они отличаются большим расходом воды и возможностью одновременного срабатывания всех оросителей. Сопла оросителей бывают различных видов: струйными с высоким давлением, двухфазными газодинамическими, с распылением жидкости с помощью удара с дефлекторами или путем взаимодействия струй. При проектировании

дренчерных завес учитываются: тип дренчера, предполагаемый напор, расстояние между оросителями и их количество, мощность насосов, диаметр трубопровода, объем резервуаров с жидкостью, высота установки дренчеров.

Дренчерные завесы решают следующие задачи: локализацию пожара; разбиение площадей на контролируемые секторы и недопущение распространения возгораний, а также вредных продуктов горения за пределы сектора; охлаждение технологического оборудования до приемлемых температур.

В последнее время широкое применение получили автоматические системы пожаротушения, использующие тонкораспыленную воду. Размер капель после распыления может достигать 150 микрон. Преимущество такой технологии состоит в более эффективном расходовании воды. Технология тушения мелкодисперсной водой создает водяной туман, устраняющий возгорание, что позволяет ликвидировать пожары с высокой степенью эффективности при рациональном расходе воды.

Порошковые установки. Принцип действия таких устройств основан на тушении возгорания при помощи подачи в очаги пожара мелкодисперсного порошкового состава. Согласно действующим нормам пожарной безопасности все общественные и административные здания, технологические помещения и электроустановки, а также складские и производственные помещения должны быть оборудованы автоматическими порошковыми установками.

Газовые установки предназначены для обнаружения очагов возгорания и подачи особого огнетушащего газа. В них применяются действующие составы в виде сжиженных или сжатых газов. К сжатым огнетушащим смесям относят, например, аргонит и инерген. В основу всех составов входят природные газы, которые уже присутствуют в воздухе, например: азот, диоксид углерода, гелий, аргон, поэтому их использование не причиняет вреда атмосфере. Способ тушения такими газовыми смесями основан на замещении кислорода (в воздухе не менее 12–15%). При выбросе сжиженных или сжатых газов количество кислорода па-

дает ниже вышеуказанных цифр, что приводит к угасанию пламени. Необходимо учитывать, что резкое снижение уровня кислорода внутри помещения, в котором присутствуют люди, может привести к головокружению или даже обмороку, следовательно, при применении таких огнетушащих смесей обычно необходимо проведение эвакуации.

К сжиженным газам, применяемым в целях пожаротушения, относятся: углекислый газ, смеси и синтезированные газы на основе фтора, например: хладоны, FM-200, шестифтористая сера, Noves 1230. Хладоны делятся на озонобезопасные и озоноразрушающие. Одни из них могут применяться без эвакуации, а другие – только в помещениях при отсутствии людей.

Газовые установки больше всего подходят для обеспечения безопасной работы электрооборудования, находящегося под электрическим напряжением.

Иные виды установок. Реже применяются пенные и аэрозольные установки пожаротушения. Пена, например, довольно эффективна, но использоваться может не везде из-за содержания вредных веществ, которые обычно входят в ее состав. Тушение очагов возгораний аэрозолями имеет очень схожие черты с методом порошкового тушения, но характеризуется более мелким выбросом частиц.

В соответствии с действующими нормами пожарной безопасности, автоматическими системами в обязательном порядке должны быть оснащены:

- одноэтажные здания, построенные из легких металлических конструкций с применением горючих утеплителей общественного назначения – площадью свыше 800 м² и административно-бытового назначения – площадью свыше 1200 м²;

- складские здания категории пожарной опасности «В», в которых осуществляется хранение на стеллажах высотой 5,5 м и более, или имеющие более одного этажа;

- здания, имеющие высоту более 30 м (кроме производственных зданий, входящих в категории пожарной опасности «Г» и «Д», а также жилых зданий);

– здания предприятий торговли (кроме тех, которые занимаются торговлей и складированием изделий, произведенных из негорючих материалов): свыше 200 м^2 – в цокольном или подвальном этаже, более 3500 м^2 – в наземной части здания;

– все одноэтажные выставочные залы площадью свыше 1000 м^2 , а также выше двух этажей;

– киноконцертные и концертные залы вместимостью более 800 мест;

– другие здания и сооружения согласно нормам пожарной безопасности.

Достоинства и недостатки автоматического пожаротушения. Не все вещества, используемые для пожаротушения, безопасны для человеческого организма: одни содержат в своем составе хлор и бром, которые негативно воздействуют на внутренние органы; другие резко понижают степень содержания кислорода в воздухе, что может вызвать удушье и привести к потере сознания; третьи раздражают дыхательную и зрительную системы организма.

Ликвидация пожаров при помощи воды – один из наиболее эффективных и безопасных методов для большинства случаев. Однако такой способ борьбы с возгораниями требует больших затрат на воду, также необходимо строительство капитальных инженерных сооружений для бесперебойной подачи воды. К тому же вода при тушении может причинить серьезный материальный ущерб.

Среди преимуществ газовых установок отмечается следующее:

– тушение пожаров с их помощью не приводит к коррозии оборудования;

– последствия их применения легко ликвидируются с помощью стандартного проветривания помещения;

– они не боятся повышения температуры и не замерзают.

Наряду с преимуществами, недостатками некоторых газов является их довольно высокая опасность для человека. Однако

учеными разработаны совершенно безопасные газообразные вещества, например, Noves 1230. Это вещество безвредно для здоровья человека и безопасно для озонового слоя, не содержит хлора

и брома, его молекулы полностью распадаются под воздействием ультрафиолетового излучения примерно за пять дней.

Автоматические установки пожаротушения должны одновременно выполнять и функции автоматической пожарной сигнализации. Их следует проектировать с учетом особенностей защищаемых зданий и помещений и условий применения огнетушащих веществ исходя из характеристик технологического процесса

и технико-экономических показателей (рис. 6.3). Тип установки и огнетушащее вещество необходимо выбирать с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых (хранимых, применяемых) веществ.

Автоматические установки пожаротушения (*за исключением спринклерных*) должны иметь дистанционное и местное включение. Установки автоматического предупреждения и тушения пожаров в зависимости от назначения различают:

- предупреждения – исключающие возможность возникновения пожара или взрыва за счет введения в опасную зону средств подавления горения (*флегматизаторов*);

- тушения – ликвидирующие очаг горения за счет подачи средств тушения или создающих условий, прекращающих процесс горения;

- локализации – сдерживающие распространение пожара до прибытия пожарных.

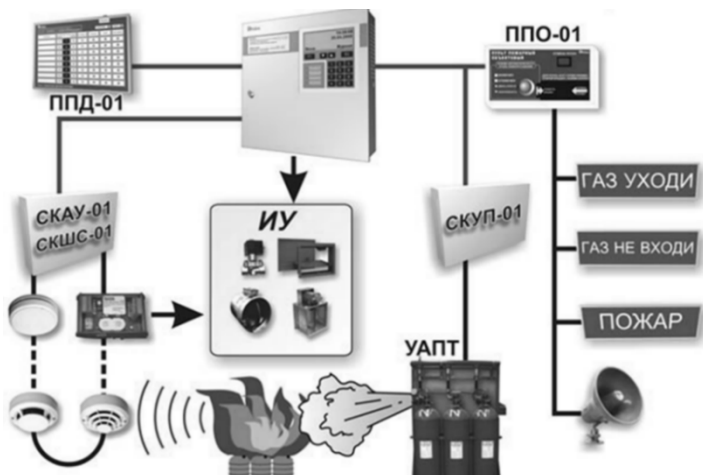


Рис. 6.3. Схема автоматической установки пожаротушения

В зависимости от используемых средств автоматические установки бывают:

- водяного тушения (спринклерные и дренчерные) (рис. 6.4);
- водопенного тушения (воздушно-механическая и химическая пена);
- газового тушения;
- порошкового тушения;
- комбинированные.

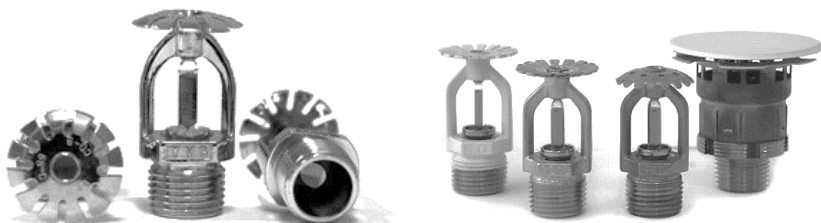


Рис. 6.4. Конструкции спринклерных головок

По характеру воздействия автоматические установки подразделяются на:

– действующие по поверхности – подающие средства тушения равномерно по всей площади помещения;

– объемного действия – подающие средства тушения по всему объему помещения.

6.5.Первичные средства пожаротушения

Среди первичных средств пожаротушения наибольшая роль отводится самым эффективнейшим из них – огнетушителям. Согласно СП 9.13130.2009 [21]**огнетушитель** – переносное или передвижное устройство, предназначенное для тушения очага пожара оператором за счет выпуска огнетушащего вещества, с ручным способом доставки к очагу пожара, приведения в действие

и управления струей огнетушащего вещества.

По видам огнетушащего вещества огнетушители делятся на:

– *водные* (с зарядом воды или воды с добавками; концентрация ПАВ – не более 1% от объема);

– *пенные* (с зарядом пенообразователя разнообразных видов);

– *воздушно-пенные* (с зарядом водного раствора пенообразующих добавок);

– *химически пенные* (с зарядом химических веществ, которые на момент приведения огнетушителя в действие вступают

в реакцию с образованием пены и чрезмерного давления);

– *порошковые* (с зарядом огнетушащего порошка);

– *углекислотные* (с зарядом двуокиси углерода, находящийся под давлением ее насыщенных паров);

– *хладоновые* (с зарядом огнетушащего вещества на основе галогенпроизводных углеводородов);

– *комбинированные* (с зарядом двух и более огнетушащих веществ).

Выброс огнетушащего вещества в разных типах огнетушителей осуществляется:

– под давлением газа-вытеснителя, который содержится в отдельном малолитражном баллоне;

– под давлением газа-вытеснителя, который постоянно находится в корпусе;

– под давлением газов, образующихся в результате химической реакции.

По объему баллона огнетушители подразделяются на: *ручные* – до 5 л; *промышленные ручные* – от 5 до 10 л; *стационарные* и *передвижные* – 10 л и более.

По принципу перемещения огнетушители делятся на два вида [21]:

– *передвижные* – с полной массой не менее 20 кг, но не более 400 кг, смонтированный на колесах или на тележке. Такие огнетушители применяются в больших производственных помещениях и на складах;

– *переносные* – мобильные за счет сравнительно небольшого объема. Обычно используются в маленьких помещениях и не предназначены для устранения крупного возгорания.

По типу работы огнетушители делятся на два вида: *автоматические* и *ручные*. Автоматические устанавливаются на определенное место в помещении, которое будет ими обслуживаться. Возгорания они тушат в автоматическом режиме. Ручные огнетушители приводятся в действие человеком. По такому принципу работают все нестационарные образцы [22].

По виду пускового устройства огнетушители делятся на: имеющие вентильный затвор; пистолетного типа; с пуском от источника давления.

Водные огнетушители. Такие аппараты применяются для устранения пожаров класса А – возгорание твердых и горючих веществ. Они могут наполняться водой, раствором химических веществ. Если на таком аппарате есть пометка, что вода содержит специальные добавки, то огнетушитель подходит для тушения горючих жидких веществ – это уже пожар класса В. Отметим, что

водные огнетушители подходят только для устранения тех возгораний, которые указаны выше. Они являются самыми безопасными и экологически чистыми из всех видов. Использовать их разрешено исключительно при плюсовой температуре.

Газовые огнетушители бывают нескольких видов: углекислотные (ОУ); аэрозольные; углекислотно-бромэтиловые. Газовые аппараты бывают как ручными, так и передвижными (рис. 6.5). Ручные во время работы воспрещается трогать за трубку, так как это может быть чревато обморожением руки. Огнетушителями такого вида нельзя устранять возгорания тех веществ, которые горят без кислорода (сплавы алюминия, магния, натрия и т. п.).



Рис. 6.5. Огнетушители:
а – углекислотный; б – порошковый

Углекислотные огнетушители наполняются диоксидом углерода. Используются они для тушения электроустановок, которые находятся под напряжением до 1000В и веществ, указанных выше. Также ОУ-огнетушитель применяется для устранения возгораний в помещениях, где применение воды нежелательно (музеи, архивы, библиотеки и т. п.), потому что после использования они почти не

оставляют следов. ОУ отлично справляются с горением ЛВЖ на площади возгорания до 5 м².

Аэрозольные аппараты содержат галоидированные углеводороды. Применяются для тушения электроустановок, твердых веществ, ЛВЖ. Ими нельзя тушить щелочи и вещества, которые содержат кислород.

Углекислотно-бромэтиловые аппараты работают по такому же принципу.

Пенные огнетушители. Пенный аппарат имеет широкую область применения, кроме тех случаев, когда пена может быть проводником электричества. Иными словами, тушить электрические установки, которые находятся под напряжением, данными аппаратами нельзя. Наполняется такой огнетушитель пеной, состоящей из водных растворов, кислот и щелочей. По этой причине тушить им щелочные металлы запрещено, потому что начнется обратная реакция. Вода, содержащаяся в пене, выделит водород, который усилит горение. Такие аппараты в основном используются для устранения воздушно-механических и химических пожаров. Они хорошо справляются с возгоранием твердых веществ, ЛВЖ. *Воздушно-пенные* огнетушители применяются для устранения начальной стадии возгорания жидких и твердых веществ. Их также нельзя использовать для тушения электрических приборов, щелочных металлов и веществ, которые горят без кислорода. Разрешенный температурный диапазон для применения этих аппаратов – 5–50 °С со знаком плюс.

Порошковые огнетушители (ОП). Самый распространенный тип. ОП-огнетушитель применяется для тушения практически любого типа пожаров, в том числе электроустановок под напряжением до 1000В. Исключение – щелочные металлы и вещества, которые могут гореть без кислорода. ОП-огнетушитель наполняется порошками общего или специального назначения. Первые применяются для тушения материалов, которые содержат углерод (газы, древесина), вторые используются для устранения возгораний соеди-

нений алюминия и пирофорных веществ. Заправка огнетушителей такого типа производится раз в 5 лет.

7. Эвакуация людей из зданий и помещений

7.1. Обеспечение безопасности людей. Процесс эвакуации.

Особенности движения людей при пожаре.

Условие безопасной эвакуации

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

- установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;
- обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;
- организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения).

Решение проблем, связанных с обеспечением безопасности людей, представляет большую сложность в связи с тем, что имеет свою специфику и должно осуществляться иными путями, чем защита строительных конструкций. Например, опасная для

человека температура 70°C почти на порядок ниже величины опасной температуры для строительных конструкций.

Взрыв в здании при концентрации взрывоопасной смеси менее 5% его свободного объема может не представлять опасность для строительных конструкций, но может вызвать гибель людей.

Одна и та же удельная нагрузка горючих веществ в помещении в случае пожара представляет различную опасность для строительных конструкций и для людей.

При оценке безопасности людей необходимо учитывать такие факторы, как дымообразующая способность веществ и материалов и их токсичность, хотя с точки зрения огнестойкости эти факторы особого значения не имеют.

Автоматические установки тушения пожара, если они не являются быстродействующими, срабатывают после того, как люди по условиям безопасности должны покинуть опасное помещение. Обеспечивая защиту строительных конструкций, эти установки не всегда обеспечивают безопасность людей.

Специфика защиты людей от последствий пожара согласно ГОСТ 12.1.004-91 [3] состоит в том, что в отличие от обеспечения защиты строительных конструкций безопасность людей должна гарантироваться во всех случаях и вне зависимости от экономических соображений. Она достигается конструктивными и объемно-планировочными решениями, направленными на изоляцию источников задымления; созданием условий для беспрепятственного движения людей при эвакуации; ограничением применения горючих отделочных материалов на путях эвакуации.

Эвакуация— процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы. Защита людей на путях эвакуации обеспечивается комплексом объемно-

планировочных, эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных мероприятий.

Эвакуационные пути в пределах помещений должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения без учета применяемых в нем средств пожаротушения и противодымной защиты.

Спасение представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы.

При пожаре возникает реальная угроза здоровью и жизни людей. Поэтому процесс эвакуации начинается практически одновременно и имеет четкую направленность (например, в зале зрелищного предприятия все зрители одновременно встают со своих мест и идут к выходам).

В результате такого одновременного и направленного движения и вследствие ограниченной пропускной способности эвакуационных путей и выходов:

- создаются большие плотности людских потоков;
- наблюдаются физические усилия со стороны отдельных эвакуирующихся, что значительно уменьшает скорость движения (возникает противоречие: чем быстрее люди стремятся покинуть помещение, здание, тем больше времени вынуждены тратить на это).

Особенностями движения при эвакуации является также неблагоприятное воздействие опасных факторов пожара и возможность возникновения паники. Исследования показали, что основная масса эвакуирующихся (до 90%) способна к здоровой оценке ситуации и разумным действиям, но, испытывая страх и заражая им друг друга, может поддаться панике. В массе оказывается от 10 до 20% людей с выраженными расстройствами пси-

хики, которые являются потенциальными паникерами и могут отрицательно влиять на остальную массу людей.

По статистическим данным, в общей массе людей около 3% имеют физические недостатки (калеки); 9% людей находятся в преклонном возрасте; 4% – дети моложе 5 лет; 10% людей вследствие систематического применения лекарственных средств имеют замедленную реакцию, недостаточную двигательную способность и легко подвержены шоку.

Исследователи отмечают пять основных ситуаций, способствующих возникновению паники:

- ограниченное количество эвакуационных выходов и путей;
- неизбежность возникновения опасности, при которой единственным способом спасения является бегство;
- выход из строя или блокировка путей эвакуации;
- форсированное движение массы людей, не имеющих необходимой информации, к закрытому пути эвакуации;
- неподготовленность и непродуманность администрацией организационных мер объекта на случай эвакуации при пожаре.

Безопасная эвакуация людей из зданий, сооружений и строений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

Главным показателем эффективности технических решений, гарантирующих людям безопасность, является время, которое требуется для того, чтобы они при пожаре могли без ущерба для здоровья покинуть отдельные помещения и здание в целом.

Условие безопасности людей выполнено, если фактическое время эвакуации равно или меньше времени появления опасных факторов пожара:

$$\tau_p \leq \tau_n ,$$

где τ_p – расчетное (фактическое) время эвакуации людей, мин; τ_n – необходимое время эвакуации (время появления опасных факторов пожара), мин.

Условие безопасности положено в основу нормирования процесса эвакуации. Если оно выполняется, проект здания (сооружения) обеспечивает безопасность людей и соответствует нормам проектирования, если не выполняется, безопасность людей в случае пожара не обеспечивается, проект нуждается в переработке.

Для использования условия безопасности необходимо уметь определить величину τ_p , зависящую от размеров путей эвакуации и параметров движения людей, и величину τ_n , зависящую от скорости изменения при пожаре опасных для человека факторов пожара.

Методы определения необходимого и расчетного времени, а также условий беспрепятственной и своевременной эвакуации людей определяются нормативными документами по пожарной безопасности.

7.2. Параметры движения людских потоков при эвакуации

Двигающиеся в одном направлении люди образуют людской поток, характеризующийся плотностью потока (D), скоростью движения (V), интенсивностью движения (q) и пропускной способностью участка пути (Q).

Плотность людского потока (D) составляет количество человек N , размещающихся на единице площади эвакуационного пути F :

$$D = N/F.$$

При эвакуации взрослых людей плотность может составлять 10–12 чел./м²; при эвакуации школьников – 20–25 чел./м².

Для расчета эвакуации использовалась также безразмерная характеристика плотности, которая определяется как отношение площади проекции, занимаемой эвакуирующимися, к площади эвакуационного пути:

$$D = N \cdot f / d \cdot l.$$

где d, l – соответственно, ширина и длина участка эвакуационного пути; f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, которая составляет для взрослого человека в одежде $0,125 \text{ м}^2/\text{чел.}$, для взрослого в домашней одежде – $0,1 \text{ м}^2/\text{чел.}$, для подростка – $0,07 \text{ м}^2/\text{чел.}$

Интенсивность движения людского потока(q) характеризует количество людей, проходящих через 1 м ширины эвакуационного пути за 1 мин. В связи с тем, что в данном случае количество людей выражается не в чел., а в м^2 (вместо N применяется выражение $N \cdot f$), размерность интенсивности следующая: $[q] = \frac{\text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{мин}} = \text{м}/\text{мин}$ (рис. 7.1 и 7.2).

Пропускная способность участка пути(Q) характеризует количество людей, которое он способен пропустить в единицу времени. Пропускная способность участка пути в $\text{м}^2/\text{мин}$ определяется как произведение интенсивности движения q на ширину участка d :

$$Q = q \cdot d.$$

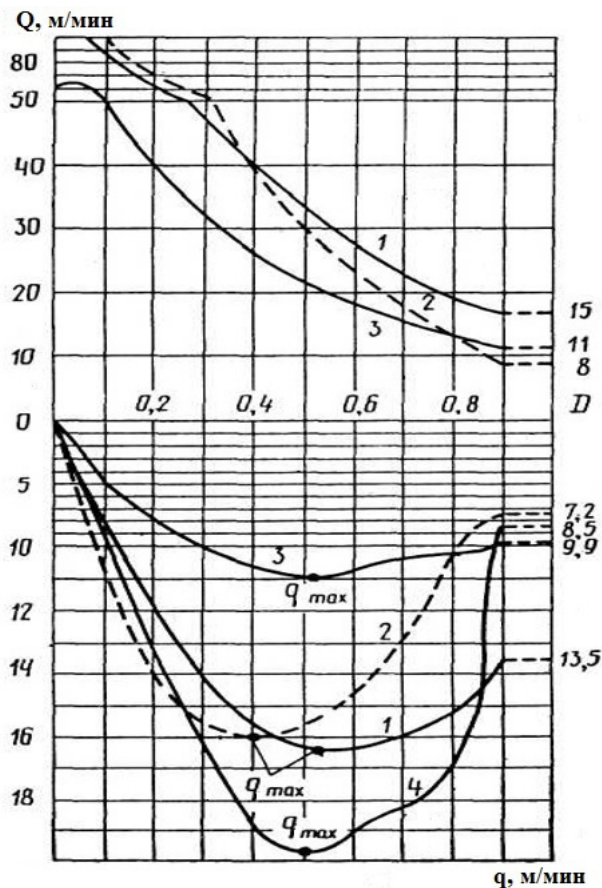


Рис. 7.1. Зависимость скорости и интенсивности движения от плотности людского потока:

1 – горизонтальный путь; 2 – лестница вниз; 3 – лестница вверх;
4 – проем

Используя понятие пропускной способности участка пути, можно получить формулы для расчета интенсивности движения

и времени задержки движения при слиянии людских потоков.

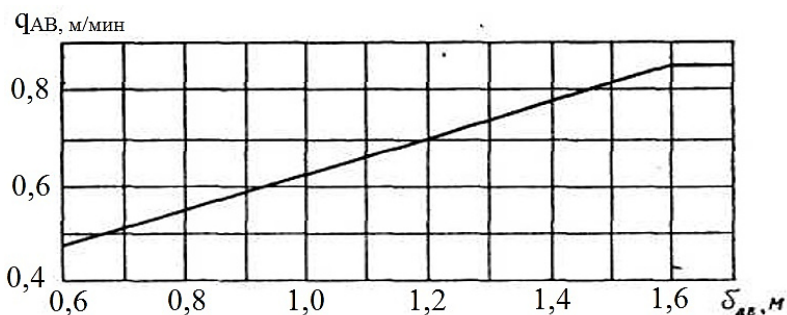


Рис. 7.2. Зависимость интенсивности движения от ширины дверного проема: $q_{ДВ}$ — интенсивность движения людского потока; $\delta_{ДВ}$ — ширина проема

При слиянии нескольких людских потоков при беспрепятственном движении должно соблюдаться условие: $Q_i = \sum Q_{i-1}$.

Задержка движения людей в начале i -го участка наблюдается при $Q_i \leq Q_{i-1}$.

7.3. Расчет необходимого времени эвакуации

Необходимое время эвакуации — время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда жизни и здоровью людей в результате воздействия опасных факторов пожара.

Для определения необходимого времени эвакуации необходимо знать критические значения опасных факторов пожара и, кроме того, уметь определять время появления этих значений при пожаре.

К числу опасных факторов пожара относятся повышенная температура среды, лучистые потоки, токсичные продукты горения, недостаток кислорода, потеря видимости вследствие задымления.

Повышенная температура среды. Наибольшую опасность представляет вдыхание нагретого воздуха, приводящее к

поражению верхних дыхательных путей, удушью и смерти. Так, вдыхание дыма при температуре более 60°C, содержащего СО, может привести к потере сознания и гибели через несколько минут.

Фактическая температура при пожаре зависит от многих факторов и меняется во времени. В среднем уже через 5–7 мин $t = 200^{\circ}\text{C}$, через 15 мин – 600°C , через 30 мин – 1100°C .

Опасны для человека также ожоги кожи. Человек, получивший ожоги II степени на 30% поверхности тела, имеет мало шансов выжить. Ожог II степени наступает через 15 мин при $t = 100^{\circ}\text{C}$, через 3 мин при $t = 400^{\circ}\text{C}$, менее чем за 1 мин при $t \geq 1000^{\circ}\text{C}$. Повышенная влажность воздуха сокращает время наступления ожога.

Лучистые потоки представляют для человека большую опасность.

Исследованиями установлено, при пожаре в сценической коробке зрелищных предприятий лучистые потоки представляют опасность для зрителей первых рядов партера уже через 0,5 мин. Еще большая опасность наблюдается при пожарах технологических установок.

Расстояние от огня и время возможного там нахождения зависит от интенсивности тепловой радиации ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Токсичные продукты горения. При пожарах в современных зданиях с применением полимерных и синтетических материалов могут воздействовать самые разнообразные (иногда до 100 видов) химические соединения, оказывающие токсическое воздействие.

Практически повсеместно в продуктах горения присутствует оксид углерода (СО), часто являющийся основной причиной гибели людей при пожарах. Его опасность связана с тем, что он в 200–300 раз лучше реагирует с гемоглобином крови, чем кислород, вследствие чего красные кровяные тельца утрачивают способность снабжать организм кислородом. Как следствие, наступает: кислородное голодание, гипоксия тканей, теряется способность рассуждать, человек становится равнодушным и безучаст-

ным, не стремится избежать опасности, наступает оцепенение, головокружение, нарушение координации движения, а при остановке дыхания – смерть.

Следует отметить, что в качестве критического значения опасного фактора пожара целесообразно принимать не смертельно опасное значение, а такое, при котором происходит потеря способности к движению.

Для оксида углерода при концентрации $3,6 \text{ мг/м}^3$ через несколько минут воздействия теряется координация движений и эвакуация становится невозможной. По данным статистики, в 50–80% случаев гибель людей на пожарах вызывалась отравлением оксидом углерода и недостатком кислорода.

Как уже отмечалось, в продуктах горения может быть большое разнообразие токсичных веществ. Но важным является и то, что некоторые из них в результате синергического (совместного) действия с СО существенно снижают порог его смертельного действия. Так, смертельная концентрация СО в гемоглобине крови равна 60%, а при наличии в продуктах горения, например, цианистого или хлористого водорода, смертельная концентрация

в гемоглобине крови может снизиться до 20–30%.

Хлористый водород (HCl) – вызывает отек трахеи и легких, раздражает глаза и дыхательные пути, может вызвать серьезные повреждения слизистой оболочки. В результате появляются жжение в груди, спазмы голосовой щели, невозможность дышать. Смерть наступает от удушья.

Цианистый водород (HCN) – наиболее токсичное вещество, выделяющееся на пожарах. Его действие заключается в прекращении доступа кислорода в ткани организма, в результате чего ослабляется сердечная деятельность и затрудняется дыхание.

Диоксид углерода (CO₂) – вызывает смерть через несколько минут при сравнительно большой концентрации 8–10%, которая редко бывает при пожарах (обычно в воздухе доли процентов). Однако и при меньших концентрациях CO₂ представля-

ет повышенную опасность в связи с тем, что вызывает учащение дыхания. Так, при концентрации CO_2 6% частота дыхания увеличивается в 1,5 раза, что влечет увеличение поглощаемых организмом токсичных продуктов горения.

Недостаток кислорода приводит к ухудшению двигательных функций организма. При концентрации кислорода 9% смерть наступает через 5 мин. Однако при определении критической концентрации необходимо принимать во внимание ухудшение двигательных функций и увеличение количества вдохов, которое связано с поглощением токсичных газов. Значительное учащение пульса и числа вдохов, быстрая утомляемость, нарушение координации движения и умственного сосредоточения наступает при концентрации кислорода в воздухе, равной 15 %.

Потеря видимости вследствие задымления. Кратковременность процесса эвакуации обеспечивается лишь при беспрепятственном движении людей. Во время движения люди обязательно должны четко видеть эвакуационные выходы или указатели выходов. При потере видимости организованное движение людей нарушается и становится хаотичным, в результате процесс эвакуации затрудняется или даже становится невозможным.

Дым обладает физиологическим и психологическим воздействием на человека.

Физиологическое воздействие заключается в том, что на частицах дыма конденсируются токсичные газы, которые попадают в организм. При вдыхании густого дыма хлопья сажи могут закупорить дыхательные фильтры, скопление дыма в легких препятствует поглощению кислорода и приводит к кислородному голоданию. Кроме того, дым оказывает раздражающее воздействие на глаза и верхние дыхательные пути, уменьшает видимость, что затрудняет либо вообще исключает ориентацию эвакуирующихся на путях эвакуации.

Психологическое воздействие дыма заключается в том, что люди отказываются вступать в зону видимого дыма даже в тех случаях, когда он достаточно разбавлен и относительно безопасен.

В условиях пожара на человека могут воздействовать не один, а несколько опасных факторов пожара. Такое комбинированное воздействие может быть суммарным и синергическим.

При *суммарном* – воздействие равно сумме воздействий отдельных факторов. Примером является совместное воздействие СО и СО₂, недостатка О₂ и повышенной температуры. Повышенная температура вызывает повышение токсичности некоторых веществ, в том числе СО и СО₂.

Синергическое воздействие – это совместное воздействие факторов, превосходящее сумму отдельных воздействий факторов (иногда в 10–30 и более раз).

Комбинированное воздействие из-за недостаточной изученности пока не учитывается в расчетах необходимого времени эвакуации.

Нормами проектирования установлено требуемое время эвакуации для помещений и зданий различного функционального назначения с учетом многообразия различных факторов, в основу которых был положен рассмотренный выше подход.

Так, например:

- для зальных помещений различного назначения (залы ожидания для посетителей, кассовые, выставочные, танцевальные, обеденные, читальные) необходимое время эвакуации приведено в табл.6.2 СП 118.13330.2012 [25];

- в зависимости от конструкции сцены необходимое время эвакуации для некоторых видов залов приведены в табл.7.1 (табл. 6.3 СП 118.13330.2012 [25]);

- приведенное в табл.7.1 время должно быть уменьшено на 30% для зданий класса конструктивной пожарной опасности С1 и на 50% – для зданий классов конструктивной пожарной опасности С2 и С3;

- необходимое время эвакуации непосредственно наружу из зданий классов конструктивной пожарной опасности С0 и С1 с залами, перечисленными в табл.7.1, следует принимать 5 мин

для зданий высотой до 17 м включительно и 10 мин для зданий высотой от 17 до 28 м;

– время эвакуации по незадымляемым лестничным клеткам в расчет времени эвакуации из здания принимать не следует.

Таблица 7.1

Необходимое время эвакуации из залов

Залы	Необходимое время эвакуации, мин, не более				
	при объеме* помещения, м ³				
	до 5 000	10 000	20 000	40 000	60 000
Зрительные в театрах, клубах, домах культуры и другие залы с колосниковой сценой	1,5	2	2,5	2,5	–
Зрительные, концертные, лекционные и залы собраний, выставочные и другие залы без колосниковой сцены (кинотеатры, крытые спортивные сооружения, цирки, столовые и др.)	2	3	3,5	4	4,5
* При промежуточных объемах необходимое время эвакуации следует определять интерполяцией					

7.4. Расчет фактического времени эвакуации

Перед тем как выполнять расчет, необходимо:

1) весь путь эвакуации людей разделить на отдельные расчетные участки пути;

2) за начальный участок пути принимать проход между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п., наиболее удаленный от эвакуационного выхода;

3) при определении границ последующих участков на пути движения к эвакуационному выходу исходить из того, что в пределах расчетного участка пути не должна изменяться ширина пути и не должно быть слияния потоков. Только при таких условиях можно принимать интенсивность и скорость движения постоянными по всей длине участка.

При таком подходе участками пути являются: проходы, коридоры, дверные проемы, лестничные марши, тамбуры и т.д.

По проекту или в натуре определяются размеры каждого участка (ширина и длина) по их истинному значению, например: ширина дверного проема определяется за вычетом дверной коробки и выступающих частей двери, если они имеются; ширина коридора при открывании дверей в сторону коридора (так чаще всего и бывает) принимается с учетом того, что открытые двери фактически уменьшают ширину эвакуационного пути; при одностороннем расположении дверей ширина коридора уменьшается на половину ширины двери, а при двухстороннем – на ширину двери.

Длина пути в проеме принимается равной нулю, если толщина стены, в которой размещен проем, менее 0,7 м.

Длина пути по лестнице определяется как суммарная длина ее маршей и площадок и может быть принята равной утроенной разности отметок между входом на лестницу и выходом из нее. Длину пути эвакуации по лестнице 2-го типа в помещении следует определять равной ее утроенной высоте.

Методика расчета времени эвакуации заключается в следующем. Расчетное время эвакуации определяется как сумма времени движения людского потока по отдельным участкам от наиболее удаленных рабочих мест к размещению людей до эвакуационного выхода.

Время движения людского потока на отдельных участках пути определяется по формуле:

$$\tau_1 = l_1 / v_1.$$

Величина скорости движения людей на первом участке пути определяется по таблицам или графику в зависимости от вида пути и плотности людского потока.

На последующих участках скорость определяется по тем же таблицам или графику в зависимости от интенсивности движения, которая определяется по формулам в зависимости от характера слияния потоков (или отсутствия слияния).

Кроме того, в соответствии с реальной планировкой здания необходимо оценить загруженность выходов при эвакуации и рассчитать время эвакуации по наиболее загруженному эвакуационному выходу.

7.5. Эвакуационные и аварийные выходы

Эвакуационный выход – выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону. Выходы являются эвакуационными, если они ведут:

1) из помещений первого этажа наружу непосредственно через: коридор; вестибюль (фойе); лестничную клетку (ЛК); коридор и вестибюль (фойе); коридор, рекреационную площадку и ЛК;

2) из помещений любого этажа, кроме первого: непосредственно в ЛК или на лестницу 3-го типа; в коридор, ведущий непосредственно на ЛК или на лестницу 3-го типа; в холл (фойе), имеющий выход непосредственно на ЛК или на лестницу 3-го типа; на эксплуатируемую кровлю или на специально оборудованный участок кровли, ведущий на лестницу 3-го типа;

3) в соседнее помещение (кроме помещения класса Ф5 категории А или Б), расположенное на том же этаже и обеспеченное выходами, указанными в пп. 1 и 2. Выход из технических помещений без постоянных рабочих мест в помещения категорий А и Б считается эвакуационным, если в технических помещениях размещается оборудование по обслуживанию этих пожароопасных помещений.

Эвакуационные выходы из подвальных и цокольных этажей следует предусматривать таким образом, чтобы они вели непосредственно наружу и были обособленными от общих ЛК здания, сооружения, строения, за исключением случаев, установленных федеральным законом [1].

Эвакуационными выходами также считаются:

1) выходы из подвалов через общие ЛК в тамбур с обособленным выходом наружу, отделенным от остальной части ЛК глухой противопожарной перегородкой 1-го типа, расположенной между лестничными маршами от пола подвала до промежуточной площадки лестничных маршей между первым

и вторым этажами;

2) выходы из подвальных и цокольных этажей с помещениями категорий В4, Г и Д в помещения категорий В4, Г и Д и вестибюль, расположенные на первом этаже зданий класса Ф5;

3) выходы из фойе, гардеробных, курительных и санитарных помещений, размещенных в подвальных или цокольных этажах зданий классов Ф2, Ф3 и Ф4, в вестибюль первого этажа по отдельным лестницам 2-го типа;

4) выходы из помещений непосредственно на лестницу 2-го типа, в коридор или холл (фойе, вестибюль), ведущие на такую лестницу при условии соблюдения ограничений, установленных нормативными документами по пожарной безопасности;

5) распашные двери в воротах, предназначенных для въезда (выезда) железнодорожного и автомобильного транспорта.

В проемах эвакуационных выходов запрещается устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери, вращающиеся двери, турникеты и другие предметы, препятствующие свободному проходу людей.

Выходы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к эвакуационным выходам, могут рассматриваться как аварийные и предусматриваться для повышения безопасности людей при

пожаре. Аварийные выходы не учитываются при эвакуации в случае пожара.

К аварийным выходам в зданиях, сооружениях и строениях относятся выходы, которые ведут:

1) на балкон или лоджию с глухим простенком не менее 1,2 м от торца балкона (лоджии) до оконного проема (остекленной двери) или не менее 1,6 м между остекленными проемами, выходящими на балкон (лоджию);

2) на переход шириной не менее 0,6 м, ведущий в смежную секцию здания класса Ф1.3 или в смежный пожарный отсек;

3) на балкон или лоджию, оборудованные наружной лестницей, поэтажно соединяющей балконы или лоджии;

4) непосредственно наружу из помещений с отметкой чистого пола не ниже 4,5 м и не выше 5 м через окно или дверь размером не менее $0,75 \times 1,5$ м, а также через люк размером не менее $0,6 \times 0,8$ м. При этом выход через приямок должен быть оборудован лестницей в приямок, а выход через люк – лестницей в помещении. Уклон этих лестниц не нормируется;

5) на кровлю зданий, сооружений и строений I, II и III степеней огнестойкости классов С0 и С1 через окно или дверь размером не менее $0,75 \times 1,5$ м, а также через люк размером не менее $0,6 \times 0,8$ м по вертикальной или наклонной лестнице.

Нормируемыми параметрами эвакуационных выходов являются:

- число эвакуационных выходов из помещений;
- число эвакуационных выходов с этажа;
- число эвакуационных выходов из здания;
- минимальное расстояние между выходами;
- высота эвакуационных выходов в свету;
- ширина эвакуационных выходов из помещений;
- ширина эвакуационных выходов из коридора наружу или в ЛК;
- направление открывания дверей на путях эвакуации;

– необходимость устройств для самозакрывания дверей и уплотнений в притворах;

– организация выходов из цокольных и подвальных помещений и этажей.

Указанные параметры определяются в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и пожарно-технических характеристик здания или сооружения. Части здания различной функциональной пожарной опасности, разделенные противопожарными преградами, должны быть обеспечены самостоятельными эвакуационными выходами.

Число эвакуационных выходов из помещения должно устанавливаться в зависимости от предельно допустимого расстояния от наиболее удаленной точки (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода. Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь помещения [15]:

– подвальных и цокольных этажей, предназначенные для одновременного пребывания более 15 человек; в помещениях подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания от 6 до 15 человек, один из двух выходов допускается предусматривать непосредственно наружу из помещений с отметкой чистого пола не ниже 4,5 м и не выше 5 м через окно или дверь размером не менее 0,75×1,5 м, а также через люк размером не менее 0,6×0,8 м. При этом выход через приямок должен быть оборудован лестницей в приямок, а выход через люк – лестницей в помещении. Уклон этих лестниц не нормируется;

– предназначенные для одновременного пребывания более 50 человек;

– класса Ф1.1 (детские дошкольные учреждения, дома престарелых, больницы и др.), предназначенные для одновременного пребывания более 10 человек;

– класса Ф1.3 (квартиры), расположенные на двух этажах (уровнях), при высоте расположения верхнего этажа более 18 м должны иметь эвакуационные выходы с каждого этажа;

- класса Ф5 (производственные и складские здания, сооружения и помещения) категорий А и Б с численностью работающих в наиболее многочисленной смене более 5 человек, категории В – более 25 человек, или площадью более 1000 м²;

- открытые этажерки и площадки в помещениях класса Ф5;

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий:

- подвальные и цокольные при площади более 300 м² или предназначенные для одновременного пребывания более 15 человек;

- этажи, если на них располагается помещение, которое должно иметь не менее двух эвакуационных выходов;

- классов Ф1.2, Ф2 (со сцены или эстрады), Ф2.1 и Ф2.2;

- класса Ф1.3 при общей площади квартир на этаже, а для зданий секционного типа – на этаже секции – 500 м²; при меньшей площади (при одном эвакуационном выходе с этажа) каждая квартира, расположенная на высоте более 15 м, кроме эвакуационного, должна иметь и аварийный выход;

- класса Ф5 категорий А и Б при численности работающих в наиболее многочисленной смене более 5 человек, категории В – 25 человек.

В зданиях класса Ф1.2 высотой не более 15 м допускается предусматривать один эвакуационный выход с этажа (или с части этажа, отделенной от других частей этажа противопожарными преградами) площадью не более 300 м², с численностью не более 20 человек и при оборудовании выхода в ЛК дверями 2-го типа.

Число эвакуационных выходов из здания должно быть не менее числа эвакуационных выходов с любого этажа здания.

При наличии двух и более эвакуационных выходов общая пропускная способность всех выходов, кроме каждого одного из них, должна обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении, на этаже или в здании.

При наличии двух эвакуационных выходов и более они должны быть расположены рассредоточено (за исключением выходов из коридоров в незадымляемые ЛК).

Минимальное расстояние L , м, между наиболее удаленными друг от друга эвакуационными выходами следует определять по формулам:

– из помещения $L \geq 1,5 \sqrt{P/(n-1)}$;

– из коридора $L \geq 0,33 D/(n-1)$.

где P – периметр помещения, м; n – число эвакуационных выходов; D – длина коридора, м.

Высота эвакуационных выходов в свету должна быть не менее 1,9 м.

Ширина эвакуационных выходов из помещений в свету должна быть не менее 0,8 м.

Для помещений класса Ф1.1 при числе эвакуирующихся более 15 человек ширина эвакуационных выходов должна быть не менее 1,2 м.

Для залов без мест для зрителей ширину эвакуационного выхода (двери) следует определять по табл. 3 СП 1.13330.2009 [15] в зависимости от количества эвакуирующихся людей, но всегда не менее 1,2 м.

Для зданий классов Ф1.2, Ф2, Ф4 и Ф5 при числе эвакуирующихся более 50 человек ширина эвакуационных выходов в свету должна быть не менее 1,2 м.

Для торговых залов ширину эвакуационного выхода (двери) следует определять по табл. 20 СП 1.13330.2009 [15], из обеденных залов – по табл. 22 СП 1.13330.2009 [15], в зависимости от количества эвакуирующихся людей, но всегда не менее 1,2 м.

Ширина выходов из учебных помещений (класс Ф4.1) с расчетным числом учащихся более 15 человек должна быть не менее 0,9 м.

Для производственных зданий (класс Ф5.1) ширину эвакуационного выхода (двери) из помещений следует принимать в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, и количества людей на 1 м ширины выхода (двери), установленного в табл. 31 СП 1.13330.2009 [15], но не менее 0,9 м

при наличии в числе работающих инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Ширина эвакуационного выхода (двери) из коридора наружу или в ЛК определяется нормами [15] в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход. Например, для производственных зданий (класс Ф5.1) ширину эвакуационного выхода (двери) из коридора наружу или в ЛК следует принимать в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, и количества людей на 1 м ширины выхода (двери), установленного в табл. 32 СП 1.13330.2009 [15], но не менее 0,8 м, а при наличии в числе работающих инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата – 0,9 м.

Во всех случаях ширина эвакуационного выхода должна быть такой, чтобы с учетом геометрии эвакуационного пути через проем или дверь можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

Направление открывания дверей на путях эвакуации. Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. Не нормируется направление открывания дверей для:

а) помещений классов Ф1.3 и Ф1.4 (одно- и многоквартирные жилые дома);

б) помещений с одновременным пребыванием не более 15 человек, кроме помещений категорий А и Б;

в) кладовых помещений площадью не более 200 м² без постоянных рабочих мест;

г) санитарных узлов;

д) выхода на площадки лестниц 3-го типа;

е) наружных дверей зданий, расположенных в северной строительной климатической зоне.

Необходимость устройств для самозакрывания дверей и уплотнений в притворах. Двери эвакуационных выходов из помещений с принудительной противодымной защитой, в том числе

из коридоров, должны быть оборудованы приспособлениями для самозакрывания и уплотнением в притворах. Двери этих помещений, которые могут эксплуатироваться в открытом положении, должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими их автоматическое закрывание при пожаре.

Организация выходов из цокольных и подвальных помещений и этажей. Выходы из подвальных и цокольных этажей, являющиеся эвакуационными, как правило, следует предусматривать непосредственно наружу обособленными от общих ЛК здания. Допускается предусматривать эвакуационные выходы из подвалов через общие ЛК с обособленным выходом наружу, отделенным от остальной части ЛК глухой противопожарной стеной 1-го типа.

7.6. Эвакуационные пути

Каждое здание, сооружение или строение должно иметь объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре. При невозможности безопасной эвакуации людей должна быть обеспечена их защита посредством применения систем коллективной защиты.

Эвакуационный путь (путь эвакуации) – путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

Нормируемыми параметрами эвакуационных путей являются:

- освещение путей эвакуации;
- материалы (их горючесть), используемые на путях эвакуации;
- высота и ширина горизонтальных участков путей эвакуации;

- предельно допустимое расстояние от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода;

- наибольшее расстояние от дверей квартир до ЛК или выхода наружу;

- наибольшее расстояние от любой точки зального помещения до ближайшего эвакуационного выхода;

- расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения до ближайшего выхода наружу или в ЛК;

- требования к конструктивным особенностям путей эвакуации.

Освещение путей эвакуации. Пути эвакуации должны быть освещены в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011 [24].

Материалы (их горючесть), используемые на путях эвакуации. В зданиях всех степеней огнестойкости и классов конструктивной пожарной опасности, кроме зданий V степени огнестойкости и зданий класса СЗ, на путях эвакуации не допускается применять материалы с более высокой пожарной опасностью, чем:

- Г1, В1, Д2, Т2 – для отделки стен, потолков и заполнений подвесных потолков в вестибюлях, ЛК, лифтовых холлах;

- Г2, В2, Д3, Т3 или Г2, В3, Д2, Т2 – для отделки стен, потолков и заполнений подвесных потолков в общих коридорах, холлах и фойе;

- Г2, РП2, Д2, Т2 – для покрытий пола в вестибюлях, ЛК, лифтовых холлах;

- В2, РП2, Д3, Т2 – для покрытий пола в общих коридорах, холлах и фойе.

Каркасы подвесных потолков в помещениях и на путях эвакуации следует выполнять из негорючих материалов.

Высота и ширина горизонтальных участков путей эвакуации. Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету должна быть не менее 2 м, ширина горизонтальных участков путей эвакуации и пандусов должна быть не менее:

- 0,7 м – для проходов к одиночным рабочим местам;

- 1,0 м – во всех других случаях;

– 1,2 м – для общих коридоров и пандусов помещений класса Ф1, по которым могут эвакуироваться более 15 человек, и помещений класса Ф2, Ф3 – более 50 человек;

– для помещений класса Ф2.1 ширина горизонтальных проходов, пандусов и лестниц на трибунах должна быть не менее 1,0 м; эвакуационных люков трибун – 1,35 м;

– для торговых залов площадью до 100 м² ширина основных эвакуационных проходов должна быть не менее 1,4 м, площадью свыше 100 до 150 м² – 1,6 м, свыше 150 до 400 м² – 2,0 м, свыше 400 м² – 2,5 м;

При дверях, открывающихся из помещений в коридоры, за ширину эвакуационного пути по коридору следует принимать ширину коридора, уменьшенную:

– на половину ширины дверного полотна – при одностороннем расположении дверей;

– на ширину дверного полотна – при двустороннем расположении дверей; это требование не распространяется на поэтажные коридоры (холлы), устраиваемые в секциях зданий класса Ф1.3 между выходом из квартиры и выходом на ЛК.

В любом случае эвакуационные пути должны быть такой ширины, чтобы с учетом их геометрии по ним можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленного меставозможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода определяется в зависимости от объема помещения, категории помещения, степени огнестойкости здания, класса конструктивной пожарной опасности здания и плотности людского потока.

Наибольшее расстояние от дверей квартир до ЛК или выхода наружу приведено в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Расстояние от дверей квартиры до выхода

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Наибольшее расстояние от дверей квартиры до выхода, м
------------------------------	---	---

	здания	при расположении между ЛК или наружными выходами	при выходах в тупиковый коридор или галерею
I, II	C0	40	25
II	C1	30	20
III	C0	30	20
III	C1	25	15
IV	C0	25	15
IV	C1, C2	20	10
V	Не нормируется	20	10

Наибольшее расстояние от любой точки зального помещения до ближайшего эвакуационного выхода приведено в табл. 7.3 (табл. 6.5 СП 118.13330.2012).

Таблица 7.3

Расстояние от любой точки зального помещения до выхода

Залы	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Расстояние, м, в залах объемом, тыс. м ³	
		до 5	от 5 до 10
Выставочные, конференц-залы, тренажерные и т.п.	C0	20	45
	C1	20	30
	C2, C3	15	—
Обеденные, читальные залы при площади каждого основного прохода из расчета не менее 0,2 м ² на каждого эвакуирующегося по нему человека	C0	65	—
	C1	45	—
	C2, C3	30	—

Расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения до ближайшего выхода наружу или в ЛК определяет-

ся

в зависимости от объема помещения, категории помещения, степени огнестойкости здания, класса конструктивной пожарной опасности здания и плотности людского потока.

Требования к конструктивным особенностям путей эвакуации:

– в коридорах на путях эвакуации не допускается размещать оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте менее 2 м, газопроводы и трубопроводы с ГЖ, а также встроенные шкафы, кроме шкафов для коммуникаций и пожарных кранов. Коридоры длиной более 60 м следует разделять противопожарными перегородками 2-го типа на участки, длина которых не должна превышать 60 м;

– в полу на путях эвакуации не допускаются перепады высот менее 45 см и выступы, за исключением порогов в дверных проемах. В местах перепада высот следует предусматривать лестницы с числом ступеней не менее трех или пандусы с уклоном не более 1:6;

– двери эвакуационных выходов из поэтажных коридоров, холлов, фойе, вестибюлей и ЛК не должны иметь запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа. В зданиях высотой более 15 м указанные двери, кроме квартирных, должны быть глухими или с армированным стеклом;

– во всех случаях ширина эвакуационного выхода должна быть такой, чтобы с учетом геометрии эвакуационного пути через проем или дверь можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

Эвакуационные пути не должны включать лифты, эскалаторы, а также участки, ведущие:

1) через коридоры с выходами из лифтовых шахт, через лифтовые холлы и тамбуры перед лифтами, если ограждающие конструкции шахт лифтов, включая двери шахт лифтов, не отвечают требованиям, предъявляемым к противопожарным преградам;

2) через ЛК, если площадка ЛК является частью коридора, а также через помещение, в котором расположена лестница 2-го типа, не являющаяся эвакуационной;

3) по кровле зданий, сооружений и строений, за исключением эксплуатируемой кровли или специально оборудованного участка кровли, аналогичного эксплуатируемой кровле по конструкции;

4) по лестницам 2-го типа, соединяющим более двух этажей (ярусов), а также ведущим из подвалов и с цокольных этажей;

5) по лестницам и ЛК для сообщения между подземными и надземными этажами, за исключением случаев, указанных в частях 3–5 статьи 89 [1].

7.7. Эвакуация по лестницам и лестничным клеткам

Лестницы и лестничные клетки (ЛК), предназначенные для эвакуации, подразделяются на:

– *лестницы типов*: 1 – внутренние, размещаемые в ЛК; 2 – внутренние открытые; 3 – наружные открытые;

– *обычные ЛК типов*: Л1 – с остекленными или открытыми проемами в наружных стенах на каждом этаже; Л2 – с естественным освещением через остекленные или открытые проемы в покрытии;

– *незадымляемые ЛК типов*: Н1 – с входом в ЛК с этажа через наружную воздушную зону по открытым переходам, при этом должна быть обеспечена незадымляемость перехода через воздушную зону; Н2 – с подпором воздуха в ЛК при пожаре; Н3 – с входом в ЛК с этажа через тамбур-шлюз с подпором воздуха (постоянным или при пожаре).

Для обеспечения тушения пожара и спасательных работ предусматриваются пожарные лестницы типов: П1 – вертикальные; П2 – маршевые с уклоном не более 6:1.

К лестницам и ЛК предъявляются многочисленные требования с учетом количества эвакуирующихся, а также пожарно-технических характеристик здания:

- ширина марша лестницы;
- уклон лестниц на путях эвакуации;
- ширина и высота проступи;

- ширина лестничных площадок;
- требования к промежуточным площадкам;
- требования к дверям;
- требования к количеству пассажирских лифтов;
- требования к ограждению лестниц;
- требования к световым проемам;
- ширина наружных дверей;
- требования к приспособлениям для самозакрывания дверей и уплотнениям в притворах;
- противодымная защита;
- незадымляемость переходов через наружную воздушную зону.

Ширина марша лестницы, предназначенной для эвакуации людей, в том числе расположенной в ЛК, должна быть расчетной или не менее ширины любого эвакуационного выхода (двери), но, как правило, не менее:

а) 1,35 м – для зданий класса Ф1.1 (детские дошкольные учреждения, специализированные дома престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений);

б) 1,2 м для зданий с числом людей, находящихся на любом этаже, кроме первого, более 200 человек;

в) 0,7 м – для лестниц, ведущих к одиночным рабочим местам;

г) 0,9 м – для всех остальных случаев.

Уклон лестниц на путях эвакуации должен быть, как правило, не более 1:1 (уклон открытых лестниц к одиночным рабочим местам допускается увеличивать до 2:1).

Ширина проступи, как правило, не менее 25 см. Допускается уменьшать ширину проступи криволинейных парадных лестниц в узкой части до 22 см; ширину проступи лестниц, ведущих только к помещениям (кроме помещений класса Ф5 категорий А и Б) с общим числом рабочих мест не более 15 человек – до 12 см.

Высота проступи, как правило, не более 22 см.

Ширина лестничных площадок должна быть не менее ширины марша лестницы, а перед входами в лифты с распашными дверями – не менее суммы ширины марша и половины ширины двери лифта, но не менее 1,6 м.

Промежуточные площадки в прямом марше лестницы должны иметь длину не менее 1 м.

Двери, выходящие на ЛК, в открытом положении не должны уменьшать расчетную ширину лестничных площадок и маршей.

ЛК должны *иметь выход наружу на прилегающую к зданию территорию* или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями. При устройстве эвакуационных выходов из двух ЛК через общий вестибюль одна из них, кроме выхода в вестибюль, должна иметь выход непосредственно наружу.

ЛК типа Н1 должны иметь выход непосредственно наружу.

Количество пассажирских лифтов в ЛК. В объеме ЛК, кроме незадымляемых, допускается размещать не более двух пассажирских лифтов, опускающихся не ниже первого этажа, с ограждающими конструкциями лифтовых шахт из негорючих материалов с ненормируемыми пределами огнестойкости. В общественных зданиях высотой 10 этажей и более один из пассажирских лифтов должен быть рассчитан на перевозку пожарных подразделений.

При высоте лестниц более 45 см следует предусматривать *ограждения с перилами*.

ЛК, за исключением ЛК типа Л2, как правило, должны иметь *световые проемы* площадью не менее 1,2 м² в наружных стенах на каждом этаже.

Ширина наружных дверей ЛК и дверей из ЛК в вестибюль должна быть не менее расчетной или не менее ширины марша

лестницы. ЛК, как правило, должны иметь *двери с приспособлениями для самозакрывания и уплотнения в притворах.*

В ЛК допускается не предусматривать приспособления для самозакрывания и уплотнение в притворах для дверей, ведущих в квартиры, а также для дверей, ведущих непосредственно наружу.

Противодымная защита ЛК типов Н2 и Н3 должна предусматриваться в соответствии с СП 7.13.130.2009 [19]. При необходимости ЛК типа Н2 следует разделять по высоте на отсеки глухими противопожарными перегородками 1-го типа с переходом между отсеками вне объема ЛК.

Стены ЛК с подпором воздуха не должны иметь иных проемов, кроме оконных в наружных стенах и дверных, ведущих в поэтажные коридоры, вестибюли или наружу, а также отверстий для подачи воздуха с целью создания избыточного давления.

Незадымляемость переходов через наружную воздушную зону, ведущих к незадымляемым ЛК типа Н1, должна быть обеспечена их конструктивными и объемно-планировочными решениями. Эти переходы должны быть открытыми и, как правило, не должны располагаться во внутренних углах здания.

При примыкании одной части наружной стены здания к другой под углом менее 135° необходимо, чтобы расстояние по горизонтали до ближайшего дверного проема в наружной воздушной зоне до вершины внутреннего угла наружной стены было не менее 4 м. Это расстояние может быть уменьшено до величины выступа наружной стены. Данное требование не распространяется на переходы, расположенные во внутренних углах 135° и более, а также на выступ стены величиной не более 1,2 м.

Между дверными проемами воздушной зоны и ближайшим окном помещения ширина простенка должна быть не менее 2

м. Переходы должны иметь ширину не менее 1,2 м с высотой ограждения 1,2 м, ширина простенка между дверными проемами в наружной воздушной зоне должна быть не менее 1,2 м.

На путях эвакуации не допускается устройство винтовых лестниц, лестниц полностью или частично криволинейных в плане, а также забежных и криволинейных ступеней, ступеней с различной шириной проступи и различной высоты в пределах марша лестницы и ЛК.

7.8. Дополнительные требования при эвакуации из зданий повышенной этажности

К зданиям повышенной этажности относятся здания высотой более 28 м до высоты 50 м (для общественных зданий) и 75 м (для жилых зданий). Здания большей высоты считаются уже высотными.

В зданиях высотой более 28 м, а также в зданиях класса Ф5 категорий А и Б следует предусматривать незадымляемые ЛК, как правило, типа Н1. Допускается:

- в зданиях класса Ф1.3 коридорного типа предусматривать не более 50% ЛК типа Н2;

- в зданиях классов Ф1.1, Ф1.2, Ф2, Ф3 и Ф4 предусматривать не более 50% ЛК типа Н2 или Н3 с подпором воздуха при пожаре;

- в зданиях класса Ф5 категорий А и Б предусматривать ЛК типов Н2 и Н3 с естественным освещением постоянным подпором воздуха;

- в зданиях класса Ф5 категории В предусматривать ЛК типа Н2 или Н3 с подпором воздуха при пожаре;

- в зданиях класса Ф5 категорий Г и Д предусматривать ЛК типа Н2 или Н3 с подпором воздуха при пожаре, а также ЛК типа Л1 с разделением их глухой противопожарной перегородкой через каждые 20 м по высоте и с переходом из одной части

ЛК

в другую вне объема ЛК.

В зданиях I и II степеней огнестойкости класса С0 допускается предусматривать лестницы 2-го типа из вестибюля до второго этажа при условии отделения вестибюля от коридоров и смежных помещений противопожарными перегородками 1-го типа.

Эскалаторы следует предусматривать в соответствии с требованиями, установленными для лестниц 2-го типа.

При переходе нескольких маршей эвакуационной ЛК в общий лестничный марш его ширина должна быть не менее суммарной ширины объединяемых маршей.

При наличии в здании двух и более подземных этажей эвакуацию с них следует предусматривать по незадымляемым ЛК типа НЗ.

В секционных жилых домах высотой более 28 м выход наружу из незадымляемых ЛК (тип Н1) допускается устраивать через вестибюль (при отсутствии выходов в него из автостоянки

и помещений общественного назначения), отделенный от примыкающих коридоров противопожарными перегородками 1-го типа с противопожарными дверями 2-го типа. При этом сообщение ЛК типа Н1 с вестибюлем должно устраиваться через воздушную зону. Допускается заполнение проема воздушной зоны на первом этаже металлической решеткой. На пути от квартиры до ЛК Н1 должно быть не менее двух (не считая дверей из квартиры) последовательно расположенных самозакрывающихся дверей.

В общественных зданиях высотой 28 м и более ЛК следует предусматривать незадымляемыми.

Одна из двух ЛК (или 50% ЛК при большем их числе) должна быть незадымляемой типа Н1.

Расстояние в осях между дверями поэтажных выходов и входов в ЛК типа Н1 должно быть не менее 2,5 м. Входы в незадымляемые ЛК не допускается проектировать через поэтажные лифтовые холлы. Не следует размещать незадымляемые ЛК во внутренних углах наружных стен здания. Остальные ЛК следует проектировать незадымляемыми типа Н2 или Н3.

В зданиях высотой 28 м и более внутренние стены и перегородки (в том числе из светопрозрачных материалов), отделяющие пути эвакуации, следует предусматривать из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее REI 45.

8. Установки пожарной сигнализации

Система пожарной сигнализации предназначена для своевременного обнаружения места возгорания, обеспечения пожарной безопасности и формирования управляющих сигналов для инженерных систем здания, которые срабатывают по заранее заданным алгоритмам [18]:

- включение системы оповещения о пожаре;
- включение системы пожаротушения;
- отключение вентиляции;
- включение систем дымоудаления;
- включение подпора воздуха в противопожарные отсеки здания;
- опускание лифтов на этажи эвакуации и блокирование их на этих этажах и т.д.

Задача пожарной сигнализации – своевременное обнаружение места возгорания и формирование специальных управляющих сигналов для систем пожарооповещения с последующим автоматическим пожаротушением.

Пожарная сигнализация обеспечивается различными техническими средствами. Для обнаружения пожара используются – извещатели, для обработки, регистрации информации и создания управляющих сигналов – приемно-контрольная аппаратура и периферийные устройства.

Помимо вышеперечисленных главных функций, пожарная сигнализация должна создавать команды на включение/выключение автоматических установок для пожаротушения и удаления дыма, систем оповещения о пожаре, а также инженерного оборудования объектов. Современная аппаратура пожарной сигнализации имеет собственную развитую функцию оповещения.

Существует несколько основных категорий оборудования пожарной сигнализации:

- централизованное управление пожарной сигнализацией (в небольших системах задачи централизованного управления выполняет контрольная панель);

- оборудование сбора и обработки информации с датчиков пожарной сигнализации;
- устройства – датчики и извещатели пожарной сигнализации.

Всем устройствам пожарной сигнализации необходимо обеспечение бесперебойного круглосуточного электропитания. В качестве основного, как правило, используется сетевое электропитание контрольных панелей пожарной сигнализации, остальные устройства питаются от низковольтных вторичных источников постоянного тока. Учитывая современные отечественные нормы пожарной безопасности, пожарной сигнализации, требуется бесперебойно функционировать в случае пропадания сетевого электропитания на объекте в течение 24 часов в дежурном режиме и не менее 3 часов в режиме тревоги. Для выполнения этих требований пожарная сигнализация должна использовать систему резервного электропитания – дополнительные источники или встроенные аккумуляторные батареи.

Для получения сигнала о тревожной ситуации на объекте в состав пожарной сигнализации входят извещатели, отличающиеся друг от друга типом контролируемого физического параметра, принципом действия чувствительного элемента, способом передачи информации на центральный пульт управления сигнализацией.

По принципу формирования информационного сигнала о пожаре извещатели пожарной сигнализации делятся на активные и пассивные [18].

Активные извещатели пожарной сигнализации генерируют в охраняемой зоне сигнал и реагируют на изменение его параметров.

Пассивные извещатели реагируют на изменение параметров окружающей среды, вызванное возгоранием.

8.1. Компоненты систем пожарной сигнализации

Компонентами систем пожарной сигнализации являются:

1. *Датчики, пожарные извещатели* (основа всей системы), которые бывают (рис. 8.1):

– *дымовые* – реагирующие на дым, выделяющийся в процессе горения или тления (это самые распространенные виды датчиков на сегодняшний день);

– *тепловые* – реагирующие на повышение температуры в защищаемом помещении (могут быть дифференциальными – реагировать на скорость повышения температуры, пороговыми – реагировать на заданный порог температуры, а также комбинированными);

– *ручные* – для подачи сигнала «ПОЖАР» вручную.



Дымовой прибор



Тепловой сигнализатор



Датчик пламени



Ручной извещатель

Рис. 8.1. Извещатели пожарной сигнализации

Кроме того, используются специальные виды датчиков (пожарных извещателей):

– *датчики пламени* – реагируют на открытый огонь (или пламя)(см. рис. 8.1);

– *линейные инфракрасные лучевые датчики* – реагируют на дым, применяются в больших открытых пространствах (контролируют до 100 м) и для высоких установок;

– *линейные тепловые датчики* – представляют собой чувствительный кабель, который прокладывается в помещениях, реагирует на повышение температуры в помещениях, при установке практически не вносит изменений в интерьер;

– *аспирационные системы* – системы с отбором воздуха из помещения и анализом его на предмет содержания продуктов горения.

В системах пожарной сигнализации часто применяются тепловые, дымовые, световые, ионизационные, комбинированные и ручные извещатели.

2. *Приемно-контрольная панель.* Это устройство, которое собирает, обрабатывает и хранит всю информацию с пожарных датчиков, а также осуществляет выдачу управляющих сигналов на инженерные системы здания. К панели для удобства отображения информации и управления системой может подключаться персональный компьютер с установленным на нем графическим программным обеспечением.

Современные системы пожарных сигнализаций подразделяются на три основных типа:

1. *Пороговые* – традиционные неадресные системы, представляющие собой систему с радиальной структурой. К приемно-контрольному прибору подключаются шлейфы с датчиками (могут быть активные и пассивные). Прибор может определить срабатывание только шлейфа, а не конкретного датчика, что в условиях, когда шлейф проходит по нескольким помещениям, не эффективно: непонятно, в каком помещении произошло возгорание. Кроме того, к недостаткам можно отнести отсутствие информации о неисправности датчика, а также достаточно высокую веро-

ятность ложных срабатываний. Такие системы применяются, как правило, на небольших объектах (20–30 комнат).

2. *Адресные* – позволяющие точно определить адрес сработавшего датчика. При срабатывании датчик передает по шлейфу адрес в закодированном виде, который отображается на дисплее приемно-контрольного прибора, т.е. система определяет конкретное место возгорания. Структура такой системы может быть уже не только радиальная, но и кольцевая, либо комбинированная. Кольцевая структура повышает надежность системы, т.к. при разрыве шлейфа датчики в нем продолжают работать. В такой системе датчики постоянно контролируются на предмет наличия в шлейфе и неисправности датчика. Такие системы применяются, как правило, на мелких и средних объектах.

3. *Адресно-аналоговые* – имеющие наиболее развитый функционал, повышенную надежность и большую гибкость. Они являются своего рода телеметрическими системами, т.к. они принимают информацию от датчиков не в виде «пожар/не пожар», а в виде его текущего постоянно меняющегося значения, которое датчик считывает из окружающей среды (например, задымленность – в случае с дымовым датчиком). Так же, как и в адресной системе, каждый датчик имеет свой индивидуальный адрес в шлейфе. Далее панель по значению датчика формирует сигнал «пожар», благодаря чему срабатывают специальные алгоритмы. Панель в этом случае уже больше напоминает компьютер, поскольку оценивает одновременно множество параметров в достаточно короткий промежуток времени. И может, в зависимости от обстановки на объекте (например, большая запыленность) или времени суток, менять чувствительность датчиков, применяя специальные алгоритмы (например, компенсацию загрязнения). Использование специальных модулей для изоляции короткого замыкания в шлейфе повышает надежность шлейфа. Данная система является наиболее предпочтительной для применения на крупных объек-

тах и позволяет гибко организовывать взаимодействие всех инженерных систем жизнеобеспечения здания.

Принцип работы пожарной сигнализации и порядок действий при пожаре. **Пожарная сигнализация** – это целый комплекс технических устройств разного типа, созданный для обработки сигналов и своевременного оповещения о возникновении огня в оговоренном схемой виде, обычно это выдача информации в специализированном виде и (или) в подаче сигнала на включение установок автоматического тушения пожара и иных технических контуров и приборов (рис. 8.2).



Рис. 8.2. Устройства пожарной сигнализации

Системы сигнализирования о пожаре устанавливаются с целью раннего выявления возгорания и подачи сигнала, чтобы были предприняты необходимые меры, к числу которых относятся:

- эвакуацию людей и материальных ценностей;
- вызов пожарно-спасательной службы;
- включение систем дымоудаления;

- включение и запуск систем пожаротушения;
- регулирование работы противопожарных клапанов в вентиляционной системе;
- отключение работы иных систем и т.д.;
- вызов спасательной службы и техники пожаротушения;
- исполнение действий для удаления дыма;
- запуск схемы охлаждения;
- запираание дверей.

Основной смысл и цель размещения такого рода комплекса кроется в реализации совокупности мероприятий, призванных спасти человеческие жизни и сохранять имущество. Своевременное обнаружение возгорания позволяет вовремя выявить, отреагировать и локализовать очаг возгорания, сохранив таким образом множество человеческих жизней и минимизировав ущерб.

9. Требования к системам противодымной защиты зданий, сооружений и строений

В зависимости от объемно-планировочных и конструктивных решений системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий, сооружений и строений должны выполняться с естественным или механическим способом побуждения. Независимо от способа побуждения система приточно-вытяжной противодымной вентиляции должна иметь автоматический и дистанционный ручной привод исполнительных механизмов и устройств противодымной вентиляции. Объемно-планировочные решения зданий, сооружений и строений должны исключать возможность распространения продуктов горения за пределы помещения пожара, пожарного отсека и (или) пожарной секции.

В зависимости от функционального назначения и объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, сооружений и строений в них должна быть предусмотрена приточно-вытяжная противодымная вентиляция или вытяжная противодымная вентиляция.

Использование приточной вентиляции для вытеснения продуктов горения за пределы зданий, сооружений и строений без устройства естественной или механической вытяжной противодымной вентиляции не допускается. Также не допускается устройство общих систем для защиты помещений с различными классами функциональной пожарной опасности.

Вытяжная противодымная вентиляция должна обеспечивать удаление продуктов горения при пожаре непосредственно из помещения пожара, коридоров и холлов на путях эвакуации.

Приточная вентиляция систем противодымной защиты зданий, сооружений и строений должна обеспечивать подачу воздуха и создание избыточного давления в помещениях, смежных

с помещением пожара, на ЛК, в лифтовых холлах и тамбуршлюзах.

Конструктивное исполнение и характеристики элементов противодымной защиты зданий, сооружений и строений в зависимости от целей противодымной защиты должны обеспечивать исправную работу систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или в течение всей продолжительности пожара.

Автоматический привод исполнительных механизмов и устройств систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий, сооружений и строений должен осуществляться при срабатывании автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации.

Дистанционный ручной привод исполнительных механизмов и устройств систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий, сооружений и строений должен осуществляться от пусковых элементов, расположенных у эвакуационных выходов, в помещениях пожарных постов или в помещениях диспетчерского персонала.

При включении систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий, сооружений и строений при пожаре должно осуществляться обязательное отключение систем обменной и технологической вентиляции и кондиционирования воздуха (за исключением систем, обеспечивающих технологическую безопасность объектов).

Одновременная работа автоматических установок аэрозольного, порошкового или газового пожаротушения и систем противодымной вентиляции в помещении пожара не допускается.

Требования к составу, конструктивному исполнению, пожарно-техническим характеристикам, особенностям использования и последовательности включения элементов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий, сооружений и строений в зависимости от их функционального назначения и объемно-планировочных и конструктивных решений устанавливаются Федеральным законом № 123-ФЗ [1].

10. Пожарная безопасность высотных зданий

10.1. Актуальность вопроса обеспечения пожарной безопасности высотных зданий жилого и общественного назначения

Одной из неотъемлемых деталей любого мегаполиса являются высотные дома. Высотные здания придают городам исключительную выразительность и современный индивидуальный облик. К числу преимуществ высотного строительства относятся эффективное и экономное использование дорогостоящей городской территории, особая комфортабельности масса различных технических новшеств. Такие здания относятся к объектам с массовым пребыванием людей, являются технически сложными, а зачастую уникальными объектами (здания высотой более 100 м) и представляют огромную материальную ценность.

Высотными зданиями являются здания, высота которых, определяемая как разность отметок от уровня проездов для пожарной автотехники до низа верхнего открывающегося проема (окна) в наружной стене, а в случае применения эксплуатируемой кровли – до уровня ее парапета, превышает 50 м (для общественных зданий) и 75 м (для жилых зданий).

При этом важно не путать высотные здания и **здания повышенной этажности**, которыми являются здания, высота которых, определяемая аналогично высоте высотных зданий, превышает 28 м.

Мировой опыт высотного строительства доказал эффективность и экономическую целесообразность использования ценной городской территории. По сравнению с мировой практикой, в России высотная застройка началась относительно недавно. Но учитывая динамичное развитие инфраструктуры крупных городов и их активное стремление к смене внешнего облика, высотное строительство однозначно будет продолжать развиваться, приумножая количество «высоток».

Пожары в высотных зданиях, как правило, приводят к человеческим жертвам, крупному материальному ущербу, а также большому общественному резонансу.

Говоря о мировом опыте строительства и эксплуатации высотных зданий и комплексов, можно уверенно сделать вывод, что, к сожалению, пожары на подобных объектах происходят не так уж и редко. Только в 2015 г. в мире произошло несколько случаев загораний в высотных комплексах, получивших громкую огласку в зарубежных средствах массовой информации.

Так, 21 февраля в Дубае произошел пожар в одном из высочайших жилых небоскребов мира под названием «Факел» – 79 этажей. Возгорание было на 50-м этаже небоскреба, но из-за сильного ветра пламя быстро распространилось по стенам на высоту свыше 330 м и достигло 70-го этажа. Пожар полыхал в течение нескольких часов, тысячи жильцов были эвакуированы, но, к счастью, погибших и пострадавших в результате происшествия не зафиксировано. Позднее жители вспомнили, что противопожарная тревога срабатывала в здании очень часто, но каждый раз сигнал оказывался ложным. 31 декабря произошел пожар в гостинице, высота которой достигала более 300 м. Гостиница расположена рядом с самым высоким сооружением в мире – башней «Бурдж Халифа». Огонь, возникший на 20-м этаже здания, распространился практически по всей высоте 63-этажного отеля

в центре города.

27 июня в Нью-Йорке в районе «Верхний Вест-сайд» горел 58-этажный небоскреб «Трампа Тауэр». Возгорание произошло на 21-м этаже жилого здания. В результате происшествия пострадал один человек.

В Москве наиболее крупный пожар произошел 2 апреля 2012 г. – на 66–67 этажах строящейся башни «Восток» многофункционального комплекса «Федерация» на территории Московского международного делового центра «Москва-Сити», где

лишь благодаря своевременным и слаженным действиям пожарных и спасателей удалось избежать трагических последствий.

На сегодняшний день в Москве максимальная высота подъемного механизма, при помощи которого возможно тушение пожаров и спасение людей, составляет 100 м. Один из таких подъемников состоит в боевом расчете 207 поисково-спасательного отряда ГКУ «ПСЦ» по охране ММДЦ «Москва-Сити».

В большинстве случаев загораний, в связи с большой высотой зданий, как показывает мировой опыт, для тушения и спасения людей используются пожарные вертолеты, которые оборудуются системами вертикального и горизонтального тушения.

10.2. Пожарная опасность высотных жилых и общественных зданий

Основными группами помещений, размещаемых в высотных зданиях, являются помещения классов функциональной пожарной опасности Ф1.2 (гостиницы), Ф1.3 (жилые помещения и апартаменты), Ф4.3 (офисы). Допускается размещать отдельные помещения иного класса функциональной пожарной опасности (предприятия торговли и общественного питания, фитнес-клубы и т.д.), предназначенные для обслуживания проживающих или работающих людей.

Высотные здания возводятся, как правило, на мощном стальном или железобетонном каркасе, их внутреннее пространство формируется вокруг вертикально ориентированного центрального ядра, в котором размещаются коммуникации (лифтовые шахты, ЛК, а также вентиляционные шахты и шахты для прокладки сетей и коммуникаций).

С учетом специфики высотных зданий основными факторами, определяющими их пожарную опасность, являются:

- пребывание в высотных зданиях большого количества людей;

- высокая плотность размещения горючей нагрузки на единицу площади застройки;
- высокая скорость распространения пожара и его опасных факторов, в том числе в вертикальном направлении;
- большая протяженность путей эвакуации, в том числе вертикальных;
- малое количество времени для проведения эвакуации.

Указанные факторы, в случае возникновения пожара, осложняются тем, что имеющаяся в распоряжении пожарных техника имеет ограниченную высоту применения как по подаче воды на большую высоту, так и для проведения аварийно-спасательных работ (АСР).

При развившемся пожаре возможно частичное или полное обрушение несущих и ограждающих конструкций здания.

В соответствии с накопленными статистическими данными о пожарах, возможные источники возникновения пожара в высотных зданиях в целом не отличаются от источников, которые могут реализоваться в зданиях других видов. Статистика причин возникновения пожара может варьироваться, но наиболее частыми причинами являются:

- проявление теплового эффекта короткого замыкания при нарушении изоляции электрокабелей, электропроводов и других токоведущих элементов оборудования;
- проявление теплового эффекта иных аварийных режимов работы электросетей и электрооборудования, сопровождающиеся нагревом поверхностей и иных элементов выше температуры возгорания сгораемых веществ, находящихся в соответствующих помещениях;
- несоблюдение правил пожарной безопасности при проведении пожароопасных работ во время строительства или эксплуатации зданий;
- неосторожность при обращении с огнем, в том числе при курении в неустановленных местах.

10.3. Особенности проектирования высотных зданий жилого и общественного назначения

Мы уже упоминали о том, что вопросы обеспечения пожарной безопасности зданий (в том числе и высотных) должны решаться именно на стадии их проектирования. Однако, несмотря на общественную значимость и техническую сложность высотных зданий, в настоящее время отсутствует единая систематизированная нормативная база федерального уровня, содержащая требования по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий. Все действующие нормативные документы по пожарной безопасности содержат требования только к зданиям высотой не более 75 м (жилые) и не более 50 м (общественного назначения).

Мы уже знаем, что в состав проектной документации на высотные здания (в соответствии с требованиями Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденного постановлением Правительства РФ [2]) следует включать раздел «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности», в котором нужно описывать и обосновывать проектные решения по обеспечению пожарной безопасности соответствующих зданий.

В соответствии с требованиями части 2 статьи 78 ФЗ-123 [1], разработке проектной документации на высотные здания должны предшествовать разработка и согласование в установленном порядке специальных технических условий в части обеспечения пожарной безопасности, учитывающих специфику пожарной опасности каждого конкретного здания. При этом (в соответствии с требованиями части 2 статьи 6 ФЗ-123) в обязательном порядке следует проводить расчет величины пожарного риска, который не должен превышать значений, установленных требованиями части 1 статьи 79 ФЗ-123 [1]. В необходимых случаях следует проводить иные

расчеты для обоснования мероприятий по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий, например: расчет предельной площади пожарного отсека, расчет продолжительности пожара, расчет количества воды, а также расчет сил и средств, необходимых для локализации и ликвидации пожара и другие расчеты.

В соответствии с нормативно-правовыми актами Российской Федерации, специальные технические условия согласовываются МЧС России и ответственными подразделениями Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.

На сегодняшний день, специальные технические условия являются основным нормативным документом для проектирования ненормативных зданий и сооружений, а выполнение всех разработанных в них противопожарных мероприятий – гарантией безопасности зданий при их дальнейшей эксплуатации.

10.4. Основные задачи обеспечения пожарной безопасности высотных зданий жилого и общественного назначения

В соответствии с требованиями статьи 5 ФЗ-123 [1], в высотном здании следует предусматривать систему обеспечения пожарной безопасности (СОПБ), целью создания которой является предотвращение возникновения пожара, обеспечение безопасности людей и защиты имущества, при этом СОПБ включает в себя: систему предотвращения пожара (СПП), систему противопожарной защиты (СППЗ), комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (КОТМ).

С учетом накопленного практического опыта по проектированию СОПБ высотных зданий возможно определить основные работы по обеспечению пожарной безопасности подобных объектов, а именно:

- обеспечение минимизации возможности возникновения пожара;
- обеспечение устойчивости высотного здания в условиях пожара;
- обеспечение ограничения распространения пожара и его опасных факторов как внутри здания, так и на соседние здания и сооружения;
- обеспечение условий для безопасности людей в процессе их эвакуации при возникновении пожара в здании;
- обеспечение возможности тушения пожара и проведения АСР силами оперативных подразделений МЧС России;
- КОТМ по обеспечению пожарной безопасности высотного здания.

Исходя из основных причин возникновения пожаров в высотных зданиях, о которых было сказано выше, а также учитывая наличие большого количества электрокабелей и их протяженность, электрооборудования, основными направлениями по минимизации вероятности возникновения пожара в высотных зданиях должны быть:

- проектирование и прокладка электрокабелей и электропроводки в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок, а также иных нормативных документов по электроэнергетике;
- при проектировании электросетей проведение в обязательном порядке расчета сечения электрокабелей на соответствие токовой нагрузке и недопустимость превышения расчетной токовой нагрузки при их эксплуатации;
- применение в высотных зданиях электрокабелей с негорючей или трудногорючей изоляцией;
- выбор степени защиты электрооборудования в соответствии с категорией помещений по пожарной опасности и классу зоны по Правилам устройства электроустановок, при этом следу-

ет отметить недопустимость размещения в высотных зданиях помещений категорий А и Б по взрывопожарной опасности;

- проведение пожароопасных и огневых работ в высотных зданиях в строгом соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности на основании нарядов-допусков или договоров с подрядными организациями, при этом место проведения работ следует заблаговременно освобождать от сгораемых материалов и обеспечивать первичными средствами пожаротушения;

- жесткая регламентация противопожарного режима в высотных зданиях, в том числе установление, оборудование мест для курения и запрет на курение вне установленных мест;

- недопустимость эксплуатации электрооборудования с неисправностями, которые могут привести к пожару.

Устойчивость здания в условиях пожара характеризуется способностью сохранять пространственную жесткость и неизменяемость, обеспечивая тем самым безопасность людей от обрушения конструкций. В условиях развившегося пожара вследствие наличия в высотных зданиях веществ и материалов, имеющих высокую теплоту сгорания (бумага, различные виды пластиков, пластмасс и полиэтилена, текстильные изделия, дерево и его производные, резина и т.д.), конструкции здания испытывают повышенные тепловые нагрузки.

Для обеспечения устойчивости высотных зданий в условиях пожара их следует проектировать с применением железобетонных или металлических каркасов, которые должны иметь пределы огнестойкости не менее R180, а для зданий высотой более 100 м – не менее R240, класс конструктивной пожарной опасности несущих конструкций зданий следует предусматривать не ниже С0. В любом случае предел огнестойкости конструкций каркаса здания должен быть не менее расчетного времени продолжительности пожара с учетом коэффициента 1,5.

При развившемся пожаре вследствие наличия значительной величины лучистого потока от горящего здания возможно возгорание расположенных в непосредственной близости от него

зданий, строений, сооружений, а также припаркованных автомобилей.

Для обеспечения ограничения возможности распространения пожара на соседние здания, при формировании генерального плана территории, на котором планируется возведение высотного здания, следует предусматривать противопожарные разрывы, соответствующие степени огнестойкости проектируемого здания

и объектов, расположенных в непосредственной близости от него. Учитывая повышенные пределы огнестойкости конструкций высотных зданий, возможно использование нормативных величин противопожарных разрывов, установленных табл.11 ФЗ-123 [1], при условии выполнения расчетного обоснования по предельной величине лучистого потока от горящего здания.

Для обеспечения ограничения распространения пожара и его опасных факторов внутри высотного здания следует разделять на пожарные отсеки с учетом класса функциональной пожарной опасности групп помещений, входящих в пожарный отсек, максимально допустимой площадью и высотой пожарного отсека, которые определяются требованиями нормативных документов по пожарной безопасности. При наличии в здании стилизованной части ее следует выделять в самостоятельный пожарный отсек.

В составе пожарного отсека следует предусматривать помещения одного класса функциональной пожарной опасности (например: только Ф1.2, только Ф1.3, только Ф4.3). При этом допускается размещение отдельных помещений иных классов функциональной пожарной опасности, необходимых для обеспечения функционирования основных помещений и создания комфортной среды обитания, при условии обеспечения величины пожарного риска установленной части 1 статьи 79 ФЗ-123 [1].

Максимальная площадь пожарного отсека (определяемая как площадь между противопожарными или наружными стенами)

не должна превышать нормативных показателей для соответствующих классов функциональной пожарной опасности.

Высота нижнего пожарного отсека с помещениями класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 не должна превышать 75 м, с помещениями иных классов функциональной пожарной опасности – 50 м. Высота следующих пожарных отсеков, независимо от класса функциональной пожарной опасности помещений в их составе, не должна превышать 50 м. Для разделения пожарных отсеков следует применять противопожарные стены и перекрытия с пределом огнестойкости REI 180, для зданий высотой более 100 м – REI 240. Между пожарными отсеками следует предусматривать технические этажи.

Центральное ядро высотного здания также следует выгораживать противопожарными стенами с пределом огнестойкости REI 180, для зданий высотой более 100 м – REI 240, проемы в указанных стенах следует заполнять противопожарными дверями, люками с пределом огнестойкости EI 60.

Применяемые фасадные системы должны быть сертифицированы для применения в высотных зданиях. На границе пожарных отсеков, как правило, в уровне технических этажей, в составе фасадных систем следует предусматривать противопожарные пояса, выполненные с использованием противопожарного остекления с пределом огнестойкости не менее EI 60.

10.5. Обеспечение безопасности людей в процессе их эвакуации при возникновении пожара в здании

Для обеспечения безопасности людей в процессе их эвакуации при возникновении пожара в здании следует предусматривать приведенные ниже мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Высотные здания следует оборудовать автоматической пожарной сигнализацией (АПС) с применением адресного оборудования. Также следует оборудовать здания системой оповещения

и управления эвакуацией (СОУЭ) не ниже 4-го типа, а здания со

сложной конфигурацией путей эвакуации и наличием большого числа эвакуационных выходов – СОУЭ не ниже 5-го типа в соответствии с СП 3.13130.2009 [17].

Для эвакуации людей при пожаре из помещений следует предусматривать эвакуационные коридоры, выгороженные от помещений противопожарными стенами или перегородками с пределом огнестойкости REI 60, с заполнением проемов противопожарными дверями и окнами с пределом огнестойкости EI 60. Указанные коридоры следует оборудовать вытяжной или приточной противодымной вентиляцией, параметры которой нужно устанавливать соответствующим расчетом.

В помещениях с массовым пребыванием людей (более 50 человек) следует предусматривать вытяжную противодымную вентиляцию вне зависимости от наличия естественного освещения.

В качестве вертикальных путей эвакуации в высотных зданиях следует обеспечить незадымляемые ЛК типа Н1 (с переходом через открытую воздушную зону), Н2 (с обеспечением подпора наружного воздуха в объем ЛК от 20 до 150 Па) и Н3 (с выходом

в ЛК через тамбур-шлюз с подпором воздуха при пожаре от 20 до 40 Па). При соответствующем обосновании для обеспечения необходимого значения величины пожарного риска возможно применение комбинации указанных типов, например, Н2+Н3. Ограждающие конструкции указанных ЛК, а также тамбур-шлюзов ЛК типа Н3 следует предусматривать противопожарными с пределом огнестойкости не менее REI 60, с заполнением проемов противопожарными дверями с пределом огнестойкости EI 60.

На каждом этаже, как правило, в лифтовых холлах, в которые имеют выходы лифтовые шахты для транспортирования пожарных подразделений, а также на технических этажах следует оборудовать пожаробезопасные зоны (ПБЗ) для длительной защиты людей от опасных факторов пожара, пределы огнестойкости ограждающих конструкций которых должны быть равными пределу огнестойкости несущих конструкций соответствующего здания, дверные проемы следует заполнять противопожарными

дверями с пределом огнестойкости EI 60. Указанные ПБЗ должны быть обеспечены приточной противодымной вентиляцией, величина избыточного давления должна быть от 20 до 40 Па, а так как люди могут находиться в ПБЗ продолжительное время в любое из времен года, следует обеспечивать подогрев наружного воздуха как минимум до 15–18°C.

На покрытии высотных зданий следует предусматривать площадки для посадки спасательного вертолета размерами 50×50 м, а в случае, если это невозможно в силу геометрических размеров кровли, площадки для транспортно-спасательной кабины спасательного вертолета размером не менее 5×5 м. Над указанными площадками запрещается размещение антенн, электропроводов, кабелей в радиусе 50 м. При этом покрытие (перекрытие над последним этажом) должно иметь предел огнестойкости не менее предела огнестойкости несущих конструкций соответствующего здания, также оно должно быть рассчитано на динамическую и статическую нагрузку от спасательного вертолета или транспортно-спасательной кабины.

10.6. Обеспечение возможности тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ силами оперативных подразделений МЧС России

Учитывая сложности, которые могут возникнуть при тушении развившегося пожара и проведении АСР в высотном здании, важно обеспечить максимально возможную быстроту извещения

о срабатывании СППЗ, оперативность вызова оперативных подразделений МЧС России, а также возможность их доступа и доставки пожарно-технического вооружения (ПТВ) к очагу пожара.

Вывод сигнала о срабатывании АПС следует, кроме вывода на пульт диспетчерской здания, в обязательном порядке дублировать в центр управления силами и средствами МЧС субъ-

екта Российской Федерации, на территории которого расположено высотное здание.

Высотные здания следует проектировать на расстоянии от ближайшей пожарной части (ПЧ), позволяющей оперативным подразделениям прибыть к месту вызова (с учетом транспортной ситуации в городе) не более чем за 5–10 мин. Указанная ПЧ должна быть оснащена специальной техникой для проведения АСР на высотах (коленчатые подъемники высотой 75 и 90 м), а также пожарными автоцистернами, оборудованными насосами высокого давления. При невозможности выполнения этих требований соответствующая ПЧ должна быть предусмотрена в составе проектируемого здания или в непосредственной близости от него.

В составе эксплуатирующих высотные здания организаций следует создавать пожарно-профилактические службы и группы немедленного реагирования, несущие службу в круглосуточном режиме, личный состав которых должен иметь допуск на тушение пожара в непригодной для дыхания среде и быть обучен, укомплектован средствами связи, средствами защиты органов дыхания изолирующего действия. Задача этих структур – ежедневная профилактика пожаров, проведение разъяснительной работы, а также, в случае возникновения пожара, его тушение в начальной стадии до прибытия оперативных подразделений МЧС России.

К высотным зданиям должен быть обеспечен круговой проезд шириной не менее 8 м, при этом расстояние от внутреннего края проезда до наружной стены не должно быть менее 16 м, радиусы закруглений следует предусматривать не менее 12°. Подъезды должны быть обеспечены к входам и эвакуационным выходам из здания, к местам расположения пожарных гидрантов, а также к местам установки спасательной спецтехники. Дорожная одежда проездов должна быть рассчитана на нагрузку от наиболее тяжелой специальной техники, прибывающей на место пожара, но не менее 16 т на ось.

Высотные здания следует обеспечивать наружным противопожарным водоснабжением не менее чем от трех гидрантов, установленных на расстоянии не более 100 м от здания на кольцевой сети городского водопровода с возможностью водоотдачи не менее 110 л/с.

Высотные здания следует оборудовать внутренним противопожарным водопроводом с общим расходом воды на пожаротушение 40 л/с и установками автоматического водяного пожаротушения, а в помещениях, где невозможно использовать воду в качестве огнетушащего вещества, – установки газового, порошкового

и аэрозольного пожаротушения. Для обеспечения бесперебойности подачи воды на технических этажах следует предусматривать емкости для хранения запаса воды для тушения пожара всеми системами в течение одного часа, а также предусматривать патрубки для подключения насосов пожарных автомобилей к этим системам.

Высотные здания следует оборудовать лифтами для транспортировки пожарных подразделений, соответствующими требованиями ГОСТ Р 53296-2009 [10]. Число таких лифтов следует определять с учетом необходимости спасения маломобильных групп населения, но не менее одного на один пожарный отсек.

В технических этажах следует устраивать опорные пункты пожаротушения, где хранят запас мотопомп, рукавов, огнетушителей и другого ПТВ, а также средств спасения.

Для высотного здания следует заблаговременно разработать и согласовать с уполномоченным подразделением МЧС России оперативный план тушения пожара в здании и план расстановки аварийно-спасательной техники на прилегающей территории. Один экземпляр этих документов должен храниться в диспетчерской здания, второй – в ПЧ, в районе выезда которой находится здание.

Ранее были изложены примеры пожаров, возникающих на этапе строительства высотных зданий. Проблемы организации

тушения пожаров на этом этапе усугубляются из-за ограниченной территории стройплощадки: отсутствие беспрепятственных проездов и подъездов для пожарной техники, отсутствие воды в пожарных гидрантах либо отсутствие вообще каких-либо источников водоснабжения, хаотичная установка временных бытовок на территории стройплощадок без соблюдения противопожарных разрывов, размещение временных административно-бытовых зданий в три и более этажей без создания необходимых условий для эвакуации людей; отсутствие монтажных работ по созданию внутреннего противопожарного водопровода и автоматических систем пожаротушения одновременно с возведением объекта, складирование в строящемся здании горючих строительных материалов, несоблюдение элементарных правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ – это и режим курения, и проведение огневых и пожароопасных работ.

10.7. Комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Организацией, эксплуатирующей высотное здание, в целях реализации недопущения возникновения пожара, а в случае, если пожар возник, организации быстрой и безопасной эвакуации людей из здания, а также тушения пожара на его начальной стадии силами групп немедленного реагирования, о которых говорилось выше, должна быть разработана организационно-техническая документация по обеспечению пожарной безопасности.

Для высотных зданий следует разрабатывать специальные правила пожарной безопасности (СППБ), учитывающие специфику пожарной опасности и противопожарной защиты соответствующего здания.

Приказом должны быть назначены службы и конкретные должностные лица, ответственные за обеспечение пожарной безопасности здания, в том числе за состояние путей эвакуации людей при пожаре, проведение регламентного обслуживания и обеспечения работоспособности всех технических средств (систем) противопожарной защиты здания.

Должна быть создана пожарно-техническая комиссия, одной из основных функций которой является проведение периодического контроля противопожарного состояния соответствующего здания.

Не реже одного раза в квартал необходимо проводить отработки действий соответствующих служб по тушению пожара и проведению частичной или полной эвакуации людей при пожаре с обязательной документальной фиксацией результатов.

В здании должен быть установлен жесткий противопожарный режим его эксплуатации, а также должен проводиться контроль соблюдения этого режима с принятием к нарушителям мер, соответствующих тяжести допускаемых нарушений требований пожарной безопасности.

Необходимо учитывать, что уровень пожарной опасности при эксплуатации может со временем меняться, так как он зависит во многом от установленного в здании противопожарного режима, степени выполнения людьми требований пожарной безопасности, уровня технических средств пожарной защиты, а также функционального назначения.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 12.11.2016, с изм. от 28.01.2017) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

3. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. «Пожарная безопасность. Общие требования» (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875) (ред. от 01.10.1993).

4. ГОСТ 30244-94. «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть» (утв. Постановлением Минстроя РФ от 04.08.1995 № 18-79).

5. ГОСТ 30402-96. «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость» (введен в действие Постановлением Минстроя РФ от 24.06.1996 № 18-40).

6. ГОСТ Р 51032-97. «Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени» (принят и введен в действие Постановлением Минстроя РФ от 27.12.1996 № 18-93).

7. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей

и методы их определения» (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 12.12.1989 № 3683) (ред. от 01.04.2000).

8. ГОСТ 30247.0-94. «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» (введен в действие Постановлением Минстроя РФ от 23.03.1995 № 18-26).

9. ГОСТ 30247.1-94. «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие Конструкции» (введен Постановлением Минстроя РФ от 23.03.1995 № 18-26).

10. ГОСТ Р 53296-2009. «Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности» (утв. Приказом Ростехрегулирования от 18.02.2009 № 72-ст).

11. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (ред. от 09.12.2010).

12. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание седьмое (Приказ Минэнерго РФ 08.07.2002 № 204).

13. СН 502-77. Строительные нормы. «Инструкция по определению площади легкобрасываемых конструкций» (утв. Постановлением Госстроя СССР от 16.12.1977 № 208. Отменены без замены постановлением Госстроя СССР № 17 от 22.02.1990).

14. СП 56.1330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001» (ред. от 20.05.2011).

15. СП 1.13330.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» (ред. от 01.02.2011).

16. СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» (ред. от 02.12.2013)

17. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» (ред. от 01.05.2009).

18. СП 5.13130.2009 «Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (ред. от 20.06.2011).

19. СП 7.13130.2009 «Отопление, вентиляция, кондиционирование. Противопожарные требования» (ред. от 01.05.2009).

20. СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности» (ред. от 01.02.2011).

21. СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» (ред. от 01.05.2009).

22. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности» (ред. от 01.02.2011).

23. СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*» (ред. от 01.01.2013).

24. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» (ред. от 20.05.2011).

25. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009» (ред. от 01.09.2014).

Учебное издание

Пушенко Сергей Леонардович
Демченко Сергей Григорьевич
Пушенко Андрей Сергеевич и др.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Редактор Е.Ю. Прорешная
Компьютерная обработка: Е.Ю. Прорешная

В печать 10.10.17.

Формат 60×84/16. Объем 8,6 усл. п. л.

Тираж 60 экз. Заказ № 192. Цена свободная

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1