

# **МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный  
университет имени И. Т. Трубилина»

МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ  
В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Учебное пособие

Краснодар  
КубГАУ  
2019

**УДК 699.81(075.8)**

**ББК 38.6**

**М34**

**Р е ц е н з е н т ы :**

**В. И. Бареев** – канд. техн. наук, профессор  
(Кубанский государственный аграрный университет);

**В. Н. Загнитко** – канд. экон. наук, профессор  
(Кубанский социальный экономический институт)

**М34**     **Материалы и конструкции зданий в условиях пожара** : учеб. пособие / И. И. Рудченко, А. В. Бычков, Г. В. Серга, Д. К. Левченко. – Краснодар : КубГАУ, 2019 – 220 с.

**ISBN 978-5-00097-671-5**

В учебном пособии изложены основные сведения о строительных материалах и их поведении в условиях пожара, приведены способы их огнезащиты и пути совершенствования нормирования пожаробезопасности применения материалов в строительстве.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» и по программе специалитета 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

**УДК 699.81 (075.8)**

**ББК 38.6**

Рудченко И. И., Бычков А. В.,  
Серга Г. В.,  
Левченко Д. К., 2019  
ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2019

**ISBN 978-5-00097-671-5**

## ВВЕДЕНИЕ

Каждый инженер-строитель и техник-строитель обязан знать пожарные свойства материалов применяемых в строительном производстве, уметь оценивать поведение конструкции при пожаре, выбирать и предлагать эффективные способы огнезащиты элементов, проводить расчеты прочности и устойчивости зданий при огневом воздействии.

Материалы различные по происхождению и свойствам используются в строительном производстве. Способность материалов, из которых изготовлены конструкции зданий, сооружений, сохранять свою несущую способность под воздействием тепловой нагрузки, различна. Конструктивные элементы из бетона, кирпича, железобетона, способны в условиях пожара в течение десятков минут или нескольких часов сопротивляться огненному воздействию и не разрушаться.

Стальные конструкции зданий и сооружений при пожаре не горят, не распространяют огонь, но при непродолжительном огневом воздействии теряют несущую способность.

Деревянные конструкции при продолжительности сопротивления огневому воздействию более устойчивы, но их недостатком является высокая способность к распространению и развитию пожара.

Целью изучения данного учебного пособия является:

- приобретение студентами знаний о видах, свойствах, применяемых материалов и конструкций, используемых в строительном производстве;
- исследование основных процессов, протекающих в материалах и конструкциях при воздействии огня и высоких температур;
- ознакомиться с методами оценки и исследования материалов и конструкций в условиях пожара.

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Блок жилой** – автономная часть блокированного жилого дома, включающая одну квартиру и, при необходимости, другие помещения.

**Балкон** – выступающая из плоскости стены площадка.

**Антресоль** – площадка в пределах этажа здания, на которой расположены помещения различного назначения или инженерное и технологическое оборудование.

**Автостоянки с пандусами (рампами)** – автостоянки, которые используют ряд постоянно повышающихся (понижающихся) полов или ряд соединительных пандусов между полами, которые позволяют автомашине на своей тяге перемещаться от и на уровень земли.

**Автостоянка открытого типа** – автостоянка без наружных стеновых ограждений. Автостоянкой открытого типа считается такое сооружение, которое открыто, по крайней мере, с двух противоположных сторон наибольшей протяженности. Сторона считается открытой, если общая площадь отверстий, распределенных по стороне, составляет не менее 50 % наружной поверхности этой стороны в каждом ярусе (этаже).

**Автостоянка надземная закрытого типа** – надземная автостоянка с наружными ограждениями.

**Автостоянка (стоянка для автомобилей)** – здание или сооружение (гараж) или их часть, либо специальная открытая площадка, предназначенная для хранения (стоянки) автомобилей.

**Площадка технологическая** – одноярусное сооружение (без стен), размещенное в здании или вне его, опирающееся на самостоятельные опоры, конструкции здания или оборудования и предназначенное для установки, обслуживания или ремонта оборудования.

**Планировочная отметка земли** – уровень на границе земли и отмостки здания.

**Платформа** – сооружение аналогичного с рампой назначения. В отличие от рампы и проектируется двусторонней: одной стороной располагается вдоль железнодорожного пути, а противоположной вдоль автоподъезда.

**Организованная жилая малоэтажная застройка** – смежные земельные участки, застройка которых осуществляется одним застройщиком в едином архитектурно-композиционном стиле, в соответствии с документацией по планировке территории, разработанной и утвержденной в установленном Градостроительным кодексом Российской Федерации.

**Номинальный объем резервуара** – округленная величина объема, принятая для идентификации требований норм для различных конструкций резервуаров при расчетах номенклатуры объемов резервуаров, вместимости складов, компоновки резервуарных парков, а также определения установок и средств пожаротушения.

**Нефтеловушка** – сооружение для механической очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов, способных к гравитационному отделению, и от осаждающихся механических примесей и взвешенных веществ.

**Механизированная автостоянка** – автостоянка, в которой транспортировка автомобилей в места хранения осуществляется специальными механизированными устройствами (без участия водителей).

**Лоджия** – встроенное или пристроенное, остекленное или открытое во внешнее пространство, огражденное с трех сторон стенами (с двух- при угловом расположении) помещением с глубиной, ограниченной требованиями естественной освещенности помещения, к наружной стене которого она примыкает.

**Лифтовый холл** – помещение перед входами в лифты.

**Котельная** – комплекс зданий и сооружений, здание или сооружение с установленными в них (теплогенераторами) котлами и вспомогательным технологическим оборудованием,

предназначенными для выработки тепловой энергии в целях теплоснабжения.

**Инженерное оборудование здания** – система приборов, машин, аппаратов и коммуникаций, обеспечивающих подачу и отвод жидкостей, газов, электроэнергии (водопроводное. Газопроводное, отопительное, электрическое, канализационное, вентиляционное оборудование и т.п.).

**Жилое здание секционного типа** – здание, состоящее из одной или нескольких секций, отделенными друг от друга в жилой части строительными конструкциями без проемов и имеющих самостоятельные эвакуационные выходы.

**Жилое здание многоквартирное** – жилое здание, в котором квартиры имеют общие внеквартирные помещения и инженерные системы.

**Жилое здание коридорного типа** – здание в котором все квартиры этажа имеют выходы через общий коридор не менее чем в две лестничные клетки.

**Жилое здание галерейного типа** – здание, в котором все квартиры этажа имеют выходы через общую галерею не менее чем на две лестницы.

**Дом жилой одноквартирный** – дом, предназначенный для постоянного проживания одной семьи и связанных с ней родственными узами или иными близкими отношениями людей.

**Высотное стеллажное хранение** – хранение на стеллажах с высотой складирования свыше 5,5 м.

**Вставка (встройка)** – часть здания, предназначенная для размещения административных и бытовых помещений, располагаемая в пределах производственного здания по всей его высоте и ширине (вставка), части его высоты или ширины (встройка) и выделенная противопожарными преградами.

**Взрывоустойчивость объекта** – состояние объекта, при котором отсутствует возможность повреждения несущих строительных конструкций и оборудования, травмирования людей опасными факторами взрыва, что может достигаться

сбросом давления (энергия взрыва) в атмосферу до безопасного уровня в результате вскрытия проемов в ограждающих конструкциях здания, перекрываемых предохранительными противовзрывными устройствами (остекление, специальные окна или легкобрасываемые конструкции).

**Взрывобезопасность объекта** – состояние объекта, при котором выполнено одно из двух условий:

а) частота возникновения взрыва не превышает допустимого нормами значения;

б) нагрузка в случае взрыва не превышает допустимых нормами значений.

**Веранда** – застекленное не отапливаемое помещение, пристроенное к зданию или встроенное в него, не имеющее ограничения по глубине.

**Блокированный жилой дом** – здание, состоящее из двух квартир и более, каждая из которых имеет выход непосредственно на придомовую территорию.

**Этаж** – часть здания между отметками верха перекрытия или пола по грунту и отметкой верха, расположенного над ним перекрытия (покрытия). Отнесение этажа к подземному, цокольному, подвальному и подземному осуществляется исходя из взаимного расположения отметки пола и планировочной отметки.

**Эстакада железнодорожная сливноналивная** – сооружение специальных железнодорожных путей, оборудованное сливноналивными устройствами, обеспечивающее выполнение операций по сливу нефти и нефтепродуктов из железнодорожных цистерн или наливу. Эстакады могут быть односторонними, обеспечивающими слив (налив) на двух параллельных железнодорожных путях, расположенных по обе стороны от эстакады.

**Чердак** – пространство между перекрытием верхнего этажа, покрытием здания (крышей) и наружными стенами (при их наличии), расположенное выше перекрытия верхнего этажа.

**Уровень пожарной опасности аэрозольной продукции** – характеристика пожарной опасности продукции в аэрозольных упаковках, которая устанавливается исходя из теплоты сгорания содержимого баллона (до 20 МДж/кг – уровень 1, от 20 до 30 МДж/кг – уровень 2, свыше 30 МДж/кг – уровень 3).

**Трибуна** – сооружение с повышающимися рядами мест для зрителей.

**Тамбур** – проходное пространство между дверями при входе в здание, лестничную клетку или другие помещения, служащие для защиты от проникания холодного воздуха и запахов, а также (тамбур – шлюз) горючих газов, паров, пыли и опасных факторов пожара.

**Стационарная установка охлаждения резервуара** – установка, состоящая из горизонтального секционного кольца орошения (оросительного трубопровода, с устройствами для распыления воды), размещаемого в верхнем поясе стены резервуара, сухих стояков и горизонтальных трубопроводов, соединяющих секционное кольцо орошения с сетью противопожарного водопровода и задвижек с ручным приводом для обеспечения подачи воды при пожаре на охлаждение всей поверхности резервуара и любой ее четверти или половины (считая по периметру) в зависимости от расположения резервуара в группе.

**Сливоналивное устройство** – техническое средство, обеспечивающее выполнение операций по сливу и наливу нефти и нефтепродуктов в железнодорожные или автомобильные цистерны и танкеры.

**Склады нефти и нефтепродуктов** – комплекс зданий, резервуаров и других сооружений, предназначенных для приема, хранения и выдачи нефти и нефтепродуктов.

К складам нефти и нефтепродуктов относят предприятия по обеспечению нефтепродуктами нефтепродуктопроводов, товарно-сырьевые парки центральных пунктов сбора нефтяных месторождений, нефтеперерабатывающих и нефтехими-

ческих предприятий: склады нефтепродуктов, входящие в состав промышленных, транспортных, энергетических, сельскохозяйственных, строительных и других предприятий и организаций.

## **ГЛАВА 1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

### **1.1 Пожарно-техническая классификация**

Пожарно-техническая классификация строительных материалов, помещений зданий, элементов и частей зданий основывается на их разделении по свойствам, способствующих возникновению опасных факторов пожара и его развитию – пожарной опасности.

Пожарно-техническая классификация предназначается для установления необходимых требований по противопожарной защите конструкций, помещений, зданий, элементов и частей зданий в зависимости от их огнестойкости и пожарной опасности.

Строительные материалы характеризуются только пожарной опасностью. Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарными характеристиками: горючестью, воспламеняемостью, распространением пламени по поверхности, дымообразующей способностью и токсичностью.

Строительные материалы делятся на негорючие и горючие: горючие строительные материалы подразделяются на группы: слабо-горючие, умеренно-горючие, нормально-горючие, сильно-горючие. Горючесть и группы строительных материалов по горючести устанавливаем ГОСТ.

Для негорючих строительных материалов другие показатели пожарной опасности не определяются и не нормируются.

Горючие строительные материалы по воспламеняемости делятся на группы: трудновоспламеняемые; умеренновоспламеняемые; легко-воспламеняемые.

Группы строительных материалов по воспламеняемости устанавливаются по ГОСТ.

Горючие строительные материалы по распространению пламени по поверхности подразделяются на группы:

- 1) не распространяющие;
- 2) слабо-распространяющие;
- 3) умеренно-распространяющие;
- 4) сильно-распространяющие.

Группы строительных материалов по распространению пламени устанавливаются для поверхностных слоев кровли и полов, в том числе и ковровых покрытий по ГОСТ.

Для других строительных материалов группа распространения пламени по поверхности не определяется и не нормируется.

Горючие строительные материалы по дымообразующей способности устанавливаются по ГОСТ.

Горючие строительные материалы по токсичности продуктов горения подразделяются на группы:

- 1) малоопасные;
- 2) умеренно-опасные;
- 3) высоко-опасные;
- 4) чрезвычайно-опасные.

Группы строительных материалов по токсичности продуктов горения устанавливаются по ГОСТ.

По характеру поведения в условиях пожара строительные материалы можно условно разделить на следующие основные группы:

- 1) каменные (минеральные) материалы;
- 2) строительные металлы и сплавы;
- 3) древесина и материалы на ее основе;
- 4) полимерные материалы.

По использованию материалов и изделий в строительстве их можно разбить на следующие группы:

– вяжущие строительные материалы (воздушные вяжущие, гидравлические вяжущие материалы). В эту группу входят различные виды цементов, гипс, известь;

– основные материалы – ограждающие конструкции.

К этой группе относятся естественные каменные материалы, глиняный и силикатный кирпич, бетонные, гипсовые и асбестоцементные панели и блоки, ограждающие конструкции из стекла и силикатного ячеистого и плотного бетона;

– отделочные материалы и изделия – керамические изделия, а также изделия из стекла, гипса, цемента, полимеров.

## **1.2 Основные процессы и параметры, характеризующие поведение материалов в условиях пожара**

Понятно, что ни одно сооружение нельзя правильно спроектировать, а также технически грамотно эксплуатировать без всестороннего знания свойств строительных материалов. При этом одним из важнейших требований к возводимым и эксплуатируемым зданиям является его пожаробезопасность, которая во многом обеспечивается правильным выбором строительных материалов и конструкций.

Для специалистов, занимающихся строительством, помимо общих свойств строительных материалов, необходимо также знать их поведение в условиях пожара, то есть то, какие процессы возникают и как изменяются свойства материалов при воздействии огня и различной степени нагрева. Знать механизмы изменения прочностных, теплофизических, физико-механических, а также пожарно-технических свойств каменных (минеральных), полимерных, древесных материалов и сплавов в условиях пожара.

Главным фактором, приводящим к этим изменениям, является высокая температура. Под воздействием высокой температуры снижается прочность строительных материалов в

результате протекания в них физических и химических процессов.

Под физическими процессами в данном случае подразумеваются следующие:

- влагоперенос в капиллярно-пористых материалах (при интенсивном нагреве материала, резком переходе влаги в парообразное состояние может произойти взрывообразное разрушение всей конструкции, либо ее элементов);

- температурные деформации, возникающие вследствие неравномерности нагрева конструкции и различия коэффициентов температурного расширения компонентов, входящих в состав материала, приводят к появлению температурных усилий;

- изменения (модификационные превращения, рекристаллизация и т. п.) в структуре некоторых материалов;

- увеличение пластичности и плавления отдельных материалов (металлов, сплавов) в условиях пожара;

- увеличение пластичности и плавления отдельных материалов (металлов, сплавов) в условиях пожара.

В материале при высоком температурном нагреве протекают следующие реакции:

- дегидратация (отщепление от молекул химически связанной воды);

- диссоциация (разрушение молекулярной структуры материала);

- термоокислительная деструкция (разрушение молекул материалов в процессе окисления, в том числе при тлении, горении).

При нагреве материалов изменяются также теплофизические свойства, что необходимо учитывать в расчете огнестойкости строительных конструкций.

Для ряда материалов, например металлов, каменных материалов и некоторых других экспериментально установлены зависимости физико-механических характеристик и прочности от температуры.

Дегидратация – химическая реакция отщепления от молекул вещества химически связанной воды. Этот процесс, например, характерен для ряда природных материалов, в частности гипса:



а также для искусственных каменных материалов, изготовленных на минеральных веществах и т.д.

Дегидратация молекул компонентов приводит, в частности к усадке материала, например, цементного вяжущего в искусственно каменных материалах (бетоне, асбестоцементе). В то время другие компоненты композиционных материалов (например бетонов) могут расширяться, что приводит к возникновению внутренних усилий в материале, созданию напряженного его состояния, накоплению повреждений – разрушению (снижению прочности).

Диссоциация – расщепление (распад) молекул. Эта химическая реакция свойственна, в частности, природно каменным материалам, например при температуре порядка 900 °С протекает реакция диссоциации известняка:



Она характерна также для минеральных вяжущих веществ, которые являются основой искусственных материалов. Эта реакция приводит к снижению объемной массы, прочности материала, увеличению его пористости.

Химическое разложение твердых материалов состоит в том, что при повышении их температуры до определенного для каждого материала значения (температура начала деструкции) начинается процесс разрыва химических связей с образованием более простых компонентов (твердых, гладких, гладких, газообразных). Причем с повышением температуры скорость химических реакций возрастает. Термическое разложение является чрезвычайно опасным процессом, завися-

щим от множества параметров. Этот процесс делится на разновидности:

- термическая дессоциация, при которой сложные молекулы распадаются на более простые звенья;
- пиролиз – процесс глубокого расщепления продуктов деструкции вплоть до образования простейших молекул;
- термоокислительное разложение при участии кислорода, воздуха.

Процесс термоокислительного разложения носит выраженный экзотермический характер и зачастую приводит воспламенению материала.

Процесс разложения материала при повышенных температурах сопровождается образованием газообразных веществ, обладающих токсичным действием. Для большинства материалов общим токсичным компонентом продуктов разложения и горения является оксид и диоксид углерода ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ).

Наряду с указанными органическими материалами выделяют и другие токсичные продукты, виды которых зависят от химического состава горящего материала.

Таким образом, и химические процессы приводят к разрушению (снижению прочности) материалов и другим негативным последствиям, в частности горению.

### **1.3 Поведение каменных материалов в условиях пожара**

Характер поведения каменных материалов в условиях пожара для всех материалов, отличаются лишь количественным показателем. Специфические особенности их обусловлены внутренними факторами, присущих анализируемому материалу (при анализе поведения материалов в аналогичных условиях действия внешних факторов).

Мономинеральные горные породы (гипс, известняк, мрамор и т.д.) при нагреве ведут себя более спокойно, чем полиминеральные. Они претерпевают вначале свободное тепловое расширение, освобождаясь от физически связанной влаги в порах материала. Это не приводит, как правило, к снижению

прочности и даже может наблюдаться ее рост при спокойном удалении свободной влаги. Затем, в результате действия химических процессов дегидратации (если материал содержит химически связанную влагу) и диссоциации материал претерпевает постепенное разрушение (снижение прочности практически до нуля).

Полиминеральные горные породы ведут себя в основном аналогично мономинеральным, за исключением того, что при нагреве возникают значительные напряжения, обусловленные различными величинами коэффициентов теплового расширения у компонентов, входящих в состав горной породы. Это приводит к разрушению (снижению прочности) материала.

*Известняк* – мономинеральная горная порода, состоит из кальция  $\text{CaCO}_3$ . Нагревание до 600...900 °С идет диссоциация  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ , необратимое снижение прочности.

Поскольку процесс диссоциации  $\text{CaCO}_3$  протекает со значительным поглощением тепла и при этом образуется оксид кальция  $\text{CaO}$ , создается теплозащитный барьер на поверхности, замедляя прогрев известняка вглубь.

В процессе охлаждения в большинстве материалов после высокотемпературного нагрева продолжается изменение прочности.

При тушении пожара после остывания происходит повторная реакция гидратации негашеной извести:



При нагревании гранита до 200 °С и последующего остывания наблюдается увеличение прочности на 60 % связанное со внутренними напряжениями возникших в период образования гранита и разнице величин коэффициентов температурного расширения минералов, также обусловлено удаление свободной влаги из микропор гранита.

Известняк практически полностью сохраняет свою прочность после нагревания до 700 °С, гранит до 630 °С и последующего остывания. Кроме того, известняк претерпевает значительно меньше температурное расширение, чем гранит. Это важно учитывать при оценке поведения искусственно каменных материалов в условиях пожара, в которые гранит и известняк входят в качестве заполнителей, например бетона. Так же следует учитывать, что после прогрева до высоких температур и последующего остывания природных каменных материалов их прочность не восстанавливается.

При нагреве известкового камня происходит удаление свободной воды (при температуре 150...200 °С) приводит к некоторому повышению прочности; дегидратация гидроксида кальция при 430..590 °С, диссоциация карбоната кальция (выше 600 °С) приводит к ее снижению

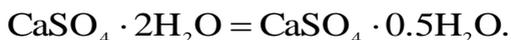


При анализе поведения в условиях пожара материалов и изделий на основе воздушной извести надо учитывать влияние других компонентов, например кварцевого песка. Изменяя модификацию кварца при 575 °С, кварцевый песок расширяется при (+2,4 %), а известковый камень претерпевает усадку. Это вызывает возникновение внутренних напряжений и к снижению прочности.

У затвердевшего гипсового вяжущего при нагреве выше 65 °С уже начинается процесс дегидратации по реакции



Прочность при этом снижается более чем в 2 раза. Около 400 °С заканчивается дегидратация гипса.



Прочность теряется полностью. Выше 800 °С распадается ангидрит по реакции диссоциации



Это снижает прочность гипса до нуля.

При нагреве портландцементного камня до 100...150 °С прочность его снижается также находящаяся в порах вода нагревается, расширяется и оказывает дополнительное давление на их стенки, что приводит к возникновению внутренних напряжений в материале снижается его прочность.

Особенности поведения компонентов большое при нагреве – химическое соединение при нагреве до 200 °С гидроксида кальция с кремнеземом кварцевого песка (аналогичные тем, что создают в автоклаве для быстрого твердения бетона: повышенное давление, температура, влажность воздуха). В результате такого соединения образуется дополнительное количество гидросиликатов кальция. Кроме того, при этих же условиях происходит дополнительная гидратация клинкерных минералов цементного камня. Это приводит к некоторому повышению прочности.

При нагреве бетона выше 200 °С возникают противоположно направленные деформации претерпевающего усадку вяжущего и расширяющегося заполнителя, что снижает прочность бетона, наряду с деструктивными процессами, происходящими в вяжущем заполнителе.

Расширяющая влага при температурах от 20 до 100 °С давит на стенки пор и фазовый переход воды в порах также повышает давление в порах бетона, что приводит к возникновению напряженного состояния, снижающего прочность. По мере удаления свободной воды прочность бетона может возрасти.

При нагреве образцов бетона заранее высушенных в сушильном шкафу при температуре 105...110 °С до постоянной массы, физически связанная вода отсутствует, поэтому, такого резкого снижения прочности в начале нагрева не наблюдается.

При остывании бетона после нагрева прочность, как правило, практически соответствует прочности при той максимальной температуре до которой образцы были нагреты. У отдельных видов бетона она несколько снижается при остывании за счет более длительного нахождения материала в нагретом состоянии, что способствует более глубокому протеканию в ней негативных процессов.

Деформативность бетона по мере прогрева увеличивается за счет увеличения его пластичности.

Спецификой поведения легких и ячеистых бетонов, в отличие от поведения тяжелых бетонов при пожаре, являются более длительное время прогрева вследствие их низкой теплопроводности.

Битумные и дегтевые материалы являются горючими (Г<sub>3</sub>–Г<sub>4</sub>), поскольку их изготавливают на горючих вяжущих веществах и заполнителях. Более показательными характеристиками для данных материалов является температура воспламенения, самовоспламенения и вспышки. Нефтяные битумы имеют следующие характеристики:  $t_{всп} = 184...270$  °С;  $t_{всп} = 285...381$  °С;  $t_{всп} = 368...397$  °С. Кроме того битумы при нанесении на шлаковату склонны к самовозгоранию. Материалы на основе битума имеют следующие характеристики. Изол имеет  $t_b = 345$  °С;  $t_{св} = 410$  °С; бризол –  $t_b = 340$  °С;  $t_{св} = 405$  °С. При температуре 700 °С изол и бризол склонен к самовозгоранию.

#### **1.4 Теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы**

*Древесно-волоконистые плиты ДВП горючие.* Легко загораются и горят даже под слоем штукатурки или другого облицовочного материала, что обусловлено наличием достаточного количества воздуха в порах. Следовательно, поверхностные методы огнезащиты для этого материала малоэффективны.

*Древесно-стружечные плиты ДСП* изготавливают путем горячего прессования. Плиты горючи (Г<sub>4</sub>). Их пожароопасные

свойства определяются видом связующего (полимера) и древесных стружек.

*Фибролит* применяют для теплоизоляции: объемная масса 300–350 кг/м<sup>3</sup>. Существует еще конструкционный фибролит с объемной массой 400–500 кг/м<sup>3</sup>. Фибролит при объемной массе >300 кг/м<sup>2</sup> – горюч (Г<sub>3</sub>).

*Торфоплиты горючи (Г<sub>4</sub>)* – горят открытым пламенем и интенсивно переугливаются, что затрудняет тушение пожара. Торфяные теплоизоляционные плиты применяют для теплоизоляции стен и перекрытий.

*Строительный войлок.* Чаще горит неоткрытым пламенем, а интенсивно тлеет, выделяя удушливый дым. Понижения горючести достигается пропиткой его глиняным раствором.

*Папля* представляет собой спутанные волокна отработки льна и конопли. Объемная масса 150 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 0,06$  Вт/м<sup>2</sup>К, легковоспламеняющийся материал (Г<sub>4</sub>).

*Кальцинит и соломит* – спрессованные плиты из камыша, тростника или соломы.

Материалы горючие (Г<sub>4</sub>). Для защиты от возгорания и грызунов отштукатуривают. Применяют для заполнения стен и перекрытий.

В группу теплоизоляционных материалов входит газонаполнение пластика.

Существует мнение, что все полимеры и пластмассы чрезвычайно пожароопасны, поскольку все они легко воспламеняются, интенсивно горят, при пожаре выделяют большое количество дыма и токсичных газообразных продуктов разложения и горения. Это ошибочное представление пожарной опасности полимерных материалов. Разнообразия видов полимерных материалов требует строго индивидуального подхода к оценке пожарной опасности конкретного минерала. Числовое значение параметров, характеризующих пожарную опасность пластмасс зависит в первую очередь от входящего в

их состав полимерного связующего, затем, от вида и количества наполнителей, технологических добавок.

Кроме того, практика, а также многочисленные эксперименты показали, что пожарная опасность пластмасс существенно зависит от характера огненного воздействия на материал, от особенностей его применения и условий окружающей среды.

Исследованиями установлено, что способность распространения пламени по поверхности отделочных материалов зависит от вида материала, ориентации в пространстве (пол, стена, потолок), материал основания. Наиболее существенное влияние на способность распространения пламени по поверхности материалов оказывает величина теплового воздействия.

Для каждого материала существует критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТ), ниже которого распространение пламени не происходит.

Термическая деструкция кремнийорганических стеклопластиков происходит при температуре выше 350...400 °С, для полиэфирных стеклопластиков при 250 °С.

Стеклотекстолит ФН, изготовленный на основе фенолформальдегидных полимеров, совмещенного с фурфуролом, при нагреве до 250 °С снижает прочность при изгибе в 2,2 раза.

В настоящее время все более широко в строительном производстве применяют полимерные материалы. Это обусловлено тем, что по сравнению с традиционными они обладают преимуществами: высокотехнологичны, экономичны. Одна тонна полимерного сырья позволяет сэкономить в строительном производстве около 6 м<sup>3</sup> леса и 1,5 т металла. Однако одним из главных недостатков ограничивающих область применения полимерных материалов в строительстве является их высокая пожарная опасность.

При изучении плит необходимо учитывать, что в строительном производстве нашли широкое применение около 20 видов искусственных и синтетических полимеров классици-

цирующихся по способу получения (полимеризационные и поликонденсационные), по отношению к нагреву (термопластичные и терморезистивные).

Поливинилхлоридная смола используется широко при изготовлении материалов для покрытия полов, гидроизоляционных и декоративных пленок труб, изделий конструктивного назначения.

Полистирол изготавливают в виде пенопластов СП-1, ПС-4, ПСВ-С, облицовочных плиток для стен сантехнических изделий.

Жесткие пенополиуретаны (ППУ) используют для изготовления сэндвич-панелей взамен панелей из легкого бетона. При горении ППУ выделяют значительное количество цианистого водорода, обладающего высшей токсичностью. В последнее время широкое применение в строительном производстве находят оксидные смолы, которые используются для изготовления покрытий пола на полимерных энергетических объектах. Смолы используют также, как вяжущее при изготовлении отдельных плиток, сантехнического оборудования и т. д.

Полиэтилен чаще всего используют при изготовлении канализационных труб, гидроизоляционных материалов, сантехнических деталей.

Полимерные материалы естественного и искусственного происхождения используются в строительном производстве в виде красок, лаков, мастик и клеев. Пожарная опасность лакокрасочных покрытий с увеличением толщины слоя резко возрастает.

Свойства ПСМ определяются особенностями их основного компонента-полимера.

Сущность основных методов оценки ПСМ изложена в нормативно-технической литературе.

При этом следует иметь в виду, что в настоящее время методы определения горючести пластмасс морально устарели и исключением являются аттестационные методы. Вместо них

введен метод экспериментального определения групп трудногорючих и горюче твердых веществ и материалов.

Этот метод используется, как сравнительный и не является аттестационным для материалов, применяемых в строительном производстве.

Важной характеристикой прочих пластмасс является показатель кислородной индекс, указывающий на минимальное содержание кислорода в воздухе, при котором материал способен устойчиво гореть не менее 180 секунд после его поджигания.

Этот метод применяется в сертификационных целях для сравнительной оценки горючести пластмасс.

Другой высокой характеристикой оценки пожарной опасности горючих материалов является индекс распространения пламени. При расчете этого показателя учитывается несколько характеристик:

- способность материала к воспламенению;
- скорость распространения пламени;
- степень повреждения поверхности образца;
- температура дымовых газов.

Отделочные и облицовочные материалы, а также лакокрасочные и пленочные покрытия испытываются нанося на основу, принятую в реальной конструкции.

Дымообразующая способность определяется по методике изложенной в ГОСТ 12.1.004–89. Сущность метода заключается в измерении оптической плотности задымленной среды, образующейся в камере при сгорании единицы массы материала. При этом в начале значения коэффициента дымообразования ( $\max D_m^{\max}$ ,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$ ) определяются в режиме пламени (без инициирующего пламени) и горениях (с инициирующим пламенем образца, а затем для материала применяется его максимальное значение).

Оценка токсичности продуктов горения проводится в соответствии с ГОСТ 12.1.044–89 по методу экспериментального определения показателей токсичности продуктов горения

полимерных материалов. Значение показателя токсичности ( $H_{cl50}$ ,  $гм^{-3}$ ) показывает какое количество материала при его горении вызывает 50%-ю гибель подопытных животных (белых мышей) в испытательной камере объемом 1 м<sup>3</sup>. Материалы испытывают в одном из двух режимов термоокислительного разложения или пламенного горения и принимают наиболее опасный для подопытных животных. Тепловыделение также является одной из основных характеристик пожарной опасности материалов. Если способность ПСМ к распространению пламени на поверхности может стать причиной распространения пожара по зданию, то тепловыделение приводит к повышению температуры среды. Метод основан на сжигании материала в среде кислорода.

*Бетон* – искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания смеси вяжущего вещества, воды и заполнителя.

Бетон классифицируют по ряду признаков:

- основному назначению – конструкционные, специальные;
- по виду вяжущего – на основе цементных, силикатных, шлаковых и других вяжущих;
- по виду заполнителей – на плотных, пористых, специальных заполнителях;
- по структуре – плотный крупнопористый, поризованный, ячеистый.

Для удобства введены сокращенные наименования основных видов бетона:

- тяжелый бетон плотной структуры, на цементном вяжущем и плотных крупных и мелких заполнителях;
- легкий бетон – на цементном вяжущем, пористом крупном и пористом или плотном мелком заполнителе.

Существуют так же специальные виды бетонов:

- жаростойкие – предназначены для использования в конструкциях, эксплуатирующихся при  $t > 200$  °С;

- химически стойкие – используемые в условиях агрессивных сред;
- напрягающие (на основе напрягающего цемента) – предназначены для создания предварительного напряжения в конструкциях;
- радиационно-защитные большой массы – применяются для биологической защиты от излучений;
- бетонополимеры, представляющие собой облегченные бетоны, применяемые полимерами и мономерами;
- полимербетоны, в которых в качестве связующего используют полимеры, обладающие повышенной прочностью, особенно на растяжение, высокой химической стойкостью и т. д.

По средней плотности ( $\rho$ ) бетон классифицируют на:

- особо тяжелый – со средней плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- тяжелый – со средней плотностью  $2000\text{--}2500 \text{ кг/м}^3$ ;
- облегченный – со средней плотностью  $1800\text{--}2000 \text{ кг/м}^3$ ;
- легкий – со средней плотностью до  $1800 \text{ кг/м}^3$ .

Прочность бетона зависит от ряда факторов, основными из которых являются: время и условия твердения; вид напряженного состояния; формы и размеры образцов, длительность нагружения.

Классом бетона по прочности сжатия (Мпа) называется временное сопротивление осевому сжатию бетонных кубов, имеющих размеры ребра 150 мм, испытанных через 28 дн хранения при температуре  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  по ГОСТ с учетом статической изменчивости прочности.

Кубиковая прочность  $R$  – временные сопротивления сжатию бетонных кубиков с размером ребра 150 мм. Чем меньше размер куба, тем больше его прочность. Прочность для куба с ребром 100 мм –  $1,12 R$ , для куба с ребром 200 мм  $0,93 R$ .

Основной характеристикой прочности бетона сжатию элементов является призмная прочность  $R_0$  – временное сопротивление осевому сжатию бетона бетонных призм, имеющих высоту 600 мм размер сторон основания  $150 \times 150 \text{ мм}$ .

Класс бетона по прочности на основе растяжения  $B_1$  устанавливают для конструкций, работающих преимущественно на растяжение (резервуары, бетонные трубы и т. д.).

Показатели качества бетона так же являются:

- проектные марки по морозостойкости  $F_{50}$ – $F_{500}$ ;
- марки по водонепроницаемости  $W_2$ – $W_{12}$ ;
- марка по самонапряжению  $S_p$ .

Среднее значение коэффициента теплопроводности тяжелых бетонов  $\lambda = 0,16$ – $0,64$  Вт/м $\cdot$ С.

Бетон применяют при производстве сборных монолитных железобетонных конструкций.

Время в течение которого во время пожара конструкция из бетона сохраняет свою несущую способность во многом зависит от наполнителя бетона и вяжущего.

С увеличением температуры прочность бетона падает при испытании в напряженном состоянии.

Кроме того, строительные конструкции из тяжелого бетона (железобетона) склонны к взрывоопасному разрушению при пожаре. Это явление наблюдается у конструкций, материал которых имеет влагосодержание выше критической величины при интенсивном подъеме температуры при пожаре. Чем плотнее бетон, тем ниже его паропроницаемость, больше микропор, тем он более склонен к возникновению такого явления, несмотря на более высокую прочность. Легкие и ячеистые бетоны с объемной массой ниже 1200 кг/м<sup>3</sup> не склонны к взрывоопасному разрушению.

Спецификой поведения легких и ячеистых бетонов, в отличие от поведения тяжелых бетонов при пожаре, является более длительное время прогрева вследствие их низкой теплопроводности.

Поведение силикатных материалов в условиях пожара зависит от поведения известково-силикатного вяжущего, заполнителей и их взаимодействия при пожаре. В принципе, оно аналогично поведению бетона на портландцементе.

Отличие состоит в том, что реакции дегидратации подвергаются два компонента  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{CaOS}_2\text{O}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  в то время, как у портландцементного вяжущего несколько компонентов.

Конструкции из силикатных материалов, в частности, тяжелого силикатного бетона, более чем из бетона на портландцементе, склонны к явлению взрывообразной потери целостности в условиях пожара.

### **1.5 Стойкость каменных материалов в условиях пожара**

Каменные материалы не горят в условиях пожара. Причем стойкость портландцемента к воздействию пожара повышается с увеличением содержания в нем трехкальциевого силиката (алита) –  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ .

В зависимости от области их применения в строительстве осуществляют подбор природных и изготовление искусственных каменных материалов с необходимыми свойствами. Так как, каменные материалы не горят в условиях пожара, но одни более, другие менее снижают прочность.

Так при подборе заполнителей для изготовления несущих конструкций из тяжелого бетона из природных каменных материалов предпочтение отдают известняку, а не граниту, так как последний ведет себя хуже в условиях пожара. При этом в качестве вяжущего лучше себя ведет портландцемент по сравнению со строительным гипсом и известью. Причем стойкость портландцемента к пожару повышается с увеличением содержания в нем трехкальциевого силиката (алита) –  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ .

Из искусственных каменных материалов лучше ведут себя в условиях пожара те, которые уже потерпели высокотемпературный нагрев (обжиг) при изготовлении – керамические материалы, минеральные расплавы. При их нагреве в процессе изготовления уже произошли все химические процессы, которые в основном приводят к снижению прочности каменных материалов в условиях пожара. Поэтому при повторном

нагреве этих материалов в условиях пожара они подвергаются лишь воздействию физических процессов, менее агрессивных чем химических, что не приводит к существенному изменению их прочности. При пожаре температуры нагрева, этих материалов, как правило, не достигают температуры их обжига, которые имеют место при изготовлении.

Учитывая, что каменные материалы обладают повышенной стойкостью к воздействию пожара, по сравнению с металлами, органическими материалами, специальные меры по повышению их стойкости, как правило, не предусматривают. Более того, каменные материалы применяют в качестве огнезащиты органических материалов.

### **1.6 Поведение материалов на основе древесины в условиях пожара**

В зависимости от степени переработки различают: лесные материалы (бревна, пиломатериалы); готовые изделия и конструкции (сборные дома, детали, клееные конструкции).

Процесс горения древесины протекает в две стадии: пламенное горение продуктов терморазложения древесины и тление образовавшегося угольного остатка. Тление происходит в результате гетерогенной реакции угольного остатка с газообразным кислородом воздуха. В условиях пожара до 60 % тепла выделяется в период пламенного горения древесины и около 40 % в период горения угля. В связи с этим период пламенного горения является определяющим, хотя занимает более короткий промежуток времени, чем фазы тления.

Уже при температуре древесины порядка 110 °С начинается терморазложение древесины, которое можно разделить на несколько характерных стадий. При нагревании до 120...180 °С происходит удаление свободной, а затем начинается выделение химически связанной влаги, разложение наименее термически сложных компонентов древесины в основном с выделением  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . При температуре 250 °С

начинается пиролиз древесины (в основном гемицеллюлозы) с выделением  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и так далее. Образующаяся газовая смесь уже способна к воспламенению от источника зажигания. При температуре 280...300 °С процесс терморазложения древесины интенсифицируется. Лигнин разлагается лишь при температуре 350...450 °С. При 350...450 °С продолжается пиролиз древесины и выделяется основная масса горючих газов – 40 % от возможного количества. Выделяющаяся газообразная смесь состоит из 25 %  $\text{H}_2$  и 40 % предельных и непредельных углеводородов. При достижении достаточной концентрации газообразных горючих продуктов терморазложения возможно их самовоспламенение.

Пожарную опасность древесины можно охарактеризовать следующими параметрами. Температура воспламенения и самовоспламенения древесины составляет 250 и 350 °С соответственно, линейная скорость распространения пламени по поверхности составляет 1–10 мм/с. Эта величина зависит от плотности теплового потока, падающего на древесину, от породы древесины и от ориентации образца материала в пространстве. Скорость тления древесины существенно ниже скорости распространения пламени и составляет в среднем для пород древесины различных 0,6–1,0 мм/мин (0,01 мм/с).

Массовая скорость выгорания древесины (потеря массы в единицу времени с единицы площади) в условиях пожара зависит от многих факторов: породы древесины, объемной массы, влажности, площади поверхности, интенсивности облучения и так далее.

Термическое разложение древесины при пожаре сопровождается выделением газообразных продуктов  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и других, которые могут оказывать токсическое (отравляющее) действие на организм человека. Кроме того, при тлении и горении выделяется значительное количество дыма, который представляет собой дисперсную среду, образованную жидкими и твердыми частицами продуктов неполного сгорания дре-

веса. Он снижает влажность и препятствует дыханию человека.

В условиях пожара снижается прочность древесины, в результате ее терморазложения, то есть разрушение структуры, во-вторых, древесина обугливается.

Изменение прочности древесины существенно зависит от потери массы материала в процессе нагрева.

Следует обратить внимание, что разложение и обугливание древесины при нагревании древесины является главной причиной снижения прочности. В то же время уменьшение объемной массы материала за счет обугливания приводит к уменьшению теплопроводности и, следовательно, тормозит прогрев древесины.

## **1.7 Строительные пластмассы и их пожарная опасность**

Полимеры и пластмассы обладают низкой устойчивостью к температурным воздействиям. Прочность их интенсивно снижается при переходе из твердого состояния в вязкое или в связи с нарушением структуры полимера. Изменения физико-механических свойств при нагревании связаны с необратимыми процессами, и в первую очередь с термоокислительной деструкцией. А так как деструкция происходит при относительно не высоких температурах, то даже при незначительном нагревании наблюдается существенное снижение прочности и изменение других физико-механических свойств. Это определяется видом и количеством входящих в состав компонентов. Практически все полимеры при нагревании теряют прочность, жесткость и увеличивают пластичность. Временное сопротивление в зависимости от температуры интенсивно снижается. Так у полиэтилена высокого давления (ВД) при нагревании его от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  оно снижается в 3 раза, а при нагревании до  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$  в 19 раз.

Пластические массы в меньшей степени, чем полимеры обладают значительным снижением прочности при нагревании.

Наиболее стабильными при повышении температуры являются свойства кремнийорганических стекловолоконитов таких как КМС 9–2 % своей массы.

Термическая деструкция кремнийорганических стеклопластиков происходит при температуре выше 350...400 °С, для полиэфирных стеклопластиков при 250 °С снижает прочность при изгибе в 2,2 раза.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначается пожарно-техническая классификация?
2. На какие группы можно разделить строительные материалы по характеру поведения в условиях пожара?
3. На какие группы можно разбить материалы и изделия в строительстве по использованию?
4. В чем состоит химическое разложение твердых материалов?
5. Поведение каменных материалов в условиях пожара.
6. Теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы.
7. Стойкость каменных материалов в условиях пожара.
8. Поведение материалов на основе древесины в условиях пожара.
9. Строительные пластмассы и их пожарная опасность.

## **ГЛАВА 2. ОСНОВЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО НОРМИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МАТЕРИАЛОВ**

Частью строительного нормирования является противопожарное нормирование и в сочетании с общим решением задач, связанных с проектированием объектов промышленного и гражданского назначения преследует цель обеспечить их пожарную безопасность.

Направления и общие требования в области обеспечения общественного и бытового назначения всех отраслей строительного хозяйства изложены в стандарте «Пожарная безопасность. Общие требования»

Система противопожарного нормирования включает три взаимосвязанные части: методы обоснования назначений пожарно-технические свойства материалов применяемых в строительном производстве; система нормативно-технической документацией, регламентирующей применение материалов (конструкций) в различных типах зданий и сооружений.

Противопожарное нормирование применения полимерных материалов, применяемых в строительном производстве – один из основных элементов системы обеспечения пожарной безопасности зданий и поэтому модель безопасного применения ПСМ должны строиться на единой для всей системы основе и во взаимосвязи с другими составляющими ее элементами.

Критерием эффективности системы «Здание – пожар – человек» является уровень безопасности людей при пожаре. Поэтому применение ПСМ должно обосновываться на всестороннем анализе системы влияния материалов их безопасность людей при пожаре. В настоящее время безопасность определяется тем, насколько своевременно осуществляется эвакуация людей из зон, где в период развития пожара могут возникнуть опасные ситуации. В этом направлении разрабатываются мероприятия противопожарной защиты минимизи-

руется время эвакуации. Своевременная эвакуация – необходимое и не всегда достаточное условие обеспечения полной безопасности людей при пожаре. Это обусловлено тем, что в большинстве случаев из-за объективных и субъективных причин часть людей не успевает эвакуироваться и их спасение осуществляют пожарные подразделения. Возникновение таких ситуаций может быть связано с отказом в связи с несоответствием требований пожарной безопасности системы обнаружения, оповещения эвакуацией людей, а также с невозможностью самостоятельной эвакуации или с недооцененной людьми грозящей им опасности. Поэтому для наиболее полного обеспечения безопасности людей в здании при пожаре противопожарное нормирование ПСМ должно быть направлено не только на обеспечение безопасности эвакуации, но и на предотвращении гибели людей, которые не смогли эвакуироваться из здания.

Следовательно, критериями пожарного применения ПСМ в строительном производстве ПСМ являются следствием:

- 1) обеспечение безопасности людей;
- 2) предотвращение распространение пожара.

Вместе с тем известно, что развитие пожара в здании носит случайный характер и зависит от множества стохастических и детерминированных факторов. Поэтому при разработке противопожарных норм необходимо учитывать уровень безопасности применения ПСМ в зданиях конкретного типа.

В качестве необходимого уровня безопасности, как наиболее частого, может быть принято требование полного предотвращения возникновения опасных для людей ситуаций при пожаре из-за применения ПСМ. В этом случае предельно-допустимая пожароопасность должна определяться применительно к максимально высокому режиму развития пожара и для наиболее принятого типа. Режим развития пожара может быть установлен расчетом или путем экспериментальных исследований. Эти условия могут быть установлены при анализе проектных решений и по статистическим данным.

Необходимый уровень знаний безопасности применения ПСМ может быть установлен так же с учетом систем противопожарной защиты конкретного здания. Для этого необходимо произвести расчет систем и в соответствии с ним установить предельно допустимую опасность ПСМ, при которой устанавливается запас безопасности, создаваемый другими элементами системы. Запас может создаваться благодаря проведению мероприятий, снижающих продолжительность эвакуации или уменьшающие интенсивность развития пожара в здании.

По условию обеспечения безопасности применения ПСМ предельно-допустимая пожароопасность должна устанавливаться в зависимости от максимальных условий развития пожара в период эвакуации и спасения людей из опасных зон.

В результате изучения литературы студент должен усвоить следующие вопросы:

- основные принципы противопожарного нормирования применительно к строительным материалам;
- нормирование как система «здание – пожар – человек»;
- критерии пожаробезопасного применения материалов в строительном производстве;
- требуемые и фактические значения пожаро-технических свойств материалов применяемых в строительном производстве методика их определения.

## **2.1 Обеспечение пожарной безопасности при реконструкции зданий и сооружений**

При проектировании и реконструкции необходимо определить, каким ресурсом конструктивной пожарной опасности обладают основные конструктивные элементы реконструируемого здания.

На основании обследования конструкций здания определяются фактические пределы огнестойкости существующих конструкций и их соответствия требуемым пределам огнестойкости, которые следует определять исходя из объемно-

планировочных функциональных решений нового объема реконструированного здания.

При несоответствии фактических пределов огнестойкости нормативным существующим конструкциям следует или заменить, или различными конструктивными мероприятиями повысить их огнестойкость до требуемого предела.

## **2.2 Пожарная безопасность зданий повышенной этажности и высотных зданий**

В настоящее время новые технологии строительства и опыт строительных организаций позволяет возводить здания повышенной этажности с современными условиями для комфортного проживания в них людей. Однако, на сегодняшний день во многих случаях вопросы обеспечения пожарной безопасности являются не полностью решенными.

Сначала необходимо ввести четкое понятие «здание повышенной этажности» исходя из критериев и требований строительных норм и предел по обеспечению пожарной безопасности зданий и сооружений.

Верхней границей, определяющей здания повышенной этажности, принимается высота здания до 75 м включительно. Необходимо отметить, что высота здания определяется высотой расположения этажа определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин и нижней границы открывающегося проема (окна) в наружной стене.

Нижнюю границу, определяющую здания повышенной этажности, можно определить исходя из критерия высоты, до которой невозможно спасение людей при пожаре в зданиях с помощью специальных средств и механических лестниц.

Жилые здания и сооружения с высотой 28 м и более назначаются дополнительные требования по обеспечению противопожарной защиты объекта (устройство незадымляемых лестничных клеток, размещение выходов из них).

Таким образом здания повышенной этажности – это здания высотой от 28 до 75 м, что соответствует этажности примерно от 10 до 25 этажей. Соответственно к высотным относятся здания выше 75 м.

Согласно изменениям № 1 к МГСН 4.09–94 «Многофункциональные здания и комплексы», многофункциональные здания высотой более 16 этажей должны иметь особую степень огнестойкости. В соответствии с этим к огнестойкости пожарных зданий, относящихся к особой степени огнестойкости, также предъявляются особые требования в сторону их увеличения.

### **2.3 Пожарные отсеки и противопожарные преграды**

В настоящее время большинство зданий включают в себя сразу несколько функций, поэтому они автоматически требуют четкого разделения на определенные пожарные отсеки.

Эти отсеки отличаются друг от друга требованиями, предоставляемыми к ним с точки зрения функциональной и конструктивной пожарной опасности.

Помещения зданий с различными классами функциональной пожарной опасности должны разделяться специальными противопожарными преградами. Эти преграды предназначены для предотвращения распространения пожара между помещениями.

К противопожарным преградам относятся противопожарные стены, перегородки и перекрытия. Все они характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью.

Огнестойкость противопожарных преград определяется огнестойкостью их элементов. Предел огнестойкости, по признаку R, конструкций, на которые опираются противопожарные преграды, должен быть не менее требуемого предела огнестойкости ограждающих частей противопожарных преград.

Пожарная опасность противопожарных преград определяется пожарной опасностью их ограждающих частей. По клас-

су конструктивной пожарной опасности противопожарные преграды подразделяются на типы.

## 2.4 Конструктивные решения противопожарных преград

Противопожарные стены для разделения зданий на пожарные отсеки следует использовать внутренние продольные или поперечные противопожарные стены. Внутренние противопожарные стены целесообразно совмещать с температурными швами. Требуемый предел огнестойкости противопожарных стен должен приниматься по таблице.

Противопожарные стены должны:

а) опираться на фундамент или фундаментные балки и пересекать все конструкции и этажи;

б) возвышаться над кровлей;

– не менее чем на 60 см, если хотя бы один из элементов чердачного или безчердачного покрытия, за исключением кровельного ковра, выполнены из материалов группы Г<sub>3</sub>, Г<sub>4</sub>;

– не меньше чем на 30 см, если элементы чердачного или безчердачного покрытия, за исключением кровельного ковра, выполнены из материалов группы Г<sub>1</sub>, Г<sub>2</sub>.

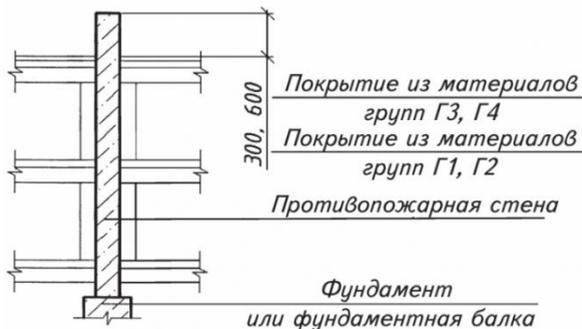


Рисунок 2.1 – Схема конструктивных особенностей стен

Могут не возвышаться над кровлей, если элементы чердачного или безчердачного покрытия, за исключением кровельного ковра, выполнены из материалов группы НГ;

в) рассекать наружные стены классов пожарной опасности  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  и выступать за плоскость стены не меньше чем на 30 см.

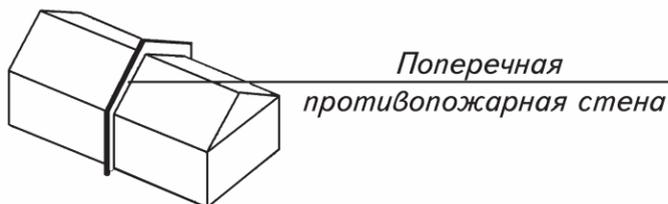


Рисунок 2.2 – Схема противопожарной стены между пожарными отсеками

г) разделять отсеки или выступать за наружную плоскость стен при устройстве наружных стен и материалов группы НГ с ленточным остеклением.

При разделении здания на пожарные отсеки противопожарной должна быть стена более высокого и более широкого отсека. Допускается в наружной части противопожарной стены размещать окна, двери и ворота с ненормируемыми пределами огнестойкости на расстоянии:

- не менее 8 м над кровлей примыкающего отсека (по вертикали);
- не менее 4 м от стен (по горизонтали).

При размещении противопожарных стен в местах примыкания одной части здания к другой под углом необходимо, чтобы расстояние по горизонтали между ближайшими гранями проемов, расположенных в наружных стенах, было не менее чем 4 м.

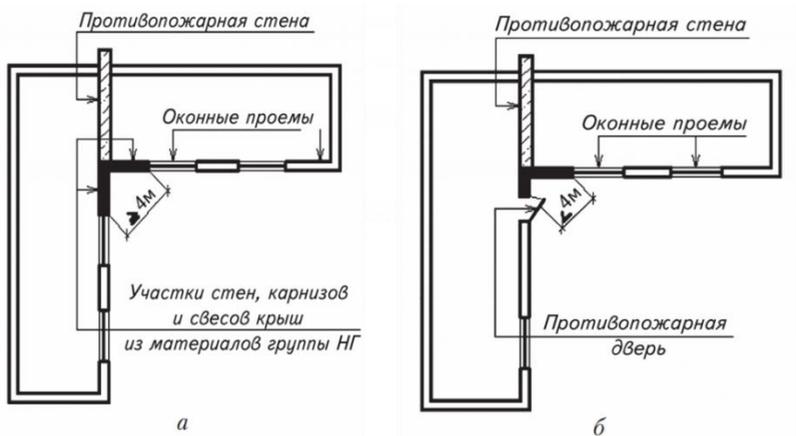


Рисунок 2.3 – Схема расположения противопожарных стен при примыкании зданий (отсеков) под углом: а – расположение оконных проемов; б – расположение оконных и дверных проемов крыш, примыкающие к противопожарной стене под углом, должны быть выполнены из материалов группы НГ на длине не менее 4 м

В противопожарных стенах допускается устраивать вентиляционные и деловые каналы так, чтобы в местах размещения предел огнестойкости противопожарной стены с каждой стороны канала был не менее RET 150 в противопожарных стенах первого типа и RET 45 в противопожарных стенах второго типа. Противопожарные перекрытия должны примыкать к наружным стенам класса К0, и материалов группы НГ, без зазоров. Противопожарные перекрытия в зданиях с наружными стенами классов К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub>, К<sub>3</sub> в расположении уровня перекрытия должны пересекать эти стены и остекление.

В местах пересечения целесообразно устанавливать гребни, выступы или козырьки, предотвращающие переход пламени или продуктов горения через оконные проемы.

В зданиях III степени огнестойкости при выделении помещений противопожарными перекрытиями 3-го типа несущие конструкции здания, на которые они опираются должны иметь огнезащиту, обеспечивающую предел огнестойкости

несущих конструкций не менее пределов огнестойкости этих конструкций.

Противопожарные зоны. Для разделения здания на пожарные отсеки допускается вместо противопожарных стен 1-ого типа предусматривать противопожарные зоны.

Противопожарная зона выполняется в виде вставок, разделяющих здание по всей ширине (длине) и высоте. Ширина такой зоны должна быть не менее 12 м. Противопожарные вставки образуются противопожарными отсеками и перекрытиями 2-го типа.

В помещениях, расположенных в пределах противопожарной зоны не допускается размещать процессы, связанные с образованием горячих пылей и с использованием горючих газов, жидкостей или материалов.

Допускаются в покрытии противопожарной зоны применять утеплитель из материалов группы Г<sub>3</sub>, Г<sub>4</sub>. При проектировании жилых зданий с административными помещениями на первых этапах отделять жилые этажи от административного и технических этажей.

## **2.5 Требования к огнестойкости многослойных ограждающих конструкций**

В состав многослойных конструкций входят материалы с различными показателями огнестойкости. Соотношение этих показателей в многослойных кровлях коррелируется.

Для скатных кровель: в зданиях всех степеней огнестойкости кровли, стропила и обрешётку чередующих покрытий следует подвергать огнезащитной обработке и допускается выполнять из материалов группы Г<sub>1</sub>–Г<sub>4</sub>.

При этом стропила и обрешетка чердачных покрытий следует подвергать огнезащитной обработке. Качество огнезащитной обработки должно быть таким, чтобы конструкция соответствовала требованиям группы Г<sub>3</sub>.

В зданиях с чердаками (кроме зданий IV степени огнестойкости) при устройстве стропил и обрешетки из материалов группы Г<sub>3</sub>, Г<sub>4</sub> не допускается применять кровли из материалов этих групп.

Для плоских кровель: максимально допустимую площадь кровли без гравийной засыпки, а так же площадь участков между противопожарными поясами применяют согласно табличным данным.

Противопожарные пояса следует выполнять как защитные слои эксплуатируемых кровель шириной не менее 6 м. Противопожарные пояса должны пересекать основание под кровлей (в том числе теплоизоляцию), выполненное из материалов группы горючести Г<sub>3</sub>, Г<sub>4</sub>, на всю толщину этих материалов. Места пересечения кровель противопожарными стенами допускается рассматривать как противопожарные пояса.

Если суммарная толщина водоизоляционного ковра группы горючести Г<sub>3</sub> и Г<sub>4</sub> превышает 6 м, следует предусматривать защитный слой согласно СП.

Таблица 2.1 – Классы опасности строительных материалов

Свойства пожарной опасности строительных материалов	Классы пожарно опасности строительных материалов в зависимости от группы					
	КМ0	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Горючесть	НГ	Г1	Г1	Г2	Г3	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 поверхности для покрытия полов	–	РП1	РП1	РП1	РП2	РП4

## 2.6 Требования к огнестойкости декоративно-отделочных материалов

В таблице 2.2 приведены требуемые характеристики декоративно-отделочных материалов с позиции пожарной безопасности в помещениях различного назначения.

Таблица 2.2 – Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации

Класс (подкласс) функциональной пожарной опасности здания	Этажность и высота здания	Класс пожарной опасности материала, не более указанного			
		Для стен и потолков		Для покрытия полов	
		Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе	Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе
1	2	3	4	5	6
Ф1.2, Ф1.3, Ф2.3, Ф2.4, Ф3.1, Ф3.2, Ф3.6, Ф4.2, Ф4.3, Ф4.4, Ф5.1, Ф5.2, Ф5.3	Не более 9 этажей или не более 28 м	КМ2	КМ3	КМ3	КМ4
	Более 9, но не более 17 этажей или более 28, но не более 50м	КМ1	КМ2	КМ2	КМ3
	Более 17 этажей или более 50 м	КМ0	КМ1	КМ1	КМ2

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Ф1.1, Ф2.1, Ф2.2, Ф3.3, Ф3.4, Ф3.5, Ф4.1	Вне зависимости от этажности и высоты	КМ0	КМ1	КМ1	КМ2

Таблица 2.3 – Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в зальных помещениях

Класс (подкласс) функциональной пожарной опасности здания	Этажность и высота здания	Класс пожарной опасности материала, не более указанного	
		Для стен и потолков	Для покрытия полов
Ф1.2, Ф2.3, Ф2.4, Ф3.1, Ф3.2, Ф3.6, Ф4.2, Ф4.3, Ф4.4, Ф5.1	Более 800		
	Более 300, но не более 800	КМ0	КМ2
	Более 50, но не более 300	КМ1	КМ2
	Не более 50	КМ2	КМ3
Ф1.1, Ф2.1, Ф2.2, Ф3.3, Ф3.4, Ф3.5, Ф4.1	Более 300	КМ3	КМ4
	Более 15, но не более 300	КМ0	КМ2
		КМ1	КМ2
		КМ3	КМ4

## **2.7 Показатели, используемые для сравнительной оценки пожарной опасности строительных пластмасс и в пожарно-технических расчетах при выполнении работ по противопожарному нормированию**

В настоящее время известен ряд показателей, которые характеризуют горючесть материалов и сопутствующие явления. Эти показатели используют для сравнительной оценки материалов, также на практике для пожарно-технических расчетов.

Таблица 2.4 – Основные виды полимеров, используемые при производстве строительных пластмасс

Наименование группы	Вид, химический состав и строение полимера	Исходные вещества	Внешний вид	Примечание
1	2	3	4	5
<b>Класс А. Синтетические полимеры цепной полимеризации</b>				
Этиленопласты	1. Полиэтилен	Этилен (газ) изпутных нефтяных газов	Твердый, белый материал, слегка просвечивает. В гранулах или порошке	Трубы, сантехизделия, пленки, листы
	2. Полипропилен	Пропилен (газ) изпутных нефтяных газов	Белый порошок или гранулы	Трубы и пленки
	3. Полиизобутилен	Изобутилен (газ) изпутных нефтяных газов	Каучукоподобные эластичные листы и пленки	Антикоррозийная защита, полы, гидроизоляция
Винипласты	4. Поливинилхлорид (ПВХ или ПВХ)	Кокс, известь (ацетилен) хлористый натрий, водород	Порошок или гранулы белого или слабожелтого цвета. Листы темнокоричневого цвета жесткие, листы светложелтого цвета эластичные	Утеплитель линолеум, пленки, трубы. Может применяться в несущих конструкциях

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
	5. Полиперхлорвинил	Кокс, известь (ацетилен) хлористый натрий, водород	Порошок или его раствор	Клей, лаки, краски, пленки, ткани
Этинолопласты	6. Поливинилацетат	Ацетилен и уксусная кислота	Стеклообразный продукт белого цвета или его водная эмульсия сметанообразного вида	Полимерцементбетон, мастичные полы, клей, лаки
Стиропласты	7. Полистирол	Этилен и бензол (из каменноугольной смолы)	Прозрачные листы, гранулы или белый порошок	Утеплитель, облицовочные плитки, трубы
Акрилопласты	8. Полиметилметакрилат	Ацетилен и спирт	Прозрачные бесцветные блоки и листы или белый порошок	Светопрозрачные покрытия, облицовочные плитки

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
<b>Класс Б. Синтетические полимеры конденсационные или ступенчатой полимеризации</b>				
Фенолопласты	1. Фенолформальдегидная смола	Фенол (из каменноугольной смолы) и формальдегид из метана (природный газ) или из метилового (древесного) спирта	Пресспорошки темного цвета или жидкие смолы (растворы порошков в спирте и т.д.)	Конструкционные пластмассы, клей, утеплитель, химически стойкие мастики, листы, плитки
	2. Мочевиноформальдегидные (кабамидные) смолы	Мочевина (аммиак и углекислый газ) и формальдегид	Сероватобелый кристаллический порошок	Конструкционные пластмассы и клей
Аминопласты	3. Меламиноформальдегидные смолы	Меламин (из мочевины) и формальдегид	Порошок различных цветов (в зависимости от примесей)	Конструкционные пластмассы и клей
	4. Мочевиномеламиноформальдегидные смолы	Мочевина, меламин, формальдегид	Порошок различных расцветок (в зависимости от примесей)	Конструкционные пластмассы и клей

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
Эфиропласты	5. Полиэфирные смолы-глифталы	(Г) и фталевая кислота (Ф) из нафталина	В виде клея и лака	Клей, лаки, линолеумы
Эпоксидопласты	7. Эпоксидные смолы	Фенол и эпихлоргидрин	Вязкие жидкости желтого и коричневого цвета	Изготовление стеклопластиков и клеев. Пластостворы и замазки
Амидопласты	8. Полиамидные смолы и волокна; нейлон, капрон	Фенол, ацетилен, азот	Гранулы, порошки, волокна и ткани	Изготовление тканевых оболочек в пневматических конструкциях
<b>Класс В. Химически модифицированные природные полимеры</b>				
Эфиры целлюлозы	1. Целлопласты (этил-, бензил-, нитроацетилцеллюлоза)	Древесная масса, хлопок (природная клетчатка) и кислоты	Листовой материал (целлулоид) в лаках, красках	Линолеум, лаки, краски, клеи, мелкие поделки

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
Протеинопласты	2. Молочный казеин	Молочные продукты	Белый порошок	Клей
Полимеризованные растительные масла	3. Олифа, тунговое масло	Растительные масла	Масло	Древесные плиты, линолеум
<b>Класс Г. Природные и нефтяные асфальты и смолы</b>				
Битумопласты	1. Сплавы асфальтов с битумами и пеками	Асфальты, битум, пек	Темные смолы	Полы, изоляция, гидрофобизирующие добавки и пропитки

*Примечание.* Природные и нефтяные асфальты и смолы являются высокомолекулярными соединениями, но к полимерам не относятся.

## **2.8 Особенности пожарной опасности строительных пластмасс**

Полимеры и пластмассы обладают низкой устойчивостью к температурным воздействиям. Прочность их интенсивно снижается при переходе из твердого состояния в вязкое или в связи с нарушением структуры полимера. Изменение физико-механических свойств при нагревании связаны с необратимыми процессами, и в первую очередь с термоокислительной деструкцией. А так как деструкция происходит при относительно не высоких температурах, то даже при не значительном нагревании наблюдается существенное снижение прочно-

сти и изменение других физико-механических свойств. Это определяется видом и количеством входящих в состав компонентов. Практически все полимеры при нагревании теряют прочность, жесткость и увеличивают пластичность. Временное сопротивление в зависимости от температуры интенсивно снижается.

Одним из показателей термической стойкости материала служит величина потери массы при нагревании. Потеря массы только на 6–8 % вызывает большую потерю прочности. Например, при нагревании до 250 °С и последующей 50-часовой выдержке стекловолокнит АГ - 4 теряет 8,5 %, а КМС – 9–2 % своей массы.

Термическая деструкция кремнийорганических стеклопластиков происходит при нагревании до температуры выше 350...400 °С, для полиэфирных стеклопластиков – при 250 °С. Стеклотекстолит ФН, изготовленный на основе фенолформальдегидного полимера, совмещенного с фурфуролом, при нагревании до 250 °С снижает прочность при изгибе в 2,2 раза.

Кроме того, практика, а также многочисленные эксперименты показали, что пожарная опасность пластмасс существенно зависит от характера огневого воздействия на материал, от особенностей его применения и условий окружающей среды.

Исследованиями установлено, что способность распространения пламени по поверхности отделочных материалов зависит от вида материала; ориентации в пространстве (пол, стена, потолок), материала основания (подложки). Наиболее существенное влияние на способность распространения пламени по поверхности материала оказывает величина теплового воздействия.

Для каждого материала существует критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТ), ниже которого распространение пламени не происходит.

Таблица 2.5 – Горючесть некоторых полимерных строительных

материалов

Наименование материалов и изделий	Шифр технической документации на материал
1	2
<b>А. Горючие материалы (ГЗ, Г4)</b>	
Плиты древесностружечные (ДСП)	ГОСТ 10632–77
Плиты древесноволокнистые (ДВП)	ГОСТ 4598–74
Стеклопластик полиэфирный листовый	МРТУ 6–11–134–79
Стекло органическое: конструкционное техническое	ГОСТ 15809–70 ГОСТ 17622–72
Пластик бумажноволокнистый декоративный	ГОСТ 9590–76
Плиты теплоизоляционные из пенопласта полистирольного	ГОСТ 15583–70
Дивинилстирольный герметик	ТУ 38405–139–76
Эпоксидно-каменноугольная мастика	ТУ 21–27–42–77
Полиуретановые пенопласты: ППУ-316 ППУ-317	ТУ 6–05–221–359–75 ТУ 6–05–221–368–75
Поливинилхлоридный пенопласт марки: ПВ-1 ПХВ-1	ТУ 6–06–1158–77 ТУ 6–05–1179–75
Прокладки уплотняющие пенополиуретановые	ГОСТ 10174–72
Пленка полиэтиленовая	ГОСТ 10354–73
Пленка полистирольная	ГОСТ 12998–73
Пергамин кровельный	ГОСТ 2697–75
Рубероид	ГОСТ 10293–82
Прокладки резиновые	ГОСТ 19177–81
Фольгоизол	ГОСТ 204429–75

Продолжение таблицы 2.5

1	2
<b>Б. Трудногорючие материалы (Г1, Г2)</b>	
Плиты теплоизоляционные из пенопластов на основе резольных фенолформальдегидных смол Пенопласт ФРП-1 при $\rho_0 \geq 80 \text{ кг/м}^3$	ГОСТ 20916–75
Эмаль ХП-799 на хлорсульфированном полиэтилене	ТУ 84–618–75
Битумно-полимерная мастика БПМ-1	ТУ 6–10–882–78
Плиты древесноминеральные	ТУ 66–16–026–83
Стеклотекстолит конструкционный	ГОСТ 10292–74
Плиты и маты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем марок 50–125	ГОСТ 95573–82
Маты минераловатные прошивные	ГОСТ 21880–76
Листы гипсокартонные (ГКЛ)	ГОСТ 6266–81
Листы гипсоволокнистые (ГВЛ)	ТУ 21–34–8–82
Плиты цементностружечные (ЦСП)	ТУ 66–104–83
<b>В. Негорючие материалы (НГ)</b>	
Стеклопор	ТУ 21–РСФСР–2.22–74
Плиты перлитофосфогелевые теплоизоляционные	ГОСТ 21500–76

Таблица 2.6 – Величина КППТП для некоторых материалов

Материал (положение – «стена»)	КППТП кВт/м <sup>2</sup>	Группа распространения пламени
Древесно-волоконная плита	3	РП4
Масляная краска МП-21–39	3	РП4
ДБСП (ГОСТ 9590–76)	15,0	РП1
ДБСП – антипирированный (ТУ 400–1–18–84)	20,4	РП1
Бумага «Декор Дуб-59»	26	РП1

В таблице 2.6 представлены данные по дымообразующей способности строительных материалов.

Таблица 2.7 – Дымообразующая способность некоторых строительных материалов

Наименование материала (изделия из него)	Стандарты или ТУ	Коэффициент дымообразования $D_m$ , м <sup>2</sup> /кг	
		тления	горения
1	2	3	4
<b>А. Материалы с высокой дымообразующей способностью <math>D_m &gt; 500</math>, группа ДЗ [2, 3]</b>			
Обои ПВХ на бумажной основе	ТУ 21–29–11–72	1560	630
Пенопласт ПВХ	СТУ 14–07–41–64	2090	1290
Полистирол	ВТУ 33078–60	280	770
Пенопласт ПСБ-С	ГОСТ 15588–70	1660	770
Пенополистирол ПС-1–600		1610	1050
<b>Пенополиуретаны:</b>			
ППУ-3с	ГОСТ 5–3025–82	770	530
ППУ-7т	ВТУ 8–98–67	1430	610
Марка ОПС-2	ТУ 6–01–2–509–77	550	470
Плиты древесноволокнистые	ГОСТ 8904-66	760	130
Стеклопластик	ТУ 6–11–10–62–81	640	340
Полиэтилен	ГОСТ 16337–70	1290	890
Пленка ПВХ марки ПДО-15	ГОСТ 24944–81	640	400
<b>Б. Материалы с умеренной дымообразующей способностью <math>D_m</math> 50-500, группа Д2 [2, 3]</b>			
Декоративный бумажно-слоистый пластик	ГОСТ 9590–76	180	80

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4
Декоративный бумажно-слоистый пластик	ТУ 400–1–18–79	150	30
Линолеум ПВХ плиточный	ГОСТ 164–75	250	260
Линолеум ПВХ однослойный	ТУ–21–99–90–80	130	440
Стекло органическое, марка СТ-1	ГОСТ 15809–70	310	140
Пленка ПВХ марки ПДО-15	ГОСТ 244944–81	640	400
Плиты древесноволокнистые огнезащищенные ППУ-306	ТУ 13–51–2–79 ТУ 203–71		
Стеклотекстолит КЛСТ-В		90	50
<b>В. Материалы с малой дымообразующей способностью <math>D_m &lt; 50</math>, группа Д1</b>			
Пенопласт ФРП	ТУ 6–05–221–304–74	5	5

В таблице представлены данные по составу и токсичности продуктов горения некоторых строительных материалов.

Анализ гибели людей на пожарах показал, что главной причиной вызывающей смерть, является отравлением оксидом углерода. Это связано прежде всего с тем, что оксид углерода выделяется в больших количествах при термическом разложении и горении практически всех материалов органического происхождения. Кроме того, оксид углерода приблизительно в 300 раз активнее, чем кислород взаимодействует с гемоглобином крови.

Это приводит к образованию карбоксигемоглобина крови вместо оксигемоглобина, который является поставщиком кислорода всем участкам человеческого организма.

Таблица 2.8 – Токсичность продуктов горения полимерных материалов

Наименование материала (изделия из него)	Стандарт, ТУ	Выделение продуктов горения, мг/г				Показатель токсичности, г/м <sup>-3</sup>	Группа токсичности
		СО	СО <sub>2</sub>	НС N	Окислы азота		
Целлюлоза	ТУ-81-04-543-79	60,0	152	–	–	45,0	T2
Линолеум ПВХ экструзионный	ТУ 400-1-484-73	69,3	777	–	–	61,0	T2
Древесно-стружечная плита	ГОСТ 10632-77	108	857	–	–	49,0	T2
Стеклопластик ПН-1	ОСТ 6-11-390-75	7,9	270	0,06	–	63,0	T2
Пенополиуретан ПУ-318	ТУ 6-05-221-469-79	121	944	5,19	12,2	26,0	T3
Пенополистирол	ГОСТ 15588-70	–	–	–	–	39,7	T3
Пенопласт ФРП	ВТУ ВНИИ СС № 50-65	539	656	,56	0,99	6,6	T4
Декоративный бумажнослойный пластик (ДБСП)	ГОСТ 9590-76	–	–	–	–	11,2	T4

## 2.9 Показатели, характеризующие горючесть строительных материалов

Показатели, охарактеризованные выше, используются для классификации строительных материалов в противопожарном нормировании. Однако полная характеристика пожарной опасности далеко не исчерпывается этими показателями.

В настоящее время известен целый ряд показателей, которые также характеризуют горючесть материалов и сопутствующие явления. Эти показатели используют для сравнительной оценки материалов, а также на практике для пожарно-технических расчетов.

Наиболее широко для сравнительной оценки полимерных материалов в целом и строительных пластмасс в частности используют метод определения «предельного кислородного индекса» – КН. По физическому смыслу предельный кислородный индекс – это минимальное содержание кислорода в воздухе, при котором еще наблюдается устойчивое диффузное горение. Он может быть выражен в разных относительных единицах – в малых, массовых и объемных долях или в процентах. Чем выше значение предельного кислородного индекса для материала, тем этот материал менее горюч, поскольку для поддержания устойчивого горения требуется большое количество кислорода. Числовые значения кислородного индекса некоторых материалов, используемых в производстве строительных материалов, представляется в таблице. Из этих данных видно, что подавляющее количество материалов, большинство имеет КИ меньше чем у фенолформальдегидной смолы (КИ = 35,0), относящейся к группе горючести Г2, т. е. эти данные согласуются с данными таблицы, показывающими, что подавляющее число полимерных строительных материалов относится к группам материалов по горючести Г3, Г4.

Важным показателем, характеризующим пожарную опасность веществ и материалов, в том числе строительных, является низшая теплота сгорания. Числовые значения теплоты

сгорания полимеров изменяются в пределах 4,6 МДж/кг (политетрафторэтилен) – 46,5 МДж/кг (полиэтилен, полипропилен). Это во многом объясняет тот факт, что пожары в современных зданиях, насыщенных полимерными материалами, развиваются более интенсивно.

В таблице приведены числовые значения теплоты сгорания для некоторых полимерных материалов и строительных материалов. Числовые значения низшей плотности сгорания используют для расчета пожарной нагрузки в помещениях и температурного режима развития пожара.

Массовая скорость выгорания, как и скорость распространения пламени по поверхности, главным образом зависит от вида материала и от интенсивности теплового воздействия на материал. Для строительных материалов этот показатель лежит в пределах от 0,1 до 10 кг/м<sup>2</sup> (с 1 м<sup>2</sup> поверхности за 1 секунду может выгореть от 0,1 до 10 кг материала), выделяя при этом соответствующее количество тепла, дыма и токсичных продуктов горения.

Таблица 2.9 – Кислородный индекс полимерных материалов

Материал	КИ, %
Полиформальдегид	15,0
Полиуретановые пены	15,7
Ацетатцеллюлоза	16,0–17,0
Полиметилметакрилат	17,3
Полиэтилен	17,4
Полистирол	17,8
Целлюлоза	19,0
Эпоксидная смола	19,8
Полиамид 6,6	24–29
Фенолформальдегид	35,0
Поливинилхлорид	45–49
Политетрафторэтилен	95,0

Таблица 2.10 – Теплота сгорания полимерных материалов

Наименование	Q, МДж/кг
<b>А. Полимеры</b>	
Политетрафторэтилен	4,6
Поливинилхлорид	18,1
Полиамид-6	20,5
Полиэтилентелфталат	22,0
Полиметилметакрилат	26,6
Полистирол	41,4
Полиэтилен	46,4
Полипропилен	46,5
<b>Б. Материалы</b>	
Пенопласт на основе пенополиуретана с антипиренами	15,5
Пенопласт на основе пенополиуретана	24,0
Стеклопластик на эпоксидной основе	16,9
ДБСП ( ГОСТ 9520–76 )	20,3
ДБСП антипирированный	18,6
Линолеум поливинилхлоридный экструзионный	17,9
Линолеум поливинилхлоридный вспененный	23,8
Строительный войлок	20,8
Пенопласт на основе пенополиуретана ППУ-306	28,4

## **2.10 Способы повышения огнестойкости и снижения пожарной опасности материалов, применяемых в строительном производстве**

Концепции огнезащиты органических материалов основаны на классическом «треугольнике горения» (горючее – окислитель – источник зажигания). Чтобы предотвратить или затормозить горение материала с последующими процессами (дымовыделения, образования токсичных продуктов) необходимо или исключить один из компонентов «треугольника», или разорвать связи между «углами», физическими и химическими методами. К физическим методам относятся: ухудшение условий переноса реагентов (горючих паров, газов и кислорода) к фронту горения (создание физического барьера между материалом и окисляющей средой).

К химическим методам могут быть отнесены:

- целенаправленные изменения структуры материала, соотношения и состава его материала; воздействие химических реагентов – ингибиторов газофазных реакций горения;
- воздействие химических реагентов, влияющих на твердофазные процессы пиролиза.

В ряде случаев снижение горючести материала ведет к снижению его дымообразующей способности и уменьшению выхода токсичных продуктов, однако часто наблюдается увеличение дымообразования и токсичности продуктов горения при его торможении. Например, это характерно при введении в полимеры галогенсодержащих антипиренов. Способы подавления дымообразования и выхода токсичных продуктов базируются на знании механизма этих процессов. В частности, активное дымоподавление происходит при введении в состав полимеров гидратированных минералов. Разлагаясь при высокой температуре, гидроксиды выделяют большое количество влаги, которая адсорбирует частицы дыма.

Снижение выхода токсичных продуктов осуществляют: путем простого разбавления; изменением хода реакций пиролиза и горения, в результате чего увеличивается выход инертных веществ; путем поглощения и связывания токсичных компонентов.

### **Контрольные вопросы**

1. Что необходимо определить при проектировании и реконструкции зданий?
2. Особенности пожарной безопасности зданий повышенной этажности.
3. Пожарные отсеки и противопожарные преграды.
4. Конструктивные решения противопожарных преград
5. Основные требования к огнестойкости многослойных ограждающих конструкций.

## **ГЛАВА 3. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, АКУСТИЧЕСКИЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

В связи с тем, что данная группа классифицируется не по виду материалов, а по назначению, и состоит из материалов различных видов, при изучении их пожарной опасности и поведения в условиях пожара рекомендуется пользоваться соответствующими схемами.

### **3.1 Основные виды теплоизоляционных и акустических материалов, применяемых в строительстве**

Теплоизоляционными называются материалы, обладающие малой теплопроводностью ( $\lambda < 0,21$  Вт/мК) и предназначенные для тепловой защиты зданий, горячих поверхностей оборудования, трубопроводов и камер холодильников.

Они характеризуются пористым строением, малой объемной массой. Поскольку теплопроводность воздуха заполняющего поры материала, очень мала ( $\lambda_{в} = 0,02$  Вт/мК), то с увеличением пористости понижается теплопроводность материала. Меньшей теплопроводностью обладают материалы с мелкими закрытыми порами. В крупных открытых порах возникают конвективные потоки воздуха, переносящие тепло, что повышает теплопроводность материала. С повышением влагосодержания повышается теплопроводность материала, так как теплопроводность воды значительно выше, чем воздуха.

Применение теплоизоляционных материалов и изделий в строительстве позволяет уменьшить толщину стен.

Классифицируют теплоизоляционные материалы и изделия из них по различным признакам, например по виду исходного сырья: органические и неорганические. Органические имеют недостатки по сравнению с неорганическими – более высокую гигроскопичность, загниваемость, горючесть, меньшую прочность и теплостойкость.

Акустические материалы. Материалы, обладающие свойствами поглощать звук, называют звукопоглощающими, а способные изолировать помещения от проникновения звука – звукоизоляционными. Общее их название – акустические материалы. Акустические материалы классифицируют так же, как и теплоизоляционные по характеру строения, виду сырья, объемной массе.

Звукоизоляционные материалы применяют в виде прослоек в междуэтажных перекрытиях, во внутренних и наружных стенах. К звукоизоляционным материалам и изделиям относят маты и плиты полужесткие стекловатные на синтетическом связующем, древесноволокнистые плиты, а также эластичные пластмассы.

В качестве звукопоглощающих в строительной практике широко используют минераловатные плиты на синтетическом связующем – акмигран, акминит.

Акминит – материал из гранулированной ваты и крахмального связующего с добавками. Его применяют в качестве звукопоглощающей отделки потолков в верхней части стен помещений общественных зданий, объемная масса 320–360 кг/м<sup>3</sup>. Плиты из него по горючести относятся к грунтам Г1–Г2 (в зависимости от количества связующего вещества).

### **3.2 Гидроизоляционные материалы на битумных и дегтевых вяжущих**

Строительные материалы, в состав которых входят битумы или дегти и пеки, называют битумными или дегтевыми.

Все эти материалы представляют собой сложные смеси углеводородов и их производных, при нагревании размягчаются, а при охлаждении становятся вязкими или твердыми. Они почти нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях. Эти материалы обладают вяжущими свойствами. К ценным свойствам битумных и дегтевых

материалов относят высокую водонепроницаемость, стойкость к действию кислот, щелочей, агрессивных жидкостей и газов, а также способность прочно сцепляться с деревом, металлом, камнем (это свойство называют адгезией).

Битумы представляют собой соединения углеводородов с кислородом, азотом, серой. Битумы растворимы в сероуглероде, хлороформе, бензоле и других органических растворителях. Различают битумы природные и нефтяные. Природный битум в чистом виде встречается редко, чаще он содержится в породах горных пород – известняков, песчаников. В строительстве природные битумы редко применяются вследствие их высокой стоимости и ограниченности месторождений.

Нефтяные битумы состоят из углерода до 85 %, водорода до 15 %, кислорода до 2 %, серы до 1,5 % и ряда примесей других веществ в малых количествах.

Дегтевые вяжущие. К этой группе относят сырые дегти, дегтевые масла и пеки.

Сырые дегти – это жидкие продукты сухой перегонки органического вещества – каменного и бурого угля, торфа, древесины и т.п. сырья, разложение которого происходит при высокой температуре без доступа кислорода. Сырые дегти состоят из углеводородов и их сернистых, азотистых и кислородных производных. В зависимости от исходного сырья дегти могут быть древесные, торфяные, сланцевые и каменноугольные. Сырые дегти разгоняют на фракции, которые называют дегтевыми маслами. Получаемый после их отгонки твердый остаток называют пеком. Битумы, дегти и пеки применяют главным образом в разогретом состоянии, так как в холодном виде они имеют высокую вязкость. Кроме того, их растворяют в органических растворителях. Смеси дегтя и пека используют для производства кровельного толя, приклеивающих и покрасочных дегтевых мастик.

Битумные и дегтевые эмульсии и пасты. Эмульсии представляют собой водобитумные или вододегтевые дисперсии (физические растворы). Обычно в эмульсиях содержится око-

ло 50 % воды, 45 % битума или дегтя. Преимущество эмульсий – возможность использования их в холодном виде. Битумные и дегтевые материалы в строительстве применяются для окраски кровель, устройства гидро- и пароизоляционного покрытия, приклеивания штучных и рулонных материалов, а также для покрытия поверхностей с целью их гидрофобизации (водоотталкивания – несмачиваемости).

Кровельные и гидроизоляционные материалы. В зависимости от применяемого вяжущего кровельные и гидроизоляционные материалы подразделяются на битумные и дегтевые. Между кровельными и гидроизоляционными материалами нельзя провести четкой границы, так как один и тот же материал может быть использован и как кровельный, и как гидроизоляционный или пароизоляционный. По внешнему виду выпускаемые материалы разделяют на рулонные и листовые, мастики, пасты и эмульсии.

Рулонные материалы водонепроницаемы, обладают малой теплопроводностью. Однако они менее долговечны, чем асбестоцементные или керамические и, кроме того, горючи. Для производства всех видов рулонных кровельных битумных и дегтевых материалов в качестве основы применяют кровельный картон, изготавливаемый из смеси растительных волокон, размолотого тряпья, макулатуры и целлюлозы; в его состав могут входить и волокна асбеста. Эти материалы на картонной основе разделяют на 2 вида: покровные и беспокровные. Первые получают путем пропитки основы битумом или дегтем и нанесения на поверхность покрытия из вяжущего с минеральным наполнителем. Вторые изготавливают без минеральных покрытий. К первому виду, например, относится рубероид, ко второму пергамин. Толь выпускают как покровный, так и беспокровный.

Рубероид – кровельный и изоляционный материал, изготавливаемый путем пропитки кровельного картона мягкими нефтяными битумами и последующего покрытия тугоплавкими нефтяными битумами с обеих сторон.

Стеклорубероид изготавливают путем нанесения на стекловолоконный холст двустороннего битумного покрытия. Основное преимущество стеклорубероида перед обычным – более высокая прочность его основы – стеклохолста по сравнению с картоном.

Пергамин изготавливают из кровельного картона, пропитанного нефтяным битумом. В отличие от рубероидов пергамин не имеет на поверхностях кровельного слоя битума и какой-либо посыпки. Применяют пергамин в основном для нижних слоев многослойных кровельных покрытий при укладке на горючих мастиках, а также для пароизоляции.

Гидроизол – беспокровный гидроизоляционный материал, изготовленный путем пропитки асбестовой бумаги нефтяными битумами. Основное его назначение – гидроизоляция подземных сооружений и устройство антикоррозийных покрытий трубопроводов. Гидроизол относят к группе горючих материалов (Г4).

Изол – получают путем смешивания нефтяного битума с резиновой крошкой и асбестовым волокном.

Бризол (битумно-резиновая изоляция) – рулонный гидроизоляционный материал, состоящий из нефтяного битума, дробленой резины, асбеста и пластификаторов. Применяют для защиты от коррозии подземных трубопроводов.

Толь получают путем пропитки специального картона каменноугольным дегтем и пеком. Обе стороны покрывают специальной минеральной посыпкой из сланцевой и асбестовой крошки, кварцевого песка и доменных шлаков. Применяют в основном для покрытия временных объектов строительства, а также гидроизоляции фундаментов, подвалов и прочих подземных сооружений.

Битумные и дегтевые мастики. По способу применения их делят на горячие и холодные. Горячие – применяют с предварительным подогревом до 130–180 °С. Холодные – без подогрева до температуры воздуха не ниже 5 °С. Мастики всех видов содержат наполнители минеральные и органические.

Горячие мастики применяют для приклеивания кровельного ковра к основанию, склеивания отдельных слоев ковра между собой, устройства мастичных кровель, армированных стекловолоконными материалами. Холодные мастики обычно растворяют на бензине, лигроине, уайтспирите, керосине, нефтяных маслах. Применяют их для приклеивания рулонных материалов, устройства защитного покрытия, для гидро- и пароизоляции.

### **3.3 Неорганические теплоизоляционные материалы и их поведение в условиях пожара**

#### *Минераловатные изделия*

Изготавливают на основе различных связующих. Минеральная вата представляет собой теплоизоляционный материал, состоящий из тонких стекловидных волокон, получаемых путем распыления жидкого расплава горных пород или металлургических шлаков.

Марки минеральной ваты (т. е. объемная масса) колеблются от 75 до 150 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda$  – от 0,035 до 0,046 Вт/м<sup>2</sup>К. Предельная температура применения  $t_{пр} = 600$  °С. Используют в качестве засыпок и набивок. Из минеральной ваты изготавливают в основном следующие виды изделий:

Минераловатные плиты изготавливают с добавкой вяжущих (смолы, битума, глины). Плиты на фенольной связке обладают следующими характеристиками: объемная масса – 100–175 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 0,05$  Вт/м<sup>2</sup>К;  $t_{пр} = 200$  °С. Плиты на битумной связке: объемная масса – 250–400 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 0,06–0,08$  Вт/м<sup>2</sup>К. Кроме плит, из минеральной ваты изготавливают скорлупы и маты. Горючесть минераловатных изделий зависит от вида и количества связующего вещества: негорючие (НГ) – связующее – глина или горючее связующее при содержании до 6 % по массе: горючие (Г1, Г2) – 7–15 %; горючие (Г3, Г4) – более 15 %.

Акмигран – акустические плиты из минеральной гранулированной ваты. Состав: минвата – 65 %; глина – 20 %; крахмал – 12 %; парафин и бура – 1 %. Объемная масса – 350–400 кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda = 0,098$  Вт/м·К. Горючий материал (Г1, Г2) применяют как отделочный для подвесных потолков.

### ***Материалы на основе стекла***

Стекловолоконная вата. Получают из сырья, служащего для изготовления стекла (SiO<sub>2</sub>, сода и др.), а также из расплава стеклянного боя. Стекловолоконные волокна прочнее волокон минеральной ваты. Свойства аналогичны. Объемная масса – 130 кг/м<sup>3</sup> (в рыхлом состоянии);  $t_{пр} = 450$  °С;  $\lambda < 0,052$  Вт/м·К. Стекловолоконную вату используют главным образом в виде матов.

Ячеистое стекло – высокопористый ( $\Pi = 80–95$  %) материал, получаемый обжигом при температуре 900–1000 °С смеси стеклянного порошка и газообразователя (известняк, кокс, антрацит). Объемная масса – 200–400 кг/м<sup>3</sup>;  $t_{пр} = 800$  °С;  $\lambda = 0,128$  Вт/м·К;  $R_{сж} = 2–6$  Мпа. Производится в виде блоков и плит. Предназначается главным образом для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий.

### ***Материалы на основе вспученного перлита***

Вспученный перлит – сыпучий материал, получаемый путем обжига (1–2 мин) водосодержащей горной породы при температуре 700...1250 °С. В результате задержки удаления воды при быстром нагревании перлита происходит увеличение его объема в несколько раз (до 20). Объемная масса – 75–200 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 0,4–0,6$  Вт/м·К;  $t_{пр} = 600...900$  °С – в зависимости от вида связующего в изделиях. Вспученный перлит применяют в сыпучем виде (песок) и в виде изделий. Песок применяют в качестве заполнителя для теплоизоляционных бетонов, растворов, изделий, а перлитовый щебень в качестве пористого заполнителя для теплоизоляционных и легких бетонов.

### ***Вермикулитовые изделия***

Вспученный материал – сыпучий, зернистый материал, получаемый путем обжига (3–5 мин) при температуре 800...1000 °С минерала вермикулита, представляющего собой природные гидратированные слюды (алюмосиликаты магния). При этом его объем увеличивается в 20 и более раз. Объемная масса – 100–200 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 0,004–0,075$  Вт/м□К;  $t_{пр} = 1100$  °С.

Применяют как наполнитель в огнезащитных красках и обмазках; также как и перлит, используется в качестве заполнителя для бетонов и штукатурных растворов.

### ***Вулканический пепел, песок, пемза, туф***

Пористые горные породы, объемная масса – 400–1400 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 0,11–0,33$  Вт/м□К;  $t_{пр} = 1300$  °С. Используют в качестве теплоизоляционных засыпок и набивок, а также в виде плит, блоков и других изделий для теплоизоляции зданий.

Кроме перечисленных, выпускают плиты и маты из волокон базальта, кремнезема. Теплоизоляционные материалы на неорганической основе относятся к группе негорючих материалов. Исключение составляют плиты с использованием органических связующих. Их горючесть зависит от вида и количества связующего. Особенностью поведения в условиях пожара неорганических теплоизоляционных материалов является потеря структурной целостности и снижение, а порой полная утрата теплоизолирующих свойств.

## **3.4 Пожарная опасность органических теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов**

Органические теплоизоляционные материалы получают из растительного сырья и отходов: древесных стружек, опилок, костры, камыша, торфа и других, а также на основе полимеров.

Древесно-волокнистые плиты (ДВП) изготавливают из отходов древесины путем формирования и пропитки синтетическими смолами. Объемная масса –  $250 \text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda = 0,75 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Плиты горючи (Г4). Легко загораются и горят даже под слоем штукатурки или другого облицовочного материала, что обусловлено наличием достаточного количества воздуха в порах. Следовательно, поверхностные методы огнезащиты для этого материала малоэффективны.

Древесно-стружечные плиты (ДСП) изготавливают путем горячего прессования древесных стружек, пропитанных полимерным связующим. Объемная масса –  $250\text{--}400 \text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda = 0,058 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Плиты горючи (Г4). Их пожароопасные свойства определяются видом связующего и древесных стружек.

Фибролит применяют для теплоизоляции: объемная масса  $300\text{--}350 \text{ кг/м}^3$ . Существует еще конструкционный фибролит с объемной массой  $400\text{--}500 \text{ кг/м}^3$ . Фибролит при объемной массе  $> 300 \text{ кг/м}^3$  – горюч (Г3).

Торфоплиты. Сырьем служит молодой, еще не перегнивший торф, с большим количеством мха. Плиты получают горячим прессованием. Вяжущего материала для скрепления волокон торфа не требуется, так как при температуре  $120\text{--}150 \text{ }^\circ\text{C}$  содержащиеся в торфе коллоидальные вещества склеивают волокна торфа и переходят в нерастворимое состояние. Объемная масса –  $170\text{--}250 \text{ кг/м}^3$  (при влагосодержании 15%);  $\lambda = 0,058\text{--}0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ;  $t_{\text{пр}} < 100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Торфоплиты горючи (Г4) – горят открытым пламенем и интенсивно переугливаются, что затрудняет тушение пожара. Для защиты от возгорания плиты оштукатуривают. Торфяные теплоизоляционные плиты применяют для изоляции стен и перекрытий. В связи с появлением новых, более эффективных теплоизоляционных материалов, производство плит сокращается.

Строительный войлок изготавливают из низких сортов шерсти с добавлением льняной пакли и клеящих веществ. Объемная масса –  $150\text{--}200 \text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda = 0,06 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Материал

горюч (Г3–Г4). Чаще горит не открытым пламенем, а интенсивно тлеет, выделяя удушливый дым. Понижение горючести достигается пропиткой его льняным раствором.

Пакля представляет собой спутанные волокна отходов обработки льна, конопли. Объемная масса –  $150 \text{ г/м}^3$ ;  $\lambda = 0,06 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , легковоспламеняющийся материал (Г4).

Камышит и соломит – спрессованные плиты из камыша, тростника или соломы. Объемная масса –  $200\text{--}250 \text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda = 0,08\text{--}0,11 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Материалы горючие (Г4). Для защиты от возгорания, гниения и грызунов оштукатуривают. Применяют для заполнения стен и перекрытий, для устройства перегородок.

Битумные и дегтевые материалы являются горючими (Г3–Г4), поскольку их изготавливают на горючих вяжущих веществах и заполнителях. Более показательными характеристиками для данных материалов являются температуры воспламенения, самовоспламенения и вспышки. В частности, нефтяные битумы имеют следующие характеристики:  $t_{\text{всп}} = 184\text{--}270 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{всп}} = 285\text{--}351 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{всп}} = 368\text{--}397 \text{ }^\circ\text{C}$ . Кроме того, битумы при нанесении на шлаковату склонны к самовозгоранию. Материалы на основе битума имеют следующие характеристики. Изол имеет  $t_{\text{в}} = 345 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{св}} = 410 \text{ }^\circ\text{C}$ , бризол –  $t_{\text{в}} = 340 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{св}} = 405 \text{ }^\circ\text{C}$ . При температуре  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  изол и бризол склонны к самовозгоранию. Мастика резино-битумная имеет  $t_{\text{всп}} = -300 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные виды теплоизоляционных и акустических материалов, применяемых в строительстве.
2. Характеристики гидроизоляционных материалов на битумных и дегтевых вяжущих.
3. Какие неорганические теплоизоляционные материалы применяются в строительстве?

4. Какие органические теплоизоляционные материалы применяются в строительстве?
5. Поведение древесно-волоконистых плит в условиях пожара.
6. Поведение торфоплит в условиях пожара.
7. Поведение строительного войлока в условиях пожара.

## **ГЛАВА 4. СПОСОБЫ ОГНЕЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **4.1 Исходные сведения об огнезащите органических материалов**

Концепции огнезащиты органических материалов основаны на классическом «треугольнике горения» (горючее – окислитель – источник зажигания). Чтобы предотвратить или затормозить горение материала с последующими процессами (дымовыделения, образования токсичных продуктов) необходимо или исключить один из компонентов «треугольника», или разорвать связи между «углами», физическими и химическими методами. К физическим методам относятся:

- замедление подвода тепла к материалу за счет теплоизолирующего экранирования его поверхности;
- охлаждение зоны горения в результате увеличения отводов тепла в окружающую среду;
- ухудшение условий переноса реагентов (горючих паров, газов и кислорода) к фронту горения (создание физического барьера между материалом и окисляющей средой).

К химическим методам могут быть отнесены:

- целенаправленные изменения структуры материала, соотношения и состава его материала;
- воздействие химических реагентов – ингибиторов газофазных реакций горения;

– воздействие химических реагентов, влияющих на твердофазные процессы пиролиза.

В ряде случаев снижение горючести материала ведет к снижению его дымообразующей способности и уменьшению выхода токсичных продуктов, однако часто наблюдается увеличение дымообразования и токсичности продуктов горения при его торможении. Например, это характерно при введении в полимеры галогенсодержащих антипиренов. Способы подавления дымообразования и выхода токсичных продуктов базируются на знании механизма этих процессов. В частности, активное дымоподавление происходит при введении в состав полимеров гидратированных минералов. Разлагаясь при высокой температуре, гидроксиды выделяют большое количество влаги, которая адсорбирует частицы дыма.

Снижение выхода токсичных продуктов осуществляют:

- путем простого разбавления;
- изменением хода реакций пиролиза и горения, в результате чего увеличивается выход инертных веществ;
- путем поглощения и связывания токсичных компонентов.

#### **4.2 Огнезащита древесины и изделий на ее основе**

Способность древесины воспламеняться и гореть является недостатком, во многом сдерживающим более широкое применение ее в строительстве. В то же время многочисленные достоинства древесины вызывают к ней повышенный интерес и стремление к более широкому использованию в качестве декоративно-отделочного и конструкционного материала. Чтобы уменьшить пожарную опасность древесины, связанную с ее способностью воспламеняться и гореть, древесину подвергают огнезащитной обработке. Как показала практика, использование огнезащитной обработки древесины значительно уменьшает вероятность ее воспламенения от маломощных источников, увеличивает время задержки воспламенения при

действии более мощных источников и открытого пламени, а также замедляет процесс распространения пламени по поверхности деревянных изделий и конструкций.

В качестве огнезащитных средств для древесины и деревянных конструкций применяют: теплоизолирующие «одежды», огнезащитные покрытия (к числу которых относят краски, обмазки), растворы огнезащитных веществ – антипиренов. Физический механизм огнезащитного действия этих средств основан на разрушении одной из связей в классическом треугольнике горения. Так, теплоизолирующие одежды защищают поверхность древесины от действия источника тепла и тем самым препятствуют протеканию процессов терморазложения древесины и воспламенения ее продуктов разложения. В качестве теплоизолирующих (термоизолирующих) одежд используют: штукатурку (мокрую и сухую листовую), другие минеральные и листовые материалы, вспучивающиеся покрытия.

Краски и обмазки выполняют газо-изолирующую функцию. Они препятствуют выходу продуктов разложения из древесины и проникновению к ним кислорода воздуха. В результате затрудняются условия образования горючей смеси в газовой фазе.

Антипирены, как правило, оказывают влияние на процессы термоокислительного разложения, воспламенения и горения древесины. В частности, фосфоросодержащие антипирены, которые наиболее широко используют для огнезащиты древесины, усиливают процесс ее карбонизации, что приводит к уменьшению выхода горючих продуктов разложения.

Все применяемые для огнезащиты древесины методы можно разделить на физические, химические и смешанные, а также на поверхностные, глубокие и комбинированные. К физическим методам следует отнести применение теплоизолирующих одежд, инертных красок и обмазок. К химическим методам относят пропитку антипиренами. Применение красок и обмазок, содержащих антипирены, можно отнести к смешанным методам. В свою очередь, поверхностными методами

огнезащиты являются: использование термоизолирующих одежд, красок и обмазок, поверхностной пропитки антипиренами. К методам глубокой огнезащиты относят пропитку древесины в автоклавах под давлением и в горяче-холодных ваннах. К комбинированным методам огнезащиты можно отнести глубокую пропитку древесины в горяче-холодных ваннах с последующей окраской атмосфероустойчивой огнезащитной краской.

Важным условием эффективности и надежности любого метода огнезащитной обработки древесины является строгое соблюдение технологического регламента работ по огнезащите. Как правило, этот регламент изложен в ГОСТ на конкретный метод обработки, а также их возможные заменители. Состав и способ приготовления огнезащитной композиции: способ ее применения – поверхностное нанесение или глубокая пропитка; оборудование для проведения огнезащитной обработки; нормы расходы состава на единицу поверхности или объема обрабатываемой древесины; количество наносимых слоев и условия сушки при поверхностной обработке; огнезащитную эффективность применяемого метода. Кроме того, в регламенте могут быть оговорены особые условия проведения и применения обработки: влажность обрабатываемой древесины, температура и влажность окружающего воздуха, химическая агрессивность среды и т. д. В частности, большинство огнезащитных красок и обмазок следует наносить при температуре окружающего воздуха не ниже +10 °С и влажности воздуха не более 70 %.

### ***Поверхностные огнезащитные средства***

Традиционно применяют следующие средства.

*Силикатная краска СК-Л.* Состав: жидкое нерастворимое стекло – 54 %, литопон – 39 %, вермикулит – 7 %. Способ приготовления: к смеси литопона с вермикулитом добавляют небольшое количество жидкого стекла и массу тщательно пе-

ретируют до образования однородной пасты. В полученную пасту при непрерывном перемешивании добавляют остальное количество жидкого стекла. Краску наносят ровным слоем кистью за три раза с перерывом между нанесениями каждого слоя не менее 6 ч. Расход краски на 1 м<sup>2</sup> поверхности – 500 г.

*Суперфосфатная обмазка.* Состав: суперфосфат сухой – 70 %, вода – 30 %. Способ приготовления: в посуду засыпают требуемое количество суперфосфата и к нему при непрерывном перемешивании добавляют воду до получения молярной консистенции. Приготовленная обмазка пригодна для работы в течение 5–6 ч. Обмазку наносят ровным слоем кистью за два раза. Время сушки между нанесением каждого слоя не менее 24 ч. Расход обмазки – 1200 г/м<sup>2</sup>.

*Известково-глиносолевая обмазка ИГС.* Состав: известковое тесто – 74 %, глина – 4 %, соль поваренная – 11 %, вода – 11 %. Способ приготовления: известь, просеянную через сито, смешивают с требуемым количеством воды и на этой смеси замешивают необходимое по рецепту количество глины. Полученное глиняное тесто смешивают с ранее приготовленным известковым тестом. Обмазку наносят кистью в два слоя с промежуточной сушкой после нанесения первого слоя не менее 10 ч. Срок высыхания обмазки при температуре 18–20 °С – 12 ч. Расход обмазки – 1400 г/м<sup>3</sup>.

*Покрытие по древесине фосфатное огнезащитное ОФП-9 (ГОСТ 23790–79).* Состав: сухая смесь, в которую входят полиметафосфаты натрия 35–40 %, зола уноса ТЭС–14–16 %, железный сурик или окись цинка – 4–6 %, тиомочевина – 18–22 % – 5 весовых частей; вода водопроводная – 4 весовых части. Вместо теомочевины можно применять мочевины, тогда необходимо брать 4 весовых части сухой смеси без мочевины и 1 весовую часть мочевины. Способ приготовления: сухую смесь засыпают в сосуд с необходимым количеством воды, подогретой до температуры 20...70 °С, и перемешивают до получения однородного состава. При применении мочевины ее предварительно растворяют

в воде, а затем добавляют сухую смесь. Покрытие наносят в три слоя пневмораспылителем. Каждый слой покрытия должен быть высушен не менее 2 ч при температуре 50 °С или 24 ч – при естественной температуре. Толщина покрытия – 0,6–0,8 мм, расход сухой смеси 500–700 г/м<sup>2</sup>.

*Покрытие по древесине вспучивающееся огнезащитное ВПД (ГОСТ 25130–82).* Состав, %: меламин и мочевиноформальдегидная смола – 5%-й водный раствор натриевой соли и карбоксиметилцеллюлозы – 15,9 %, мелем – 18,4 %, дициандиамид – 6,3 %, аммофос – 27,5 %. Исходную композицию в виде густотертой пасты разбавляют водой до требуемой консистенции. Покрытие наносят до толщины 0,2 мм, расход 700 г/м<sup>2</sup>.

*Состав ТХЭФ* – раствор треххлорэтилфосфата в четыреххлористом углероде наносят на древесину пропиткой в холодных ваннах, кистью или валиком, расход – 600 г/м<sup>2</sup>.

*Вспучивающееся покрытие «Экран-Д»* – смесь термостойких газообразующих наполнителей в водном растворе мочевиноформальдегидной смолы и жидкого стекла, состав изготавливают в заводских условиях и выпускают в двух частях – А и Б. Обе части перемешивают до получения однообразной массы. Расход сырого состава – 1,2–1,5 кг на один слой покрытия, количество слоев – не менее трех, общая толщина покрытия 3–3,5 мм.

Кроме того, в последние годы появилось много новых отечественных огнезащитных средств, разрабатываемых и применяемых малыми предприятиями. Также нашли широкое использование в нашей стране импортные огнезащитные средства.

### ***Пропитка древесины антипиренами***

Поверхностная пропитка антипиренами. Состав: фосфорнокислый аммоний (диаммонийфосфат) – 20 %, сернокислый аммоний (сульфат аммония) – 5 %, керосиновый контакт –

3 %, вода – 72 %. Приготовление раствора: в теплой воде (75 % от общего количества ее по рецепту) размешивают фосфорнокислый аммоний и подливают керосиновый контакт, добавляют сульфат аммония, перемешивая его до растворения. Затем доливают оставшееся количество воды, за вычетом избытка воды, содержащейся в разбавленном керосиновом контакте; раствор тщательно перемешивают и дают отстояться в течение суток. Способ пропитки: раствор наносят на поверхность изделия кистью или краскопультом. При обработке раствором комнатной температуры состав наносят трижды с перерывами по 6 часов. При температуре раствора 50...60 °С его наносят два раза с перерывом 12 ч. Расход раствора – 1100 г/м<sup>2</sup>.

Глубокую пропитку древесины антипиренами под давлением производят в специальных заводских установках (схема установки – рисунок 4.1).

Для пропитки применяют раствор, состоящий из солей аммония (антипиренов), фтористого натрия (антисептик) и воды. Рецептура пропиточного состава МС 1:1 следующая: диаммонийфосфат – 7,5 %, сульфат аммония – 7,5 %, фторид натрия – 2,0 %, вода – 83 %. Древесина, подвергаемая глубокой пропитке, должна быть с влажностью не более 15 %. Древесные породы, значительно отличающиеся по объемной массе, следует пропитывать отдельно, так как при совместной пропитке все породы приходится выдерживать в растворе длительное время, а это ведет к ослаблению механических свойств легкопропитываемых пород. Изделия, значительно отличающиеся по размерам, по той же причине пропитывают отдельно. Последовательность пропитки следующая:

- в пропиточный автоклав загружают древесину;
- герметизируют аппарат;
- включают вакуум-насос и в пропиточном цилиндре постепенно (в течение 30 мин) создают вакуум до 8,5 кПа;
- в цилиндр подают раствор из резервуара, при этом вакуум не должен снижаться ниже 7,9 кПа;

– вакуум-насос выключают и с помощью насоса в пропиточный цилиндр подают раствор под давлением. Постепенно, в течение 1 ч давление доводят до расчетного и держат давление до окончания поглощения раствора, момент которого определяется прекращением убывания раствора в мернике. Величина давления и время пропитки зависит от породы древесины и размеров образцов. Например, для таких легкопропитываемых пород, как ольха, бук, береза длительность пропитки 2–6 ч, а давление 0,8–1,0 Мпа; для сосны и кедра 8–12 ч и 1,0–1,2 Мпа; для дуба 15–20 ч и 1,5–1,6 Мпа. Температуру пропиточного раствора поддерживают 55...60 °С.

– по окончании пропитки давление постепенно (в течение 20–30 мин) снижают до нуля, в течение 20 мин древесина продолжает оставаться в пропиточном цилиндре для стекания раствора.

– выгружают древесину, взвешивают на весах и направляют на сушку.

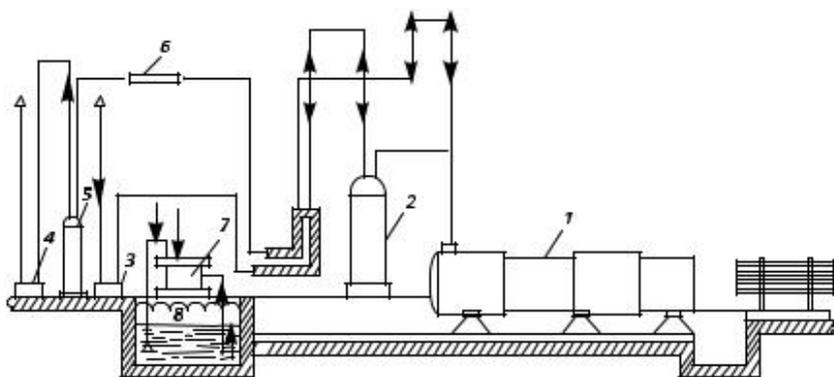


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема установки для глубокой пропитки древесины под давлением:

- 1 – пропиточный цилиндр; 2 – мерник; 3 – компрессор;
- 4 – вакуум-насос; 5 – вакуум-аккумулятор; 6 – конденсатор;
- 7 – резервуар для растворения антипиренов;
- 8 – резервуар для пропиточной жидкости

Подсчитывают количество антипиренов (в пересчете на сухое вещество), впитавшихся в древесину. Это количество должно быть  $66 \text{ кг/м}^3$ . Расчет производят по формуле

$$K = C \frac{m_k - m_0}{V}, \quad (4.1)$$

где  $K$  – количество антипиренов, впитавшихся в древесину,  $\text{кг/м}^3$ ;  $m_k$  – масса древесины после пропитки,  $\text{кг}$ ;  $m_0$  – масса древесины до пропитки,  $\text{кг}$ ;  $C$  – концентрация антипиренов в растворе;  $V$  – объем древесины,  $\text{м}^3$ .

Глубокая пропитка древесины в горяче-холодных ваннах составом МС 1:1, описанном выше, или составом МС 3:7, рецептура которого следующая: диаммонийфосфат – 6 %, сульфат аммония – 14 %, фторид натрия – 1 %, вода – 79 %. Пропитку ведут в баках, на дне которых для нагрева и охлаждения прокладывают змеевики, соединенные с соответствующими паровыми или водяными трубопроводами. Порядок пропитки: деревянные изделия загружают в бак, подают раствор с температурой  $80 \dots 90 \text{ }^\circ\text{C}$  и деревянные детали выдерживают до 24 ч. При этом из пор древесины выходит воздух. Затем в бак снизу подают холодный раствор так, что он вытесняет горячий раствор, который сливают через верх бака. Время выдержки в холодном растворе до 24 ч. По окончании пропитки раствор сливают, древесину выгружают, взвешивают и определяют количество антипиренов, впитавшихся в древесину. Достоинством способа являются простота и несложность оборудования, а недостатки – слабая пропитываемость середины изделий из древесины, ограниченная возможность регулирования количества вводимого пропиточного состава, значительная затрата времени на поглощение раствора. При пропитке в древесину вводится всего  $50 \text{ кг/м}^3$  солей аммония. Физическая сущность процесса пропитки состоит в следующем. При погружении в горячий раствор воздух в порах расширяется и выходит из них – в порах создается разрежение, поэтому в них затем проникает холодный пропиточный раствор.

При выборе состава для конкретных условий учитывают их огнезащитную эффективность, а также технологические и эксплуатационные показатели.

### ***Оценка огнезащитной эффективности покрытий и пропиток***

Оценку эффективности проводят по ГОСТ 16363–98 «Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств». Суть оценки заключается в измерении потери массы образца обработанной древесины в результате огневого воздействия. Если среднее арифметическое значение потери массы образцов не превышало 9 %, то покрытие или пропиточный состав относят к I группе средств, обеспечивающих получение трудносгораемой (по устаревшей классификации) древесины (Г1, Г2); если среднее арифметическое более 9, но менее 30 %, то состав относят ко II группе средств, обеспечивающих получение трудновоспламеняемой древесины (Г3); если – 30 % и более, то состав относят к III группе средств, не обеспечивающих огнезащиту древесины (Г4).

Практика показала, что снижение группы горючести древесины до Г1-Г2 обеспечивают: глубокая пропитка антипиренами под давлением; глубокая пропитка антипиренами в горяче-холодных ваннах с последующей окраской атмосферостойчивой огнезащитной краской; большинство видов термоизолирующих одежд; вспучивающиеся и фосфатные покрытия. Остальные методы, а именно, поверхностная пропитка антипиренами, инертные краски и обмазки, глубокая пропитка в горяче-холодных ваннах обеспечивают снижение горючести до группы Г3.

В таблице 4.1 представлены результаты испытаний образцов древесины сосны по методам ГОСТ 16363 98 и ГОСТ 30244 94 (метод II), которые подтверждают высокую огнезащитную эффективность фосфатного покрытия ОФП 9, вспу-

чивающегося покрытия ВПД и глубокой пропитки под давлением составом антипиренов МС 1:1.

Таблица 4.1 – Результаты испытаний эффективности огнезащитных составов

Метод испытаний	Устанавливаемые показатели	Древесина сосны без пропитки	Результаты испытаний			
			ОФП-9	ВПД	МС 1:1	ТХЭФ
ГОСТ 16363–76	Потеря массы, %	30	9	6	9	13
ГОСТ 30244–94	Температура дымовых газов, °С	400	155	140	133	412
	Время самостоятельного горения, с	270	0	0	0	90
	Степень повреждения по длине, %	100	27	24	25	100
	Степень повреждения по массе, %	27	2,7	1	2,2	18,2
	Группа горючести	Г3	Г2	Г2	Г1	Г3

### 4.3 Способы снижения пожарной опасности полимерных строительных материалов (ПСМ)

Особенности огнезащиты полимерных материалов определяются их разнообразием и многокомпонентностью составов. Поскольку горючесть полимерных материалов зависит от соотношения теплоты, выделяемой при сгорании продуктов пиролиза, и теплоты, необходимой для их образования и газификации, то снижение горючести можно обеспечить за счет уменьшения скорости газификации и снижения количества

образующихся горючих продуктов следующими методами: введением инертных наполнителей; введением антипиренов; нанесением огнезащитных покрытий.

*Введение наполнителей.* Наполнители используют для получения материалов с заданными свойствами и для снижения их стоимости. Минеральные наполнители также снижают содержание горючих компонентов, влияют на процесс пиролиза полимеров и изменяют условия тепло и массообмена при горении.

*Введение антипиренов.* Антипирены делят на два класса: механически совмещающиеся с полимерами и образующие с ними однородную смесь, и реакционноспособные соединения, включающиеся (в процессе синтеза или переработки полимерных материалов) в молекулярную структуру полимера.

К инертным антипиренам относятся следующие группы:

1. Неорганические вещества – элементарный фосфор, фосфат или полифосфат аммония, гидроокись алюминия, сульфиды фосфора, бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , борат цинка со слабой степенью гидратации  $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3,3-3,7\text{H}_2\text{O}$ , фторобораты щелочных металлов, сульфаты, нитраты, хлориды алюминия, калия.

2. Низкомолекулярные галоидосодержащие органические соединения ациклического (хлорированные парафины, содержащие более 50 % хлора, пентабромэтан, тетрабромбутан), алициклического (гексабромциклогексан, производные гексахлорциклопентадиена) или ароматического (пентабром- и гексабромбензол, гексабром- и тетрабромбисфенол) строения.

3. Низкомолекулярные фосфорорганические соединения – эфиры фосфорной, фосфоновой или фосфиновой кислот (трикретилфосфат, трихлорэтилфосфат, бис- (2-бромэтил)-фосфат, трис- (бромметил)-фосфиноксид, соли и основания четвертичного фосфония.

4. Высокмолекулярные галоид- и фосфоросодержащие соединения.

5. Органические азотосодержащие вещества, соединения бора, сурьмы и олова.

К реакционноспособным антипиренам относятся низко и высоко молекулярные соединения, которые содержат наряду с пламягасящими группами атомов различные функциональные группы, способные к реакциям полимеризации, поликонденсации и полиприсоединения (ненасыщенные двойные связи, гидроксильные, карбоксильные, изоцианатные группы). Такие антипирены используют в качестве сомономеров и сшивающих агентов при синтезе полимеров или модификаторов это галоидосодержащие сомомеры (винилбромид, винилхлорид, монохлорстирол, дибромпропилакрилат или метакрилат), хлорэндиковый, тетрахлор- и тетрабромфталевый ангидрид; хлокэтил; Н-бромвинилфосфонат.

Деление антипиренов на реакционноспособные и инертные является условным, так как пламягасящие добавки, не входя в молекулярную структуру полимеров, могут реагировать с другими компонентами и влиять на процесс образования полимера. В настоящее время существует несколько гипотез, объясняющих снижение горючести полимерных материалов в присутствии антипиренов: химическая, ионная, газовая, тепловая и образования защитного покрытия.

Обуглившаяся после первоначального термического разложения поверхность полимерных материалов может продолжать тлеть в результате выделения большого количества тепла при экзотермической реакции, что приводит к дальнейшему разложению и горению нижележащих слоев материала. Фосфоросодержащие антипирены являются практически единственными веществами, способными предотвратить тление материалов после прекращения пламенного горения и уменьшить возможность вторичного их возгорания, поскольку карбонизированный слой, содержащий фосфор, весьма устойчив к длительному нагреванию. Аналогичное действие оказывают борсодержащие соединения.

В соответствии с общеизвестными гипотезами снижения горючести полимерных материалов антипирены можно условно разделить по механизму их действия на группы:

- разлагающиеся с выделением негорючих газов; горение замедляется из-за повышения нижнего концентрационного предела воспламенения и снижения температуры пламени вследствие разбавления горючих продуктов пиролиза негорючими;

- галоидосодержащие, действие которых основано на ингибировании радикальных цепных процессов в газовой фазе;

- образующие защитные пленки и способствующие повышению коагуляции – фосфор – и борсодержащие соединения; горючесть ПСМ снижается вследствие замедления тепло и массообмена между пламенем и поверхностью полимерных материалов.

Особое положение занимают вещества, сами не являющиеся антипиренами, но усиливающие их действие. Это так называемые синергисты. Типичным представителем этой группы соединений является трехокись сурьмы.

Антипирены должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой эффективностью пламягасящего действия, хорошо совмещаться с полимерами, оказывать минимальное влияние на физико механические свойства ПСМ, а также быть нетоксичными, достаточно доступными и относительно дешевыми. В настоящее время нет индивидуальных соединений, удовлетворяющих всем этим требованиям. Поэтому для снижения горючести полимерных материалов применяют комбинацию антипиренов перечисленных выше групп.

Горючесть полимеров обусловлена образованием на ранних стадиях разложения горючих летучих продуктов. Поэтому для создания огнезащищенных ПСМ используют направленный синтез и модификацию полимеров с целью получения продуктов, имеющих пониженную скорость газификации, об-

разующих карбонизованный продукт и низкий выход горючих продуктов пиролиза.

Применение реакционноспособных антипиренов в принципе можно рассматривать как химическое модифицирование полимеров, так как изменяются химическое строение и свойства макромолекул. Однако химическое модифицирование полимеров – более широкое понятие, под которым понимают модификацию полимеров с целью повышения их термической и термоокислительной стабильности. В этом аспекте проблема снижения горючести полимеров и материалов на их основе тесно связана с проблемой создания термостойких полимеров. Установлено, что при использовании более термостабильных полимеров для получения огнезащищенных полиуретановых материалов требуется вводить антипирены в меньшей концентрации. Повышение термостабильности и соответственно снижение горючести полимеров достигается использованием в синтезе полимеров исходных компонентов, способствующих образованию ароматической сшитой молекулярной структуры. Так, горючесть пенополиуретанов (ППУ) снижается при введении в структуру макромолекул изоциануратных звеньев. Распад изоциануратных циклов протекает при более высоких температурах, чем деструкция уретановых связей. При термообработке ППУ с изоциануратными звеньями образуются стабильные фрагменты с системой сопряженных двойных связей. Поэтому ячеистая структура пенопластов с изоциануратными группами не разрушается при нагреве до 600 °С.

Огнезащитные покрытия, наносимые на полимерные материалы, имеют в настоящее время ограниченное применение. Чаще всего такие покрытия используют для снижения пожароопасности строительных материалов из древесины, древесностружечных и древесноволокнистых плит, пенопластов и стеклопластиков.

Принципиально новым направлением создания полимерных материалов пониженной горючести является синтез по-

лимеров с минимальным содержанием органической части, а также термостойких полимеров, выделяющих при разложении негорючие и нетоксичные летучие продукты.

### **Контрольные вопросы**

1. Концепции огнезащиты органических материалов.
2. Способы огнезащиты древесины и изделий на ее основе.
3. Что такое антипирены?
4. Как осуществляется глубокая пропитка древесины антипиренами?
5. Перечислите способы снижения пожарной опасности полимерных строительных материалов.
6. Чем обусловлена горючесть полимеров?

## **ГЛАВА 5. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМИРОВАНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **5.1 История и современное состояние противопожарного нормирования**

Главный принцип противопожарного нормирования призывает обеспечить безопасность людей в случае возникновения пожара и свести к минимуму материальный ущерб. Однако на практике широко применяют материалы, которые в случае пожара могут представлять угрозу здоровью и жизни людей, способствуют развитию пожара и увеличению материального ущерба.

В строительстве наряду с безопасными в пожарном отношении материалами – бетоном, железобетоном, металлами, природными и искусственными каменными материалами широкое распространение получили материалы на полимерной

основе, пожарная опасность которых или заведомо высока или слабо изучена. Расширяющееся использование пластмасс оправдывается экономическими соображениями. Кроме того, пластмассы декоративны, технологичны и обладают рядом других ценных свойств. Эти причины побуждают проектные и строительные организации игнорировать высокую или недостаточно изученную пожарную опасность этих материалов. Результатом такого игнорирования является неблагоприятная статистика пожаров. Следует особо отметить, что массовое использование пенополистирольного, пенополиуретанового и других полимерных утеплителей в ограждающих конструкциях зданий имеет негативные последствия в масштабах всей страны.

Производство и применение пластмасс, например в США, также ежегодно увеличивается, а статистика пожаров, хоть и медленно, но имеет тенденцию к снижению. Объясняется это тем, что увеличение применения пластмасс компенсируется комплексом противопожарных мер, среди которых наиболее важное место занимает система противопожарного нормирования.

В нашей стране много лет (до 1991 г.) все противопожарное нормирование пожаробезопасного применения материалов в строительстве сводилось к нормированию лишь одного качественного показателя пожарной опасности материала – группы горючести и к некоторому ограничению области применения, так называемых «сгораемых» (горючих) материалов. Такая система противопожарного нормирования была архаична и имела ряд принципиальных недостатков. Первым недостатком являлось несоблюдение главного принципа пожарной безопасности. Пожарная статистика показывала, что до 70–84 % людей погибали при пожарах от совместного действия дыма и токсичных продуктов, т. е. факторов, ранее не учитываемых при нормировании. Точка зрения, что ограничение применения горючих материалов автоматически уменьшает вероятность воздействия опасных факторов пожара (ОФП) на

человека справедлива лишь частично. Многочисленными экспериментами и практикой установлено, что трудно-горючие (по старой классификации) и даже негорючие материалы в условиях пожара способны разлагаться, выделять дым и токсичные продукты. По мере развития пожара эти материалы прогреваются и обретают способность воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять дополнительное тепло, т.е. приобретают свойства, противоречащие понятием «трудногорючий» и «негорючий» материал.

Недостатком традиционной системы нормирования являлась также ее экономическая или технологическая необоснованность, а порой и просто нецелесообразность, так как без достаточного обоснования по формальному и неубедительному признаку ограничивается применение материалов, экономически и технологически целесообразных и прогрессивных, что в свою очередь не стимулирует создание новых материалов, обладающих пониженной пожарной опасностью.

Третий недостаток – невозможность воспользоваться группой горючести для математического моделирования процесса возникновения и развития пожара. Это свидетельствует о том, что понятие «группа горючести» (в традиционном толковании) не имеет физического смысла и представляет весьма сомнительную практическую ценность.

Недостатки системы противопожарного нормирования в нашей стране не стимулировали также развитие методологии огневых испытаний. Несмотря на то, что был накоплен обширный «банк данных» по группам горючести материалов, эти данные практически нигде не были опубликованы и не использовались.

В 1991 г. были введены дополнения и изменения в СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы». В частности, помимо группы горючести введены еще 2 показателя пожарной опасности строительных материалов – коэффициент дымообразования и индекс токсичности продуктов горения. Однако в течение многих лет после этого числовые значения этих показате-

телей действующими отраслевыми главами СНиП (на конкретные виды зданий) не регламентировались, т. е. дополнительное введение их в СНиП 2.01.02 85 носило практически формальный характер. В 1997 году формально вступили в действие СНиП 21–01–97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений». В них помимо классификации материалов по указанным показателям пожарной опасности появились еще 2 показателя – группа воспламеняемости и группа распространения пламени по поверхности материала. Однако с введением в действие этой главы было указано, что до пересмотра противопожарных требований отраслевых глав СНиП (введенных в действие в 80-е гг., в которых кроме группы горючести никакие показатели не нормировались), те положения, которые основаны на требованиях СНиП 2.01.02–85, продолжают действовать.

Еще в 60-е гг. за рубежом появились первые публикации, в которых сообщалось о попытках создать основы нового подхода к оценке пожарной опасности материалов и, прежде всего, материалов на полимерной основе. Толчком для этого послужило как значительное увеличение производства новых материалов, так и развитие новых отраслей, где никак нельзя было полагаться на шаткие качественные критерии (авиация, космонавтика, атомная энергетика). В начале 70-х гг. работы в этом направлении были опубликованы в нашей стране. Общая концепция публикаций сводилась к следующему. В основу методологии оценки пожарной опасности материалов необходимо заложить прогнозирование реальной пожарной ситуации на конкретном объекте, где будут применяться материалы. При этом необходимо определять такие показатели пожарной опасности материалов, которые можно сравнивать с возможным энергетическим воздействием на материал: энергия зажигания, температура самовоспламенения, воспламенения и зажигания материалов, так как эти параметры можно было сопоставить с температурой среды, температурой нагретой по-

верхности, энергией искрового разряда, т. е. потенциальными источниками возникновения их горения и затем пожара.

По мере разработки такой концепции становилось ясно, что она себя оправдывает. Однако при широкомасштабном использовании материалов, в особенности полимеров, практически не удастся обеспечить условия безопасности. В этой связи в дальнейшем получили развитие работы, где предлагалось дополнить вышеприведенный перечень параметров, параметрами, характеризующими динамику развития пожара и возникновения опасных факторов для человека. В настоящее время эта концепция успешно развивается специалистами в различных странах мира, что повлекло за собой значительное изменение и в методологии огневых испытаний. Так, предпочтение отдается методам, позволяющим получить числовые значения конкретных показателей пожарной опасности материалов в условиях, имитирующих с достаточной степенью приближения условия реальных пожаров. В частности, в США в результате реализации двух больших программ «Текстиль» и «Пластик» накоплен банк данных, включающий в себя информацию по показателям пожарной опасности нескольких тысяч веществ и материалов, находящихся в применении. В число показателей входят: низшая теплота сгорания, кислородный индекс, температурные показатели, массовая скорость выгорания, показатели дымообразования и токсичности продуктов горения. Имеющиеся данные компьютеризированы и могут быть получены через «Интернет» любым подразделением пожарной охраны или другим ведомством в считанные минуты.

## **5.2 Перспективы противопожарного нормирования**

Наблюдающийся за последние годы рост числа пожаров, гибели людей и увеличение материального ущерба связаны не только с повышением энергонасыщенности и ростом количества пожарной нагрузки зданий, но и с несоответствием про-

тивопожарного нормирования современному уровню научно-технического прогресса в строительстве. Поэтому в нашей стране и за рубежом все большее внимание уделяется разработке научно обоснованных норм пожарной безопасности. В частности, наметился постепенный отход от однозначных решений и рекомендаций и переход к нормированию исходных данных, пользуясь которыми можно было бы более гибко решать задачи пожарной безопасности в соответствии с особенностями проектируемого объекта. При этом основной целью противопожарного нормирования и, следовательно, основополагающим принципом является обеспечение безопасности людей при пожаре. Кроме того, противопожарное нормирование предполагает достижение следующих целей:

- добиться при соблюдении требуемого уровня пожарной безопасности максимальной экономии в строительстве;
- обеспечить процесс проектирования, при котором проектировщику предоставляется возможность широкого выбора альтернативных решений;
- получить возможность проводить количественный анализ пожарной безопасности объектов.

В нашей стране и за рубежом ведутся работы по созданию комплексного метода оценки уровня пожарной безопасности здания, где, как правило, учитывается вероятность возникновения пожара, время эвакуации, плотность дыма, токсичность продуктов горения, физические возможности людей, знание людьми обстановки, количество и показатели пожарной опасности материалов пожарной нагрузки. Количественные характеристики этих факторов представляют собой условные коэффициенты, полученные методом экспертных оценок или установленные при анализе статистических данных. В частности, национальное бюро стандартов США определило, что из существующих методик наиболее предпочтительной для оценки пожарной безопасности зданий является методика, которая наиболее полно и достоверно учитывает факторы, влияющие на интенсивность развития пожара и продолжитель-

ность эвакуации людей из зданий. Здесь необходимо учитывать не только конструктивные и объемно планировочные решения, но и инженерно технические, организационные мероприятия противопожарной защиты. Похожий подход был заложен и в отечественном стандарте, разработанном ВНИИ-ПО МВД РФ.

Основной принцип противопожарного нормирования может быть применен и к строительным материалам. Однако, формулировка принципа – важнейший, но недостаточный этап в противопожарном нормировании, так как принцип носит самый общий характер. Для его конкретной реализации необходим переход к более частным и более конкретным критериям пожаробезопасного применения материалов в строительстве. Нормирование применения материалов с учетом их воспламеняемости и скорости распространения пламени решается в различных странах применительно к конкретным типам помещений с учетом видов материалов, функционального назначения помещений, наличия противопожарных инженерных систем, способов крепления материалов к конструкциям, назначения конструкций и т. д.

Основной недостаток этого подхода, особенно для зданий с разнообразной пожарной нагрузкой – это то, что требуется достаточно точное прогнозирование поведения материала при пожаре, т. е. умение предвидеть ту пожарную опасность материала, которую он вероятнее всего будет проявлять при пожаре. В связи с возможностью образования при пожаре неограниченного числа факторов (условий) и их сочетаний, влияющих на пожарную опасность материала, возникает также необходимость установления приоритетности тех или иных факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на степень их пожарной опасности, и в то же время, обладающих достаточной степенью вероятности появления. С этой целью внимание в нашей стране и за рубежом уделяется исследованиям динамики развития пожара и его прогнозированию с использованием методов системного анализа и теории вероятно-

сти. Необходимость этого подхода обусловлена значительным разбросом множества случайных факторов, которые оказывают существенное влияние на процесс развития пожара, образование ОФП и эвакуацию людей из зданий.

### **5.3 Подход к нормированию пожароопасного применения материалов в строительстве на примере отделочных материалов**

Перспективным является системный подход в выборе строительного материала с учетом эксплуатационных характеристик, в том числе его пожарной опасности. Выбор материала осуществляют поэтапно. Сначала учитывают функциональное назначение здания, затем определяют необходимый уровень требований качественно и на последнем этапе количественно. Впоследствии этот уровень преобразуют в конкретные требования к материалам, которые могут иметь научное обоснование или выражаться с помощью экспертных оценок. Особенность подхода заключается в том, что значения других параметров при выборе материала не должны быть ниже установленных предельных значений для зданий данного функционального назначения.

Методология противопожарного нормирования, действующая в нашей стране, имеет в качестве обобщенного критерия «вероятность воздействия опасных факторов на человека», значение которого, равное  $10^{-6}$ , установлено в ГОСТ. В соответствии со стандартом система противопожарной защиты должна обладать таким уровнем, при котором в здании обеспечивается требуемая безопасность людей при пожаре, т. е. выполняется условие

$$P_{\phi} \leq P_n, \quad (5.1)$$

где  $P_n$ ,  $P_{\phi}$  – соответственно нормативная и фактическая (расчетная) вероятности воздействия ОФП в год на одного человека.

Математическая модель расчета вероятности воздействия опасных факторов пожара на человека основана на методе построения и анализа «дерева опасностей» в системе «объект-человек-пожар». Расчет вероятности проводится исходя из вероятности одновременного появления всех случайных факторов, характеризующих условия возникновения и развития пожара, состояния системы противопожарной защиты и ситуации, при которой человек не смог своевременно эвакуироваться или спастись при пожаре.

Необходимо также учитывать, что вероятность основных событий может быть вычислена по статистическим данным. Исключение составляют лишь события, связанные с определением своевременности эвакуации и спасения людей. Для определения этих вероятностей предложено следующее условие безопасности, которое можно представить как частный критерий безопасности

$$\tau_{\text{н.эв.}} + \tau_{\text{эв}}^p \leq \tau_{\text{бл}}^{\text{офп}} \quad (5.2)$$

где  $\tau_{\text{н.эв.}}$  – время от момента возникновения пожара до начала эвакуации;

$\tau_{\text{эв}}^p$  – время движения людей по эвакуационным путям в безопасную зону;

$\tau_{\text{бл}}^{\text{офп}}$  – время блокирования эвакуации под воздействием ОФП.

Таким образом, обеспечение пожарной безопасности здания основано на рассмотрении системы «здание-пожар-человек», критерием эффективности которой является уровень безопасности людей в здании при пожаре. Поэтому структурно-логическая модель пожаробезопасного применения отделок должна основываться на всестороннем анализе опасных для людей ситуаций, которые могут возникнуть из за применения отделок в здании. В дальнейшем это позволит,

исходя из условий и критериев пожаробезопасного применения, устанавливать требуемую пожаробезопасность (или предельно допустимую пожарную опасность) отделок для рассматриваемой области применения (рисунок 5.1).

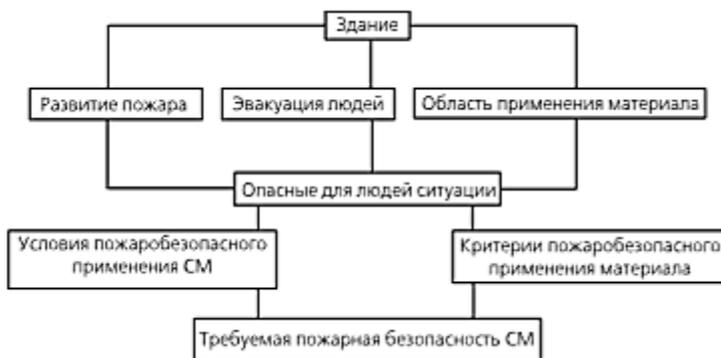


Рисунок 5.1 – Структурная схема определения требуемой пожарной безопасности строительных материалов (СМ)

Рассматривая звено «человек», можно отметить, что в настоящее время безопасность людей в здании при пожаре во многом определяется тем, насколько своевременно с момента начала пожара завершается эвакуация людей из зон, где в период развития пожара могут возникнуть опасные для жизни людей ситуации. В этом направлении разрабатываются соответствующие мероприятия противопожарной защиты, направленные на минимизацию продолжительности эвакуации. Обеспечение успешной эвакуации является необходимым, но не всегда достаточным условием обеспечения полной безопасности людей при пожаре. Это обусловлено тем, что во многих случаях из-за различных субъективных и объективных причин часть людей не успевает своевременно эвакуироваться из здания и их спасение затем производят пожарные подразделения. Возникновение таких ситуаций может быть связано с отказом или несоответствием требованиям безопасности си-

стем обнаружения, оповещения и управления эвакуацией людей, а также из-за ограниченной способности людей к самостоятельной эвакуации или недооценке ими степени опасности развития пожара. Поэтому с точки зрения полного обеспечения безопасности людей в здании при пожаре, противопожарное нормирование применения материалов в строительстве должно быть направлено не только на обеспечение безопасности эвакуации, но и на предотвращение гибели людей, которые не эвакуировались из здания.

Изложенное указывает на то, что критериями пожаробезопасного применения материалов в здании могут являться следующие:

– применение строительных материалов не должно приводить к блокированию эвакуации людей из здания при пожаре;

– применение строительных материалов не должно приводить к распространению огня по зданию, что может стать причиной гибели людей, своевременно не эвакуировавшихся при пожаре.

В соответствии с этими критериями условия безопасности применения материалов имеют следующий вид:

$$\tau_{\text{бл}}^{\text{отд}} \geq K_{\text{б}} \tau_{\text{эв}}; \quad (5.3)$$

$$\tau_{\text{рп}}^{\text{отд}} \geq K_{\text{б}} \tau_{\text{мл}},$$

где  $\tau_{\text{бл}}^{\text{отд}}$ ,  $\tau_{\text{рп}}^{\text{отд}}$  – соответственно, время от начала развития пожара до блокирования эвакуации и распространения огня по отделке в здании, мин;

$\tau_{\text{эв}}$ ,  $\tau_{\text{мл}}$  – соответственно, время от начала развития пожара до завершения эвакуации и спасания людей пожарными подразделениями, мин;

$K_{\text{б}}$  – коэффициент безопасности.

При пожаре в здании, независимо от места его возникновения, эвакуация людей по отношению к месту применения

материала может проходить по следующим трем вариантам: 1) эвакуация проходит через помещения, где применен материал; 2) эвакуация проходит через помещения, конструктивно связанные с первыми; 3) эвакуация людей проходит по наружным пожарным лестницам или их спасание осуществляется пожарными подразделениями. Для каждого из этих вариантов эвакуации имеются свои условия образования опасных для людей ситуаций. В первом случае к блокированию эвакуации приводит возгорание материала. Во втором – образование в объеме эвакуационного пути опасных для людей уровней токсичности окружающей среды, повышенной температуры или потери видимости на пути движения. В третьем – быстрое распространение огня по зданию. В связи с этим предельно допустимая пожарная опасность отделочного материала (ПСМ) должна устанавливаться с учетом всех возможных для людей ситуаций (таблица 5.1).

В частности, применение отделки в коридоре жилого этажа гостиницы может стать причиной образования следующих трех опасных для людей ситуаций:

1. Блокирование эвакуации людей с этажа пожара из-за воспламенения отделки

$$\tau_{\text{воспл}}^{\text{отд}} < \tau_{\text{эв}}^{\text{эт}}, \quad (5.4)$$

где  $\tau_{\text{воспл}}^{\text{отд}}$  – время от начала пожара до воспламенения отделки, мин;

$\tau_{\text{эв}}^{\text{эт}}$  – время от начала пожара до завершения эвакуации людей с этажа пожара, мин.

2. Блокирование эвакуации людей с других этажей здания из-за выгорания отделки и образование в объеме эвакуационного пути опасных факторов пожара: потери видимости, повышенной токсичности и температуры окружающей среды

$$\tau_{\text{офп}}^{\text{отд}} < \tau_{\text{эв}}^{\text{зд}}, \quad (5.5)$$

где  $\tau_{\text{офп}}^{\text{отд}}$  – время от начала пожара до образования опасных факторов пожара, мин;

$\tau_{\text{эв}}^{\text{зд}}$  – время от начала пожара до завершения эвакуации людей из здания, мин.

Таблица 5.1 – Опасные ситуации для людей при пожаре

Место применения ПСМ в здании	Факторы образования опасных ситуаций				
	Блокирование эвакуации людей из				
	Помещение очага пожара	Других помещений этажа пожара	Помещений других этажей	Помещений смежных секций зданий	Распространение пламени
Помещение	Воспламенение	Образование ОФП в объеме коридора	Образование ОФП в объеме коридора	Образование ОФП в системе вестибюля	В смежное помещение
Коридор	Воспламенение СМ				По этажу
Лестничная клетка	Воспламенение СМ				По этажам секции
Вестибюлю	Воспламенение СМ				По зданию

3. Угроза воздействия огня и других ОФП на людей, которые своевременно не эвакуировались и остались в здании. Причиной возникновения этой ситуации может стать способность отделки распространять пламя по поверхности. Условие возникновения ситуации можно представить в следующем виде:

$$\tau_{\text{рп}}^{\text{отд}} < \tau_{\text{min}}, \quad (5.6)$$

где  $\tau_{\text{рп}}^{\text{отд}}$  – время от начала пожара до распространения пожара, мин;

$\tau_{min}$  – время от начала пожара до прибытия пожарных подразделений и начала тушения пожара, мин.

В соответствии с этой моделью отделка должна обладать достаточно низкой, с точки зрения предотвращения опасных для людей ситуаций, способностью к воспламенению, распространению пламени по поверхности, а также образованию дыма, токсичных продуктов горения и тепла. Предельно допустимые значения этих свойств определяются в зависимости от расчетных ситуаций, которые складываются в коридоре за время эвакуации людей и до начала тушения пожара подразделениями пожарной охраны.

В соответствии со структурно-логической схемой противопожарного нормирования, требования пожарной безопасности к отделкам коридоров устанавливаются в зависимости от максимального температурного режима пожара, который он может достигать в каждой из трех опасных для людей ситуаций. При этом с целью предотвращения первой ситуации устанавливается необходимая для этого способность отделки противостоять возгоранию. Для предотвращения второй ситуации в сочетании со способностью к воспламенению устанавливается предельно допустимая способность отделки к образованию ОФП. Изучение третьей ситуации дает возможность установить требование к отделке, касающееся его способности противостоять при пожаре распространению пламени по поверхности.

Как известно, развитие пожара в здании носит случайный характер и зависит от множества стохастических и детерминированных факторов. Поэтому для обеспечения необходимой и достаточной безопасности применения отделок необходимо требования к ним устанавливать, исходя из максимального температурного режима пожара, который он может достигать в период наибольшей продолжительности эвакуации и времени начала тушения пожара в зданиях гостиниц. Режим развития пожара может быть установлен расчетом или при

проведении натуральных экспериментальных исследований, в которых должны быть реализованы самые благоприятные условия развития пожара, характерные для зданий гостиниц. Эти условия могут быть установлены при анализе проектных решений и по статистическим данным возникновения и развития пожаров.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается главный принцип противопожарного нормирования?
2. Перечислите и охарактеризуйте недостатки традиционной системы нормирования.
3. Перспективы противопожарного нормирования.
4. Перечислите критерии пожаробезопасного применения материалов в здании.
5. Какие три опасные для людей ситуации могут возникнуть при применении отделки в коридоре жилого этажа гостиницы?
6. Какой должна быть отделка коридоров зданий гостиниц, в соответствии с общей структурно-логистической моделью нормирования?

## **ГЛАВА 6. ИСХОДНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДАХ ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ**

### **6.1 Роль строительных конструкций в обеспечении противопожарной защиты зданий**

Строительные конструкции, рассчитанные по всем правилам строительной механики, как правило, эксплуатируются много десятков лет. Однако в условиях пожара они могут разрушиться в течение нескольких часов или даже минут. При этом материальный ущерб от пожара в значительной степени является следствием разрушения строительных конструкций и зданий в целом. Прямой ущерб от разрушения конструкций одноэтажного производственного здания площадью 1 га может достигнуть в ценах 2000 года 30 млн руб. К сожалению, разрушительный эффект на пожарах этим не завершается. Обрушение конструкций, как правило, приводит к разрушению инженерного и технологического оборудования зданий и сооружений, что значительно увеличивает материальный ущерб.

Устойчивость строительных конструкций к воздействию пожара влияет и на процесс тушения пожара. Обрушение конструкций представляет большую опасность для персонала объекта и для пожарных. При полном обрушении строительных конструкций процесс уничтожения материальных ценностей завершается, тушение пожара при этом не дает какого-либо эффекта и становится бесполезным.

При оценке роли строительных конструкций в обеспечении противопожарной защиты следует учитывать, что строительные конструкции в условиях пожара могут не только обрушиваться, но также в ряде случаев воспламеняться, распространять пламя по своей поверхности, гореть, выделять токсичные продукты горения.

В этом случае горючая начинка в здании (сооружении) как бы суммируется с горючей начинкой, содержащейся в конструкциях. Это существенно увеличивает продолжительность пожара и значения его опасных факторов (температуру среды, концентрации токсичных продуктов горения и др.), способствует распространению пожара и увеличивает ущерб от него.

Таким образом, строительные конструкции играют значительную роль в обеспечении противопожарной защиты зданий. В связи с этим к ним предъявляются требования в части огнестойкости и пожарной опасности.

## **6.2 Пожарно-техническая классификация строительных конструкций**

Как было уже сказано во введении, в настоящее время происходит обновление отечественного нормирования новой терминологией. При этом параллельно действует как старая пожарно-техническая классификация (согласно СНиП 2.01.02–85\* «Противопожарные нормы»), так и новая (согласно СНиП 21–01–97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»).

По старой классификации строительные конструкции характеризовались огнестойкостью. Под огнестойкостью строительных элементов и конструкций понимается их способность в условиях пожара сохранять несущие и ограждающие функции, а также сопротивляться распространению огня. Показателями огнестойкости строительных конструкций являются пределы огнестойкости конструкций и пределы распространения огня по ним.

По новой классификации строительные конструкции характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью. Показателем огнестойкости являются пределы огнестойкости строительных конструкций, а пожарную опасность конструкций оценивает класс их пожарной опасности.

### 6.3 Пределы огнестойкости строительных конструкций

Предел огнестойкости строительной конструкции – это время в минутах от начала огневого испытания (начала пожара) до наступления одного из предельных состояний по огнестойкости. Различают три предельных состояния по огнестойкости (три признака наступления предела огнестойкости):

1. Потеря несущей способности (R), характеризующаяся обрушением конструкции или возникновением предельных деформаций, недопустимых для дальнейшей эксплуатации конструкции. Для горизонтальных (изгибаемых) конструкций допустимая деформация не должна превышать  $1/20$  длины конструкции, а скорость нарастания деформаций  $V$  (см/мин) достигает значения

$$V = \frac{L^2}{9000h}, \quad (6.1)$$

где  $L$  – длина пролета конструкции, см;

$h$  – расчетная высота сечения конструкции, см.

2. Для вертикальных конструкций допустимая деформация не должна превышать  $1/100$  длины конструкции, а скорость нарастания деформаций не должна превышать 10 мм/мин;

3. Потеря теплоизолирующей (ограждающей) способности (I), характеризующаяся повышением температуры на не-обогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на  $140^\circ\text{C}$  или в любой точке этой поверхности более чем на  $180^\circ\text{C}$  в сравнении с температурой конструкции до испытания или более  $220^\circ\text{C}$  в какой-либо точке независимо от первоначальной температуры конструкции;

4. Потеря целостности конструкции (E), проявляющаяся в возникновении сквозных трещин или отверстий, через которые в смежное помещение проникают продукты горения или пламя.

В зависимости от вида конструкций и их роли в устойчивости зданий и сооружений нормируют предельные состояния конструкций по огнестойкости:

– для колонн, балок, ферм, арок и рам учитывается только потеря несущей способности конструкций и узлов – R;

– для наружных стен и покрытий – потеря несущей способности и целостности – RE;

– для ненесущих внутренних стен и перегородок – потеря теплоизолирующей способности и целостности – EI;

– для несущих внутренних стен и перекрытий – потеря несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности – REI.

Обозначение предела огнестойкости строительной конструкции состоит из условных обозначений, нормируемых для данной конструкции предельных состояний, и цифры, соответствующей времени достижения одного из этих состояний (первого по времени), в минутах. Например:

– R 120 – предел огнестойкости 120 мин – по потере несущей способности;

– RE 60 – предел огнестойкости 60 мин – по потере несущей способности и потере целостности независимо от того, какое из двух предельных состояний наступит раньше;

– REI 30 – предел огнестойкости 30 мин – по потере несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности независимо от того, какое из трех предельных состояний наступит раньше.

Если для конструкции нормируются (или устанавливаются) различные пределы огнестойкости по различным предельным состояниям, то обозначение предела огнестойкости может состоять из двух или трех частей, разделенных между собой наклонной чертой. Например: R 120/EI 60 – предел огнестойкости 120 мин по потере несущей способности, предел огнестойкости 60 мин по потере целостности или теплоизолирующей способности независимо от того, какое из двух последних предельных состояний наступит раньше.

Пределы огнестойкости запроектированных или реально существующих конструкций принято называть фактическими, а нормируемые – требуемыми и обозначать, соответственно, через  $P_f$  и  $P_{тр}$ .

Требование безопасности считается выполненным при соблюдении условия

$$P_f \geq P_{тр}. \quad (6.2)$$

Требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций определяются в зависимости от требуемой степени огнестойкости здания по СНиП 2.01.02–85\* «Противопожарные нормы» (по старой пожарно-технической классификации) или по СНиП 21–01–97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (по новой пожарно-технической классификации).

Фактические пределы огнестойкости строительных конструкций определяются двумя способами: огневыми испытаниями (RIE) и расчетно (RI).

Удобным на практике является использование для оценки огнестойкости накопленного банка данных по результатам ранее проведенных испытаний. По таблицам соответствующих пособий можно быстро и просто определить фактические пределы огнестойкости строительных конструкций. Расчетный подход в определении фактических пределов огнестойкости конструкций в практике проектирования получил широкое применение, так как он позволяет быстро и с меньшими материальными затратами, по сравнению с огневыми испытаниями, определить пределы огнестойкости ряда конструкций.

Наиболее надежными являются огневые испытания, которые в нашей стране интенсивно проводились с 1948 г. в целях накопления информации о фактических пределах огнестойкости конструкций и разработки методик расчета огнестойкости. В настоящее время огневые испытания на огнестойкость проводятся, как правило, для конструкций, которые не испытыва-

лись ранее и для которых нет официально утвержденной методики расчета.

Главная идея испытаний – наиболее точное воспроизведение поведения конструкции при огневом воздействии на нее. Для этого конструкцию, выполненную в натуральную величину, устанавливают, опирают и нагружают в соответствии с положением и нагружением ее в здании. Конструкция подвергается огневому воздействию также в соответствии с реальным расположением ее в здании.

В ходе огневых испытаний по определению пределов огнестойкости конструкции фиксируется время с момента начала эксперимента до момента наступления одного из предельных состояний по огнестойкости. Это полученное экспериментальное время и является фактическим пределом огнестойкости.

Испытания проводят в огневых печах, выполненных из огнеупорного кирпича, обычно шамотного, в которых поддерживается температурный режим «стандартного» пожара, который описывается зависимостью (рисунок 3.1)

$$t = 3451g(8\tau + 1) + t_n, \quad (6.3)$$

где  $\tau$  – время от начала испытания, мин;

$t$  – температура в огневой печи, °С;

$t_n$  – температура до теплового воздействия (начальная температура), °С.

Температура в печи измеряется термомпарами не менее, чем в пяти точках на расстоянии 100 мм от поверхности испытываемого образца.

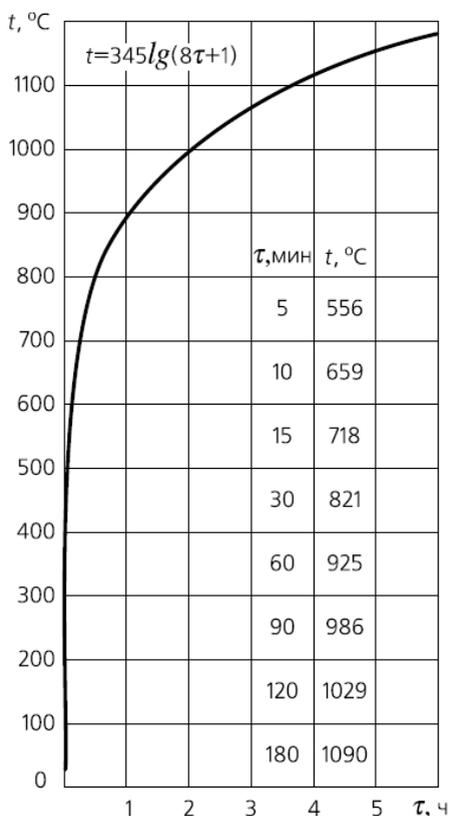


Рисунок 6.1 – Стандартная кривая «температура-время»

При этом на каждые  $1,5 \text{ м}^2$  ограждающей поверхности образца и на каждые  $0,5 \text{ м}$  длины балки или колонны устанавливается одна термопара. Диаметр термопарной проволоки принимается равным  $0,75\text{--}3,2 \text{ мм}$ . За температуру в печи принимается среднеарифметическое значение показаний всех термопар в данный момент времени.

Отклонение среднего значения температуры от стандартной не должно превышать  $\pm 15 \%$  в течение первых 10 мин испытания;  $\pm 10 \%$  при  $10 < \tau \leq 30$  мин;  $\pm 5 \%$  после 30 мин испытания.

Температура на необогреваемой поверхности ограждающих конструкций измеряется не менее чем в пяти точках, одна из которых располагается в центре, а остальные – в середине прямых, соединяющих центр и углы проема печи. Если при испытании ожидается появление максимальной температуры в других точках необогреваемой поверхности, то в них также устанавливают термопары.

Как отмечалось ранее, образцы для испытания должны быть проектных размеров, при невозможности испытания образцов проектных размеров их уменьшение допускается до величин, указанных в таблице 15.

Таблица 6.1 – Минимальные размеры испытываемых строительных конструкций

Наименование конструкции	Размеры, м		
	Ширина	Длина	Высота
Стены и перегородки	3,0	–	3,0
Покрытия и перекрытия, опирающиеся по двум сторонам	2,0	4,0	–
Покрытия и перекрытия, опирающиеся по четырем сторонам	2,8	4,0	–
Колонны, столбы и другие вертикальные стержневые конструкции	–	–	2,5
Балки и другие горизонтальные стержневые элементы	–	4,0	–

Образцы несущих конструкций испытываются на действие нормативной нагрузки. Распределение нагрузки и опи-

рание образцов при их испытаниях должны соответствовать расчетным схемам, принятым при проектировании. При невозможности соблюдения этого условия в сечениях образцов должны быть созданы напряжения, соответствующие проектным расчетным схемам. Нагрузка устанавливается не менее, чем за 30 мин до начала испытания и поддерживается в течение всего времени испытания постоянной.

Схемы обогрева конструкций должны соответствовать реальным условиям. Образцы перекрытий и покрытий испытываются на воздействие тепла снизу, несущие балки и фермы - с трех сторон, колонны и столбы со всех сторон. Образцы наружных стен испытываются на воздействие тепла только с внутренней стороны. Образцы однослойных и многослойных симметричных по сечению внутренних стен и перегородок подвергаются температурному воздействию с одной стороны, а многослойных несимметричных - с каждой стороны отдельно, кроме случая, когда неблагоприятная сторона может быть заранее установлена.

Испытания на огнестойкость проводят при температуре окружающей среды от + 1 до + 40 °С и при скорости движения воздуха не более 0,5 м/с, если условия применения конструкции не требуют других условий испытания. Температура до теплового воздействия в печи и в помещении для испытания, а также на испытываемом образце должна быть стабилизирована за 2 часа до начала испытаний.

Во время испытаний на огнестойкость ограждающих и разделяющих конструкций в печи поддерживается избыточное давление  $10 \pm 2$  Па.

Это необходимо для определения времени наступления потери целостности конструкции, что определяется при помощи тампона из хлопка или натуральной ваты размером 10x10x3 см массой 3–4 г. При испытаниях тампон помещают в металлическую рамку с держателем и подносят к местам, где ожидается проникновение пламени или продуктов горения, и в течение 10 с держат на расстоянии 20–25 мм от поверхности

образца. Время от начала испытания до воспламенения или возникновения тления со свечением тампона является пределом огнестойкости конструкции по признаку потери целостности.

В процессе испытания регистрируются:

- время наступления предельных состояний и их вид;
- температура в печи на необогреваемой поверхности конструкции, а также в других предварительно установленных местах;
- избыточное давление в печи;
- деформации несущих конструкций (величина прогиба определяется прогибомером);
- время появления пламени на необогреваемой поверхности образца;
- время появления и характер трещин, отверстий, отслоений, а также другие явления (например, условий опирания, появление дыма).

Указанный перечень измеряемых параметров и регистрируемых явлений может дополняться и изменяться в соответствии с требованиями методов испытаний конкретных типов конструкций.

Установки для испытания на огнестойкость строительных конструкций приведены на рисунке 6.2.

Как видно из рисунка 6.2, а, стены и перегородки располагаются вертикально и обогреваются с одной стороны. При испытаниях кроме визуальных наблюдений и контроля плотности (регулярного поднесения ватного тампона к отверстиям, щелям) осуществляется измерение температуры на необогреваемой поверхности.

Колонна (см. рисунок 6.2, б) также располагается вертикально, но обогревается со всех сторон, к ней прилагается нормативная нагрузка. В ходе испытаний кроме визуального наблюдения контролируются время обрушения и прогиб.

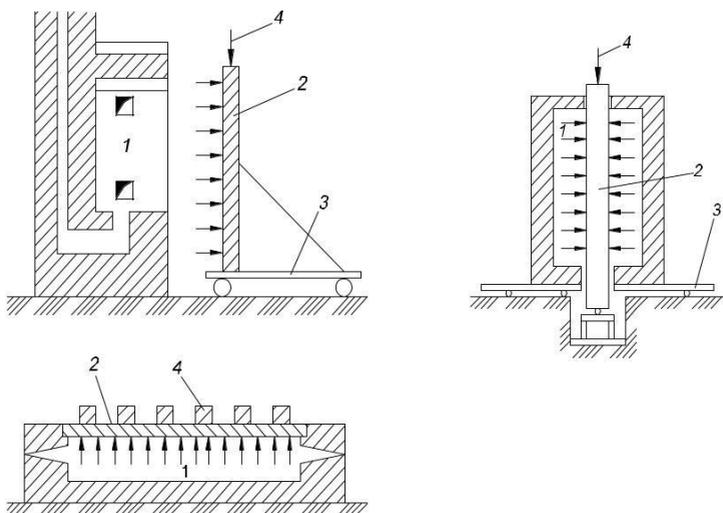


Рисунок 6.2 – Схемы огневых печей для испытаний:

- а – пределов огнестойкости стен и перегородок; б – колонн;  
 в – перекрытий и покрытий; 1 – огневая камера; 2 – опытный образец;  
 3 – платформа; 4 – нагрузка

Плита перекрытия или покрытия (см. рисунок 6.2, в) располагается горизонтально, обогревается снизу и нагружается с помощью грузов до уровня нормативной нагрузки. В ходе испытаний осуществляются визуальные наблюдения и контролируется температура на необогреваемой поверхности, плотность материала плиты, прогиб плиты и время ее обрушения.

Предел огнестойкости конструкции определяется как среднее арифметическое результатов испытаний двух образцов. При этом максимальное и минимальное значения пределов огнестойкости двух испытанных образцов не должны отличаться более, чем на 20 % от показателя с большим значением. Если результаты отличаются друг от друга больше, чем на 20 %, то нужно проводить дополнительное испытание, а предел огнестойкости определяется как среднее арифметическое двух меньших значений. В обозначении предела огне-

стойкости среднее арифметическое результатов испытания приводится к ближайшей меньшей величине из ряда цифровых показателей пределов огнестойкости, рекомендуемых ГОСТ 30247.0–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования»: 15, 30, 45, 60, 90, 180, 240, 360 минут.

#### **6.4 Пределы распространения огня по строительным конструкциям**

Способность строительной конструкции гореть и распространять огонь характеризуется пределом распространения огня. За предел распространения огня принимается размер повреждения (в см) образца конструкции вследствие его горения, обугливания или оплавления за пределами зоны нагрева (в контрольной зоне) при 15 минутном испытании в огневой печи.

Конструкция отвечает требованиям пожарной безопасности по пределам распространения огня, если

$$l_{\phi} \leq l_{\text{дон}}, \quad (6.4)$$

где  $l_{\phi}$  и  $l_{\text{дон}}$  – соответственно максимальные фактические и минимальные допускаемые пределы распространения огня, см.

Допускаемые пределы распространения огня по строительным конструкциям назначаются нормами строительного проектирования. Фактические пределы распространения огня определяются при огневых испытаниях конструкций или по справочной литературе, где приводятся результаты таких испытаний.

Без проведения огневых испытаний можно заранее сказать, что фактический предел распространения огня по конструкциям, выполненным полностью из негорючих материалов, равен нулю. Конструкции, выполненные из трудногорючих материалов (по старой пожарно-технической классифика-

ции), имеют предел распространения огня по горизонтали до 25 см, а по вертикали до 40 см. Конструкции же, выполненные из горючих материалов, имеют предел распространения огня по горизонтали больше 25 см, а по вертикали больше 40 см. Это позволяет переходить от оценки горючести конструкций к пределу распространения огня по ним и наоборот.

Суть огневых испытаний строительных конструкций для определения пределов распространения огня заключаются в определении повреждения размера конструкции вследствие ее горения за пределами зоны нагрева в контрольной зоне при локальном воздействии огня на часть конструкции в огневых печах. Температурный режим в печах стандартный. Образцы строительных конструкций для испытаний должны быть выполнены в соответствии с рабочими чертежами и техническими условиями на их изготовление. Размеры испытываемых образцов ограждающих конструкций – не менее 2х2 м, а стержневых элементов – с учетом того, что они должны выступать за габариты печи не менее, чем на 1 м. Образцы, имеющие ребра и выступы, следует располагать так, чтобы они не препятствовали распространению огня в контрольной зоне. Стыки плит и панелей ограждающих конструкций должны находиться в зоне нагрева с продолжением их в контрольную зону.

Образцы ограждающих конструкций подвергаются одностороннему воздействию огня:

- наружные стены – со стороны помещения;
- внутренние стены и перегородки с несимметричным сечением отдельно с каждой стороны (допускается одностороннее огневое воздействие со стороны с большим распространением огня);
- плиты покрытий, перекрытий и подвесных потолков, лестничные площадки и марши – снизу; при этом образцы ступеней для испытаний собираются в марши.

Стержневые элементы конструкций подвергаются воздействию огня с трех или четырех сторон в зависимости от условий их эксплуатации.

Установка образцов на огневых печах и размещение термомпар в контрольной зоне и зоне нагрева показаны на рисунке 10. Зазор между нагреваемой поверхностью образца и стенкой печи составляет  $5 \pm 0,5$  см.

Испытания проводят при начальной температуре  $20 \pm 10$  °С и при скорости движения воздуха не более 0,5 м/с, если условия эксплуатации не требуют других условий испытаний. Температура воздуха в помещении, печи и испытываемого образца должна быть стабилизирована за 2 ч до начала испытаний. Влажность материалов образца должна быть динамически уравновешена с влажностью окружающей среды при относительной влажности  $60 \pm 15$  % и температуре  $20 \pm 10$  °С.

Испытания проводятся при длительности огневого воздействия 15 мин  $\pm$  5 с. С помощью термомпар контролируют температуру не только в огневой печи, но и в зоне обогрева конструкции и в контрольной зоне.

По истечении указанного времени пламя в печи гасится, и не более чем через 3 минуты образец должен быть снят с печи или в зазор между образцом и огневой камерой должен быть введен теплоизолирующий экран.

Обследование состояния образца и измерение его повреждений в контрольной зоне проводится после его остывания.

За предел распространения огня принимается размер поврежденной зоны образца в плоскости конструкции от границы зоны нагрева перпендикулярно к ней до наиболее удаленной точки повреждения (для вертикальных конструкций - вверх, для горизонтальных - в каждую сторону). Повреждением считается обугливание, выгорание или оплавление материалов, обнаруживаемые визуально. Результаты измерений округляют до 1 см в большую сторону.

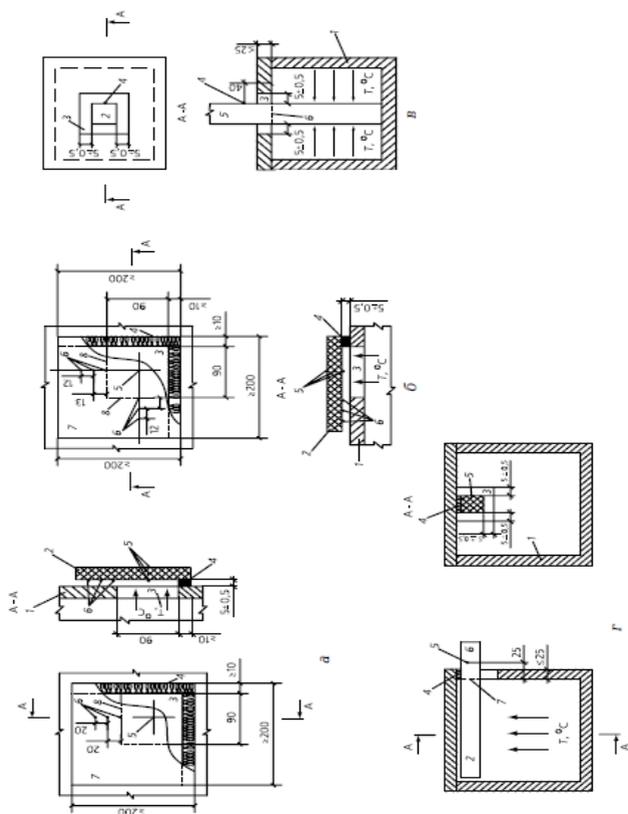


Рисунок 6.3 – Схемы экспериментальных установок по испытанию строительных конструкций и распространение огня:  
 а – вертикальных ограждающих конструкций;  
 б – горизонтальных ограждающих конструкций;  
 в – вертикальных стержневых конструкций;  
 г – горизонтальных стержневых конструкций;  
 1 – огневая печь; 2 – образец; 3 – проем огневой печи;  
 4 – уплотнение из минеральной ваты; 5 – термопары;  
 б – граница контрольной зоны

Предел распространения огня определяется как среднее арифметическое результатов испытаний двух образцов. Разброс результатов испытаний по двум образцам не должен превышать 15 %. При испытании одного образца результат должен быть умножен на коэффициент 1,2.

В заключение следует отметить, что изложенный метод испытания строительных конструкций на распространение огня не позволяет в полной мере оценить объективную обстановку на пожаре, так как не учитывает ряда важных пожарно-технических характеристик материалов строительных конструкций (дымообразование, токсичность и др.), а также не показывает, какую лепту вносят конструкции в температурный режим пожара с точки зрения теплового эффекта.

### **6.5 Класс пожарной опасности конструкций**

Пожарная опасность строительных конструкций определяется степенью их участия в развитии пожара, в образовании опасных факторов пожара и зависит от пожарной опасности материалов, из которых выполнена конструкция. Пожарная опасность строительных конструкций характеризуется классами их пожарной опасности. Согласно ГОСТ 30403–96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности» различают 4 класса пожарной опасности строительных конструкций: КО, К1, К2, К3. При установлении класса пожарной опасности строительных конструкций учитывают следующие показатели:

- наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов;
- наличие пламенного горения газов или расплавов, выделяющихся из конструкции в результате термического разложения составляющих ее материалов; размеры повреждения конструкции и составляющих ее материалов, возникшего при испытании конструкции вследствие их горения или термического разложения;

–характеристики пожарной опасности материалов, составляющих конструкцию.

Характеристика классов пожарной опасности строительных конструкций приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Классы пожарной опасности строительных конструкций

Клас с по- жар- ной опас- ности кон- струк- ции	Допускаемый размер поврежде- ния конструкций, см		Наличие		Допускаемые характери- сти пожарной опасности по- врежденного материала		
	верти- каль- ных	горизон- зон- тальных	теп- ло- вого эф- фек- та	горе- ре- ния	го- рю- че- сти	воспла- меняемо- сти	дымооб- разую- щей спо- собгно- сти
К0	0	0	н. д.	н. д.	—	—	—
К1	До 40 > 40	До 25 > 25	н. д. н.р	н. д. н. д.	н.р. Г2	н. р. В2	н. р. Д2
К2	Более 40, но до 80 то же	Более 25, но до 50 то же	н. д. н. р.	н. д. н. д.	н. р. Г3	н. р. В3	н. р. Д2
К3	Не регламентируется						
Примечание – Н.д. – не допускается; н. р. – не регламентируется.							

Строительные конструкции отвечают требованиям пожарной безопасности, если фактический класс пожарной опасности конструкций  $K_{\phi}$  равен или больше (размещается выше в таблице классов пожарной опасности) допускаемого класса пожарной опасности конструкций  $K_{доп}$ :

$$K_{\phi} \geq K_{доп}. \quad (6.5)$$

Допускаемый класс пожарной опасности строительных конструкций регламентируется нормативными документами.

Фактический класс пожарной опасности строительных конструкций определяется экспериментально на огневых установках для оценки пожарной опасности конструкций либо после обобщения опытных данных по справочной технической литературе (например, по «Справочнику по огнеконструкциям, пожарной опасности строительных материалов и огнестойкости инженерного оборудования зданий», М., ВНИИПО МВД РФ, 1999).

Сущность метода огневого испытания конструкций для определения класса их пожарной опасности заключается в тепловом воздействии на конструкцию в течение времени, определяемом требованиями к этой конструкции по огнестойкости, но не более 45 минут.

Огневые установки для оценки пожарной опасности вертикальных и горизонтальных конструкций приведены на рисунке 3.4. Каждая из этих установок двухкамерная: имеются огневая и тепловая камеры каждая размером 100x100x100 см. Сгорание топлива происходит в огневой камере, а тепловое воздействие на испытываемую конструкцию осуществляется в обеих камерах. Температурный режим контролируется термометрами.

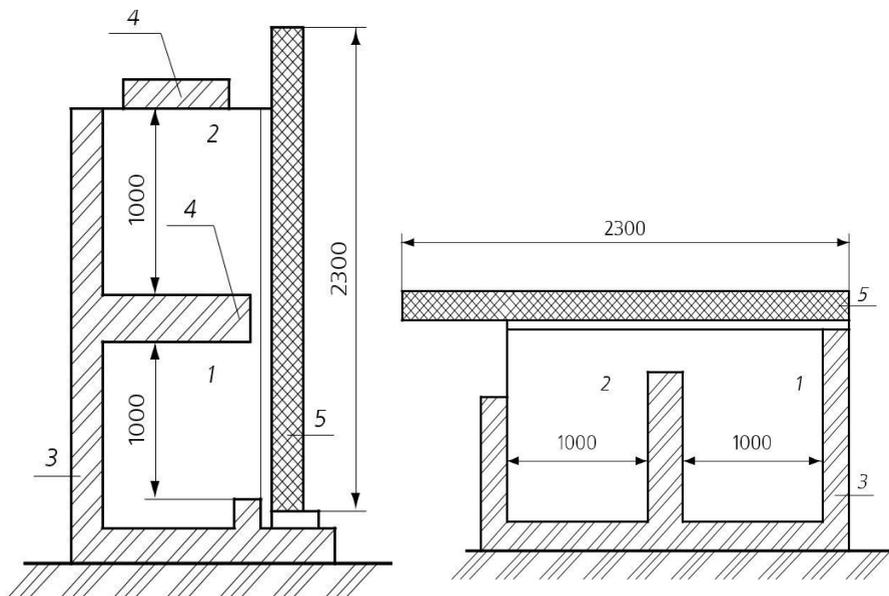


Рисунок 6.4 – Схемы экспериментальных установок для оценки пожарной опасности конструкций:

- а – вертикальных; б – горизонтальных; 1 – огневая камера;
- 2 – тепловая камера; 3 – стенка печи; 4 – перекрытие печи;
- 5 – испытуемый образец

При этом в огневой камере создается и контролируется стандартный температурный режим, при котором испытывают конструкции на огнестойкость. В тепловой же камере должен быть создан температурный режим, характеризуемый следующей зависимостью:

$$t = 200 \lg(8 \tau + 1) + t_n, \quad (6.6)$$

где  $\tau$  – время от начала испытания, мин;

$t$  – температура в тепловой камере, °С;

$t_n$  – температура до теплового воздействия (начальная температура), °С.

Отклонение средней температуры в тепловой камере от выше при веденной зависимости не должно превышать 15 % в

течение 10 мин от начала испытания и 10 % после 10 мин от начала испытания.

Поддержание установленных температур в огневой и тепловой камерах достигается регулировкой расхода топлива и изменением размеров для выхода газов из тепловой камеры и проема между обогреваемой поверхностью образца и торцом перекрытия (перегородки), разделяющего огневую и тепловую камеры печи.

В процессе испытания регистрируют параметры, по которым определяется класс пожарной опасности конструкции:

- температура в огневой и тепловой камерах для определения наличия
- теплового эффекта;
- способность к воспламенению газов, выделяющихся при термическом разложении материалов образца;
- образование горящего расплава.

Способность к воспламенению газов, выделяющихся при термическом разложении материалов образца проверяют посредством поднесения горящего факела к местам выхода этих газов на необогреваемые поверхности образца не реже, чем через каждые 5 минут испытания и через каждую минуту – при появлении вспышек газа.

Образование горящего расплава контролируют визуально по наличию горящих капель, вытекающих из торцов образца или стекающих по поверхности образца в пределах контрольной зоны.

После остывания образца производят его осмотр с целью определения и регистрации повреждений в контрольной зоне.

Размер повреждения образца измеряется в сантиметрах в плоскости конструкции от границы контрольной зоны, перпендикулярно к ней от наиболее удаленной точки повреждения образца в контрольной зоне. Повреждением считается обугливание, оплавление и выгорание материалов конструкции на глубину более 0,2 см. При этом не учитывается повреждение длиной менее 5 см для вертикальных конструкций,

длиной менее 3 см для горизонтальных конструкций, слоев пароизоляции толщиной до 0,2 см и в некоторых других случаях.

Как правило, испытаниям подвергают два одинаковых образца. Нагружение образцов во время испытания не предусматривается. Размер повреждения конструкции определяют как среднеарифметическое значение по результатам испытания двух одинаковых образцов.

Допускается определять размер повреждения по результатам испытания одного образца, если этот размер отличается от допускаемого, приведенного в таблице 16, более чем на 15 %. В случае различия результатов испытаний двух одинаковых образцов более чем на 15 % проводят третье испытание, при этом размер повреждения определяют как среднеарифметическое значение по результатам испытаний двух образцов, имеющих наибольшие размеры повреждения.

Класс пожарной опасности строительной конструкции определяется таблицей 16 по наименее благоприятному показателю.

Условное обозначение класса пожарной опасности конструкции включает букву К и цифры, которые обозначают продолжительность теплового воздействия в минутах при испытании образца. Одна и та же конструкция может принадлежать к различным классам пожарной опасности в зависимости от времени теплового воздействия. Например:

К0 (15) – конструкция класса К0 при времени теплового воздействия 15 мин;

К1 (30) – конструкция класса К1 при времени теплового воздействия 30 мин;

К2 (45) – конструкция класса К2 при времени теплового воздействия 45 мин;

К1 (30)/К3(45) – конструкция класса К1 при времени теплового воздействия 30 мин и класса К3 при времени теплового воздействия 45 мин.

Без испытаний можно установить классы пожарной опасности конструкций, выполненных только из негорючих материалов группы НГ-КО и конструкций, выполненных только из горючих материалов группы Г<sub>4</sub>–К<sub>3</sub>.

В полном объеме использовать в инженерной практике классы пожарной опасности строительных конструкций в настоящее время нельзя из-за отсутствия экспериментальных данных по фактическим классам пожарной опасности всех конструкций и отсутствия нормативных требований к допускаемым классам пожарной опасности конструкций зданий различного назначения.

## **6.6 Пожарно-техническая классификация зданий и сооружений**

По старой пожарно-технической терминологии (согласно СНиП 2.01.02–85\*) нормативной характеристикой здания или сооружения являлась степень огнестойкости. Согласно новой пожарно-технической классификации (СНиП 21–01–97\*) здания регламентируются по степеням огнестойкости, классам конструктивной пожарной опасности и классам функциональной пожарной опасности.

## **6.7 Степени огнестойкости зданий и сооружений**

Здание состоит из разнообразных конструктивных элементов, обладающих различной огнестойкостью. Способность здания (сооружения) в целом сопротивляться разрушению в условиях пожара характеризуется степенью огнестойкости. Степень огнестойкости – это нормативная характеристика здания или сооружения. Она обозначается римскими цифрами: I, II, III и т. д.

По старой пожарно-технической классификации (согласно СНиП 2.01.02–85\*) все здания и сооружения по огнестойкости подразделялись на восемь степеней: I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа и V. Каждой степени огнестойкости соответствовал

набор конструкций с вполне определенными численными значениями пределов огнестойкости и пределов распространения огня. Классификация зданий по степени огнестойкости регламентировалась в зависимости от этих параметров таблицей 1 СНИП 2.01.02–85\* (см. таблицу 6.5).

К строительным конструкциям зданий I степени огнестойкости предъявлялись самые жесткие требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня. Самые минимальные требования предъявлялись к зданиям V степени огнестойкости, конструкции которых могли выполняться (за исключением противопожарных преград) из горючих материалов без нормируемых показателей огнестойкости.

По новой пожарно-технической классификации (согласно табл. 4 СНИП 21–01–97\*) все здания и сооружения подразделяются на пять степеней огнестойкости: I, II, III, IV, V (см. таблицу 17). Степень огнестойкости здания регламентируется пределами огнестойкости основных конструктивных элементов здания с учетом их функциональной роли.

Различают фактическую и требуемую степени огнестойкости здания (сооружения). Фактическая степень огнестойкости здания  $O_{\text{ф}}$  - это действительная степень огнестойкости запроектированного или построенного здания, определяемая по результатам пожарно-технической экспертизы строительных конструкций зданий и нормативным положениям. Огнестойкость строительных конструкций для определения фактической степени здания приведена в таблице 6.4.

Под требуемой степенью огнестойкости здания  $O_{\text{тр}}$  подразумевается минимальная степень огнестойкости, которой должно обладать здание для удовлетворения требований пожарной безопасности. Требуемая степень огнестойкости зданий определяется специализированными или отраслевыми нормативными документами с учетом назначения зданий, этажности, площади, вместимости, категории производства по

взрывопожарной опасности, наличия автоматических установок пожаротушения и других факторов.

Требуемые степени огнестойкости производственных, общественных и жилых зданий применительно к старой пожарно-технической терминологии приведены в таблицах СНиП 2.09.02–85 «Производственные здания», СНиП 2.08.02–89 «Общественные здания», СНиП 2.08.01–89 «Жилые здания» и других нормах для зданий различного функционального назначения.

Требуемые степени огнестойкости производственных, общественных и жилых зданий применительно к старой пожарно-технической терминологии приведены в таблицах СНиП 2.09.02-85\* «Производственные здания», СНиП 2.08.02–89\* «Общественные здания», СНиП 2.08.01–89\* «Жилые здания» - см. табл. 6.5, 6.6, 6.7.

Таблица 6.4 – Фактические степени огнестойкости зданий  
по СНиП 21-01-97\*

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные несущие стенки	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и надподвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки 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 155	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Таблица 6.5 – Требуемые степени огнестойкости производственных зданий по СНИП 2.09.02–85\*

Категория зданий или пожарных отсеков	Допустимое число этажей	Степень огнестойкости	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м <sup>2</sup> , зданий		
			Многоэтажных		
			одноэтажных	В два этажа	В три и более
1	2	3	4	5	6
А, Б	6	I	Не ограничивается		
А, Б (за исключением зданий нефтеперерабатывающей, газовой, химической и нефтехимической промышленности)	6	II	5200	То же	–
	1	IIIа			
А – здания нефтеперерабатывающей, газовой, химической и нефтехимической промышленности	6	II	Не огранич.	5200	3500
	1	IIIа	3500	–	–

Продолжение таблицы 6.5

1	2	3	4	5	6
Б – здания нефтеперерабатывающей, газовой, химической и нефтехимической промышленности	6	II	Не огранич.	10400	7800
	1	IIIa	3500	–	–
В	8	I, II	Не огранич.	Не огран.	Не огран.
	3	III	5200	3500	2600
	2	IIIa	25000	10400	–
	1	IIIб	15000	–	–
	2	IVa	2600	2000	–
	2	IV	2600	2000	–
	1	V	1200	–	–
Г	10	I, II	Не огранич.	Не огран.	Не огран.
	3	III	6500	5200	3500
	6	IIIa	Не огранич.	Не огран.	Не огран.
	1	IIIб	20000	–	–
	2	IVa	6500	5200	–
	2	IV	3500	2600	–
Д	10	I, II	Не огранич.	Не огран.	Не огран.
	3	III	7800	6500	3500
	6	IIIa	Не огранич.	Не огран.	Не огран.
	1	IIIб	25000	–	–
	2	IVa	10400	7800	–
	2	IV	3500	2600	–
	2	V	2600	1500	–

Таблица 6.6 – Требуемые степени огнестойкости общественных зданий по СНиП 2.08.02–89\*

Степень огнестойкости здания	Наибольшее число этажей	Площадь этажа между противопожарными стенами в здании, м <sup>2</sup>				
		одноэтажное	2 этажа	3–5 этажей	6–9 этажей	10–16 этажей
I	16	6000	5000	5000	5000	2500
II	16	6000	4000	4000	4000	2200
III	5	3000	2000	2000	–	–
IIIа и IIIб	1	2500	–	–	–	–
IV	2	2000	1400	–	–	–
IVа	1	800	–	–	–	–
V	2	1200	800	–	–	–

Таблица 6.7 – Требуемые степени огнестойкости и классы конструктивной пожарной опасности жилых зданий по СНиП 2.08.01–89\*

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Наибольшая допустимая высота здания, м	Наибольшая допустимая площадь этажа пожарного отсека, м <sup>2</sup>
I	CO	75	2500
II	CO	50	2500
	C1	28	2200
III	CO	28	1800
	C1	15	1800
IV	CO	5	1000
		3	1400
	C1	5	800
		3	1200
	C2	5	500
		3	900
V	Не нормируется	5	500
		3	800

По новой пожарно-технической терминологии требуемые степени огнестойкости зданий будут определяться по соответствующим таблицам СНиП 31–06–2009, после их разработки, утверждения и ввода в действие.

Здание или сооружение удовлетворяет по огнестойкости требованиям пожарной безопасности, если

$$O_{\phi} \geq O_{\text{тр}}, \quad (6.7)$$

В этом условии знак  $\geq$  обозначает, что фактическая степень огнестойкости здания должна равняться требуемой или размещаться выше в таблице степени огнестойкости.

Для соблюдения приведенного условия безопасности строительные конструкции здания должны соответствовать нормативным требованиям по пределам огнестойкости и пределам распространения огня.

## **6.8 Классы конструктивной пожарной опасности зданий**

Класс конструктивной пожарной опасности здания (сооружения) определяется степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании его опасных факторов. Классификация зданий по конструктивной пожарной опасности в соответствии с табл. 5 СНиП 21–01–97\* приведена в таблице 6.8.

Как видно из таблицы 6.8, имеется четыре класса конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений: СО, С1, С2, С3. Класс конструктивной пожарной опасности здания зависит от классов пожарной опасности основных несущих и ограждающих строительных конструкций: колонн, ригелей, ферм, стен, перегородок, перекрытий, покрытий, стен лестничных клеток, маршей и площадок лестниц, противопожарных преград.

При этом пожарная опасность заполнения проемов в ограждающих конструкциях здания не нормируется, за исключением проемов в противопожарных преградах.

Таблица 6.8 – Классы конструктивной пожарной опасности зданий

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций, не ниже				
	Несущие стержневые элементы (колонны, ригели, фермы и др.)	Стены наружные с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестниц в лестничных клетках
СО	КО	КО	КО	КО	КО
С1	К1	К2	К1	КО	КО
С2	К3	К3	К2	К1	К1
С3	Не нормируется			К1	К3

Здания и сооружения класса СО являются лучшими с противопожарной точки зрения. Все конструкции здесь выполнены из негорючих материалов, которые в условиях пожара не горят, не повреждаются, не дают теплового эффекта, не образуют токсичных дымовыделений. В зданиях класса С1 допускается применять ряд конструкций из трудногорючих (по старой пожарно-технической терминологии) материалов. А к большинству конструкций класса С3 (кроме конструктивных элементов лестниц, стен, лестничных клеток и противопожарных преград) вообще не предъявляются никакие противопожарные требования.

Условие безопасности по классам конструктивной пожарной опасности зданий (сооружений) имеет вид:

$$K_{\phi} \geq K_{mp}, \quad (6.8)$$

где  $K_{\phi}$  – фактический класс конструктивной пожарной опасности здания;

$K_{mp}$  – требуемый класс конструктивной пожарной опасности здания.

$K_{\phi}$  может быть определен по результатам огневых испытаний в соответствии со СНиП 21–01–97\*, а  $K_{\text{тр}}$  по разработываемым в настоящее время нормам.

## **6.9 Классы функциональной пожарной опасности зданий**

Здания и помещения по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы в зависимости от способа их использования и от меры безопасности людей в случае возникновения пожара с учетом их возраста, физического состояния, сна или бодрствования, вида основного функционального контингента и его количества. По-иному, класс функциональной пожарной опасности определяется его назначением. Существует пять классов функциональной пожарной опасности зданий и помещений: Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5.

К классу Ф1 относятся здания и помещения, связанные с постоянным или временным проживанием людей, в который входят:

детские дошкольные учреждения, дома престарелых и инвалидов, больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений Ф 1.1;

гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха, кемпингов, мотелей, пансионатов – Ф 1.2;

многоквартирные жилые дома – Ф 1.3;

индивидуальные, в том числе блокированные дома – Ф 1.4.

Зрелищные и культурно-просветительные учреждения относятся к классу Ф 2, в который входят:

– театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения и другие учреждения с местами для зрителей в закрытых помещениях – Ф 2.1;

– музеи, выставки, танцевальные залы, публичные библиотеки и другие подобные учреждения в закрытых помещениях – Ф 2.2;

– к Ф 2.3 относятся учреждения, указанные в Ф 2.1, но расположенные на открытом воздухе;

– Ф 2.4 относятся учреждения, указанные в Ф 2.2, но расположенные на открытом воздухе.

К классу Ф 3 относятся предприятия по обслуживанию населения, в которые входят предприятия торговли – Ф 3.1, общественного питания Ф 3.2, вокзалы – Ф 3.2, поликлиники и амбулатории – Ф 3.3, помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания – Ф 3.4,

Физкультурно-оздоровительные и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей – Ф 3.5.

Учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления составляют класс Ф 4, в который входят:

– общеобразовательные школы, средние специальные учебные заведения, профтехучилища, внешкольные учебные заведения – Ф 4.1;

– высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации – Ф 4.2;

– учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, офисы – Ф 4.3;

– пожарные депо Ф 4.4.

Производственные и складские здания и помещения относятся к классу Ф 5, в который входят производственные и лабораторные помещения – Ф 5.1; складские здания и помещения, стоянки автомобилей без технического обслуживания, книгохранилища и архивы – Ф. 5.2; сельскохозяйственные здания – Ф 5.3.

Производственные и складские помещения, а также лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф 1, Ф 2, Ф 3, Ф 4 относятся к классу Ф 5.

Классификация зданий по классам функциональной пожарной опасности позволяет основные противопожарные тре-

бования к различным зданиям и сооружениям сосредоточить в едином нормативном документе.

## **6.10 Методика экспертизы строительных конструкций**

Проверка соответствия строительных конструкций требованиям пожарной безопасности осуществляется методом сопоставления. Сравниваются фактические и требуемые пределы огнестойкости конструкций, фактические и допускаемые пределы распространения огня по конструкциям (или фактические и допускаемые классы пожарной опасности строительных конструкций). Если соблюдаются условия безопасности 3.2, 3.4, 3.5, то строительная конструкция удовлетворяет требованиям пожарной безопасности.

Методика проверки соответствия строительных конструкций требованиям пожарной безопасности по новой пожарно-технической терминологии состоит в следующем:

1. По соответствующим пунктам и таблицам в настоящее время разрабатываемых нормативных документов определяют требуемую степень

огнестойкости здания и требуемый класс конструктивной пожарной опасности здания с учетом назначения, этажности, площади, вместимости здания и других факторов.

2. На основании требуемой степени огнестойкости здания и требуемого класса конструктивной пожарной опасности здания по таблицам 4 и 5 СНиП 21–01–97\* находят требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций и допускаемые классы пожарной опасности строительных конструкций. Возможно уточнение показателей требуемых пределов огнестойкости конструкций и допускаемых классов пожарной опасности конструкций по соответствующим пунктам разрабатываемых глав нормативных документов.

3. Оценивают опасность строительных материалов, используемых в конструкциях (горючесть Г, воспламеняемость В, распространение пламени РП, дымообразующую способ-

ность Д, токсичность Т), используя данные «Справочника по огнестойкости и пожарной опасности конструкций, пожарной опасности строительных материалов и огнестойкости инженерного оборудования зданий» или другой справочной технической литературы и определяют область применения этих материалов (в конструкциях какого класса пожарной опасности разрешается использовать материалы).

4. Исходя из характеристики конструктивных элементов здания и пожарной опасности материалов строительных конструкций, по справочной технической литературе (например «Справочник по огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций, пожарной опасности строительных материалов и огнестойкости инженерного оборудования зданий», М., 1999) определяют фактические пределы огнестойкости конструкций и фактические классы пожарной опасности конструкций.

5. Фактические пределы огнестойкости строительных конструкций сравнивают с требуемыми пределами огнестойкости, а фактические классы пожарной опасности строительных конструкций с допускаемыми классами пожарной опасности конструкций, после чего делают вывод о соответствии строительных конструкций требованиям пожарной безопасности.

Пожарно-техническую экспертизу строительных конструкций целесообразно выполнять в табличной форме (см. таблицу 6.10).

\*Под область применения здесь понимается в здании какой степени огнестойкости и какого класса конструктивной пожарной опасности применяется каждая из рассмотренных строительных конструкций.

## **Контрольные вопросы**

1. Какова роль строительных конструкций в обеспечении противопожарной защиты зданий?
2. Пожарно-техническая классификация строительных конструкций.
3. Что такое предел огнестойкости строительной конструкции?
4. Какие три предела огнестойкости строительных конструкций существуют?
5. Какие существуют классы пожарной опасности конструкций?
6. Определение класса конструктивной пожарной опасности здания.
7. Какие пять классов функциональной пожарной опасности зданий и помещений вы знаете?

## **ГЛАВА 7. ПРИНЦИПЫ ВНУТРЕННЕЙ ПЛАНИРОВКИ ЗДАНИЙ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **7.1 Система обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений**

Для каждого объекта защиты должны быть определены обязательные требования пожарной безопасности и в соответствии с ними разработана система обеспечения пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности (рисунок 7.1) включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (ст. 5 123–ФЗ).

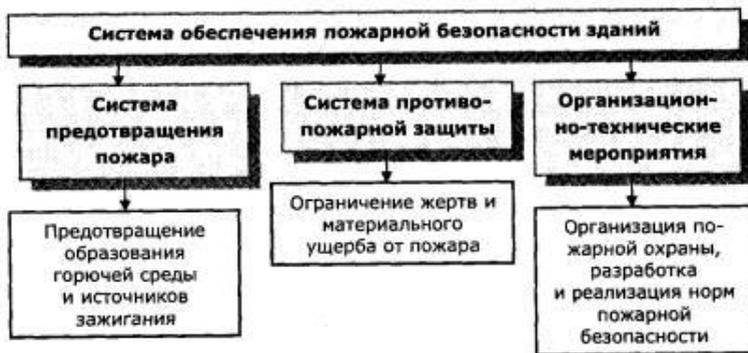


Рисунок 7.1 – Структура системы обеспечения пожарной безопасности зданий

Система предотвращения пожара – комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты (ст. 2 123–ФЗ). Исключение условий возникновения пожаров достигается исключением условий образования горючей среды и (или) исключением условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания (ст. 48 123–ФЗ).

Система противопожарной защиты - комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (ст. 2 123–ФЗ).

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий обеспечиваются снижением динамики нарастания опасных факторов пожара, эвакуацией людей и имущества в безопасную зону и (или) тушением пожара (ст. 51 123–ФЗ).

К элементам системы противопожарной защиты объектов относится (ст. 52 123–ФЗ):

- применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;

- устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;

- применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;

- применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемому уровню огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;

- применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;

- устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;

- устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты.

В зарубежной литературе перечисленные меры называют «пассивными». «Активные» меры, в отличие от «пассивных», реализуют свои функции прямым воздействием на очаг пожара или подачей сигнала о его возникновении:

- устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

- применение первичных средств пожаротушения;

- применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения.

Среди перечисленных мер противопожарной защиты зданий существенная роль принадлежит методам, связанным с конструктивными и объемно-планировочными решениями зданий. Объемно-планировочным решением (ОПР) здания

называется объединение помещений избранных размеров и формы в единую композицию. Из определения следует, что при разработке ОПП оперируют определенным составом помещений, которые в определенном порядке размещают в объеме здания. Конструктивное решение (КР) – это совокупность горизонтальных и вертикальных конструкций здания, связанных между собой и обеспечивающих прочность, надежность, устойчивость и пространственную жесткость объекта. От выбора того или иного решения и материала его изготовления зависит безопасность и долговечность сооружения, его эстетические показатели и конечная стоимость.

Примерами ОПП в здании являются размер пожарного отсека, этажность, состав помещений, высота этажа, размеры шагов и пролетов. КР – это подбор всех конструкций здания и материалов для их изготовления, которые обеспечивают огнестойкость конструкции, уменьшают пожарную опасность и ограничивают распространение пожара.

Основной объем разработки элементов системы противопожарной защиты осуществляется на стадии проектирования.

## **7.2 Исходные сведения об объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий и сооружений**

По ряду признаков все здания и сооружения можно классифицировать на отдельные группы.

Здания по назначению:

- 1) гражданские (жилые дома, больницы, школы, театры и прочие общественные здания);
- 2) промышленные (заводы, фабрики, склады, ТЭЦ, котельные и др.);
- 3) сельскохозяйственные (птицефермы, овощехранилища, скотные дворы и т. д.).

Здания по этажности:

- 1) малоэтажные (до 3 этажей);
- 2) средней этажности (до 5 этажей);

- 3) многоэтажные (6 и более этажей);
- 4) повышенной этажности (11–16 этажей)
- 5) высотные (более 16 этажей).

Здания по степени долговечности:

I степень – со сроком службы не менее 100 лет;

II степень – со сроком службы не менее 50 лет;

III степень – со сроком службы не менее 20 лет (при сроке службы менее 20 лет здания называются временными).

Здания по пожарной безопасности делятся:

– по степеням огнестойкости (I-V);

– по функциональной пожарной опасности (Ф1-Ф5);

– по конструктивной пожарной опасности (С0-С3).

Здания по технологии возведения:

– сборные - возводимые из предварительно изготовленных на заводе или строительной площадке элементов конструкций;

– сборно-монолитные – возводимые из сборных элементов и монолитного бетона, укладываемого непосредственно в конструкции здания;

– монолитные – с основными конструкциями (перекрытиями, стенами, элементами каркаса) из монолитного бетона;

– из мелкоштучных элементов (кирпича, керамических и бетонных блоков и др.), укладываемых вручную или строительными роботами.

Здания по материалу несущих конструкций: из дерева; каменные; кирпичные; из полимерных материалов; из бетона; из железобетона; из металлоконструкций; из легких металлических конструкций; смешанные.

Пространственное расположение элементов здания (перекрытий, колонн, стен и т. д.), образующих его каркас, определяет конструктивный тип здания, который может быть:

1) каркасным (состоит из балок, колонн, перекрытий и других несущих или ограждающих элементов);

2) с неполным каркасом (несущие функции помимо внутреннего каркаса выполняют наружные стены);

3) бескаркасным (все элементы выполняют как несущие, так и ограждающие функции);

4) объемно-блочным (основной элемент – монолитный объемный блок из железобетона, имеющий размер одной комнаты);

5) ствольным (основные элементы – ствол жесткости (монолитный или сборный) и перекрытия консольного типа между этажами);

6) оболочковым (несущий элемент – наружный контур стен, конфигурация здания и этажность – любая, применяется только для уникальных зданий).

В зависимости от назначения здания, экономической составляющей и требований заказчика к объемно-планировочному решению, в одном объекте могут использоваться различные конструктивные решения. Такое сооружение будет иметь смешанную конструктивную систему. Например, для залов и холлов может использоваться каркасная система, а для ячеистой части здания – бескаркасная система.

Горизонтальные несущие конструкции воспринимают все вертикальные нагрузки и передают их вертикальным несущим конструкциям, в свою очередь передающих нагрузки на фундамент и основание здания. Также они перераспределяют между вертикальными конструкциями воздействия ветра и сейсмической активности земли. К горизонтальным конструкциям относятся перекрытия и покрытия, играющие в общей конструкции роль горизонтальных диафрагм жесткости.

В гражданских зданиях высотой более 2 этажей горизонтальные конструкции представляют собой железобетонный диск, перекрытие из металлических балок или профилированный стальной настил. В свою очередь железобетонные элементы могут быть сборными (из ребристых, сплошных или многопустотных плит), монолитными или сборно-

монолитными. К вертикальным несущим конструкциям относятся колонны, стойки, стены, отдельные опоры и т. д.

Вне зависимости от различий между зданиями разного назначения, в них используются элементы, выполняющие одни и те же определенные функции, по которым их можно разделить на три группы: несущие, ограждающие и универсальные.

К главным конструктивным элементам гражданских зданий относятся: фундаменты, стены, перекрытия, перегородки, крыша, лестницы, окна, двери, балконы.

Фундамент представляет собой конструкцию, обычно расположенную под землей и предназначенную для восприятия нагрузок от остальных элементов здания и передачу их на грунт. В зависимости от назначения здания, его размера и этажности, а также типа грунта могут применяться различные конструктивные решения фундаментов:

- ленточные – строятся в виде сплошной ленты по всему периметру здания;

- столбчатые – подводятся под отдельно стоящие опоры здания;

- сплошные – представляют собой монолитную плиту, расположенную под всем зданием или его частью;

- свайные – представляют собой отдельные стержни, погруженные в грунт.

Стены предназначены для отделения внутренних помещений от внешнего пространства (наружные) или отделения одного помещения от другого (внутренние). Тем самым стены выполняют ограждающую функцию, одновременно неся нагрузку от собственного веса. Стены, не воспринимающие нагрузки от других конструкций, называются самонесущими. Если стены помимо собственного веса воспринимают нагрузки от других конструкций (перекрытия), то они называются несущими. Ненесущие стены выполняют только ограждающую функцию и несут нагрузку от собственного веса только в

пределах одного этажа. Конструктивные решения стен в зависимости от материала их изготовления бывают следующих типов:

- крупнопанельные стены – строятся из крупных элементов размером в 1–2 комнаты;
- крупноблочные стены – строятся из крупных блоков;
- мелкоэлементные стены – строятся из кирпича, мелких блоков или керамического камня.

Перекрытия представляют собой строительные конструкции, предназначенные для разделения внутреннего пространства здания на отдельные этажи. Помимо ограждающих функций перекрытия несут полезную нагрузку в виде веса предметов, оборудования и людей, находящихся в помещении. Перекрытия выполняют важную функцию обеспечения жесткости здания и сохранения его конструктивной схемы под действием возможных нагрузок. В зависимости от расположения перекрытий различают следующие их виды:

- чердачные – отделяют верхний этаж от чердака;
- подвальные – отделяют нижний этаж от подвала;
- междуэтажные – отделяют один этаж от другого.

Конструктивные решения перекрытий выбирают в зависимости от назначения здания и нагрузок, которые будут на них воздействовать. Их могут изготавливать из монолитных или сборных железнобетонных панелей, с применением дерева и других материалов.

Опоры изготавливаются в виде колонн или столбов и предназначены для поддержания крыши, перекрытий или стен и передачи нагрузки непосредственно на фундамент, образуя внутренний каркас сооружения. Обычно перекрытия устанавливаются не непосредственно на опоры, а на прогоны – предварительно уложенные на них мощные балки. Конструктивные решения опор представлены типами: башенного типа, порталного типа и специальные опоры

Крыша (покрытие) представляет собой конструкцию, предназначенную для защиты внутреннего пространства зда-

ния от осадков и атмосферных воздействий (ветер, солнечные лучи и т. д.). Совместно с чердачным перекрытием крыша создает покрытие сооружения или мансардный этаж (помещение в чердачном пространстве, образованное поверхностью ломанной или наклонной крыши и чердачным перекрытием). Различают основные конструктивные решения:

- чердачная крыша – образуют чердачное помещение вместе с чердачным перекрытием;
- совмещенные бесчердачные крыши – конструктивно совмещаются с чердачным перекрытием.

Перегородки представляют собой строительные конструкции в виде тонких стен, и предназначены для разделения внутреннего пространства в пределах одного помещения, квартиры или этажа. Перегородки не несут никаких нагрузок кроме собственного веса и опираются на перекрытия. Конструктивные решения перегородок:

- крупнопанельные перегородки высотой в комнату;
- перегородочные плиты высотой в этаж – изготавливаются из ячеистого или легкого бетона, гипсоволоконной массы, могут иметь каркас из алюминиевого, стального или деревянного профиля;
- складчатые перегородки – изготавливаются из жестких или мягких материалов и состоят из вертикальных реек, обшитых различными материалами (кожа, ткань и т. д.);
- откатные перегородки – представляют собой цельные или составные конструкции, оснащенные опорными роликами, позволяющими перемещать перегородку;
- подъемные перегородки – представляют собой складывающиеся конструкции, используемые в основном в качестве декоративных элементов или противопожарных занавесов в общественных зданиях.

Лестницы представляют собой конструктивные элементы, предназначенные для организации сообщения между этажами здания. Как правило, в соответствии с требованиями пожарной безопасности лестницы заключаются в специальные по-

мещения, огражденные стенами – лестничные клетки. Конструктивные решения лестниц выбирают, исходя из назначения здания, интенсивности людского потока, величины нагрузок на лестничный марш и т. д. Соответственно лестницы бывают: железобетонные (монолитные или сборные из крупно-размерных и малоразмерных элементов), металлические, деревянные.

Окна представляют собой светопрозрачные конструкции, ограждающие внутренне помещение от улицы и предназначенные для освещения и проветривания помещения. В качестве заполняемого материала в окнах может использоваться стекло, профильное стекло или стеклоблоки. В современном строительстве используются следующие конструктивные решения окон:

- по материалу изготовления конструкции окна – деревянные, пластмассовые, металлические, металлопластиковые, железобетонные;

- по механизму открывания – глухие, раздвижные, створчатые (одна, две или три створки), с переплетом на цапфах, верхне- или нижнеподвесные, жалюзийные и т. д.;

- по числу стекол – с одним, двумя и тремя стеклами.

Двери представляют собой подвижные ограждения, предназначенные для связи смежных помещений, а также обеспечения входа и выхода из здания. Расположение, количество и тип двери зависит от типа здания, числа людей, находящихся внутри и требуемой степени защиты. Используются следующие конструктивные решения дверей:

- по числу полотен – однопольные, полуторные и двухпольные;

- по расположению в здании – наружные, внутренние, подвальные, шкафные;

- по функциональному назначению – входные, межкомнатные, эвакуационные;

– по конструктивному решению – щитовые (состоят из сплошного каркаса и облицовки) или филенчатые (состоят из обвязок, заполненных филенками).

Балкон представляет собой площадку, выступающую за плоскость стены и огражденную перилами. Конструктивные решения балконов выбирается в зависимости от конструкции перекрытий и наружной стены. Ограждение балкона может быть изготовлена из различных материалов, включая листовая сталь, дерево, пластик, непрозрачное стекло и т. д. В отличие от балкона, лоджия имеют боковые ограждения из стен здания и могут быть как встроенными в него, так и выносными.

Основой объемно-планировочного решения является происходящий в здании процесс. По характеру процессы весьма разнообразны. Это может быть производственный процесс, основанный на определенной технологии, или процесс обучения и воспитания детей, происходящий по определенному режиму; это может быть процесс, связанный с бытом или отдыхом людей и т. д.

От характера процесса зависят количество участвующих в нем людей, необходимое для его организации оборудование, требуемое благоустройство и другие элементы. Совокупность элементов, составляющих процесс, определяет габариты и форму помещений, способы их взаимосвязи и порядок размещения в объеме здания. Процессы отличаются не только по характеру, но и по сложности организации.

Функциональный процесс, происходящий в жилом доме, отличается от протекающих в большинстве общественных зданий функционально-технологических процессов, складывающихся зачастую из нескольких сливающихся воедино процессов (например, процесс подготовки и организации театрального действия и зрелищный процесс в театре) или существующих параллельно (например, работа зрительного зала, кружковых, библиотеки в доме культуры).

В целях создания оптимального объемно-планировочного решения функциональные процессы приводят в определен-

ную систему, которая устанавливает, как должны быть взаимосвязаны между собой отдельные помещения или группы родственных по назначению помещений, обеспечивающих последовательность развития процесса.

Набор размещаемых в зданиях типов помещений ограничен. Это основные, вспомогательные, обслуживающие и коммуникационные помещения. К последним относятся: входные узлы, коридоры, галереи, переходы, холлы, лестничные клетки.

Объединение помещений в единую композицию в объеме здания осуществляется по схеме, которая называется планировочной. Планировочная схема разрабатывается при проектировании любого здания, поэтому число схем не ограничено. Но в любой из них можно найти элементы четырех основных планировочных схем: коридорной (галерейной), секционной, анфиладной, зальной.

В коридорной схеме помещения относительно небольших размеров объединяют коридором и располагают относительно него с одной (двух) сторон или по периметру. Такая схема при-меняется при проектировании общежитий, гостиниц, больниц, домов отдыха, жилых домов для малосемейных.

В галерейной схеме (вариант коридорной схемы) помещения располагают по одну сторону открытой в окружающую среду галереи. Схема получила распространение при проектировании гражданских зданий в районах с жарким климатом. Секционная схема, представляющая собой сочетание изолированных и, как правило, одинаковых по планировке отсеков-секций, является основной при проектировании жилых домов.

Анфиладная схема, в которой помещения, расположенные один за другим, соединяются через дверные проемы, размещаемые, как правило, на одной оси, находит применение при проектировании музеев, выставочных залов, некоторых магазинов.

При зальной схеме имеется одно помещение больших размеров (зальное), которое располагают обычно в центре

здания, и помещения меньших размеров, которые группируют вокруг зального. Одно- или многозальная планировочная схема используется при проектировании театров и кинотеатров, рынков, торговых центров, спортивно-зрелищных предприятий, промышленных и сельскохозяйственных объектов.

В большинстве случаев планировочные схемы комбинируются из двух-трех основных. Такие схемы называют смешанными.

### **7.3 Планировочные решения в зданиях различного функционального назначения**

Здания и части зданий (помещения или группы помещений, функционально связанных между собой) по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы в зависимости от способа их использования и от того, в какой мере без-опасность людей в них в случае возникновения пожара находится под угрозой, с учетом их возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества.

Всего нормами установлено 5 классов, обозначаемых Ф1–Ф5 (буква «Ф» от слова «функциональная»). В пределах каждого класса имеются дополнительные деления. Наиболее ответственным всегда является первый класс и подкласс, по мере увеличения номера уровень противопожарных требований снижается.

Класс Ф1 – Помещения для постоянного проживания и временного (в том числе круглосуточного) пребывания людей. Помещения в зданиях класса Ф1 используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений. В жилых зданиях обычно нет помещений с массовым пребыванием людей. Учитывая, что в жилых помещениях люди могут находиться в спящем состоянии, обнаружение начала пожара может быть осуществлено со значи-

тельным опозданием, когда пожар распространился на значительную площадь. В наиболее критической ситуации начало пожара может быть вообще не зафиксировано – люди задохнутся от дыма во сне. Это обстоятельство делает класс Ф1 одним из наиболее ответственных с точки зрения необходимости пожарной защиты. Деление класса Ф1 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф 1.1 – Детские дошкольные учреждения, специализированные дома престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений. Для данного подкласса характерно, что основной контингент составляют люди, которые не могут самостоятельно эвакуироваться (дети, престарелые, инвалиды, больные). Это создает значительную сложность быстрой эвакуации при пожаре. Эвакуацию должен организовать персонал, численность которого значительно меньше численности основного контингента.

Отдельные помещения могут быть отнесены к помещениям с массовым пребыванием людей (столовые, актовые залы и залы для занятий, игровые, спальные помещения детских садов). По планировке здания, чаще всего коридорного типа, коридоры, лифты и лестничные клетки являются путями эвакуации.

Ф 1.2 – Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов. Для данного подкласса характерно, что основной контингент составляют взрослые люди, которые могут самостоятельно эвакуироваться в случае обнаружения начала пожара. Основной контингент обычно достаточно хорошо знаком с расположением помещений и выходов. Численность персонала значительно меньше численности основного контингента. По планировке здания чаще всего коридорного типа, коридоры, лифты и лестничные клетки являются путями эвакуации.

Ф 1.3 – Многоквартирные жилые дома. Для данного подкласса характерно, что основной контингент составляют люди, которые хорошо знакомы с расположением помещений и выходов. Количество людей в здании достаточно большое, среди них имеются дети. Особенностью жилых домов является, что максимальное количество жителей в них находится в вечернее и ночное время, днем дети могут быть в квартирах одни. Планировочной особенностью таких зданий является отсутствие коридорной системы. Каждая квартира выгорожена противопожарными преградами и имеет непосредственный выход на лестничную клетку. Пути эвакуации являются лифты и лестничные клетки.

Ф 1.4 – Одноквартирные, в том числе блокированные жилые дома. Для данного подкласса характерно, что количество жителей невелико, среди них имеются дети. Планировочной особенностью этих жилых домов является одноэтажная конструкция, отсутствие лестничных клеток, так как каждая квартира выгорожена противопожарными преградами и имеет непосредственный выход на улицу – специальные пути эвакуации не требуются.

Класс Ф2 – Зрелищные и культурно-просветительные учреждения Основные помещения в зданиях класса Ф1 характерны массовым пребыванием посетителей в определенные периоды времени. Контингент людей в них состоит из посетителей и персонала. Посетители могут иметь различный возраст, как правило, это здоровые люди. Персонал состоит только из взрослых. Количество посетителей значительно больше численности персонала. Важной особенностью является то, что посетители могут быть незнакомы с планировкой помещений и расположением эвакуационных выходов. Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких достаточно больших по площади и высоте помещений основного назначения (зрительные залы, спортивные арены), фойе или вестибюля при нем и мелких вспомогательных помещений различного назначения. Основные поме-

щения этих зданий (зрительные залы) всегда являются помещениями с массовым пребыванием людей. Наличие большого числа людей в зале значительно повышает вероятность своевременного обнаружения начала возникновения пожара, что позволяет раньше начать эвакуацию. Однако большое количество людей в зале увеличивает общее время эвакуации и требует достаточно широких проходов и нескольких выходов. Большая высота зрительного зала создает значительный резервуар для дыма, что облегчает эвакуацию. Деление класса Ф2 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф 2.1 – Театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях. Наличие посадочных мест затрудняет эвакуацию посетителей из зала. По современным нормам кресла должны быть обязательно прикреплены к полу.

Ф 2.2 – Музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях. Для данного под-класса, в отличие от помещений подкласса Ф1, характерно отсутствие посадочных мест для посетителей в основных помещениях. Если посадочные места имеются (скамейки, кресла, диваны), то их число невелико по сравнению с численностью посетителей.

Ф 2.3 – Учреждения, указанные в Ф2.1, расположенные на открытом воздухе.

Ф 2.4 – Учреждения, указанные в Ф2.2, расположенные на открытом воздухе. Расположение основных площадей на открытом воздухе исключает проблемы с задымлением, что значительно снижает вероятность ущерба здоровью людей и не требует устройства противодымной вентиляции.

Класс Ф3 – Предприятия по обслуживанию населения. Контингент людей в них состоит из посетителей и персонала. Посетители могут иметь различный возраст, как правило, это здоровые люди. Персонал состоит только из взрослых. Коли-

чество посетителей обычно превышает численность персонала. Посетители могут быть незнакомы с планировкой помещений и расположением эвакуационных выходов. Посадочные места для посетителей могут отсутствовать. Исключение составляют посадочные места для специализированного обслуживания (парикмахерские, столовые) и небольшое число мест для посетителей, ожидающих очереди. Планировочные решения чаще всего подразумевают наличие основного помещения (зала) и группы вспомогательных помещений. Деление класса Ф3 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф 3.1 – Предприятия торговли. Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких помещений основного назначения (торговые залы) и достаточно мелких вспомогательных помещений различного назначения. В среднем площадь торгового зала составляет 40-50 % от общей площади здания. Количество этажей может быть различным, включая многоэтажные магазины, в которых могут быть лифты. Часто имеются служебные грузовые лифты для подъема товаров из подвала или с первого этажа. Для магазинов характерно наличие кладовых, где нет постоянного присутствия людей, что затрудняет обнаружение начала пожара. Расчетная численность посетителей в торговых залах может быть достаточно большой – это помещения с массовым пребыванием людей. Режим работы магазинов может быть круглосуточным.

Ф 3.2 – Предприятия общественного питания. К данному подклассу относятся общественные и производственные столовые, кафе, бары, рестораны. Режим работы этих учреждений может быть сменным или круглосуточным. Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких помещений основного назначения (обеденные залы) и достаточно много вспомогательных помещений различного назначения, включая кухни с холодными и горячими производственными цехами. В горячих цехах высокая пожарная опасность, так как имеются разогретые масло и сало, ко-

торые могут легко загореться. В некоторых ресторанах с национальной кухней сегодня используют открытый огонь для приготовления пищи, причем в отдельных случаях даже в обеденном зале. Наличие открытого огня существенно повышает пожарную опасность помещений. В горячих цехах обычно имеются местные отсосы над горячим оборудованием (плиты, сковороды, котлы, жарочные шкафы и др.). В обеденных залах имеется расчетное число столиков и посадочных мест, причем планировка свободная, а мебель не прикреплена к полу. Это делается для того, чтобы расширить функциональные возможности помещений и путем перестановки мебели приспособить их для проведения массовых мероприятий (свадьбы, юбилеи, торжественные вечера и т. д.).

Расчетная численность посетителей в обеденных залах обычно больше 25 человек – это почти всегда помещения с массовым пребыванием людей. Количество этажей обычно 1–2. Имеются кладовые, где нет постоянного присутствия людей, что затрудняет обнаружение начала пожара. В производственных помещениях (кухнях) часто имеется служебный грузовой лифт для подъема товаров из кладовых. Современной особенностью многих подобных заведений является то, что они часто располагаются в жилых или административных зданиях, часто располагаются в подвале, работают в вечернее и ночное время.

Ф 3.3 – Вокзалы. К данному подклассу относятся железнодорожные, автобусные, речные, морские и аэровокзалы. Режим работы этих учреждений круглосуточный. Многие пассажиры могут ночью находиться в спящем состоянии. Среди пассажиров могут быть дети, старики, инвалиды. Планировочные решения этих зданий подразумевают наличие одного или нескольких помещений основного назначения (залы ожиданий, кассовые или билетные залы) и достаточно много вспомогательных помещений различного назначения. Расчетная численность посетителей в основных помещениях большая – это всегда помещения с массовым пребыванием людей.

Чаще всего это одно- двухэтажные здания, лифтов обычно нет.

Ф 3.4 – Поликлиники и амбулатории. Планировочные решения этих зданий чаще всего подразумевают поэтажную коридорную систему расположения кабинетов. Пути эвакуации – коридоры и лестничные клетки. Количество этажей может быть различным, обычно до четырех, в многоэтажных зданиях могут быть лифты. Расчетная численность посетителей обычно больше численности персонала, но посетители равномерно распределены по всему зданию – отдельных помещений с массовым пребыванием людей нет. В коридорах, где обычно происходит ожидание очереди, имеется нерасчетное число посадочных мест (не для всех посетителей) в виде стульев, скамеек, диванов. Режим работы обычно только дневной, в ночное время может работать только дежурное приемное отделение или встроенная аптека.

Ф 3.5 – Помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания. К данному подклассу относятся здания и помещения почт, сберегательных касс, транспортных агентств, юридических консультаций, нотариальных контор, прачечных, ателье по пошиву и ремонту обуви и одежды, химической чистки, парикмахерских и других подобных, в том числе ритуальных и культовых учреждений. Численность посетителей часто намного превышает численность персонала. К помещениям с массовым пребыванием людей можно отнести операционные залы сберкасс и почт. Площадь большинства помещений может быть небольшой, за исключением операционных залов. Пожарная опасность определяется наличием мебели и отделки помещений, технологических процессов с использованием оборудования с высокой температурой нет. В производственных помещениях химчисток, ремонта обуви и некоторых других могут использоваться органические растворители в небольшом количестве. В производственных помещениях с выделением влаги или вредных паров и пыли могут быть местные отсосы от технологи-

ческого оборудования. Особенностью данного подкласса является наличие некоторого нерасчетного числа посадочных мест для посетителей. Режим работы обычно только дневной, в ночное время может работать только дежурное приемное отделение или встроенная аптека.

Ф 3.6 – Физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани. Характерным для данных учреждений является наличие основного помещения (спортивный зал, бассейн, аквапарк) и развитой системы подсобных помещений: гардеробных, раздевальных, душевых, комнат отдыха и т. д. Численность посетителей часто обычно значительно превышает численность персонала. Посадочные места в основных помещениях отсутствуют или имеются в небольшом количестве. Пожарная опасность достаточно небольшая, определяется наличием мебели и отделки помещений. Оборудование с высокими температурами используется ограничено (сауны).

Класс Ф4 – Учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления. Помещения в этих зданиях используются в течение суток лишь некоторое время, в них находится, как правило, постоянный и привыкший к местным условиям контингент определенного возраста и физического состояния. В учебных заведениях это могут быть дети, в остальных учреждениях – взрослые. Посетителей нет или очень мало, поэтому считается, что люди в этих зданиях хорошо знакомы с планировкой помещений и расположением эвакуационных выходов. В основных помещениях имеется расчетное число посадочных мест. Исключение составляют помещения исследовательских лабораторий, мастерских и вспомогательные помещения. Планировочные решения таких зданий чаще всего подразумевают коридорную систему расположения помещений. Учитывая большое число людей в здании, лестничных клеток должно быть не менее двух, может быть и больше. При большом числе этажей в здании может

быть лифт. Деление класса Ф4 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф 4.1 – Школы, внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища. Особенностью этих учебных заведений является то, что в них кроме учителей и вспомогательного персонала находятся дети различного возраста. Все люди хорошо знакомы с планировкой помещений и расположением путей эвакуации. Планировка помещений классов коридорная, причем коридоры обязательно имеют остекление в боковой наружной стене (классы располагаются по одной стороне коридора). Это значительно облегчает удаление дыма и эвакуацию людей. Отдельные группы помещений составляют столовая, актовый и спортивный залы, мастерские со своими вспомогательными помещениями.

Ф 4.2 – Высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Все люди, как правило, хорошо знакомы с планировкой помещений и расположением путей эвакуации.

Ф 4.3 – Учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационные и редакционно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, конторы, офисы. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Планировка помещений коридорная, причем помещения обычно располагаются по обе стороны коридора. Это увеличивает полезную площадь. Загрузка помещений значительно меньше, чем в учебных заведениях, так как на одного работающего требуется намного больше места. Характерным является большое число достаточно мелких кабинетов.

В некоторых учреждениях имеются посетители (банки, офисы), но их количество обычно существенно меньше численности персонала. Могут быть отдельные помещения с массовым пребыванием людей (операционные залы банков, актовые залы, конференц-залы).

Ф 4.4 – Пожарные депо. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Численность контингента небольшая, помещений с массовым пребыванием людей нет. Все люди хорошо знакомы с планировкой. Планировка помещений подразумевает стоянку пожарных автомобилей и вспомогательные помещения для отдыха дежурной смены, проведения занятий, хранения и ремонта пожарного оборудования, бытовые помещения. Вспомогательные помещения обычно располагаются по обе стороны коридора.

Класс Ф5 – Производственные и складские здания, сооружения и помещения. Для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно. Весь контингент в здании – люди взрослого возраста. Численность контингента по отношению к размерам и объемам здания небольшая, помещений с массовым пребыванием людей нет. Все люди хорошо знакомы с планировкой. Планировка может быть самая различная, коридорная система встречается редко. Деление класса Ф5 на подклассы рассмотрено ниже.

Ф 5.1 – Производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские. Для данного подкласса характерно, что во время выполнения технологического процесса в помещении всегда находятся люди, что облегчает обнаружение начала пожара. Помещения в одном здании могут иметь самую разную категорию взрывопожарной и пожарной опасности – от А до Д.

Ф 5.2 – Складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения. Для данного подкласса характерно, что в основных помещениях нет технологического процесса и нет постоянного пребывания людей, что не позволяет обнаружить возникновение пожара в начальной стадии. Характерной особенностью данных помещений является отсутствие окон в наружных стенах или даже подземное

расположение, что усложняет удаление дыма и доступ пожарных расчетов для тушения пожара.

Ф 5.3 – Сельскохозяйственные здания. Помещения могут иметь весьма различные планировочные решения и технологическое назначение (животноводческие и птицеводческие фермы, хранилища, помещения переработки продукции и подготовки кормов). Количество персонала обычно относительно небольшое, посетители отсутствуют. Особенностью сельскохозяйственных зданий является то, что они часто расположены вдали от других зданий, что исключает вероятность распространения очага пожара на соседние здания. Производственные и складские здания и помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещаемых в них производств подразделяются на категории согласно СП 12.13130.2009.

Производственные и складские помещения, в том числе лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4, относятся к классу Ф5.

В зависимости от функциональной пожарной опасности нормами ограничивается возможность расположения помещений в подвальных и цокольных этажах, максимальная этажность зданий, количество и уклоны лестниц, ширина коридоров и многие другие параметры, влияющие на возможность эвакуации людей из здания в случае возникновения пожара.

Во всех нормативных документах при указании требований пожарной безопасности ссылки даются не на конкретное назначение помещения или здания, а на класс или подкласс, к которому оно относится. Чтение документов без четкого понимания смысла каждого обозначения (класса или подкласса) просто невозможно.

## 7.4 Распространение пожара в помещении и здании

В зависимости от характеристик конструктивной и функциональной пожарной опасности выделяют основные пути распространения пожара в здании.

В помещении:

- по сгораемым веществам и материалам, находящимся в помещении, в виде линейного распространения горения;
- по технологическому оборудованию и конструкциям;
- по распространяющим горение строительным конструкциям;
- при переходе линейного распространения горения в пожар в объеме помещения при количестве пожарной нагрузки, превосходящем критическую величину;
- в результате взрыва;
- вследствие лучистого и конвективного теплообмена между источником горения и другим пространством.

В здании:

- при переходе пламени и продуктов горения через дверные проемы, люки, оконные и технологические проемы между помещениями;
- по коммуникациям, шахтам;
- в результате достижения пределов огнестойкости ограждающими и несущими конструкциями;
- по распространяющим горение строительным конструкциям и содержащимся в них пустотам;
- по местам некачественной заделки стыков и трещинам;
- по проемам в наружных стенах и фасаду здания.

Между зданиями:

- в результате взрыва;
- в результате теплового излучения пламени горящего здания;
- в результате переброса на значительные расстояния искр и горящих конструктивных элементов.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие структурные блоки включает система обеспечения противопожарной защиты зданий?
2. Назовите объемно-планировочные решения в здании, направленные на повышение пожарной безопасности.
3. От каких принятых конструктивных решений в здании зависит уровень противопожарной защиты?
4. Как класс функциональной пожарной безопасности здания влияет на выбор строительных и технических мер пожарной безопасности?
5. Почему скорость распространения пламени по вертикальным поверхностям в несколько раз превышает скорость распространения пламени по горизонтальным поверхностям?
6. Объясните увеличение скорости распространения пламени по горизонтально-ориентированным материалам при увеличении площади горения.

## **ГЛАВА 8. ЭВАКУАЦИОННЫЕ ПУТИ И ВЫХОДЫ**

### **8.1 Основные понятия**

*Эвакуация* – процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара.

*Безопасная зона* - зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют.

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

*Эвакуационный выход* – выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону и отвечающий требованиям к эвакуационным выходам.

Выходы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к эвакуационным выходам, могут рассматриваться как аварийные и предусматриваться для повышения безопасности людей при пожаре (п. 4.2.8 СП 1).

*Аварийный выход* – дверь, люк или иной выход, которые ведут на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону, используются как дополнительный выход для спасения людей, но не учитываются при оценке соответствия необходимого количества и размеров эвакуационных путей и эвакуационных выходов и которые удовлетворяют требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре (ч. 1 ст. 2 123–ФЗ).

Каждое здание, сооружение или строение должно иметь объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре (ч. 1 ст. 53 123–ФЗ).

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть (ч. 2 ст. 53 123–ФЗ):

- 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).

Безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого (с учетом допустимого пожарного риска) времени эвакуации людей при пожаре (ч. 3 ст. 53 123–ФЗ).

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 (ч. 14 ст. 2 123–ФЗ).

При невозможности безопасной эвакуации людей должна быть обеспечена их защита посредством применения систем коллективной защиты (ч. 1 ст. 53 123–ФЗ).

Системы коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара должны обеспечивать безопасность людей в течение всего времени развития и тушения пожара или времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, то есть в течение всего времени воздействия на них опасных факторов пожара (ст. 53 123–ФЗ).

К элементам системы коллективной защиты людей относятся объемно-планировочные и конструктивные решения безопасных зон в зданиях (в том числе незадымляемых лестничных клеток), а также технические средства защиты людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара (в том числе средства противодымной защиты) (ст. 53 123–ФЗ).

## **8.2 Основные требования 123–ФЗ к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам**

К *эвакуационным выходам* относятся выходы, которые ведут:

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

– из помещений любого этажа, кроме первого: непосредственно на лестничную клетку или на открытую наружную лестницу (лестницу 3-го типа); в коридор, ведущий непосред-

ственно на лестничную клетку или на лестницу 3-го типа; в холл (фойе), имеющий выход непосредственно на лестничную клетку или на лестницу 3-го типа; на эксплуатируемую кровлю или на специально оборудованный участок кровли, ведущий на лестницу 3-го типа;

– в соседнее помещение, расположенное на том же этаже и обеспеченное выходами, указанными в пунктах 1 и 2. Выход в помещение категории А или Б допускается считать эвакуационным, если он ведет из технического помещения без постоянных рабочих мест.

Эвакуационные выходы из подвальных и цокольных этажей, как правило, следует предусматривать таким образом, что-бы они вели непосредственно наружу и были обособленными от общих лестничных клеток здания. Допускается считать *эвакуационными*:

– выходы из подвалов через общие лестничные клетки в тамбур с обособленным выходом наружу, отделенным от остальной части лестничной клетки глухой противопожарной перегородкой 1-го типа, расположенной между лестничными маршами от пола подвала до промежуточной площадки лестничных маршей между первым и вторым этажами;

– 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;

– 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.

*Эвакуационными выходами* считаются также:

– 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;

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

К *аварийным выходам* относятся выходы, которые ведут:

– 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);

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

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

– 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 0,75x1,5 м, а также через люк размером не менее 0,6x0,8 м. При этом выход через приямок должен быть оборудован лестницей в приямок, а выход через люк – лестницей в помещении. Уклон этих лестниц не нормируется;

– на кровлю зданий и сооружений I, II и III степеней огнестойкости классов С0 и С1 через окно или дверь размером не менее 0,75x1,5 м, а также через люк размером не менее 0,6x0,8 м по вертикальной или наклонной лестнице.

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

Количество и ширина эвакуационных выходов из помещений, с этажей и из зданий устанавливается нормативными документами в зависимости от максимально возможного числа эвакуируемых через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода.

Части здания различной функциональной пожарной опасности должны быть обеспечены самостоятельными эвакуационными выходами.

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

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

- 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;

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

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

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

- по лестницам и лестничным клеткам для сообщения между подземными и надземными этажами (кроме перечисленных выше случаев, в которых выходы на такие лестницы можно считать эвакуационными).

Строительные материалы применяются в зданиях и сооружениях в зависимости от их функционального назначения и пожарной опасности. Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации и в зальных помещениях зданий различного функционального назначения, этажности и вместимости приведена в табл. 28, 29 и ст. 134 123–ФЗ.

Каркасы подвесных потолков в помещениях и на путях эвакуации следует выполнять только из негорючих материалов (ч. 5 ст. 134 123–ФЗ).

### **8.3 Требования к эвакуационным выходам из помещения и с этажа**

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь:

- помещения подвальных и цокольных этажей, предназначенные для одновременного пребывания более 15 чел.; в помещениях подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания от 6 до 15 чел., допускается предусматривать один эвакуационный и один аварийный выходы (п. 4.2.1 СП 1);

- помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 чел. (п. 4.2.1 СП 1);

- помещения класса Ф1.1, предназначенные для одновременного пребывания более 10 чел. (п. 5.2.12 СП 1);

- помещения класса Ф5 категорий А и Б с численностью работающих в наиболее многочисленной смене более 5 чел., категории В – более 25 чел. или площадью более 1000 м<sup>2</sup> (п. 9.1.1 СП 1);

- открытые этажерки и площадки в помещениях класса Ф5, предназначенные для обслуживания оборудования, при площади пола яруса более 100 м<sup>2</sup> – для помещений категорий А и Б и более 400 м<sup>2</sup> для помещений других категорий (п. 9.1.1 СП 1).

Помещения класса Ф1.3 (квартиры), расположенные на двух этажах (уровнях), при высоте расположения верхнего этажа более 18 м должны иметь эвакуационные выходы с каждого этажа. Для многоуровневой квартиры допускается не предусматривать выход в лестничную клетку с каждого этажа при условии, что помещения квартиры расположены не выше 18 м и этаж квартиры, не имеющий непосредственного выхода

в лестничную клетку, обеспечен аварийным выходом. Внутриквиртирную лестницу допускается выполнять деревянной.

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий класса:

– Ф1.1; Ф1.2; Ф2.1; Ф.2.2; Ф3; Ф4;

– Ф1.3 при общей площади квартир на этаже (для зданий секционного типа - на этаже секции) более 500 м<sup>2</sup>; при меньшей площади (при одном эвакуационном выходе с этажа) каждая квартира, расположенная на высоте более 15 м, кроме эвакуационного должна иметь аварийный выход (п.5.4.2 СП 1);

– Ф5 категорий А и Б при численности работающих в наиболее многочисленной смене более 5 чел., категории В – 25 чел. (п. 9.1.2 СП 1).

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь подвальные и цокольные этажи при площади более 300 м<sup>2</sup> или предназначенные для одновременного пребывания более 15 чел. (п. 4.2.2 СП 1).

Число эвакуационных выходов с этажа должно быть не менее двух, если на нем располагается помещение, которое должно иметь не менее двух эвакуационных выходов (п. 4.2.3 СП 1).

СП 1 (п. 4.2.4) предъявляет требования к размещению эвакуационных выходов относительно друг друга. При наличии двух эвакуационных выходов и более они должны быть расположены рассредоточено (за исключением выходов из коридоров в незадымляемые лестничные клетки). Минимальное расстояние  $L$ , м, между наиболее удаленными один от другого эвакуационными выходами следует определять по формулам:

$$\text{Из помещения:} \quad L \geq \frac{1,5\sqrt{P}}{n-1}. \quad (8.1)$$

$$\text{Из коридора:} \quad L \geq \frac{0,33D}{n-1}, \quad (8.2)$$

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

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.

В СП 1 (п. 4.2.5) указаны требования к размерам эвакуационных выходов. Высота эвакуационных выходов в свету должна быть не менее 1,9 м, ширина не менее:

– 1,2 м – из помещений класса Ф1.1 при числе эвакуирующихся более 15 чел., из помещений и зданий других классов функциональной пожарной опасности, за исключением класса Ф1.3, – более 50 чел.;

– 0,8 м – во всех остальных случаях.

Ширина наружных дверей лестничных клеток и дверей из лестничных клеток в вестибюль должна быть не менее расчетной или ширины марша лестницы. 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.

Требования к конструктивному исполнению эвакуационных выходов так же указаны в СП 1 (п. 4.2.6, 4.2.7) [2]. 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;
- б) помещений с одновременным пребыванием не более 15 чел., кроме помещений категорий А и Б;
- в) кладовых площадью не более 200 м<sup>2</sup> 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.

Двери эвакуационных выходов из поэтажных коридоров, холлов, фойе, вестибюлей и лестничных клеток 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 (противоударным) стеклом.

Лестничные клетки, как правило, должны иметь двери с приспособлениями для самозакрывания и с уплотнением в притворах.

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

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.

В технических этажах допускается предусматривать эвакуационные выходы высотой не менее 1,8 м.

Из технических этажей, предназначенных только для прокладки инженерных сетей, допускается предусматривать аварийные выходы через двери с размерами не менее 0,75x1,5 м, а также через люки с размерами не менее 0,6x0,8 м без устройства эвакуационных выходов.

При площади технического этажа до 300 м<sup>2</sup> допускается предусматривать один выход, а на каждые последующие полные и неполные 2000 м<sup>2</sup> площади следует предусматривать еще не менее одного выхода.

В технических подпольях эти выходы должны быть обособлены от выходов из здания и вести непосредственно наружу.

#### **8.4 Требования к эвакуационным путям**

Пути эвакуации должны быть освещены в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95».

В коридорах на путях эвакуации не допускается размещать оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте менее 2 м, газопроводы и трубопроводы с горючими жидкостями, 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.

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 в лестничную клетку.

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

1,2 м – для общих коридоров, по которым могут эвакуироваться из помещений класса Ф1 более 15 чел., из помещений других классов функциональной пожарной опасности – более 50 чел.;

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

1,0 м – во всех остальных случаях.

Размеры эвакуационных путей и выходов (ширина и высота), за исключением специально оговоренных случаев, указываются в свету.

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.

При высоте лестниц более 45 см следует предусматривать ограждения с перилами высотой 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 лестничной клетки.

## **8.5 Устройство и пожарно-техническая классификация лестниц и лестничных клеток**

Конструктивные элементы для сообщения между этажами называют лестницами. В них различают (рисунок 8.1) площадки и марши:

– лестничные площадки, расположенные в уровне пола этажа, называют этажными, промежуточные по высоте этажа – междуэтажными. Лестничные марши имеют названия: для подъема на первый этаж – цокольный; соответственно – между-этажные, подвальный, чердачный;

– каждый марш состоит из ступеней, горизонтальная плоскость называется проступью, вертикальная – подступенок. Ступени, примыкающие к лестничной площадке, называют фризовыми.

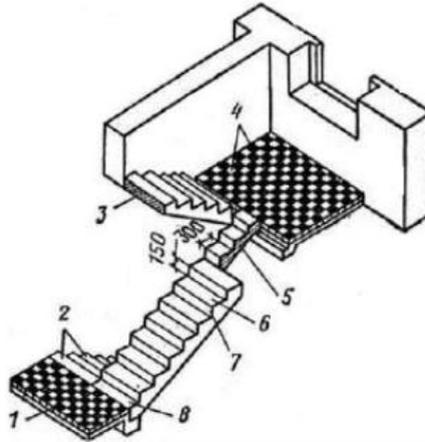


Рисунок 8.1 – Элементы лестницы:

- 1 – площадка этажная; 2 – марш цокольный; 3 – марш междуэтажный;
- 4 – площадка междуэтажная; 5 – ступени марша; 6 – проступь;
- 7 – подступенок; 8 – фризловая ступень

Лестницы гражданских зданий классифицируют:

а) по назначению:

- основные – для повседневного сообщения между этажами;
  - вспомогательные – для связи с подвалом, чердаком;
  - служебные – для обслуживающего персонала столовых, магазинов и других общественных зданий;
  - аварийные – для эвакуации из здания;
  - пожарные – обеспечивающие выход на крышу;
  - входные – для входа в здание или отдельное помещение;
- б) по числу маршей: одномаршевые, двухмаршевые.

В современных зданиях чаще используют двухмаршевые лестницы.

К наружным лестницам (рисунок 8.2) относят:

- аварийные, предназначенные для эвакуации из здания.
- Их выполняют из решетчатых стальных площадок и маршей, огражденных перилами. Такие лестницы размещают на торцевых стенах зданий;

– пожарные, изготовленные из стальных уголков и прутков; их закрепляют на наружных стенах здания. Такие лестницы начинаются выше отмостки и имеют выход на крышу;

– сходы в подвал выполняют в виде одномаршевой лестницы. Их располагают в лестничных клетках или вне здания. В последнем случае сход в подвал устраивают в приемке, огражденном козырьком, или в пристройке к зданию.

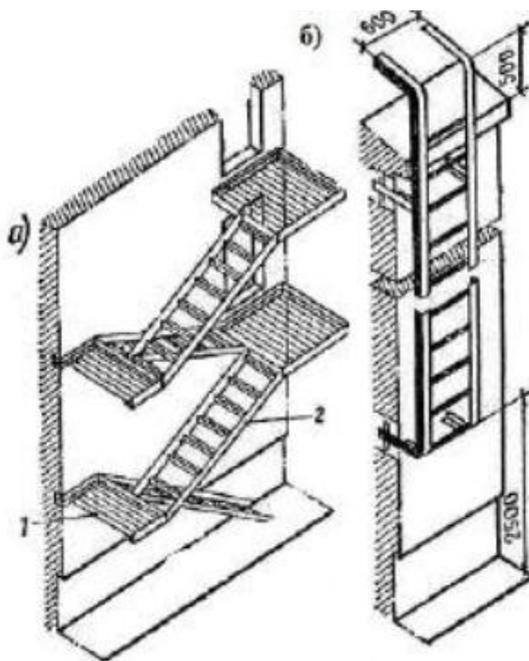


Рисунок 8.2 – Наружные лестницы:

- а – аварийная (ограждения площадок и маршей условно не показаны);  
б – пожарная; 1 – металлическая площадка; 2 – металлический марш

Лестницы и лестничные клетки классифицируются (ст. 39, 40 123–ФЗ) в целях определения требований к их объемно-планировочному и конструктивному решению, а также для установления требований к их применению на путях эвакуации людей.

Лестницы, предназначенные для эвакуации людей из зданий при пожаре, подразделяются на следующие типы:

лестницы 1-го типа – внутренние лестницы, размещаемые на лестничных клетках;

лестницы 2-го типа – внутренние открытые лестницы;

лестницы 3-го типа – наружные открытые лестницы.

Пожарные лестницы, предназначенные для обеспечения тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ, подразделяются на следующие типы:

П1 – вертикальные лестницы;

П2 – маршевые лестницы с уклоном не более 6:1.

Лестничные клетки в зависимости от степени их защиты от задымления при пожаре подразделяются на следующие типы:

1) обычные лестничные клетки;

2) незадымляемые лестничные клетки.

Обычные лестничные клетки в зависимости от способа освещения подразделяются на следующие типы:

Л1 – лестничные клетки с естественным освещением через остекленные или открытые проемы в наружных стенах на каждом этаже;

Л2 – лестничные клетки с естественным освещением через остекленные или открытые проемы в покрытии.

Незадымляемые лестничные клетки в зависимости от способа защиты от задымления при пожаре подразделяются на следующие типы:

Н1 – лестничные клетки с входом на лестничную клетку с этажа через незадымляемую наружную воздушную зону по открытым переходам;

Н2 – лестничные клетки с подпором воздуха на лестничную клетку при пожаре;

Н3 – лестничные клетки с входом на них на каждом этаже через тамбур-шлюз, в котором постоянно или во время пожара обеспечивается подпор воздуха.

На незадымляемых лестничных клетках типа Н1 допускается предусматривать лестничные площадки и марши с пределом огнестойкости R15 класса пожарной опасности КО (ч. 4 ст. 87 123-ФЗ).

Между маршами лестниц и между поручнями ограждений лестничных маршей следует предусматривать зазор шириной не менее 75 мм.

## **8.6 Требования к лестницам и лестничным клеткам**

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

- а) 1,35 м – для зданий класса Ф1.1;
- б) 1,2 м – для зданий с числом людей, находящихся на любом этаже, кроме первого, более 200 чел.;
- 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; ширина проступи — как правило, не менее 25 см, а высота ступени – не более 22 см.

Лестницы 3-го типа (наружные открытые) следует выполнять из негорючих материалов и размещать, как правило, у глухих (без световых проемов) частей стен класса не ниже К1 с пределом огнестойкости не ниже REI 30. Эти лестницы должны иметь площадки на уровне эвакуационных выходов, ограждения высотой 1,2 м и располагаться на расстоянии не менее 1 м от оконных проемов.

Ширина лестничных площадок должна быть не менее ширины марша. Двери, выходящие на лестничную клетку, в открытом положении не должны уменьшать расчетную ширину лестничных площадок и маршей.

В лестничных клетках не допускается размещать трубопроводы с горючими газами и жидкостями, встроенные шкафы (кроме шкафов для коммуникаций и пожарных кранов), открыто проложенные электрические кабели и провода (за исключением электропроводки для слаботочных устройств и для освещения коридоров и лестничных клеток), предусматривать выходы из грузовых лифтов и грузовых подъемников, а также размещать оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте до 2,2 м от поверхности проступей и площадок лестниц.

В зданиях высотой до 28 м включительно в обычных лестничных клетках допускается предусматривать мусоропроводы и скрытую электропроводку для освещения помещений.

В объеме обычных лестничных клеток не допускается встраивать помещения любого назначения, кроме помещения охраны.

В незадымляемых лестничных клетках допускается предусматривать только приборы отопления.

В объеме лестничных клеток, 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.

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

Лестничные клетки типа Н1 должны иметь выход только непосредственно наружу.

Лестничные клетки, за исключением лестничных клеток типа Л2, как правило, должны иметь световые проемы площадью не менее  $1,2 \text{ м}^2$  в наружных стенах на каждом этаже.

Лестничные клетки типа Л2 должны иметь в покрытии световые проемы площадью не менее  $4 \text{ м}^2$  с просветом между маршами шириной не менее  $0,7 \text{ м}$  или световую шахту на всю высоту лестничной клетки с площадью горизонтального сечения не менее  $2 \text{ м}^2$ .

При необходимости лестничные клетки типа Н2 следует разделять по высоте на отсеки глухими противопожарными перегородками 1-го типа с переходом между отсеками вне объема лестничной клетки. Окна в лестничных клетках типа Н2 должны быть неоткрывающимися.

Переходы через наружную воздушную зону, ведущие к незадымляемым лестничным клеткам типа Н1, должны быть открытыми и, как правило, не должны располагаться во внутренних углах здания. Между дверными проемами воздушной зоны и ближайшим окном помещения ширина простенка должна быть не менее  $2 \text{ м}$ . Переходы должны иметь ширину не менее  $1,2 \text{ м}$  с высотой ограждения  $1,2 \text{ м}$ , ширина простенка между дверными проемами в наружной воздушной зоне должна быть не менее  $1,2 \text{ м}$ .

Лестничные клетки типа Л1 могут предусматриваться в зданиях всех классов функциональной пожарной опасности высотой до  $28 \text{ м}$ .

Лестничные клетки типа Л2 допускается предусматривать в зданиях I, II и III степеней огнестойкости, классов конструктивной пожарной опасности С0 и С1 и функциональной пожарной опасности Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4, высотой, как правило, не более  $9 \text{ м}$ .

В зданиях высотой более  $28 \text{ м}$ , а также в зданиях класса Ф5 категорий А и Б следует предусматривать незадымляемые лестничные клетки, как правило, типа Н1.

В зданиях с незадымляемыми лестничными клетками следует предусматривать противодымную защиту общих коридоров, вестибюлей, холлов и фойе.

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.

### **8.7 Дополнительные требования к многоквартирным жилым домам Ф1.3**

Дополнительные требования к многоквартирным жилым домам, Ф1.3 по п. 5.4 СП 1; аналогичные, с небольшими отличиями требования содержатся в п. 7.2 СП 54 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003». Наибольшие расстояния от дверей квартир до лестничной клетки или выхода наружу следует принимать по таблице 8.1.

В секции жилого здания при выходе из квартир в коридор (холл), не имеющий оконного проема площадью не менее  $1,2 \text{ м}^2$  в торце, расстояние от двери наиболее удаленной квартиры до выхода непосредственно в лестничную клетку или выхода в тамбур, ведущий в воздушную зону незадымляемой лестничной клетки, не должно превышать 12 м, при наличии оконного проема или дымоудаления в коридоре (холле) это расстояние допускается принимать по таблице 7 как для тупикового коридора.

Ширина коридора должна быть не менее: при его длине между лестницами или торцом коридора и лестницей до 40–1,4 м; свыше 40–1,6 м; ширина галереи – не менее 1,2 м.

Коридоры следует разделять перегородками с дверями огнестойкостью Е130, оборудованными закрывателями и рас-

полагаемыми на расстоянии не более 30 м одна от другой и от торцов коридора.

В лестничных клетках и лифтовых холлах допускается предусматривать остекленные двери, при этом в зданиях высотой четыре этажа и более – с армированным стеклом.

При надстройке существующих зданий высотой до 28 м одним этажом допускается сохранение существующей лестничной клетки типа Л1 при условии обеспечения надстраиваемого этажа аварийным выходом.

Таблица 8.1 – Наибольшие расстояния от дверей квартир до лестничной клетки или выхода наружу

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Наибольшее расстояние от дверей квартиры до выхода, м	
		При расположении между лестничными клетками или наружными выходами	При выходах в тупиковый коридор или галерею
I, II	C0	40	25
II	C1	30	20
III	C0	30	20
	C1	25	15
IV	C0	25	15
	C1, C2	20	10
V	Не нормируется	20	10

Проход в наружную воздушную зону лестничной клетки типа Н1 допускается через лифтовой холл.

В здании высотой три этажа и более выходы наружу из подвальных, цокольных этажей и технического подполья должны располагаться не реже чем через 100 м и не должны сообщаться с лестничными клетками жилой части здания.

Выходы из подвалов и цокольных этажей допускается устраивать через лестничную клетку жилой части в зданиях до 5 этажей. Данные выходы должны быть отделены в преде-

лах первого этажа от выхода из жилой части противопожарными перегородками 1-го типа.

Выходы из технических этажей, расположенных в средней или верхней части здания, допускается осуществлять через общие лестничные клетки, а в зданиях с лестничными клетками Н1 – через воздушную зону.

При устройстве аварийных выходов из мансардных этажей на кровлю необходимо предусматривать площадки и переходные мостики с ограждением, ведущие к лестницам 3-го типа и лестницам П2.

### **8.8 Дополнительные требования к производственным зданиям и сооружениям Ф5.1**

В помещениях категорий А, Б и В1, в которых производятся, применяются или хранятся легковоспламеняющиеся жидкости, полы следует выполнять из негорючих материалов или материалов группы горючести Г1.

При устройстве в зданиях категорий А и Б лестничной клетки типа Л1 выходы в поэтажный коридор из помещений категорий А и Б должны предусматриваться через тамбур-шлюзы с постоянным подпором воздуха.

Особое внимание следует обращать на правильность устройства тамбуров, не допуская сужения пути эвакуации, резких поворотов и других препятствий для движения. Ширина тамбуров и тамбур-шлюзов принимается больше ширины проемов на 0,5 м (по 0,25 м с каждой стороны проема), а глубина – больше ширины дверного полотна на 0,2 м, но не менее 1,2 м (рисунок 8.3).

Обе двери тамбура или тамбур-шлюза должны быть одинаковой ширины и по возможности располагаться на одной линии. Резкие повороты и сужения нежелательны также и во входных тамбурах общественных зданий. Входные тамбуры предназначены для защиты вестибюлей от проникания холодного воздуха при открывании наружных дверей.

Эвакуационные выходы не допускается предусматривать через производственные помещения в здания IV и V степеней огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С2 и С3.

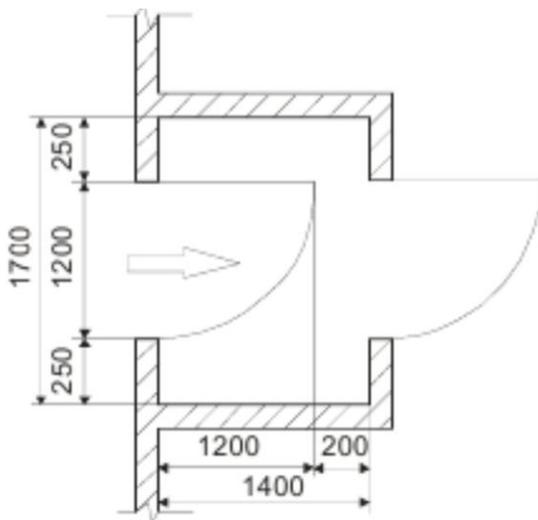


Рисунок 8.3 – Тамбур-шлюз

Расстояние от наиболее удаленной точки помещения без постоянных рабочих мест с инженерным оборудованием, предназначенным для обслуживания помещения категорий А и Б и имеющим один эвакуационный выход через помещение категорий А и Б, не должно превышать 25 м.

Эвакуационные пути из помещений категории В, Г и Д не должны включать участки, проходящие через тамбур-шлюзы помещений категорий А и Б.

В таблицах 29–32 СП 1 установлены нормы для категорий зданий и пожарных отсеков при предусмотренных сочетаниях степени огнестойкости и класса пожарной опасности здания. При других сочетаниях, не предусмотренных указанными таблицами, расстояние и численность людей принима-

ются по худшему из этих показателей для данной категории помещения.

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места в помещении до ближайшего эвакуационного выхода из помещения непосредственно наружу или в лестничную клетку не должно превышать значений, приведенных в таблице 8. Для помещений площадью более  $1000 \text{ м}^2$  расстояние, указанное в таблице 8, включает длину пути по коридору до выхода, наружу или в лестничную клетку.

Плотность людского потока определяется как отношение количества людей, эвакуирующихся по общему проходу, к площади этого прохода.

Расстояния для помещений категорий А и Б установлены с учетом площади разлива ЛВЖ или ГЖ, равной  $50 \text{ м}^2$ ; при других числовых значениях площади разлива указанные в таблице 29 СП 1 расстояния умножаются на коэффициент  $50/F$ , где  $F$  - возможная площадь разлива, определяемая в технологической части проекта.

Расстояния установлены для помещений высотой до 6 м (для одноэтажных зданий высота принимается до низа ферм); при высоте помещений более 6 м расстояния увеличиваются: при высоте помещения 12 м – на 20 %, 18 м – на 30 %, 24 м – на 40 %, но не более 140 м для помещений категорий А, Б и 240 м для помещений категории В; при промежуточных значениях высоты помещений увеличение расстояний определяется линейной интерполяцией.

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места из ближайшего эвакуационного выхода из одно- или двухэтажных зданий IV степени огнестойкости классов пожарной опасности С2 и С3 следует принимать не более: в одноэтажных зданиях с помещениями категории В1– В3 – 50 м, категорий В4, Г и Д – 80 м; в двухэтажных зданиях с помещениями категорий В1– В3 – 40 м, категорий В4, Г и Д – 60 м.

Расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения площадью не более  $1000 \text{ м}^2$  до ближайшего выхо-

да наружу или в лестничную клетку не должна превышать значений, приведенных в таблице 30 СП 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 таблице 8.2 СП 1, но не менее 0,9 м при наличии в числе работающих инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Количество людей на 1 м ширины эвакуационного выхода (двери) из помещений высотой более 6 м увеличивается: при высоте помещений 12 м – на 20 %, 18 м – на 30 %, 24 м – на 40 %, при промежуточных значениях высоты помещений увеличение количества людей на 1 м ширины выхода определяется интерполяцией.

Ширину эвакуационного выхода (двери) из коридора наружу или в лестничную клетку следует принимать в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, и количества людей на 1 м ширины выхода (двери), установленного в таблице 32 СП 1, но не менее 0,8 м, при наличии работающих инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата – не менее 0,9 м.

При наличии работающих инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата ширину марша лестницы следует принимать не менее 1,2 м.

Таблица 8.2 – Максимальное расстояние от наиболее удаленного рабочего места в помещении до ближайшего эвакуационного выхода наружу или в лестничную клетку

Объем помещения, тыс. м <sup>3</sup>	Категория помещения	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Расстояние, м, при плотности людского потока в общем проходе, чел./м <sup>2</sup>		
				до 1	Св. 1 До 3	Св. 3 До 5
До 15	А, Б		СО	40	25	15
	В1 – В3	I, II, III, IV III, IV, V	СО С1 С2, С3	100 70 50	60 40 30	40 30 20
30	А, Б	I, II, III, IV	СО	60	35	25
	В1 – В3	I, II, III, IV, III IV	СО С1	145 100	85 60	60 40
40	А, Б	I, II, III, IV	СО	80	50	35
	В1 – В3	I, II, III, IV III IV	СО С1	160 110	95 85	65 45
50	А, Б	I, II, III, IV	СО	120	70	50
	В1 – В3	I, II, III, IV III, IV	СО С1	180 160	105 95	75 65
60 и более	А, Б	I, II, III, IV	СО	140	35	30
	В1 – В3	I, II, III, IV III, IV	СО С1	299 180	110 105	35 75
80 и более	В1 – В3	I, II, III, IV III IV	СО С1	240 200	140 110	100 85
Независимо от объема	В4, Г	I, II, III, IV III, IV V	СО С1 Не норм.	Не огр. 180 120	Не огр. 35 70	Не огр. 55 50
То же	Д	I, II, III, IV III, IV	СО, С1 С2, С3	Не огр. 160	Не огр. 95	Не огр. 65

## 8.9 Кровля и лифт, как дополнительные пути эвакуации

Требования по устройству выходов на кровлю определяются 123–ФЗ (ст. 90). В зданиях и сооружениях высотой 10 м и более от отметки поверхности проезда пожарных машин до карниза кровли или верха наружной стены (парапета) должны предусматриваться выходы на кровлю с лестничных клеток непосредственно или через чердак либо по лестницам 3-го типа или по наружным пожарным лестницам.

Число выходов на кровлю (но не менее чем один выход) и их расположение следует предусматривать в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и размеров здания:

- на каждые полные и неполные 100 м длины здания, сооружения и строения с чердачным покрытием и не менее чем один выход на каждые полные и неполные 1000 м<sup>2</sup> площади кровли здания, сооружения и строения с бесчердачным покрытием для зданий классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4;

- по пожарным лестницам через каждые 200 м по периметру зданий и сооружений класса Ф5.

Допускается не предусматривать:

- пожарные лестницы на главном фасаде здания, сооружения и строения, если ширина здания, сооружения и строения не превышает 150 м, а со стороны, противоположной главному фасаду, имеется противопожарный водопровод;

- выход на кровлю одноэтажных зданий и сооружений, имеющую покрытие площадью не более 100 м<sup>2</sup>.

На чердаках зданий и сооружений, за исключением зданий класса Ф1.4, следует предусматривать выходы на кровлю, оборудованные стационарными лестницами, через двери, люки или окна размером не менее 0,6х0,8 м.

Выходы с лестничных клеток на кровлю или чердак следует предусматривать по лестничным маршам с площадками перед выходом через противопожарные двери 2-го типа размером не менее 0,75х1,5 м. Указанные марши и площадки

должны выполняться из негорючих материалов и иметь уклон не более 2:1 и ширину не менее 0,9 м. В зданиях и сооружениях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4 высотой не более 15 м допускается устройство выходов на чердак или кровлю с лестничных клеток через противопожарные люки 2-го типа размером 0,6х0,8 м по закрепленным стальным стремянкам.

На технических этажах, в том числе в технических подпольях и на технических чердаках, высота прохода должна быть не менее 1,8 м, на чердаках вдоль всего здания и сооружения - не менее 1,6 м. Ширина этих проходов должна быть не менее 1,2 м. На отдельных участках протяженностью не более 2 м допускается уменьшать высоту прохода до 1,2 м, а ширину – до 0,9 м.

В зданиях с мансардами следует предусматривать люки в ограждающих конструкциях пазух чердаков.

В местах перепада высоты кровли (в том числе для подъема на кровлю светоаэрационных фонарей) более 1 м следует предусматривать пожарные лестницы. Допускается не предусматривать пожарные лестницы при перепаде высоты кровли более 10 м, если каждый участок кровли площадью более 100 м<sup>2</sup> имеет собственный выход на кровлю или высота ниже участка кровли не превышает 10 м.

Для подъема на высоту от 10 до 20 м и в местах перепада высоты кровли от 1 до 20 м следует применять пожарные лестницы типа П1, для подъема на высоту более 20 м и в местах перепада высоты кровли более 20 м – пожарные лестницы типа П2.

Пожарные лестницы изготавливаются из негорючих материалов, располагаются не ближе 1 м от окон и должны иметь конструктивное исполнение, обеспечивающее возможность передвижения личного состава подразделений пожарной охраны в боевой одежде и с дополнительным снаряжением.

Определенные конструктивные требования предъявляются к кровлям согласно СП 17.13330.2011 «Кровли». Максимально допустимая площадь кровли из рулонных и мастичных

материалов групп горючести Г2, Г3 и Г4 при общей толщине водоизоляционного ковра до 8 мм, не имеющей защиты из слоя гравия, а также площадь участков, разделенных противопожарными поясами (стенами), не должна превышать значений, приведенных в таблице 8.3 (п. 5.23 СП 17).

Таблица 8.3 – Требования к кровле из рулонных и мастичных материалов

Группа горючести и распространения пламени водоизоляционного ковра кровли, не ниже	Группа горючести материала основания под кровлю	Максимально допустимая площадь кровли без гравийного слоя или крупнозернистой посыпки, а также участков кровли, разделенных противопожарными поясами, м <sup>2</sup>
Г2, РП2	НГ, Г1	Без ограничений
	Г2, Г3, Г4	10 000
Г3, РП2	НГ, Г1	10 000
	Г2, Г3, Г4	6 500
Г3, РП3	НГ, Г1	5 200
	Г2	3 600
	Г3	2 000
	Г4	1 200
Г4	НГ, Г1	3 600
	Г2	2 000
	Г3	1 200
	Г4	400

Защитный слой на кровлях с уклоном до 10 % из мастичных или из битумных и битумно-полимерных рулонных материалов с мелкозернистой посыпкой должен предусматриваться из гравия фракции 5–10 мм или крупнозернистой посыпки (каменной крошки), втопленных в мастику. Толщина защитного слоя из гравия должна быть 10–15 мм, а из посыпки - 3–5 мм (п. 5.17 СП 17).

Противопожарные пояса должны быть выполнены как защитные слои эксплуатируемых кровель шириной не менее 6 м (плитным или монолитным из негорючих материалов НГ,

толщиной не менее 30 мм). Противопожарные пояса должны пересекать основание под кровлю (в том числе теплоизоляцию), выполненное из материалов групп горючести Г3 и Г4, на всю толщину этих материалов (п. 5.24, 5.18 СП 17).

В кровлях с несущим металлическим профилированным настилом и теплоизоляционным слоем из материалов групп горючести Г1-Г4 должно быть предусмотрено заполнение пустот гофр настилов на длину 250 мм материалами группы горючести НГ в местах примыкания настилов к стенам, деформационным швам, стенкам фонарей, а также с каждой стороны конька и ендовы кровли. В случае, если для утепления кровли применяется два и более слоев утепления с разными показателями горючести, необходимость заполнения гофр настила определяется группой горючести нижнего слоя теплоизоляционного материала. Заполнение пустот гофр настилом утеплителем не допускается (п. 4.11 СП 17).

Требования к конструктивному решению лестнично-лифтовых узлов и кровель в зданиях изложены в ст.90 123-ФЗ. В каждом пожарном отсеке зданий и сооружений класса Ф1.1 высотой более 10 м, зданий и сооружений класса Ф1.3 высотой более 50 м, зданий и сооружений иных классов функциональной пожарной опасности высотой более 28 м, подземных автостоянок, имеющих более двух этажей, должны предусматриваться лифты для транспортирования пожарных подразделений.

В зданиях, сооружениях и строениях с уклоном кровли не более 12 % включительно, высотой до карниза или верха наружной стены (парапета) более 10 м, а также в зданиях, сооружениях и строениях с уклоном кровли более 12 %, высотой до карниза более 7 м следует предусматривать ограждения на кровле. Независимо от высоты здания указанные ограждения следует предусматривать для эксплуатируемых плоских кровель, балконов, лоджий, наружных галерей, открытых наружных лестниц, лестничных маршей и площадок.

На покрытии зданий и сооружений с отметкой пола верхнего этажа более 75 м должны предусматриваться площадки для транспортно-спасательной кабины пожарного вертолета размером не менее 5x5 м. Над указанными площадками запрещается размещение антенн, электропроводов, кабелей.

ГОСТ Р 53296–2009 «Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности» определяет требования к лифтам для транспортирования пожарных подразделений. Лифт для транспортирования пожарных подразделений – лифт, оснащенный системами управления, защиты и связи, обеспечивающими перемещение пожарных, подразделений на этажи зданий при пожаре.

В период нормального функционирования лифт для пожарных должен находиться в эксплуатации в качестве пассажирского либо служебно-хозяйственного лифта. Лифты для пожарных могут устанавливаться в самостоятельном лифтовом холле или в общем лифтовом холле с другими пассажирскими лифтами и объединяться с ними системами автоматического группового управления.

В непосредственной близости от лифта для пожарных, как правило, должен предусматриваться выход на эвакуационную лестничную клетку.

Каждый этаж здания должен обслуживаться не менее чем одним лифтом для пожарных. Один и тот же лифт для пожарных, как правило, не должен иметь остановок в надземных и подземных частях зданий.

Двери шахт лифтов для пожарных должны быть противопожарными с пределами огнестойкости не менее EI 60. В случае размещения лифта для пожарных в общей шахте с другими пассажирскими лифтами, двери шахт всех лифтов в этой общей шахте должны быть противопожарными с пределами огнестойкости не менее EI60.

В крыше кабины лифта для пожарных должен быть предусмотрен люк в соответствии с ГОСТ Р 52382–2005 «Лифты пассажирские. Лифты для пожарных».

Ограждающие конструкции (стены, пол, потолок и двери) купе кабины лифтов для пожарных следует изготавливать из не-горючих материалов или материалов группы горючести Г1.

Пожарно-технические характеристики материалов для отделки (облицовки) поверхностей конструкций стен и потолков, покрытий пола купе кабин лифтов для пожарных должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52382.

Лифт для пожарных должен размещаться, как правило, в выгороженной шахте (рисунок 8.4). Ограждающие конструкции шахт должны иметь предел огнестойкости не менее REI120.

Перед дверьми шахт лифтов для пожарных должны быть предусмотрены лифтовые холлы (тамбуры). При установке лифтов для пожарных в группе с другими пассажирскими лифтами (рисунок 8.5) лифтовой холл на основном посадочном этаже допускается не выгораживать.

В случае установки лифта для пожарных в выгороженной шахте, с общим лифтовым холлом с другими лифтами, двери шахт должны иметь пределы огнестойкости не менее E30. Ограждающие конструкции лифтовых холлов (тамбуров) должны быть выполнены из противопожарных перегородок 1-го типа с противопожарными дверями 2-го типа в дымогазнепроницаемом исполнении.

Ограждающие конструкции и двери машинных помещений лифтов для пожарных должны быть противопожарными с пределами огнестойкости не менее REI120 и EI 60 соответственно.

Шахты лифтов для пожарных, а также их лифтовые холлы (тамбуры) в подземных и цокольных этажах зданий (сооружений) должны быть оснащены автономными системами точной противодымной вентиляции для создания избыточного давления при пожаре.

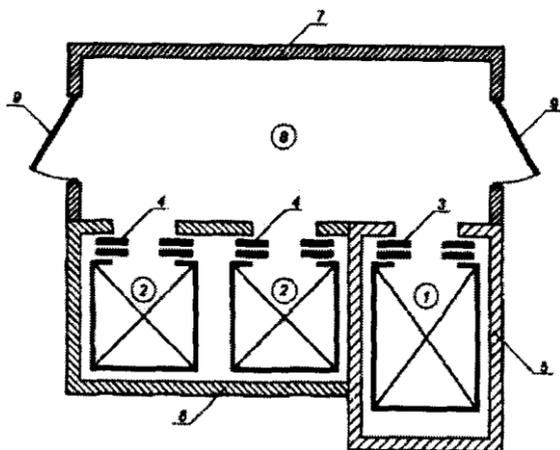


Рисунок 8.4 – Схема размещения лифта для пожарных в обособленной (выгороженной) шахте с общим лифтовым холлом с другими пассажирскими лифтами:

- 1 – лифт для пожарных; 2 – пассажирские лифты;  
 3 – противопожарная дверь шахты лифта для пожарных с пределом огнестойкости EI 60; 4 – противопожарные двери шахты пассажирских лифтов; 5 – ограждающие конструкции шахты лифта для пожарных с пределом огнестойкости REI120; 6 – ограждающие конструкции шахты пассажирских лифтов; 7 – противопожарные перегородки 1-го типа, ограждающие лифтовый холл; 8 – лифтовый холл (тамбур); 9 – противопожарные двери 2-го типа лифтового холла в дымогазонепроницаемом исполнении

Ограждающие конструкции лифтовых шахт расположены вне лестничной клетки и помещений машинных отделений лифтов (кроме расположенных на кровле), а также каналов и шахт для прокладки коммуникаций должны соответствовать требованиям, предъявляемым к противопожарным перегородкам 1-го типа и перекрытиям 3-го типа. Предел огнестойкости ограждающих конструкций между шахтой лифта и машинным отделением лифта не нормируется (ч. 15 ст. 88 123-ФЗ).

Дверные проемы в ограждениях лифтовых шахт с выходами из них в коридоры и другие помещения, кроме лестничных клеток, должны защищаться противопожарными дверями

с пределом огнестойкости не менее EI 30 или экранами из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 45, автоматически закрывающимися дверные проемы лифтовых шахт при пожаре, либо лифтовые шахты в зданиях, сооружениях должны отделяться от коридоров, лестничных клеток и других помещений тамбурами или холлами с противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа (ч. 16 ст. 88 123-ФЗ).

В зданиях, сооружениях высотой 28 и более м шахты лифтов, не имеющие у выхода из них тамбур-шлюзов с избыточным давлением воздуха, должны быть оборудованы системой создания избыточного давления воздуха в шахте лифта при пожаре (ч. 17 ст. 88 123-ФЗ).

В цокольных и подземных этажах зданий и сооружений вход в лифт должен осуществляться через тамбур-шлюзы 1-го типа с избыточным давлением воздуха при пожаре (ч. 20 ст. 88 123-ФЗ).

При выходе из лифтов в коридор, лифтовый холл или тамбур, не отвечающий требованиям, предъявляемым к тамбур-шлюзам 1-го типа, двери шахт лифтов должны иметь предел огнестойкости не ниже чем EI30. При выходе из лифтов в коридор, лифтовый холл или тамбур, отвечающий требованиям, предъявляемым к тамбур-шлюзам 1-го типа, и при выходе из лифтов на лестничную клетку предел огнестойкости дверей шахт лифтов не нормируется (ч. 2 ст. 140 123-ФЗ).

Пассажиры лифты с автоматическими дверями и со скоростью движения 1 и более м/с должны иметь режим работы «пожарная опасность», включающийся по сигналу, поступающему от систем автоматической пожарной сигнализации здания, и обеспечивающий независимо от загрузки и направления движения кабины возвращение ее на основную посадочную площадку, открытие и удержание в открытом положении дверей кабины и шахты (ч. 18 ст. 88, ч. 1 ст. 140 123-ФЗ).

Система управления лифтом для пожарных должна обеспечивать выполнение режимов «пожарная опасность» и «перевозка пожарных подразделений».

Режим «пожарная опасность» – установленная последовательность действий системы управления лифтом, предусматривающая при возникновении пожара в здании (сооружении) принудительное движение кабины лифта на основной посадочный этаж с исключением команд управления из кабины и зарегистрированных попутных вызовов.

Основной посадочный этаж – этаж главного входа в здание (сооружение).

Режим «перевозка пожарных подразделений» – установленная последовательность действий системы управления лифтом для транспортирования пожарных подразделений, обеспечивающая его работу с выполнением команд управления, подаваемых пожарными только из кабины лифта.

Перевод лифта в режим «перевозка пожарных подразделений» может быть произведен только после выполнения режима «пожарная опасность».

В режиме работы лифта «перевозка пожарных подразделений» должна быть обеспечена прямая переговорная связь между диспетчерским пунктом и кабиной лифта, а также с основным посадочным этажом.

### **Контрольные вопросы**

1. Как определить правильность размещения эвакуационных выходов в помещении?
2. Конструктивное исполнение и назначение тамбур-шлюзов.
3. Каковы дополнительные требования к эвакуационным выходам в производственных зданиях?
4. Основные требования к путям эвакуации.
5. Устройство, классификация лестниц и лестничных клеток.

6. Приведите примеры использования в качестве второго эвакуационного выхода наружной открытой лестницы в производственных и общественных зданиях.

7. Устройство и режимы работы лифтов для пожарных в здании.

8. Назначение кровли здания при эвакуации во время пожара.

## **ГЛАВА 9. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ**

### **9.1 Принципы генеральной планировки**

Правильное взаимное расположение зданий и подземных коммуникаций в пределах застраиваемого участка, а также взаимное расположение застраиваемых районов позволяют ограничить распространение пожара и снизить возможные убытки от него. Рациональное размещение въездов и дорог на территории участка, наличие водоемов и удобных подъездов к ним имеют существенное значение для успешного тушения пожара. Поэтому при проектировании генеральных планов наряду с решением вопросов технико-экономического характера учитывают меры пожарной безопасности.

Застройка селитебной зоны городских и сельских населенных пунктов должна быть такой, чтобы обеспечивалось рациональное размещение жилых зданий, учреждений и предприятий обслуживания в целях создания наилучших условий проживания населения.

Селитебная (жилая) зона – зона размещения жилых районов, микрорайонов, общественных зданий, сооружений.

Требования пожарной безопасности при градостроительной деятельности; требования к противопожарным расстояниям между зданиями, сооружениями и строениями, а также общие требования пожарной безопасности к поселениям и го-

родским округам по размещению подразделений пожарной охраны изложены в №123-ФЗ.

При проектировании планировки и застройки городов и поселков должно быть обеспечено выделение следующих функциональных зон:

а) промышленная (в сельской местности- производственная);

б) селитебная (размещение жилых районов, общественных зданий, скверов, парков);

в) внешний транспорт (размещение);

г) транспортные сооружения, аэропорты, вокзалы, речные порты;

д) зоны мест отдыха (зеленая зона, парковая и т. д.);

е) коммунально-складская (размещение складов, гаражей, трамвайных и автобусных парков).

Основными принципами противопожарного нормирования при разработке генеральных планов селитебной зоны городских и сельских населенных пунктов являются:

1. Размещение селитебной зоны по отношению к другим зонам населенного пункта с учетом господствующего направления ветра, рельефа местности и направления течения рек.

2. Запрещения строительства в пределах селитебной зоны взрывоопасных объектов.

3. Соблюдение противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями.

4. Обеспечение селитебной зоны дорогами, проездами, подъездами к зданиям и сооружениям.

5. Размещение пожарных частей.

Размещение селитебной зоны должно предусматриваться с наветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к промышленному району. (Наиболее пожароопасные производства необходимо располагать с подветренной стороны относительно менее пожароопасных).

При этом пожаровзрывоопасные предприятия должны располагаться в отдельной части промышленного района от селитебной зоны. Участки рек, предназначенные для использования населением городов и поселков, должны располагаться выше по течению от участков, предназначенных для размещения складов ЛВЖ и ГЖ.

В селитебной зоне запрещается размещение: газгольдерных станций; ТЭЦ; складов нефти и нефтепродуктов первой группы; перевалочных баз нефти и нефтепродуктов; складов сжиженных газов; базисных складов продовольствия; фуража и промышленного сырья; лесных и строительных материалов; химически опасных веществ.

Микрорайон (квартал) – структурный элемент жилой застройки площадью 10–60 га, но не более 80 га, не разделенный магистральными улицами и дорогами, в пределах которого размещаются учреждения и предприятия повседневного пользования с радиусом обслуживания не более 500 м.

Границами микрорайонов являются магистральные или жилые улицы, проезды, пешеходные пути, естественные рубежи.

Жилой район – структурный элемент селитебной территории площадью от 80 до 250 га, в пределах которого размещаются учреждения и предприятия с радиусом обслуживания не более 1500 м, а также часть объектов городского значения. Границами являются труднопреодолимые естественные и искусственные рубежи, магистральные улицы и дороги общегородского значения.

Генеральный план представляет собой выполненный в масштабе чертеж территории объекта в его границах. На генеральном плане указывают въезды, дороги, проезды, здания и сооружения, рельеф местности и господствующее направление ветра.

Для ограничения распространения возможного пожара по территории населенного места или предприятия, нормы

предъявляют ряд требований к противопожарным разрывам между зданиями и сооружениями, складами.

Подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен:

– с двух продольных сторон – к зданиям и сооружениям класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 высотой 28 и более метров (9 и более этажей), классов функциональной пожарной опасности Ф1.2, Ф2.1, Ф2.2, Ф3, Ф4.2, Ф4.3, Ф4.4 высотой 18 и более метров (6 и более этажей);

– со всех сторон – к зданиям и сооружениям классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф4.1.

К зданиям и сооружениям производственных объектов по всей их длине должен быть обеспечен подъезд пожарных автомобилей:

– с одной стороны – при ширине здания или сооружения не более 18 м;

– с двух сторон – при ширине здания или сооружения более 18 м, а также при устройстве замкнутых и полузамкнутых дворов.

Допускается предусматривать подъезд пожарных автомобилей только с одной стороны к зданиям и сооружениям в случаях:

– меньшей высоты, чем указано выше (9 и 6 этажей);  
– двусторонней ориентации квартир или помещений;  
– устройства наружных открытых лестниц, связывающих лоджии и балконы смежных этажей между собой, или лестниц 3-го типа при коридорной планировке зданий.

Допускается увеличивать расстояние от края проезжей части автомобильной дороги до ближней стены производственных зданий и сооружений до 60 м при условии устройства тупиковых дорог к этим зданиям и сооружениям с площадками для разворота пожарной техники и устройством на этих площадках пожарных гидрантов. При этом расстояние от производственных зданий и сооружений до площадок для разворота пожарной техники должно быть не менее 5, но не более 15 м, а расстояние между тупиковыми дорогами должно

быть не более 100 м. На производственных объектах пожарные гидранты надлежит рас-полагать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не менее 5 м от стен здания.

К зданиям с площадью застройки более 10 000 м<sup>2</sup> или шириной более 100 м подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

Ширина проездов для пожарной техники в зависимости от высоты зданий или сооружений должна составлять не менее:

– 3,5 м – при высоте зданий или сооружения до 13,0 м включительно;

– 4,2 м – при высоте здания от 13,0 м до 46,0 м включительно;

– 6,0 м – при высоте здания более 46 м.

В общую ширину противопожарного проезда, совмещенного с основным подъездом к зданию и сооружению, допускается включать тротуар, примыкающий к проезду.

Расстояние от внутреннего края проезда до стены здания или сооружения должно быть: для зданий высотой до 28 м включительно – 5–8 м; для зданий высотой более 28 м – 8–10 м.

Конструкция дорожной одежды проездов для пожарной техники должна быть рассчитана на нагрузку от пожарных автомобилей.

В замкнутых и полузамкнутых дворах необходимо предусматривать проезды для пожарных автомобилей.

Сквозные проезды (арки) в зданиях и сооружениях должны быть шириной не менее 3,5 м, высотой не менее 4,5 м и располагаться не более чем через каждые 300 м.

В исторической застройке поселений допускается сохранять существующие размеры сквозных проездов (арок).

Тупиковые проезды должны заканчиваться площадками для разворота пожарной техники размером не менее чем

15x15 м. Максимальная протяженность тупикового проезда не должна превышать 150 м.

При использовании кровли стилобата для подъезда пожарной техники конструкции стилобата должны быть рассчитаны на нагрузку от пожарных автомобилей не менее 16 т на ось.

К рекам и водоемам должна быть предусмотрена возможность подъезда для забора воды пожарной техникой в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности. На производственных объектах размер таких площадок должен быть не менее 12x12 м.

Планировочное решение малоэтажной жилой застройки (до 3 этажей включительно) должно обеспечивать подъезд пожарной техники к зданиям и сооружениям на расстояние не более 50 м.

На территории садоводческого, огороднического и дачного некоммерческого объединения граждан должен обеспечиваться подъезд пожарной техники ко всем садовым участкам, объединенным в группы, и объектам общего пользования. На территории садоводческого, огороднического и дачного некоммерческого объединения граждан ширина проезжей части улиц должна быть не менее 7 м, проездов – не менее 3,5 м.

## **9.2 Требования по предотвращению распространения пожара между зданиями**

Причинами распространения пожара на промышленных объектах могут быть перенос тепловой энергии путем лучистого и конвективного теплообмена, взрывы в технологическом оборудовании; выброс, вскипание или разлив горючих жидкостей при горении в резервуарах; излишняя загазованность среды и переход огня по паро- или газовой смеси на не-горящий объект; загроможденность территории.

При обосновании противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями учитывают только лучистый теплообмен. Конвективной составляющей теплового потока пренебрегают по следующим причинам: во-первых, при пожарах она всегда направлена вверх и не влияет на степень нагрева облучаемого объекта, во-вторых, при ветровых напорах в сторону облучаемого объекта плотность теплового потока несколько ослабевает за счет уменьшения размеров излучающей поверхности при наклоне пламени и увеличении задымленности среды между объектами.

Исключением являются отдельные пожары на открытой местности, когда при сильных ветровых напорах пламя наклоняется настолько, что в огне оказывается облучаемый объект.

Известны случаи, когда новые очаги пожара возникали от упавших искр и головней на значительном расстоянии от горящего объекта. Однако пожары при этом развиваются настолько медленно, что их ликвидация осуществляется первичными средствами пожаротушения. Исключением являются сельскохозяйственные объекты, связанные с открытым хранением и переработкой волокнистых веществ (хлопка, тресты лубяных культур сена, соломы и т. п.), когда необходимо при расчете противопожарных разрывов учитывать искроперенос. Для других объектов учет искропереноса при нормировании разрывов экономически неоправдан. Что касается других перечисленных причин распространения пожара, то правильная эксплуатация технологического оборудования и выполнение режимных требований пожарной безопасности позволяют не принимать их во внимание при решении данного вопроса.

В основу метода обоснования величин противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями положена классическая теория теплообмена излучением.

Противопожарный разрыв – нормированное расстояние между зданиями (сооружениями, строениями), устанавливаемое для предотвращения распространения пожара.

Противопожарные разрывы предназначены для предупреждения возможности распространения пожара на соседние здания и сооружения до момента введения сил и средств на тушение пожара и защиту смежных объектов, а также для обеспечения успешного маневрирования пожарных подразделений.

Противопожарные расстояния между зданиями определяются как расстояния между наружными стенами или другими конструкциями зданий.

Таблица 9.1 – Противопожарные расстояния между зданиями

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Минимальные расстояния при степени огнестойкости и классе конструктивной пожарной опасности жилых и общественных зданий, м			
		I, II, III	II, III	IV	IV, V
		C0	C1	C0, C1	C2, C3
Жилые и общественные					
I, II, III	C0	6	8	8	10
II, III	C1	8	10	10	12
IV	C0, C1	8	10	10	12
Производственные и складские					
I, II, III	C0	10	12	12	12
II, III	C1	12	12	12	12
IV	C0, C1	12	12	12	15
IV, V	C2, C3	15	15	15	18

Противопожарные расстояния между жилыми и общественными зданиями, а также между жилыми, общественными зданиями и вспомогательными зданиями и сооружениями

производственного, складского и технического назначения (за исключением отдельно оговоренных объектов нефтегазовой индустрии, автостоянок грузовых автомобилей, специализированных складов, расходных складов горючего для энергообъектов и т. п.) в зависимости от степени огнестойкости и класса их конструктивной пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 10.

Противопожарные расстояния между стенами зданий, сооружений без оконных проемов допускается уменьшать на 20 % при условии устройства кровли из негорючих материалов, за исключением зданий IV и V степеней огнестойкости и зданий классов конструктивной пожарной опасности С2 и С3.

Противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями I и II степеней огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С<sub>0</sub> допускается уменьшать на 50 % при оборудовании каждого из зданий и сооружений автоматическими установками пожаротушения.

В районах с сейсмичностью 9 и выше баллов противопожарные расстояния между жилыми зданиями, а также между жилыми и общественными зданиями IV и V степеней огнестойкости следует увеличивать на 20 %.

Противопожарные расстояния между жилым домом и хозяйственными постройками, а также между хозяйственными постройками в пределах одного садового, дачного или приусадебного земельного участка не нормируются.

Для ряда объектов в СП 4.13130.2013 содержатся дополнительные требования к противопожарным расстояниям.

### **9.3 Методика проверки генеральных планов на соответствие противопожарным требованиям**

Результаты проверки соответствия требованиям пожарной безопасности генпланов промышленных предприятий рекомендуется оформлять в виде таблицы 9.2.

Таблица 9.2 – Результаты проверки соответствия требованиям пожарной безопасности генпланов промышленных предприятий

№ п/п	Что проверяется?	Требования норм	Реальное решение	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
...				

При разработке конкретного перечня проверяемых вопросов необходимо в первую очередь руководствоваться специализированными нормативными документами затем отраслевыми и межотраслевыми.

Перечень проверяемых вопросов, составленный в определенной последовательности, для проверки конкретного объекта и представляет собой частную методику. Как правило, частные методики составляются в период подготовки к обследованию объекта или рассмотрению проекта

Требования норм при этом записываются в графу «3» таблицы 9.2. Вывод о выявленном при проверке соответствии или несоответствии реального решения требованиям норм необходимо подкреплять номером пункта соответствующего нормативного документа.

Содержание вопросов, которые необходимо ставить при проверке генплана:

1. Взаимное расположение зданий и сооружений на площадке промпредприятия с учетом зонирования, рельефа местности, преобладающего направления ветра.

2. Дороги, въезды, подъезды: количество въездов на территорию предприятия и на огражденные участки внутри площадки предприятий; ширина ворот автомобильных въездов; расстояние между переездами через железную дорогу, ведущими к складу ЛВЖ и ГЖ; подъезды к зданиям и сооружениям (количество подъездов к зданиям и сооружениям, расстояние от края проезжей части, наличие подъездов к водоисточникам, правильность устройства замкнутых и полузамкнутых дворов); наличие второго переезда при пересечении железной

дороги с проездами к складским и производственным зданиям.

3. Противопожарные разрывы между зданиями, зданиями и складами, газгольдерами и другими объектами, открытыми технологическими установками, агрегатами и оборудованием, линиями электропередачи к другим объектами.

4. Пожарное депо; расположение пожарного депо с учетом радиуса выезда; расположение пожарного депо с учетом выезда из него на дороги общего пользования; правильность размещения встроенного поста.

5. Водоснабжение: наличие и характеристика пожарного водопровода, пожарных водоемов; расположение пожарных гидрантов.

6. Размещение инженерных сетей: подземных, наземных, надземных

### **Контрольные вопросы**

1. Зонирование территории промплощадки.

2. Как учитывается господствующее направление ветра и рельеф местности при разработке генеральных планов?

3. От каких факторов зависят противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями?

4. Требования, предъявляемые к въездам на территорию предприятия и подъездам к зданиям к сооружениям.

5. Какие принципы положены в основу проектирования жилебной зоны населенных пунктов?

6. На какие вопросы необходимо обращать внимание при проверке генпланов?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии изложены основные сведения о строительных материалах и их поведении в условиях пожара, приведены методы исследования и оценки поведения строительных материалов в условиях пожара, способы их огнезащиты и пути совершенствования нормирования пожаробезопасности применения материалов в строительстве. Рассмотрены основные сведения о зданиях, сооружениях и конструкциях, используемых в строительстве: объемно-планировочные и конструктивные решения, схемы зданий, несущие каркасы и конструктивные элементы зданий, даны исходные данные об огнестойкости зданий и сооружений, строительных конструкций и методах их экспериментальной оценки.

Большое внимание уделено вопросам огнестойкости строительных конструкций, при этом рассмотрены теоретические основы расчета огнестойкости строительных конструкций и дано понятие их предельного состояния: расчетные схемы определения предела огнестойкости строительных конструкций, особенности их поведения в условиях пожара; методы расчета предела огнестойкости металлических, деревянных и железобетонных конструкций. Приведены результаты исследований, касающиеся оценки огнестойкости зданий и сооружений с учетом совместной работы железобетонных конструкций в условиях пожара, изложена методика оценки состояния конструктивных железобетонных элементов зданий и сооружений, подверженных пожару, а также рассмотрены способы их усиления.

В последнее время произошел ряд крупных пожаров в торгово-развлекательных центрах, домах престарелых, жилых домах высотного типа, расследования по которым выявили ряд недостатков: неправильная эксплуатация, полученная в результате неправильной перестройки и перепланировки производственных зданий, которое повлекло гибель большого

количества людей. Грубейшие нарушения правил пожарной безопасности в домах престарелых. Недостаток техники оборудованной лестницами достаточной длины для тушения пожара в домах высотного типа.

Все шире находит применение средств технического контроля противопожарного состояния и средств технического наблюдения за состоянием объектов и средств освещения, но обслуживаемый персонал не всегда правильно и своевременно принимает нужные решения, необходимо всесторонне повышать грамотность обслуживающего персонала и обеспечить своевременную поставку технических средств в пожарные подразделения, необходимых для тушения пожаров в высотных домах. Не всегда правильно применяются строительные материалы на предмет их совместной работы с другими материалами и конструкциями и обеспечения предела их огнестойкости для своевременной эвакуации людей.

Учебное пособие предназначено: проектировщикам, эксплуатационникам, студентам высших учебных заведений строительного профиля.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : федер. закон № 123–ФЗ от 22.07.2008; в ред. 29.07.2017 – Режим доступа: [www //ppt.ru/docs/fz/123-fz-31945](http://ppt.ru/docs/fz/123-fz-31945).

2. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [Электронный ресурс] : федер. закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ; в ред. 25.03.2009 №171 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/>.

3. СП 2.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : федер. законом от 27.01.2002 № 184-ФЗ; в ред. 25.03.2009 № 172. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>.

4. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : федер. законом от 27.01.2002 № 184-ФЗ; в ред. 25.03.2009 № 173 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>.

5. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс] : федер. законом от 27.01.2002 № 184-ФЗ; в ред. 22.07.2008 № 123. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593>.

6. СП 7.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования [Электронный ресурс] : федер. законом от 27.01.2002 № 184-ФЗ; в ред. 22.11.2008 № 123 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>.

7. СП 54. 13330.2011 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 [Электронный ресурс] : федер. законом от 27.01.2002 № 184-ФЗ; в ред. 20.05.2011. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/>.

8. Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 апреля 2014 г. № 474 (в ред. от 20 марта 2015).

9. Правила противопожарного режима в РФ: (постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390). – М. : Проспект, 2012. – 80 с.

10. Есин, В. М. Пожарная профилактика в строительстве. Ч. 1. Пожарная профилактика систем отопления и вентиляции: учебник / В. М. Есин, В. И. Сидорук, В. Н. Токарев. – М. : ВИПТШ МВД РФ, 1995. – 352 с.

11. Заполнение проемов в противопожарных преградах. Пожарная безопасность предприятия : учеб.-справ. пособие / С. В. Собурь. – 2-е изд., доп. (с изменениями). – М. : ПожКнига, 2006. – 168 с.

12. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. Части зданий и сооружений : учеб. пособие / сост. С. В. Шархун, В. В. Смирнов.; под общ. ред. О. А. Мокроусовой. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2013. – 84 с.

13. Ивашкевич, А. А. Пожарная безопасность систем вентиляции : курс лекций / А. А. Ивашкевич. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – 110 с.

14. МДС 21.1–98 Предотвращение распространения пожара (пособие к СНиП 21–01–97\*) – Режим доступа : [http://www.snip-info.ru/Mds\\_21-1\\_98\\_k\\_snip\\_21-01-97.htm](http://www.snip-info.ru/Mds_21-1_98_k_snip_21-01-97.htm).

15. Мокроусова О. А., Пожарная безопасность в строительстве : Курс лекций Ч. 1. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. – 185 с.

16. Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума : учеб. пособие /

А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2008. – 314 с. : ил.

17. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарнотехнического минимума : учеб. пособие / С. В. Собурь. – 11-е изд. (с изменениями). – М. : ПожКнига, 2007. – 496 с : ил.

18. Пожарная безопасность сельскохозяйственных предприятий: справочник / С. В. Собурь.– М.: ПожКнига, 2005. – 88 с

19. Пожарная безопасность складов : справочник / С. В. Собурь. – 2-е изд. (с изменениями). – М. : ПожКнига, 2004. – 240 с.

20. Пожарная безопасность. Терминология : словарь-путеводитель / Ю. И. Иванов, Д. А. Бесперстов, А. С. Голики [и др.]. – Кемерово : КемТИПП, 2010. – 308 с.

21. Пожарная безопасность : учеб. пособие / Ю. И. Иванов [и др.]; ред. А. С. Голик. – Кемерово: КемТИПП, 2011. – 242 с.

22. Расчет противодымной вентиляции в зданиях различного назначения. Ч. 1 / сост. В. С. Рекунов, М. В. Анисимов. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.- строит. ун-та, 2011. – 38 с.

23. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий : Метод. Рекомендации к СП 7.13130.2013. М. : ВНИИПО, 2013. – 58 с.

24. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре : учебник; под общ. ред. В. М. Ройтмана. – 2-е изд. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2013. – 366 с.

25. СП 15.13330.2012. Свод правил. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II–22–81\* [Текст]. – Введ. 2013–01–01. – М. : Минрегион России, 2012. – 139 с.

26. Бычков А. В. Изготовление биопозитивных строительных материалов при применении основным наполнителем солому в виде муки [Текст] / А. В. Бычков, Д. В. Мамонов // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистран-

тов и преподавателей/ со-ст. Г. В. Дегтярев, С. А. Чернявская, О. Г. Дегтярева. – 2016. – С. 110–116.

27. Бычков А. В. Этапы изготовления строительных блоков из соломы и соломенной муки [Текст] / А. В. Бычков, Д. К. Левченко, Д. В. Мамонов. // Новые информационные технологии в науке : сб. ст. по итогам – Междунар. науч.-практ. конф.. – 2017. – С. 23–24.

28. Дегтярёв Г. В. Расчетное обоснование перевода части семнадцатого технического этажа в жилой фонд [Текст] / Г. В. Дегтярёв, О. Г. Дегтярёва, В. Г. Дегтярев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2014. – № 3(48). – С. 150–154.

29. Причины активизации оползня на федеральной автомобильной дороге г. Сочи и мероприятия по его стабилизации [Текст] / А. Н. Богомолов [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия. Строительство и архитектура. – 2012. – № 29 (48). – С. 6–14.

30. Дегтярев Г. В. Способы регулирования работы гидrocиклонов и их классификация [Текст] / Г. В. Дегтярёв, Ю. А. Свистунов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ , 2006. – № 2 (30). – С. 219–228.

31. Молотков Г. С. Основные причины разрушения конструкций навесных вентилируемых фасадов «СИАЛ КМ» и рекомендации по их устранению [Электронный ресурс] / Г. С. Молотков, В. В. Подтелков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2015. – № 03 (107).

32. Найденов С. Ю. Анализ вариантов несущей способности горизонтальных конструктивных элементов и их влияние на здание [Текст] / С. Ю. Найденов, Г. В. Дегтярёв // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. статей по

материалам IX Всерос. конф. молодых ученых. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 838–839.

33. Рудченко И. И. Повреждения конструкций зданий и сооружений при воздействии высоких температур [Текст] / И. И. Рудченко, М. П. Бугриев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 63. – С. 184–190.

34. Пат. 2217547 Российская Федерация, МПК E02B8/02. Способ регулирования гидравлической структуры потока воды и устройство для его осуществления / Сафронова Т. И., Дегтярев Г. В., Дегтярева О. Г.; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет (RU). – № 2002112193; заявл. 06.05.2002; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 33.

35. Гринев А. П. Мелкозернистый бетон для монолитного строительства [Текст] / А. П. Гринев, И. И. Рудченко, В. О. Никогда // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 58. – С. 203–214.

36. Дегтярёв Г. В. Современные методы проектирования зданий [Текст] / Г. В. Дегтярёв, А. А. Бойко // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 28–34.

37. Дегтярёв Г. В. Подземные парковки как метод повышения эффективного использования дворовых территорий в г. Краснодаре [Текст] / Г. В. Дегтярёв, О. А. Куркина // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 98–104.

38. Дегтярёв Г. В. Альтернативные варианты фундаментов зданий, возводимых в районах с высокой сейсмической

активностью [Текст] / Г. В. Дегтярёв, С. Ю. Найденов // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства: материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ / сост. Г. В. Дегтярёв, С. А. Чернявская, О. Г. Дегтярёва. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 130–135.

39. Полищук А. И. Совершенствование конструкции винтовых свай для фундаментов временных зданий [Текст] / А. И. Полищук, Ф. А. Максимов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – М., 2016. – № 4. – С. 37–40.

40. Дегтярёв Г. В. Математическое моделирование ослабленных вертикальных несущих конструкций здания при усилении самонапрягаемым бетоном [Текст] / Г. В. Дегтярёв, В. Г. Дегтярёв, И. А. Табаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2015. – № 1(52). – С. 192–198.

41. Бычков А. В. Экологические материалы в строительстве [Текст] / А. В. Бычков, Д. К. Левченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам XI Всероссийской конф. молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. – 2017. – С. 765–766.

42. Дегтярёв Г. В. Особенности расчета плиты покрытия как несущего основания [Текст] / Г. В. Дегтярёв, Д. А. Дацьо // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2016. – № 5(62). – С. 157–165.

43. Дегтярёв Г. В. Оценка несущей способности раскосов и подкосов ферм покрытия теплиц типа 6D [Электронный ресурс] / Г. В. Дегтярёв, В. Е. Лебедь // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 03(107). – С. 806–835.

44. Полищук А. И. Геотехнический барьер и его влияние на осадки фундаментов соседних зданий [Текст] /

А. И. Полищук, А. С. Межаков // Вестник ПНИПУ «Строительство и архитектура». – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016. – Т. 7, № 4. – С. 133–142.

45. Дегтярёв Г. В. Оценка сходимости результатов расчета несущей способности фундаментов теплиц типа 6D [Текст] / Г. В. Дегтярёв // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2015. – № 2 (53). – С. 209–215.

46. Дегтярёв Г. В. Аэродинамические исследования двухскатной крыши в системе CFD [Текст] / Г. В. Дегтярёв, Н. В. Стариков // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2016. – № 4 (61). – С. 178–185.

47. Полищук А. И. Оценка несущей способности инъекционных свай в слабых глинистых грунтах для фундаментов реконструируемых зданий [Текст] / А. И. Полищук, А. А. Тарасов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – М., 2017. – № 1. – С. 21–26.

48. Дегтярёв В. Г. Конструктивно-технологическое обоснование металлических решетчатых вышек [Электронный ресурс] / В. Г. Дегтярёв, И. Г. Кулага, Г. В. Дегтярёв // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 05 (089). – С. 661–686.

49. Комплексный метод обследования зданий и сооружений при совместной работе с вышками связи [Электронный ресурс] / Н. В. Коженко, В. Г. Дегтярёв, Г. В. Дегтярёв, И. А. Табаев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 05 (089). – С. 635–660.

50. Дегтярёв Г. В. Статистические математические модели процессов в низконапорных гидроциклонах в зависимости от конструктивных и технологических факторов [Текст] /

Г. В. Дегтярёв // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2006. – № 3 (36). – С. 202 – 212.

51. Дегтярёв Г. В. Анализ работы несущих вертикальных конструкций производственного цеха при совместной работе с мостовыми кранами [Текст] / Г. В. Дегтярёв, О. Г. Дегтярёва, В. Г. Дегтярёв, И. А. Табаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2014. – № 6 (51). – С. 116–123.

52. Стариков Н. В. Математическое моделирование воздействия ветрового потока на различные виды крыш коттеджных и производственных зданий [Текст] / Н. В. Стариков, Г. В. Дегтярёв // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. статей по материалам IX Всерос. конф. молодых ученых. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 883–885.

53. Пат. 2460861 Российская Федерация, МПК E04G23/02. Способ реконструкции промышленных и гражданских зданий / Г. В. Дегтярёв, С. С. Кенебас, В. Г. Дегтярёв; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет (RU). – № 2011105233; заявл. 11.02.2011; опубл. 10.09.2012, бюл. № 25.

54. Дегтярёв Г. В. Проблема точности расчетов ветровых нагрузок по имеющимся нормам и правилам [Текст] / Г. В. Дегтярёв, Н. В. Стариков // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар: Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 193–199.

55. Рудченко И. И. Анализ аспектов пожарной безопасности элементов конструкций зданий и сооружений в технологии строительного производства : учеб. пособие / И. И. Рудченко, Г. В. Дегтярёв. – Краснодар : КубГАУ, 2011. – 107 с.

56. Дегтярёв Г. В. Расчет объемов работ на строительных объектах и технологии производства основных процессов:

учеб. пособие / Г. В. Дегтярёв. – Краснодар : КубГАУ, 2009. – 190 с.

57. Рудченко И. И. Новая методика подготовки спасателей для работы на зерноскладах и элеваторах сельскохозяйственных предприятий [Текст] / И. И. Рудченко, В. В. Магеровский, О. А. Горбунов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – № 26 – С. 148–152.

58. Рудченко И. И. О принятии выгодных решений в ситуациях риска [Текст] / И. И. Рудченко, В. П. Мирской // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 56. – С. 49–55.

59. Рудченко И. И. Основные процессы и параметры, характеризующие поведение строительных материалов в условиях пожара [Текст] / И. И. Рудченко, А. А. Мусатов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 57. – С. 190–197.

60. Рудченко И. И. Особенности отделки офисных зданий как нового многофункционального типа зданий [Текст] / И. И. Рудченко, А. П. Василина // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы региональной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 53–58.

61. Рудченко И. И. Эксплуатация систем жизнеобеспечения населенных мест [Текст] / И. И. Рудченко, В. В. Магеровский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 112. – С. 164–177.

62. Рудченко И. И. Расчёт деформаций стальных конструкций с огнезащитой [Текст] / И. И. Рудченко, В. Н. Загнитко // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. – Краснодар : КСЭИ, 2013. – № 3 (15). – С. 65–69.

63. Гринёв А. П. Применение бетона на основе композиционных вяжущих [Текст] / А. П. Гринёв, И. И. Рудченко, В. О. Никогда // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 144–150.

64. Рудченко И. И. Повреждения конструкций зданий и сооружений при воздействии высоких температур [Текст] / И. И. Рудченко, М. П. Бугриев // Труды кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 63. – С. 184–190.

65. Рудченко И. И. Методика выбора средств снижения травматизма на строительных объектах агропромышленного комплекса [Текст] / И. И. Рудченко, А. И. Енина, А. В. Боярина // Труды кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 64. – С. 248–257.

66. Иванчук О. А. Анализ строительного рынка [Текст] / О. А. Иванчук, О. Г. Дегтярёва // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. статей по материалам VI Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – С. 391–393.

67. Рябухин А. К. Исследование диапазона перемещений анкерных свай в инженерно-геологических условиях Сочинского района Краснодарского края [Текст] / А. К. Рябухин, С. И. Маций // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 39. – С. 155–159.

68. Бубнюк А. П. Оптимизация поставки материалов на строительную площадку при расчете временных складов [Текст] / А. П. Бубнюк, О. Г. Дегтярёва // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам IX Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 75-летию В. М. Швецова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – С. 779–780.

69. Божко М. Л. Оптимизация использования трудовых и материальных ресурсов при календарном планировании [Текст] / М. Л. Божко, О. Г. Дегтярёва // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по мат. IX Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, посв. 75-летию В. М. Швецова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – С. 773–775.

70. Соловьева О. А. Статистический анализ и прогнозирование рынка недвижимости Краснодарского края [Текст] / О. А. Соловьева, О. Г. Дегтярёва // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам 71-й науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2015 год. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 472–473.

71. Дегтярёва О. Г. Анализ поставки материалов на строительную площадку при расчете временных складов [Текст] / О. Г. Дегтярёва, А. П. Бубнюк // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 34–41.

72. Дегтярёва О. Г. Особенности разработки проектно-сметной документации при индивидуальном жилом строительстве [Текст] / О. Г. Дегтярёва, Э. С. Федосеенко // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 199–205.

73. Дегтярёва О. Г. Оптимизация использования трудовых и материальных ресурсов при календарном планировании [Текст] / О. Г. Дегтярёва, М. Л. Божко // Актуальные вопросы экономики и технологического развития отраслей народного хозяйства : материалы регион. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей КубГАУ. – Краснодар : Изд-во «Магарин О. Г.», 2016. – С. 23–28.

74. Дегтярёва О. Г. Прогнозирование сметной стоимости строительных проектов [Текст] : монография / О. Г. Дегтярёва, Р. Ю. Першиков. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 89 с.

75. Пат. 2452816 Российская Федерация, МПК E02D17/20. Противооползневое сооружение / В. Г. Дегтярёв, Н. В. Коженко, Г. В. Дегтярёв; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет (RU). – № 2010143052; заявл. 20.10.2010; опубл. 10.06.2012, бюл. № 16.

76. Дегтярёв Г. В. Особенности расчета плиты покрытия как несущего основания [Текст] / Г. В. Дегтярёв, Д. А. Дацьо // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2016. – № 5 (62). – С. 157–165.

77. Дегтярёв Г. В. Анализ несущей способности, определенной по нормативам РФ и ближневосточны стран-поставщиков, раскосов и подкосов ферм покрытия теплиц типа 3А [Текст] / Г. В. Дегтярёв, Д. А. Дацьо // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2016. – № 1 (58). – С. 215–221.

78. Дегтярёва О. Г. Моделирование в САЕ системе осадки плитного фундамента низконапорной плотины [Текст] / О. Г. Дегтярёва, Д. А. Дацьо, Г. В. Дегтярёв, А. Д. Гумбаров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2017. – № 1 (64). – С. 221–226.

79. Дегтярёва О. Г. Численный метод вариантного проектирования чаши бассейна и его технико-экономическая оценка [Текст] / О. Г. Дегтярёва, С. Ю. Найденов, Т. И. Сафронова, Г. В. Дегтярёв // Труды Кубанско государственного аграрного университета. – Краснодар, 2017. – № 6 (69). – С. 303–308.

80. Бабаев Н. С. Определение причин неравномерной осадки фундаментов зданий по характерным трещинам в деформированных стенах / Н. С. Бабаев, Г. С. Молотков, М. С. Швец // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 64. – С. 203–214.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
ГЛАВА 1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА .....	9
1.1 Пожарно-техническая классификация .....	9
1.2 Основные процессы и параметры, характеризующие поведение материалов в условиях пожара .....	11
1.3 Поведение каменных материалов в условиях пожара... 14	
1.4 Теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы 18	
1.5 Стойкость каменных материалов в условиях пожара ... 26	
1.6 Поведение материалов на основе древесины .....	27
в условиях пожара.....	27
1.7 Строительные пластмассы и их пожарная опасность ... 29	
ГЛАВА 2. ОСНОВЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО НОРМИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МАТЕРИАЛОВ.....	31
2.1 Обеспечение пожарной безопасности.....	33
при реконструкции зданий и сооружений .....	33
2.2 Пожарная безопасность зданий повышенной этажности и высотных зданий.....	34
2.3 Пожарные отсеки и противопожарные преграды .....	35
2.4 Конструктивные решения противопожарных преград.. 36	
2.5 Требования к огнестойкости многослойных ограждающих конструкций.....	39

2.6 Требования к огнестойкости декоративно-отделочных материалов .....	41
2.7 Показатели, используемые для сравнительной оценки пожарной опасности строительных пластмасс и в пожарнотехнических расчетах при выполнении работ по противопожарному нормированию.....	42
2.8 Особенности пожарной опасности строительных пластмасс .....	47
2.9 Показатели, характеризующие горючесть строительных материалов .....	54
2.10 Способы повышения огнестойкости и снижения пожарной опасности материалов, применяемых в строительном производстве .....	56
ГЛАВА 3. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, АКУСТИЧЕСКИЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА.....	58
3.1 Основные виды теплоизоляционных и акустических материалов, применяемых в строительстве .....	58
3.2 Гидроизоляционные материалы на битумных и дегтевых вяжущих .....	59
3.3 Неорганические теплоизоляционные материалы и их поведение в условиях пожара .....	63
3.4 Пожарная опасность органических теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов .....	65
ГЛАВА 4. СПОСОБЫ ОГНЕЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	68
4.1 Исходные сведения об огнезащите органических материалов .....	68

4.2 Огнезащита древесины и изделий на ее основе .....	69
4.3 Способы снижения пожарной опасности полимерных строительных материалов (ПСМ) .....	78
<b>ГЛАВА 5. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМИРОВАНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....</b>	<b>83</b>
5.1 История и современное состояние противопожарного нормирования .....	83
5.2 Перспективы противопожарного нормирования .....	87
5.3 Подход к нормированию пожароопасного применения материалов в строительстве на примере отделочных материалов .....	90
<b>ГЛАВА 6. ИСХОДНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДАХ ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ.....</b>	<b>98</b>
6.1 Роль строительных конструкций в обеспечении противопожарной защиты зданий .....	98
6.2 Пожарно-техническая классификация строительных конструкций.....	99
6.3 Пределы огнестойкости строительных конструкций ..	100
6.4 Пределы распространения огня по строительным конструкциям.....	109
6.5 Класс пожарной опасности конструкций .....	113
6.6 Пожарно-техническая классификация зданий и сооружений .....	119
6.7 Степени огнестойкости зданий и сооружений.....	119
6.8 Классы конструктивной пожарной опасности зданий	126
6.9 Классы функциональной пожарной опасности зданий	128

6.10 Методика экспертизы строительных конструкций ...	130
ГЛАВА 7. ПРИНЦИПЫ ВНУТРЕННЕЙ ПЛАНИРОВКИ ЗДАНИЙ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	132
7.1 Система обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений .....	132
7.2 Исходные сведения об объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий и сооружений .....	135
7.3 Планировочные решения в зданиях различного функционального назначения .....	144
7.4 Распространение пожара в помещении и здании.....	155
ГЛАВА 8. ЭВАКУАЦИОННЫЕ ПУТИ И ВЫХОДЫ.....	156
8.1 Основные понятия.....	156
8.2 Основные требования 123–ФЗ к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам .....	158
8.3 Требования к эвакуационным выходам из помещения и с этажа .....	162
8.4 Требования к эвакуационным путям.....	166
8.5 Устройство и пожарно-техническая классификация лестниц и лестничных клеток .....	167
8.6 Требования к лестницам и лестничным клеткам.....	171
8.7 Дополнительные требования к многоквартирным жилым домам Ф1.3.....	174
8.8 Дополнительные требования к производственным зданиям и сооружениям Ф5.1 .....	176
8.9 Кровля и лифт, как дополнительные пути эвакуации .	181

ГЛАВА 9. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ .....	190
9.1 Принципы генеральной планировки .....	190
9.2 Требования по предотвращению распространения пожара между зданиями .....	195
9.3 Методика проверки генеральных планов соответствие противопожарным требованиям.....	на 198
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	201
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	203

Учебное издание

**Рудченко** Иван Иванович,  
**Бычков** Александр Владимирович,  
**Серга** Георгий Васильевич и др.

**МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ  
В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА**

*Учебное пособие*

В авторской редакции  
Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 14.08.2018. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л. – 12,8. Уч.-изд. л. – 10,0.

Тираж 500 экз. Заказ № 594 – 70 экз.

Типография Кубанского государственного  
аграрного университета.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13