

# Часть 2. Теория горения и взрыва

## 2.2. Взрывопожароопасные свойства веществ и материалов. Пожарная опасность зданий

### Взрывопожароопасные свойства веществ и материалов

**Взрывопожароопасность веществ и материалов** - это совокупность свойств, характеризующих их склонность к возникновению и распространению горения, особенности горения и способность подвергаться тушению возгораний.

По агрегатному состоянию вещества и материалы подразделяются на:

- ▶ **газы** - вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25°C и давлении 101,3 кПа (1 атм) превышает 101,3 кПа (1 атм).
- ▶ **жидкости** - то же, но давлении меньше 101,3 кПа (1 атм). К жидкостям относят также твердые плавящиеся вещества, температура плавления или каплепадения которых меньше 50°C.
- ▶ **твердые** - индивидуальные вещества и их смеси с температурой плавления или каплепадения больше 50°C (например, вазелин - 54°C), а также вещества, не имеющие температуру плавления (например, древесина, ткани и т.п.).
- ▶ **пыли** - диспергированные (измельченные) твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм (0,85 мм).

Таблица 2.2. Показатели пожаровзрывоопасности

Показатель	Агрегатное состояние веществ и материалов			
	газы	жидкости	твердые	пыли
1) <b>Группа горючести</b> - классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению.	+	+	+	+
2) <b>Температура вспышки</b> - наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает. <b>Вспышка</b> - быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, сопровождающееся кратковременным видимым свечением	-	+	-	-
3) <b>Температура воспламенения</b> - наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение. <b>Воспламенение</b> - пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления.	-	+	+	+
4) <b>Температура самовоспламенения</b> - наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества. <b>Самовоспламенение</b> - резкое увеличение скорости экзотермических объемных реакций, сопровождающееся пламенным	+	+	+	+

горением и/или взрывом.				
5) <b>Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения)</b> - минимальное (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.	+	+	-	+
6) <b>Температурные пределы распространения пламени (воспламенения)</b> - температуры вещества, при которых его насыщенный пар образует в окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (нижний температурный предел) и верхнему (верхний температурный предел) концентрационным пределам распространения пламени.	-	+	-	-
7) <b>Температура тления</b> - температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления, заканчивающихся возникновением тления. <b>Тление</b> - беспламенное горение твердого вещества (материала) при сравнительно низких температурах (400-600 °С), часто сопровождающееся выделением дыма.	-	-	+	+
8) <b>Условия теплового самовозгорания</b> - экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, количеством вещества (материала) и временем до момента его самовозгорания, Самовозгорание - резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения.	-	-	+	+
9) <b>Минимальная энергия зажигания</b> - наименьшая энергия электрического разряда, способная воспламенить наиболее легко воспламеняющуюся смесь горючего вещества с воздухом.	+	+	-	+
10) <b>Кислородный индекс</b> - минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно свечеобразное горение материала в условиях специальных испытаний.	-	-	+	-
11) <b>Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами</b> - это качественный показатель, характеризующий особую пожарную опасность некоторых веществ.	+	+	+	+
12) <b>Нормальная скорость распространения пламени</b> - скорость перемещения фронта пламени относительно несгоревшего газа в направлении, перпендикулярном к его поверхности.	+	+	-	-
13) <b>Скорость выгорания</b> - количество жидкости, сгорающей в единицу времени с единицы площади. Скорость выгорания характеризует интенсивность горения жидкости.	-	+	-	-
14) <b>Коэффициент дымообразования</b> - показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или	-	-	+	-

термоокислительной деструкции (тлении) определенного количества твердого вещества (материала) в условиях специальных испытаний.				
<b>15) Индекс распространения пламени</b> - условный безразмерный показатель, характеризующий способность веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло	-	-	+	-
<b>16) Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов</b> - отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных.	-	-	+	-
<b>17) Минимальное взрывоопасное содержание кислорода</b> - такая концентрация кислорода в горючей смеси, состоящей из горючего вещества, воздуха и флегматизатора, меньше которой распространение пламени в смеси становится невозможным при любой концентрации горючего в смеси, разбавленной данным флегматизатором	+	+	-	+
<b>18) Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора</b> - наименьшая концентрация флегматизатора в смеси с горючим и окислителем, при которой смесь становится неспособной к распространению пламени при любом соотношении горючего и окислителя.	+	+	-	+
<b>19) Максимальное давление взрыва</b> - наибольшее избыточное давление, возникающее при дефлаграционном сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде при начальном давлении смеси 101,3 кПа.	+	+	-	+
<b>20) Скорость нарастания давления взрыва</b> - производная давления взрыва по времени на восходящем участке зависимости давления взрыва горючей смеси в замкнутом сосуде от времени.	+	+	-	+
<b>21) Концентрационный предел диффузионного горения газовых смесей в воздухе</b> - предельная концентрация горючего газа в смеси с разбавителем, при которой данная газовая смесь при истечении в атмосферу не способна к диффузионному горению.	+	+	-	-

Показатель горючести подразделяются на три вида:

- Негорючие (несгораемые)** - вещества и материалы, способные к горения или обугливания в воздухе под воздействием огня или высокой температуры. Это материалы минерального происхождения и изготовленные на их основе материалы - красный кирпич, силикатный кирпич, бетон, камень, асбест, минеральная вата, асбестовый цемент и другие материалы, а также большинство металлов. При этом негорючие вещества могут быть пожароопасными, например, вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой.
- Трудногорючие (трудно сгораемые)** - вещества и материалы, способные вспыхивать, тлеть или обугливаться в воздухе от источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть или обугливаться после его удаления (материалы, содержащие горючие и несгораемые компоненты, например, древесина при глубоком пропитке антипиренами, фибролит и т.д..)

3. **Горючие (сгораемые)** - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также вспыхивать, тлеть или обугливаться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его выделения.

Горючие вещества и материалы делятся:

- легковоспламеняющиеся вещества и материалы
- вещества и материалы, способные воспламениться от кратковременного (до 30° С) воздействия источника зажигания низкой энергии.

Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов классифицируется по классу опасности (табл. 2.3.)

**Таблица 2.3.** Классификация токсичности по классу опасности

Класс опасности	${}^n\text{CL}_{50}$ , г•м <sup>-3</sup> , при времени экспозиции, мин.			
	5	15	30	60
Чрезвычайно опасные	до 25	до 17	до 13	до 10
Высоко опасные	25-70	17-50	13-40	10-30
Умеренно опасные	70-210	50-150	40-120	30-90
Малоопасные	Св. 210	Св. 150	Св. 120	Св.90

## Категорирование и классификация помещений, зданий, сооружений по взрывопожароопасности

**Категория пожарной опасности здания (сооружения, помещения, пожарного отсека)** - классификационная характеристика пожарной опасности объекта, определяемая количеством и пожароопасными свойствами находящихся (образующихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов, размещенных в них производств.

С целью оценки и сравнения уровня пожарной опасности помещений и зданий и определение эффективной степени пожарной защиты устанавливается пять категорий (А, Б, В1-В4, Г, Д) и три класса (взрывоопасные, пожароопасные и взрывопожаробезопасные помещения и здания).

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории:

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

**Таблица 2.4.** Характеристика категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещений и зданий	Характеристика веществ и материалов и условий их хранения на производстве
<b>А</b> <i>взрывопожароопасная</i>	Горючие газы, ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 С в таком количестве, что могут образовать взрывоопасные паровоздушные смеси, при воспламенении которых

	развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что избыточное расчетное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
<b>Б</b> <i>взрыво- пожароопасная</i>	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 оС, ГЖ в таком количестве, что могут образовать взрывоопасные паровоздушные или пылевоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное расчетное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
<b>В1 – В4</b> <i>пожароопасные</i>	Горючие и трудногорючие жидкости, вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии и обращаются не относятся к категории А или Б.
<b>Г</b>	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые снижаются или утилизируются в качестве топлива.
<b>Д</b>	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Таблица 2.5. Характеристики веществ и материалов, определяющих принадлежность по категориям

№ п/п	Характеристика веществ и материалов	Категории, критерии и условия категорирования				
		Взрывопожароопасные		Пожароопасные	Непожароопасные	
		А	Б	В1 -В4	Г	Д
1	Горючие газы	$\Delta P \geq 5 \text{ кПа}$		Не А и Б	Исп. как топливо	
2	ЛВЖ					
3	ЛВЖ					
4	Горючие пыли и волокна		$\Delta P \geq 5 \text{ кПа}$			
5	ГЖ					
6	Трудногорючие жидкости				Исп. как топливо	
7	Твердые горючие и трудногорючие вещества					
8	Вещества, взаимодействующие с кислородом воздуха, водой и друг с другом	Взрываются и горят $\Delta P \geq 5 \text{ кПа}$		Только горят		
9	Негорючие				В горячем	В холодном

	вещества				расплавленном состоянии	состоянии
--	----------	--	--	--	-------------------------	-----------

Количественные меры взрывоопасных паровоздушных и пылевоздушных смесей принимается избыточное давление взрыва  $\Delta P$ , составляющее 5 кПа, которое не представляет опасности для жизни обслуживающего персонала и является условной границей, разделяющей взрывоопасные и пожароопасные категории. Для пожароопасных категорий В1 – В4 количественной мерой пожарной опасности является энергетический параметр, выраженный в удельной пожарной нагрузке (МДж/м<sup>2</sup>), табл.2.6.

**Таблица 2.6.** Значения удельной пожарной нагрузки для помещений категории В1-В4

Категория помещения, здания	Удельная пожарная нагрузка $q$ на участке, МДж/м <sup>2</sup>	Способ размещения веществ и материалов
В1	Более-2200	Не нормируется
В2	1401 – 2200	Не нормируется (для подтверждения категории необходим дополнительный расчет на проверку принадлежности помещений к категориям В2, В3). Если при определении категорий В2 и В3 расчет покажет, что $Q \geq 0.64 \cdot q \cdot H^2$ , то помещения будут относиться к категории В1 и В2, а при $Q < 0.64 \cdot q \cdot H^2$ к категориям В2 и В3, где $Q$ – пожарная нагрузка, МДж; $H$ – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса фермы перекрытия, м; $q$ – удельная пожарная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup> .
В3	181 – 1400	Не нормируется (необходим дополнительный расчет В2)
В4	1 – 180	На любом участке пола помещения площадью 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения определяется расчетом между пожароопасными участками, которые должны быть более предельных $l_{пр}$ (табл. 2.7.)

**Таблица 2.7.** Рекомендуемые значения  $l_{пр}$  в зависимости от  $q_{кр}$

$q_{кр}$ , кВт/м <sup>2</sup>	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}$ , м	12	8	6	3	4	3,8	3,2	2,8

При  $H \geq 11$  м  $l_{пр}$  определяют в соответствии с табл.2.7.

При  $H < 11$  м  $l_{пр}$  определяют по формуле:

$$l^*_{пр} = l_{пр} * (11 - H), \text{ м}$$

где  $l_{пр}$  – расстояние, определенное на табл.2.7

Если значение  $q_{кр}$  для материала неизвестно, то принимается  $l_{пр}$  12 м.

В случае, если пожарная нагрузка состоит из ЛВЖ и ГЖ, в этом случае рекомендуемое расстояние между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки принимается:

при  $H > 11 \text{ м} - l_{пр} \geq 15 \text{ м}$ ;  
при  $H < 11 \text{ м} - l_{пр} > (26 - H) \text{ м}$ .

## ***Методы определения категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности***

Анализ статистических данных причин аварий технологических систем и оборудования, причинно-следственных связей, позволяет принимать соответствующие меры пожарной профилактики. С этой целью производственные помещения и здания классифицируются по категориям взрывопожарной опасности.

Необходимость категорирования помещений и зданий возникает на различных этапах производственной деятельности:

- при проектировании;
- при реконструкции;
- при эксплуатации;
- при изменении технологий;
- при замене оборудования;
- при замещении объема производства и т.д.

Процесс расчета по категорированию помещений и зданий состоит из двух этапов:

1. Сбор необходимых данных для расчета:

- характеристика и размеры помещений и зданий;
- схема расположения оборудования в помещении (рабочие чертежи);
- технологический регламент;
- технический паспорт;
- схема и параметры вентиляционной системы;
- схема автоматического контроля параметров производства;
- схема автоматической системы пожаротушения и т.д.

Если категорирование производится на стадии проектирования, то данные берутся из технологической документации.

## **Классификация строительных материалов по группам горючести**

Классификация строительных материалов по пожарной опасности основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара.

Пожарная опасность строительных материалов характеризуется следующими свойствами:

- горючесть;
- воспламеняемость;
- способность распространения пламени по поверхности;
- дымообразующая способность;
- токсичность продуктов горения.

► По горючести строительные материалы подразделяются на **горючие (Г)** и **негорючие (НГ)**.

1) Строительные материалы относятся к **негорючим** при следующих значениях параметров горючести, определяемых экспериментальным путем:

- прирост температуры - не более 50 градусов Цельсия,
- потеря массы образца - не более 50 процентов,
- продолжительность устойчивого пламенного горения - не более 10 секунд.

2) Строительные материалы, не удовлетворяющие значения параметров негорючих, относятся к **горючим**.

Горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- **слабогорючие (Г1)**, имеющие температуру дымовых газов не более 135 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 65 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 20 процентов, продолжительность самостоятельного горения 0 секунд;
- **умеренногорючие (Г2)**, имеющие температуру дымовых газов не более 235 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения не более 30 секунд;
- **нормальногорючие (Г3)**, имеющие температуру дымовых газов не более 450 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения не более 300 секунд;
- **сильногорючие (Г4)**, имеющие температуру дымовых газов более 450 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения более 300 секунд.

### ***Классификация горючих строительных материалов***

► По **воспламеняемости** горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

- **трудновоспламеняемые (В1)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока более 35 киловатт на квадратный метр;
- **умеренновоспламеняемые (В2)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 20, но не более 35 киловатт на квадратный метр;
- **легковоспламеняемые (В3)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока менее 20 киловатт на квадратный метр.

► По **скорости распространения пламени**:

- **нераспространяющие (РП1)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока более 11 киловатт на квадратный метр;
- **слабораспространяющие (РП2)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 8, но не более 11 киловатт на квадратный метр;
- **умереннораспространяющие (РП3)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 5, но не более 8 киловатт на квадратный метр;
- **сильнораспространяющие (РП4)**, имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока менее 5 киловатт на квадратный метр.



► **По дымообразующей способности** горючие строительные материалы в зависимости от значения коэффициента дымообразования подразделяются на следующие группы:

- с **малой дымообразующей способностью (Д1)**, имеющие коэффициент дымообразования менее 50 квадратных метров на килограмм;
- с **умеренной дымообразующей способностью (Д2)**, имеющие коэффициент дымообразования не менее 50, но не более 500 квадратных метров на килограмм;
- с **высокой дымообразующей способностью (Д3)**, имеющие коэффициент дымообразования более 500 квадратных метров на килограмм.

► **По токсичности** продуктов горения горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- **малоопасные (Т1);**
- **умеренноопасные (Т2);**
- **высокоопасные (Т3);**
- **чрезвычайно опасные (Т4).**

## Предел огнестойкости и предел распространения огня

### *Предел огнестойкости*

За **предел огнестойкости** строительных конструкций принимается время (в часах или минутах) от начала их огневого стандартного испытания до возникновения одного из предельных состояний по огнестойкости.

Существуют четыре вида предельных состояний по огнестойкости:

**I** - по потере несущей способности конструкций и узлов (обрушение или прогиб в зависимости от типа конструкций) ;

**II** - до теплоизолирующей способности - повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более чем на 160 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 190 °С в сравнении с температурой конструкции до испытания, или более 220 °С независимо от температуры конструкции до испытания;

**III** - по плотности - образование в конструкциях сквозных трещин или сквозных отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя;

**IV** - для конструкций, защищенных огнезащитными покрытиями и испытываемых без нагрузок, предельным состоянием будет достижение критической температуры материала конструкции.

Для ориентировочной оценки предела огнестойкости конструкций при их разработке и проектировании можно руководствоваться следующими положениями:

- предел огнестойкости слоистых ограждающих конструкций по теплоизолирующей способности равен, а, как правило, выше суммы пределов огнестойкости отдельно взятых слоев. Отсюда следует, что увеличение числа слоев ограждающей конструкции (оштукатуривание, облицовка) не уменьшает ее предела огнестойкости по теплоизолирующей способности. В отдельных случаях введение дополнительного слоя может не дать эффекта, например, при облицовке листовым металлом с необогреваемой стороны;
- пределы огнестойкости ограждающих конструкций с воздушной прослойкой в среднем на 10% выше пределов огнестойкости тех же конструкций, но без воздушной прослойки; эффективность воздушной прослойки тем выше, чем больше она удалена от нагреваемой плоскости; при замкнутых воздушных прослойках их толщина не влияет на предел огнестойкости;
- пределы огнестойкости ограждающих конструкций с несимметричным расположением слоев зависят от направленности теплового потока. С той стороны, где вероятность возникновения пожара выше, рекомендуется располагать несгораемые материалы с низкой теплопроводностью;
- увеличение влажности конструкций способствует уменьшению скорости прогрева и повышению огнестойкости за исключением тех случаев, когда увеличение влажности увеличивает вероятность внезапного

хрупкого разрушения материала или появления местных выколов, особенно опасно это явление для бетонных и асбестоцементных конструкций;

- предел огнестойкости нагруженных конструкций уменьшается с увеличением нагрузки. Наиболее напряженное сечение конструкций, подверженное воздействию огня и высоких температур, как правило, определяет величину предела огнестойкости;
- предел огнестойкости конструкции тем выше, чем меньше отношение обогреваемого периметра сечения ее элементов к их площади;
- предел огнестойкости статически неопределимых конструкций, как правило, выше предела огнестойкости аналогичных статически определимых конструкций за счет перераспределения усилий на менее напряженные и нагреваемые с меньшей скоростью элементы; при этом необходимо учитывать влияние дополнительных усилий, возникающих вследствие температурных деформаций;
- возгораемость материалов, из которых выполнена конструкция, не определяет ее предела огнестойкости. Например, конструкции из тонкостенных металлических профилей имеют минимальный предел огнестойкости, а конструкции из древесины имеют более высокий предел огнестойкости, чем конструкции из стали при тех же отношениях обогреваемого периметра сечения к его площади и величины действующих напряжений к временному сопротивлению или пределу текучести. В то же время следует учитывать, что применение сгораемых материалов вместо трудносгораемых или несгораемых может понизить предел огнестойкости конструкции, если скорость его выгорания будет выше скорости прогревания.

Для оценки предела огнестойкости конструкций на основании вышеперечисленных положений необходимо располагать достаточными сведениями о пределах огнестойкости конструкций, аналогичных рассматриваемым по форме, использованным материалам и конструктивному исполнению, а также сведениями об основных закономерностях их поведения при пожаре или огневых испытаниях.

### ***Предел распространения огня***

Испытание строительных конструкций на распространение огня заключается в определении размера повреждения конструкции вследствие ее горения за пределами зоны нагрева - в контрольной зоне. Повреждением считается обугливание или выгорание материалов, обнаруживаемое визуально, а также оплавление термопластичных материалов.

За ***предел распространения огня*** принимается максимальный размер повреждения (см).

На распространение огня испытывают конструкции, выполненные с применением сгораемых и трудносгораемых материалов, как правило, без отделки и облицовки.

Конструкции, выполненные только из несгораемых материалов, следует считать не распространяющими огонь (предел распространения огня по ним следует принимать равным нулю).

Если при испытании на распространение огня повреждение конструкций в контрольной зоне составляет не более 5 см, ее также следует считать не распространяющей огонь.

Для предварительной оценки предела распространения огня могут быть использованы следующие положения:

- конструкции, выполненные из сгораемых материалов, имеют предел распространения огня по горизонтали (для горизонтальных конструкций - перекрытий, покрытий, балок и т.п.) более 25 см, а по вертикали (для вертикальных конструкций - стен, перегородок, колонн и т.п.) - более 40 см;
- конструкции, выполненные из сгораемых или трудносгораемых материалов, защищенных от воздействия огня и высоких температур несгораемыми материалами, могут иметь предел распространения огня по горизонтали менее 25 см, а по вертикали - менее 40 см при условии, что защитный слой в течение всего

времени испытания (до полного остывания конструкции) не прогреется в контрольной зоне до температуры воспламенения или начала интенсивного термического разложения защищаемого материала. Конструкция может не распространять огонь при условии, что наружный слой, выполненный из несгораемых материалов, в течение всего времени испытания (до полного остывания конструкции) не прогреется в зоне нагрева до температуры воспламенения или начала интенсивного термического разложения защищаемого материала;

- в случаях, когда конструкция может иметь различный предел распространения огня при нагревании с разных сторон (например, при несимметричном расположении слоев в ограждающей конструкции), этот предел устанавливается по его максимальному значению

## Степень огнестойкости зданий и сооружений

- **Огнестойкость здания (сооружения, пожарного отсека)** - классификационная характеристика объекта, определяемая показателями огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций.
- Огнестойкость зданий делится на 5 степеней огнестойкости: I, II, III, IV, и V в зависимости от значений пределов огнестойкости основных строительных конструкций, принимаемых в часах или минутах, и пределов распространения огня по ним, принимаемым в сантиметрах.
- К пределу огнестойкости элементов здания, выполняющих одновременно функции ограждающих конструкций, например, к несущим стенам, в нормативных документах должны предъявляться дополнительные требования по потере целостности (E), потере несущей способности (R) и теплоизолирующей способности (I) с учетом класса функциональной пожарной опасности зданий и помещений.
- Нормированию подлежат: стены, перегородки, колонны, элементы лестничных клеток, перекрытий и покрытий (см. табл.2.8.)

**Таблица 2.8.** Степень огнестойкости здания регламентируется пределами огнестойкости основных конструктивных элементов здания с учетом их функциональной роли

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	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 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Различают фактическую и требуемую степени огнестойкости здания (сооружения). Фактическая степень огнестойкости СОФ - это действительная степень огнестойкости запроектированного или построенного здания, определяемая по результатам пожарно-технической экспертизы строительных конструкций зданий и нормативным положениям. Пределы огнестойкости строительных конструкций для определения фактической степени огнестойкости здания приведены в табл. 2.8.

Под требуемой степенью огнестойкости здания СО<sub>тр</sub> 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.

Здание или сооружение удовлетворяет по огнестойкости требованиям пожарной безопасности, если

$$COФ > или = COтp$$

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.

## **Способы огнезащиты конструкций**

### **► Огнезащита строительных конструкций общественных зданий**

В общественных зданиях, деревянные стены с внутренней стороны, перегородки и потолки зданий V степени огнестойкости детских дошкольных учреждений, школ, школ-интернатов, лечебных и амбулаторно-поликлинических учреждений детских лагерей и клубов (кроме одноэтажных зданий клубов с рубленными и брусчатыми стенами) должны быть оштукатурены или покрыты огнезащитными красками или лаками.

В зрелищных предприятиях несущие элементы планшета сцены должны быть негорючими. При применении древесины для настила по этим элементам, а также колосникового настила и настила рабочих галерей, она должна быть подвергнута глубокой пропитке антипиренами.

Каркасы и заполнение каркасов подвесных потолков над зрительными залами и обрешетка потолков и стен зрительных залов клубов со сценами, а также театров и залов крытых спортивных сооружений вместимостью до 800 мест (кроме зданий V степени огнестойкости) могут быть из трудногорючих материалов.

Применение ковровых покрытий легковоспламеняемых и с высокой дымообразующей способностью, чрезвычайно и высокоопасных по токсичности в общественных зданиях не допускается. В коридорах и холлах общественных зданий, за исключением зрелищных, клубных, крытых спортивных сооружений с местами для зрителей, дошкольных учреждений, спальных корпусов школ-интернатов, детских оздоровительных лагерей и стационаров лечебных учреждений, допускается использовать ковры из горючих материалов с умеренной дымообразующей способностью, умеренно опасных по токсичности, а в зданиях высотой 10 этажей и более — трудногорючих с малой дымообразующей способностью и малоопасных по токсичности. Ковровые покрытия должны быть наклеены на негорючее основание (кроме зданий V степени огнестойкости).

Древесина, применяемая для отделки и настила пола оркестровой ямы, должна быть подвергнута глубокой пропитке антипиренами  
Отделку стен и потолков зрительных залов и залов крытых спортивных сооружений с числом мест до 1500, аудиторий (более 50 мест), конференц-залов, актовых залов (кроме залов, расположенных в зданиях V степени огнестойкости), а также помещений предприятий розничной торговли в зданиях I и II степеней огнестойкости следует предусматривать из трудногорючих или негорючих материалов.  
В оперных и музыкальных театрах отделка стен и потолков может быть из трудногорючих материалов независимо от вместимости зала

В зданиях I-III степеней огнестойкости в залах с числом мест до 1500 отделку стен и потолков допускается предусматривать из деревянной рейки, столярных ДСП и ДВП, обработанных со всех сторон огнезащитными красками или лаками, не меняющими фактуру отделочного материала, по трудногораемой обрешетке и несгораемому каркасу. В зданиях I и II степеней огнестойкости с числом мест более 1500 такая отделка допускается только для стен.

Отделка стен и потолков залов музыкальных и физкультурных занятий и путей эвакуации детских дошкольных учреждений должна быть из негорючих материалов, а отделка всех остальных помещений в указанных зданиях I-IV степеней огнестойкости — из негорючих и трудногорючих материалов.

В общественных зданиях административного назначения I, II и III степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания допускается применять только конструктивную огнезащиту (облицовка, обетонирование, штукатурка и т.п.)

В этих зданиях для мансардного этажа допускается принимать предел огнестойкости несущих строительных конструкций R45 с нулевым пределом распространения огня при отделении его от нижних этажей противопожарным перекрытием 2-го типа.

В мансардах зданий до 10 этажей включительно допускается применение деревянных конструкций с огнезащитой, обеспечивающей установленные выше пределы огнестойкости и распространения огня.

Ограждающие конструкции переходов между зданиями должны иметь пределы огнестойкости, соответствующие основному зданию. Пешеходные и коммуникационные тоннели должны иметь класс пожарной опасности K0. Стены зданий в местах примыкания к ним переходов и тоннелей следует предусматривать класса пожарной опасности K0 с пределом огнестойкости REI 45

Отделку стен и потолков конференц-залов, кроме залов, расположенных в зданиях V степени огнестойкости, следует предусматривать из трудногорючих или негорючих материалов.

### ► ***Огнезащита строительных конструкций жилых зданий***

В зданиях I, II и III степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания допускается применять только конструктивную огнезащиту.

Здания I, II и III степеней огнестойкости допускается надстраивать одним мансардным этажом с несущими элементами, имеющими предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной опасности K0, независимо от высоты зданий, но расположенным не выше 75 м. Ограждающие конструкции этого этажа должны отвечать требованиям, предъявляемым к конструкциям надстраиваемого здания.

При применении деревянных конструкций следует предусматривать конструктивную огнезащиту.

В зданиях I, II и III степеней огнестойкости:

- межсекционные стены и перегородки, а также перегородки, отделяющие общие коридоры от других помещений, должны иметь предел огнестойкости не менее EI 45, в зданиях IV степени огнестойкости — не менее EI 15;
- межквартирные ненесущие стены и перегородки должны иметь предел огнестойкости не менее EI 30 и класс пожарной опасности K0, в зданиях IV степени огнестойкости — предел огнестойкости не менее EI 15 и класс пожарной опасности не ниже K1.

Класс пожарной опасности межкомнатных (в том числе шкафных, сборно-разборных, с дверными проемами и раздвижных) перегородок не нормируется.

Кровлю, стропила и обрешетку чердачных покрытий допускается выполнять из горючих материалов. В зданиях с чердаками (за исключением зданий V степени огнестойкости) при устройстве стропил и обрешетки из горючих материалов не допускается применять кровли из горючих материалов, а стропила и обрешетку следует подвергать огнезащитной обработке. При конструктивной защите этих конструкций они не должны способствовать скрытому распространению горения.

Несущие конструкции покрытия встроенно-пристроенной части должны иметь предел огнестойкости не менее R 45 и класс пожарной опасности K0.

### ► ***Огнезащита строительных конструкций сооружений промышленных предприятий***

Силосные корпуса, отдельно стоящие силосы, надсилосные галереи, надстройки (выше уровня надсилосного перекрытия) допускается проектировать в соответствии с ТП 101-81\* из стальных конструкций с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч и нулевым пределом распространения огня.

При этом для стальных колонн и перекрытий надстроек, кроме двух верхних этажей, а также для несущих конструкций подсилосных этажей (колонн и балок под стены силосов) должна предусматриваться огнезащита, обеспечивающая предел огнестойкости этих конструкций не менее 0,75 ч.

### ► ***Огнезащита конструкций систем вентиляции***

Воздуховоды с нормируемыми пределами огнестойкости (в том числе теплозащитные и огнезащитные покрытия) следует проектировать из негорючих материалов. При этом толщина листовой стали для конструкций воздуховодов должна быть не менее 0,8 мм. Для уплотнения разъемных соединений таких конструкций (в том числе фланцевых) допускается применение материалов группы горючести не ниже Г2 с огнезащитными покрытиями по внутренней и наружной поверхностям узлов соединений.

Транзитные воздуховоды, прокладываемые через чердак и подполье, следует предусматривать с пределом огнестойкости EI 30.

В пределах одного пожарного отсека условия прокладки, а также пределы огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов систем любого назначения на всем протяжении от места пересечения противопожарной преграды (стены, перегородки, перекрытия) обслуживаемого помещения до помещения для вентиляционного оборудования следует предусматривать в соответствии с табл. 2.10.

Транзитные воздуховоды, прокладываемые за пределами обслуживаемого пожарного отсека, после пересечения ими противопожарной преграды обслуживаемого пожарного отсека следует проектировать с пределом огнестойкости EI 150.

Таблица 2.9.

Помещения, оборудованные системой вентиляции	Условия прокладки и предел огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов EI, мин, при прокладке их через помещения								
	Склады и кладовые категорий А, Б, В1-В4 и горючих материалов**	Производственные категории			Технический этаж, чердак, подполье, коридор производственного здания	Общественные и административные	Бытовые (санузлы, душевые, умывальные, бани и т.п.)	Технический этаж, чердак, подполье, коридор (кроме производственного здания)	Жилые
		А,Б или В1-В4	Г	Д					
Склады и кладовые категорий А, Б, В1-В4 и горючих материалов**, тамбуры, шлюзы при помещениях категорий А и Б, а также местные отсосы взрывопожароопасных смесей и систем	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	НД	НД	30	НД
Категорий А, Б или В1-В4	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15***</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	НД
Категории Г	<u>20</u> 30	<u>15</u> 30	НН	НН	<u>15</u> 30*	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	НД
Категории Д	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	НН	НН	<u>НН</u> 30*	<u>15</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	НД
Коридор производственного здания	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	НД
Общественные и административные	НД	<u>15***</u> 30	<u>30</u> 30	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30	НД

стративно-бытовые здания									
Бытовые (санузлы, душевые, умывальные и т.п.)	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30	НД
Коридор (кроме производственных зданий)	НД	НД	НД	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30
Жилые	НД	НД	НД	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30*	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30