

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра безопасности жизнедеятельности**

**Дисциплина «ОХРАНА ТРУДА»**

## **Лекция 9**

**Тема: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**доцент кафедры  
кандидат военных наук, доцент  
ПАНОВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ**

# Учебные вопросы:

1. Задачи противопожарного строительства.
2. Оценка пожарной опасности зданий и сооружений.
3. Горючесть строительных материалов.

## Литература:

1. Безопасность жизнедеятельности (раздел «Охрана труда в строительстве») : учебное пособие / Е.Б. Сугак ; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — Москва : МГСУ, 2014. 112 с.

***Пожар -***

***неконтролируемый  
процесс горения,  
причиняющий  
материальный  
ущерб и создающий  
угрозу жизни,  
здоровью людей.***



## **Вопрос 1. Задачи противопожарного строительства.**

Пожары и взрывы причиняют большой материальный и социальный ущерб. Для развитых стран ежегодный ущерб оценивается в 1...1,25 % ВВП. Пострадавшие здания восстанавливаются в среднем три года, косвенные убытки в три раза превышают прямой ущерб. Ежедневно в России регистрируется около 900 пожаров, до 90 человек погибают или получают серьезные травмы. Наибольшее число пожаров происходит в жилом секторе.

Ущерб от пожаров и взрывов в значительной степени обусловлен конструктивно-планировочным решением здания и присутствием или отсутствием в нем противопожарных инженерных систем и оборудования. Выбор материалов и конструкций, площадь и этажность объекта, эффективность эвакуационных путей, систем сигнализации, дымоудаления и тушения огня определяют масштаб и материальный ущерб от пожара, количество пострадавших, влияют на сроки восстановления здания.

Особой опасностью обладают здания повышенной этажности (выше 50 м) и высотные объекты (выше 75 м). Так, в зданиях высотой более 25 этажей доля погибших в расчете на один пожар в 3...4 раза выше по сравнению со зданиями в 9...16 этажей.

**Задачи строителя-проектировщика в сфере пожарной безопасности** состоят в том, чтобы возведенный объект обладал оптимальной системой противопожарной защиты, адекватной его взрывной и пожарной опасности. То есть чем выше риск возникновения пожара или взрыва, тем выше требования к конструктивно-планировочным особенностям такого здания и к инженерным системам, обеспечивающим безопасность людей. Уменьшить масштаб и ущерб от пожара или взрыва, снизить сроки восстановления здания — основная задача инженера-строителя при проектировании.

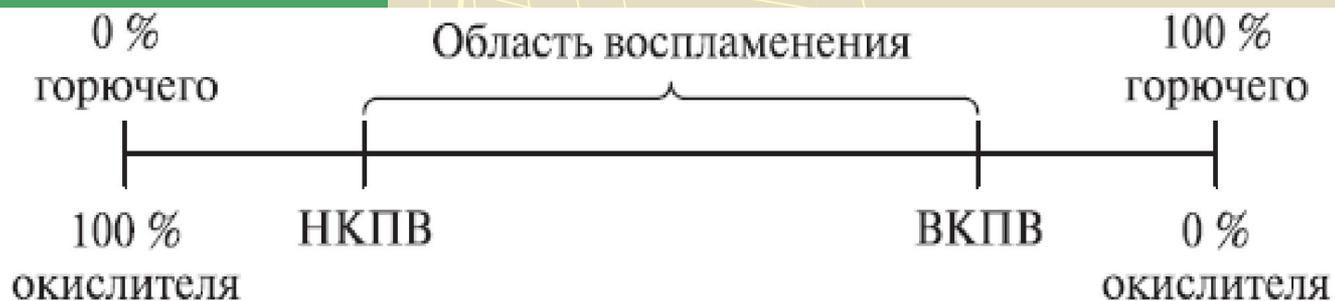
# Основные сведения о процессе горения

**Горение** — сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества с окислителем, который сопровождается выделением большого количества тепла и света. Реакция может проходить в виде горения или в виде взрыва, если химическая активность горючего вещества высока.



м для горения

горючим и смеси. Диапазон концентраций, сходит горение, имеет и верхнего предела воспламенения (ВКПВ), представляет область



## В механизме процесса горения можно выделить несколько этапов:

- 1-й этап — источник поджигания разогревает горючую смесь, повышается химическая активность компонентов;
- 2-й этап — источник поджигания продолжает нагревать смесь, горючее и окислитель начинают взаимодействовать в виде реакции горения. Этап характеризуется температурой горения;
- 3-й этап — источник продолжает нагревать смесь, скорость реакции возрастает, появляется пламя. Этап характеризуется температурой воспламенения;



— с появлением пламени скорость реакции возрастает, при этом выделяется большое количество энергии. Этап характеризуется температурой воспламенения; — ускоряющийся процесс реакции горения, он характеризуется высокой скоростью окисления.

В зависимости от скорости реакции процесс горения может быть **дефляграционным** (скорость несколько м/с), **взрывным** (скорость до сотен м/с) и **детонационным** (скорость тысячи м/с). В реальных пожарах процесс дефляграционный. Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде, наименьшая — при концентрации в воздухе 14...15 % кислорода.

Горение прекращается, если исключить один из компонентов триединой системы горючее вещество + окислитель + источник поджигания. На этом основаны все способы тушения пожара.



# Взрывопожароопасные свойства горючих веществ

Строительные решения зданий или помещений в максимально возможной степени должны учитывать взрывопожарные свойства используемых в них горючих веществ и возможность возникновения ситуаций, создающих условия для возникновения и развития реакции горения.

**1. Горючие газы.** Смесь горючих газов и окислителя можно зажечь лишь в определенных пределах концентрации компонентов между нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения или

**взрываемости.** В нормах величина НКПВ используется для оценки взрывопожароопасности горючих газов: чем ниже величина НКПВ — тем выше опасность воспламенения или взрыва. Например, нижний предел у бутана 1,5% концентрации в воздухе, у пропана 2,1%, у этилена 3,0 %.

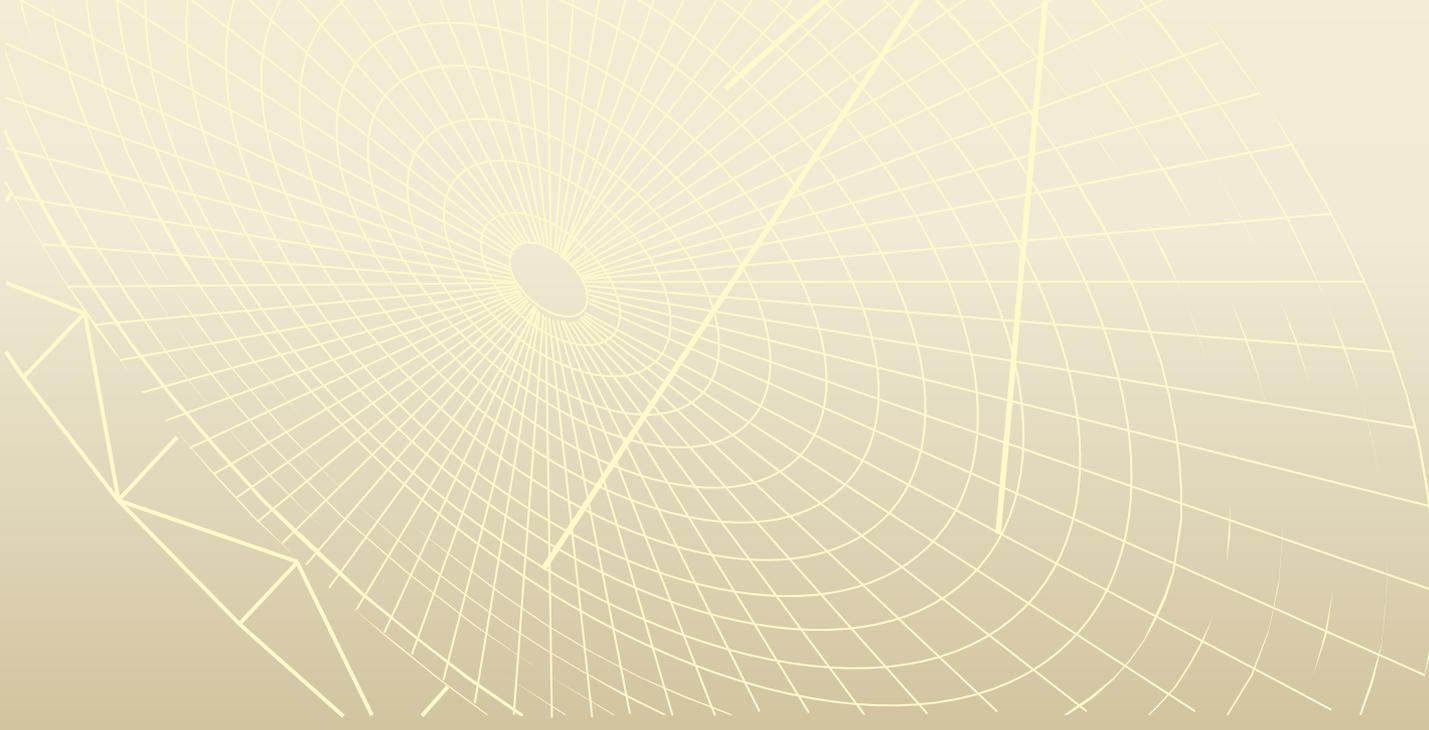
**2. Горючие жидкости.** При нагревании над поверхностью жидкости образуются пары, которые вступают в реакцию горения. Концентрация паров зависит от температуры жидкости (для горения необходима определенная температура жидкости, называемая температурой

**ВСПЫШКИ.** Это минимальная температура жидкости, при которой над ее поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная воспламениться от внешнего источника поджигания. Устойчивого горения при этом не происходит, пары вспыхивают и гаснут из-за своей низкой концентрации.

Температура вспышки — аналог НКПВ, принят в качестве основного показателя взрывопожароопасности горючих жидкостей. Чем ниже  $T_{\text{всп}}$ , тем выше опасность.

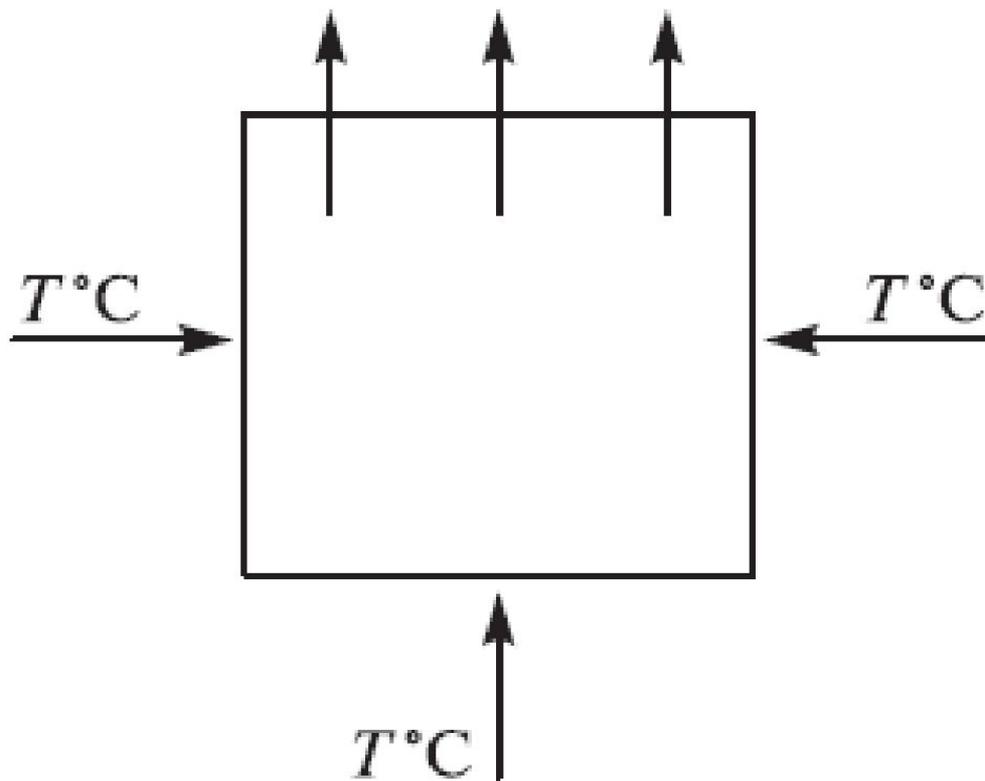
По величине  $T_{\text{всп}}$  жидкости разделяются на легковоспламеняющиеся (ацетон, спирт, бензин) с  $T_{\text{всп}} \leq 61 \text{ }^\circ\text{C}$  и горючие (мазут, масла и др.) с  $T_{\text{всп}} \geq 61 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**3. Пылевоздушные смеси.** Процесс горения пылей малопредсказуем из-за больших неопределенностей при образовании опасных концентраций аэрозвеси (облако взвешенной в воздухе пыли, по которой возможно распространение пламени). Это создает дополнительный риск возникновения пожара или взрыва при эксплуатации подобных веществ. Взрывопожароопасность пылевоздушных смесей устанавливается по величине нижнего концентрационного предела воспламенения или взрываемости НКПВ(Вз). В зависимости от величины НКПВ(Вз) пыли делятся на взрывоопасные (сера, сахар, мука и др.) и пожароопасные (древесная, табачная пыль и пр.), каждая из них разделяется на два класса.



4. **Твердые вещества.** Взрывопожароопасность твердых веществ зависит от нескольких параметров. При нагревании твердые вещества частично разлагаются, образуя летучую часть, которая горит как горючие газы. В коксовом остатке реакция идет под тепловым воздействием и характеризуется температурами горения, воспламенения и самовоспламенения, а также скоростью распространения горения по поверхности материала.

Летучая часть



Таким образом ЗАДАЧИ ПРОТИВОПОЖАРНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА учитывать все что связано с процессом горения, а в частности взрывопожароопасные свойства горючих веществ.

## Вопрос 2. Оценка пожарной опасности зданий и сооружений

Оценка уровня пожарной опасности здания необходима для того, чтобы сформировать требования к его конструктивно-планировочному решению и к системам противопожарной защиты.

ФЗ №123 от 22.07.08 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установил ряд показателей, позволяющих комплексно оценить пожарную опасность объекта.

**Функциональная пожарная опасность** зданий и помещений в зависимости от назначения разделяется на 5 классов:

- класс Ф1 включает объекты для постоянного и временного проживания людей — жилые дома, детские сады, больницы, гостиницы и пр.;
- класс Ф2 содержит здания культурно-просветительского и зрелищного назначения — театры, спортивные сооружения, музеи и пр.;
- класс Ф3 представлен зданиями предприятий торговли и обслуживания населения — магазины, кафе и рестораны, вокзалы, поликлиники и пр.;
- класс Ф4 содержит здания научных и образовательных учреждений — школы, университеты, офисы различных организаций и пр.;
- класс Ф5 включает производственные объекты и склады, которые, в свою очередь, подразделяются на **категории по взрывопожароопасности** — А, Б, В, Г и Д.

Классы функциональной пожарной опасности позволяют учесть в системах противопожарной защиты особенности здания по его назначению, а также по количеству находящихся в нем людей, их возрасту, физическому состоянию и др.

## Конструктивная пожарная опасность здания в условиях пожара

определяет состояние строительных конструкций, которые могут повышать или понижать пожарную опасность, например, способствовать или препятствовать возникновению опасных факторов пожара — пламени и искр, выделению токсичных продуктов, дымообразованию, др.

По этому показателю здания делятся на 4 класса: С0, С1, С2 и С3.

Наибольшей опасностью обладают здания класса С3, а наименьшей — С0.

На класс конструктивной опасности здания влияет **пожарная опасность строительных конструкций**, имеющих также четыре класса: К0 — непожароопасные, К1 — малопожароопасные, К2 — умеренноопасные и К3 — пожароопасные. Пожарная опасность строительных конструкций определяется в зависимости от их поведения под воздействием огня — размера повреждений конструкции, горючести, дымообразующей способности и др.

Для строительных материалов оценка пожарной опасности выполняется по пяти характеристикам, которые отражают способности веществ к образованию опасных факторов пожара: *горючести, воспламеняемости, распространению пламени по поверхности, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения.*

Таким образом, строители-проектировщики имеют возможность оценить пожарную опасность объекта комплексным способом с помощью определения соответствующих характеристик для материалов, конструкций и здания в целом. В реальности положение с оценкой пожарной опасности сооружения остается непростым, нередко его ошибочно занижают, что приводит к неадекватным конструктивно-планировочным решениям здания и отрицательно сказывается на его безопасности, масштабе и ущербе от пожара.

# Категорирование производственных помещений и зданий по взрывопожароопасности

Категорирование производственных помещений и зданий по **взрывопожароопасности** (ВПО) является основой строительного противопожарного нормирования промышленных объектов. Термин «взрывопожароопасность помещений и зданий», с одной стороны, определяет условия для возникновения пожара или взрыва — возможность образования горючих смесей, их температура и пр. За эту часть отвечает администрация предприятия. **С другой стороны, ВПО производственного объекта показывает возможные масштабы и последствия инцидента, которые зависят от конструктивнопланировочного решения здания, формируемые строителями-проектировщиками.**

Условия для  
возникновения  
пожара или  
взрыва



Взрывопожаро-  
опасность  
помещения, здания



Масштаб  
и последствия  
от пожара или  
взрыва

ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»  
разделяет производственные помещения и здания на **5 категорий по взрывопожароопасности:**

**категория А — повышенная взрывопожароопасная.** В нее включены производства сероводорода, ацетона, эфира и других веществ с высокой химической активностью, способных и гореть и взрываться с давлением взрыва более 5 кПа;

**категория Б — взрывопожароопасная.** Вещества в этих помещениях также могут и гореть и взрываться с избыточным давлением взрыва выше 5 кПа, однако химическая активность горючих газов, жидкостей и пылей ниже, чем в категории А;

**категория В1-В4 — пожароопасная.** В зависимости от удельной пожарной нагрузки помещения разделяются на подкатегории В1, В2, В3 и В4. Под удельной пожарной нагрузкой понимается энергия, выделяемая при сгорании горючих материалов, находящ/ихся на площади 1 м<sup>2</sup> пола помещения. Наиболее опасная категория В1, для которой пожарная нагрузка более 2200 МДж/м<sup>2</sup>, у категории В4 она не превышает 180 МДж/м<sup>2</sup>. К В1-В4 относят деревообрабатывающие производства, насосные станции для перекачки горючих жидкостей, кабельные сооружения и др.;

**категория Г — умеренная пожароопасная.** В данных помещениях негорючие материалы находятся в расплавленном состоянии либо горючие вещества используются в качестве топлива. Это металлургические и литейные производства, а также основные здания ТЭС и АЭС — машзалы, котельные и реакторные отделения и др;

**категория Д — пониженная пожароопасная.** В помещениях этой категории негорючие материалы находятся в холодном состоянии. Таких рабочих участков на промпредприятиях большинство.



од одной крышей  
й категорией ВПО.  
ническому регламенту, если  
кой категории  
площади всех помещений, то  
анавливают эту высокую  
м автоматического  
величина нормы повышается до  
мещений.  
т за собой серьезный экономический  
иска возникновения взрыва или  
ериалов и конструкций,

планировочное решение объекта оказываются неадекватными  
имеющейся взрывопожароопасности здания, что приводит к  
повышенному масштабу ущерба от пожара или взрыва.

Назначение категории осуществляется в проектной организации на  
основании отраслевого Перечня помещений. Для новых, нетиповых  
производств категорию здания или помещения определяют  
специальными расчетами.

### Вопрос 3. Горючесть строительных материалов

В последние годы к традиционным строительным материалам прибавилось огромное количество тепло-, звуко-, гидроизоляционных и декоративных материалов с неизвестными горючими характеристиками. Поэтому оценка пожарной опасности новых материалов обладает повышенной актуальностью для безопасности зданий.



Согласно «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности» все строительные материалы разделяются на негорючие (НГ) и горючие (Г). Горючие имеют четыре группы: Г1 — *слабогорючие*, Г2 — *умеренногорючие*, Г3 — *нормальногорючие* и Г4 — *сильногорючие*.

Оценка горючести выполняется опытным путем. Испытания начинают с определения негорючести материала, при котором образец 5х5х5 см нагревают в печи при температуре 835 °С в течение 30 мин. Материал считается негорючим, если:



температуры в печи 50 °С;

массы образца 50 %;

длительность пламени 10 с.

К негорючим материалам относятся

стекло, керамика, минеральные материалы —

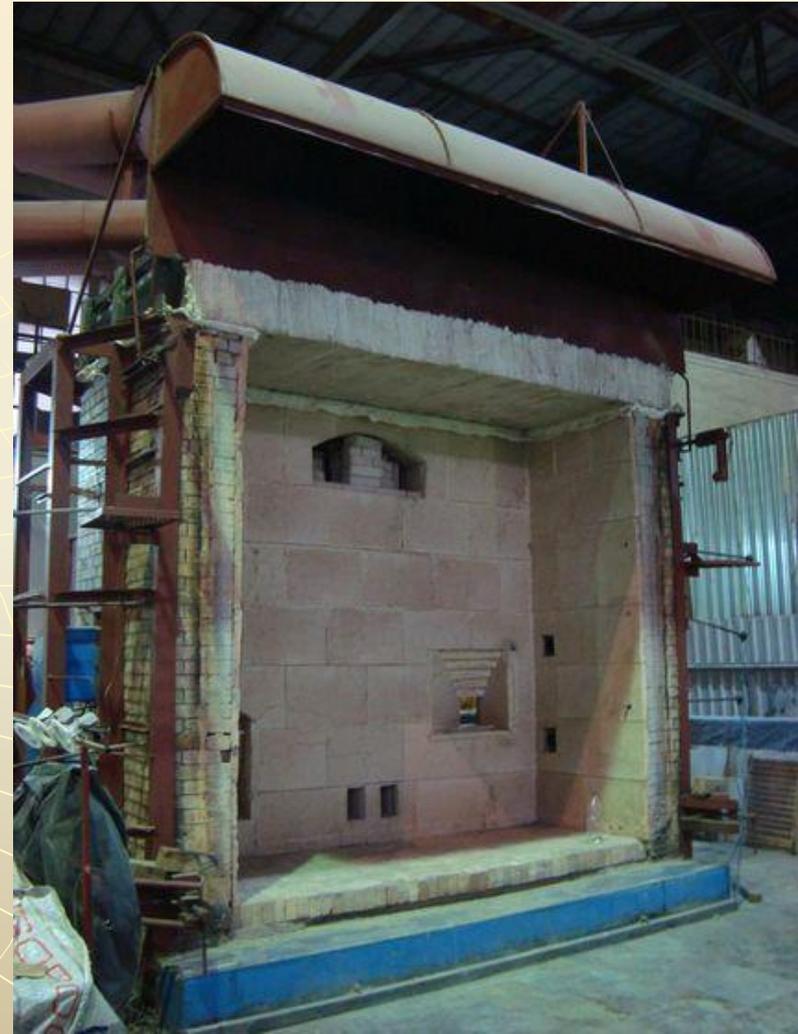
металл, цемент и др.

Свойства строительных материалов

оценивают по воспламеняемости, способности распространять пламя по поверхности, дымообразующей способности и образованию токсичных продуктов горения.

## Огнестойкость строительных конструкций

**Огнестойкость строительных конструкций** является основой всей системы противопожарной защиты здания и оценивает их способность сопротивляться воздействию огня и выполнять при этом свои эксплуатационные функции — несущую, ограждающую и теплоизоляционную.



Огнестойкость конструкции характеризуется **пределом огнестойкости**, (ГОСТ 30247.0-94) который означает промежуток времени в минутах от начала огневых испытаний до возникновения в конструкции следующих признаков:

- 1) обрушение или недопустимый прогиб, который фиксирует потерю несущей способности, обозначается R;
- 2) образование в конструкции сквозных трещин, через которые проникает дым и продукты горения. Фиксирует потерю целостности, характеризует ее ограждающую способность, обозначается E;
- 3) повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных значений. Фиксирует потерю теплоизолирующей способности и обозначается I. Для светопрозрачных конструкций потеря теплоизолирующей способности наступает при достижении предельной величины плотности теплового потока на нормируемом расстоянии от необогреваемой поверхности, обозначается W.

Например, запись R120 указывает на то, что предел огнестойкости конструкции по несущей способности составляет не менее 120 мин. Или надпись REI30 означает предел огнестойкости конструкции не менее 30 мин по каждой способности, независимо от того, какое предельное состояние наступило первым.

Огнестойкость строительных конструкций устанавливают опытным и расчетным путем. Экспериментальные испытания огнестойкости проводятся в специальной огневой печи в условиях реального воздействия открытого пламени: колонна нагревается с четырех сторон, плита перекрытия — с нижней поверхности.



Т

данным для  
жилых зданиях. В  
конструкция в  
ину, она находится под  
аналогичной

Расчетный способ определения огнестойкости основан на данных по изменению прочности материала при нагревании и по изменению температуры по сечению конструкции. Для каждого материала существует так называемая **критическая температура**, при ней прочность материала уменьшается в два раза.

Многоцикловые испытания



справочных данных по  
огнестойкости основных

Наибольшим  
каменные и кирпичные  
огнестойкость зависит только от

обладают средними  
а, минимальная  
металлических и  
конструкций.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**