

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ
И ИХ ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ**

Краткий курс лекций

для студентов

направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

профиль подготовки
Пожарная безопасность

Саратов 2016

УДК 69
ББК 38
О 66

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Строительство и теплогазоснабжение» ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова
Затицацкий С.В.

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Строительство и теплогазоснабжение» ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова
Гамаюнов В.П.

Строительные материалы, конструкции и пожароустойчивость. Краткий курс лекций для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / С.С. Орлова // ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2016 – 69 с.

Краткий курс лекций составлен в соответствии с программой дисциплины и предназначен для направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам пожароустойчивости строительных материалов, применяемых в конструкциях зданий и сооружений. Направлен курс - на формирование у студентов знаний по огнестойкости строительных материалов, конструкций зданий и сооружений и способам повышения их огнестойкости. Материал ориентирован на вопросы профессиональных компетенций будущих специалистов.

УДК 69
ББК 38

Орлова С.С., 2016

ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова

Введение

В настоящее время возводится огромное количество различных зданий и сооружений различного назначения. Наряду с типовыми зданиями и сооружениями возводятся и уникальные, не имеющие аналогов в мире.

В строительных конструкциях зданий и сооружений используются различные конструкции, выполненные из материалов, обладающих различной пожарной опасностью. Конструкции, выполненные из железобетона, кирпича, бетона способны в условиях пожара сопротивляться действию огня в течении продолжительного промежутка времени от нескольких десятков минут до нескольких часов. Стальные конструкции, несмотря на то, что не горят и не распространяют пламя по поверхности, через 15-20 минут теряют свою несущую способность. В отличие от них деревянные конструкции гораздо дольше продолжают выполнять свои несущие функции, однако при этом способствуют распространению огня и развитию пожара в здании.

Бакалавр профиля подготовки «Пожарная безопасность» обязан знать пожарные свойства строительных материалов, оценивать поведение конструкций при пожаре, проводить расчеты по огнестойкости металлических, деревянных и железобетонных конструкций, предлагать эффективные способы повышения их огнестойкости.

Для этого в курсе лекций «Строительные материалы, конструкции и их пожароустойчивость» кратко рассмотрены основные сведения о строительных материалах, применяемых при строительстве зданий и сооружений. Рассмотрены основные физико-механические и пожароопасные характеристики строительных материалов; процессы, приводящие к изменению свойств строительных материалов в условиях пожара; огнестойкость строительных материалов и способы повышения их огнестойкости.

Особое внимание уделено вопросам огнестойкости строительных конструкций. Рассмотрены теоретические основы расчета фактических пределов огнестойкости конструкций. Изложены особенности поведения строительных материалов и конструкций из них в условиях пожара. Описаны расчетные схемы определения пределов огнестойкости строительных конструкций.

Лекция 1

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА

1.1 Классификация строительных материалов

По назначению материалы делят на следующие группы:

- *конструкционные*, которые воспринимают и передают нагрузки;
- *теплоизоляционные*, основное назначение которых – обеспечение необходимого теплового режима в помещении при минимальных затратах энергии;
- *акустические* (звукопоглощающие и звукоизоляционные) – для снижения уровня «шумового загрязнения» помещения;
- *гидроизоляционные и кровельные* – для создания водонепроницаемых слоев на кровлях, подземных сооружениях и других конструкциях, которые необходимо защищать от воздействия воды и водяных паров;
- *герметизирующие* – для заделки стыков в сборных конструкциях;
- *отделочные* – для улучшения декоративных качеств строительных конструкций, а также для защиты конструкционных, теплоизоляционных и других материалов от внешних воздействий;
- *специального назначения* (огнеупорные, кислотоупорные и др.), применяемые при возведении специальных сооружений.

Некоторые материалы (например цемент, известь, древесина) нельзя отнести к какой либо одной группе, так как их используют и в исходном состоянии, и как сырье для получения других строительных материалов и изделий – это так называемые *материалы общего назначения*.

1.2 Факторы, определяющие поведение строительных материалов в условиях пожара

Под **поведением** строительных материалов в условиях пожара понимается комплекс физико-химических превращений, приводящих к изменению состояния и свойств материалов под влиянием интенсивного высокотемпературного нагрева.

Для того чтобы понять какие изменения происходят в структуре материала, как меняются его свойства, т.е. как влияют внутренние факторы на поведение материала в условиях пожара, необходимо хорошо знать сам материал: его происхождение, сущность технологии изготовления, состав, начальную структуру и свойства.

В процессе эксплуатации материала в обычных условиях на него воздействуют внешние факторы:

- область применения (для облицовки пола, потолка, стен, внутри помещения с нормальной средой, с агрессивной средой, снаружи помещения и т.д.);
- влажность воздуха (чем она выше, тем выше влажность пористого материала);
- различные нагрузки (чем они выше, тем тяжелее материалу сопротивляться их воздействию);
- природные воздействия (солнечная радиация, температура воздуха, ветер, атмосферные осадки и т.д.).

При пожаре кроме этих, на материал воздействуют и значительно более агрессивные

факторы, такие как:

- высокая температура окружающей среды;
- время (продолжительность) нахождения материала под воздействием высокой температуры;
- воздействие огнетушащих веществ;
- воздействие агрессивной среды.

В результате воздействия на материал внешних факторов пожара в материале могут протекать те или иные негативные процессы (в зависимости от вида материала, его структуры, состояния в период эксплуатации).

Негативные процессы бывают:

- физические (телоперенос, влагоперенос, тепловое деформирование, накопление дефектов, структурные изменения, уменьшение объемной массы, размягчение, плавление);
- химические (дегидратация, диссоциация, терморазложение);
- физико-химические (самовоспламенение, воспламенение, горение, распространение пламени, дымовыделение).

Прогрессирующее развитие негативных процессов в материале ведет к отрицательным последствиям: ухудшению свойств, разрушению, необратимым деформациям, выгоранию.

1.3 Технические свойства строительных материалов

Под **свойствами** строительных материалов понимают их способность определенным образом реагировать на отдельные или совокупные внешние или внутренние воздействия – силовые, тепловые, усадочные, водной или иной среды и т.д.

Свойства разделяют на четыре группы: механические, физические, химические, технологические, иногда выделяют еще физико-химические. В совокупности все свойства именуют как технические свойства строительных материалов.

1.3.1 Механические свойства

Механические свойства выражают способность материала сопротивляться напряжениям силовым (от механических нагрузок), тепловым, усадочным или другим без нарушения установившейся структуры.

Деформационные свойства характеризуют способность материала к изменению формы и размеров без отклонений в величине его массы. Главнейшие виды деформаций – растяжение, сжатие, сдвиг, кручение и изгиб. Все они могут быть обратимыми и необратимыми.

Обратимые полностью исчезают при прекращении действия на материал факторов, их вызвавших. Необратимые деформации, или остаточные, называемые также пластическими, накапливаются в период действия этих факторов, и после их снятия деформации сохраняются.

Прочность характеризует способность материала в определенных условиях и пределах, не разрушаясь, сопротивляться внутренним напряжениям и деформациям, возникающим под влиянием механических, тепловых и других напряжений.

Типичными прочностными характеристиками служат предел упругости, предел текучести и предел прочности при воздействии сжимающих, растягивающих или других видов усилий.

Твердость выражает способность материала сопротивляться проникновению в него более твердых тел (царапанию резцом, сверлении, ударе молотком, пулевым выстреле и пр.).

Ударная вязкость характеризует способность материала сопротивляться сосредоточенным ударным нагрузкам и определяется количеством работы, затрачиваемой на излом образца в фиксированном с помощью насечки месте.

Более сложным свойством, включающим прочность и твердость, служит **износ**.

1.3.2 Физические свойства

Строительные материалы обладают комплексом физических свойств, т.е. способностью реагировать на воздействие физических факторов – гравитационных, тепловых, водной среды, акустических, электрических, излучения (ядерного, рентгеновского и др.)

Средняя плотность (объемная масса) характеризует массу единицы объема материала в естественном состоянии (вместе с порами). Она определяется делением массы образца на его объем.

Истинная плотность – масса единицы объема однородного материала в абсолютно плотном состоянии, т.е. без учета пор, трещин или других полостей, присущих материалу в его обычном состоянии. Определяется как отношение массы материала к его объему в абсолютно плотном состоянии

Пористость – степень заполнения объема материала порами

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать воду. Величина водопоглощения определяется по массе или по объему.

Гигроскопичность – способность материала поглощать влагу из влажного воздуха или парогазовой смеси.

Влагоотдача - способность материала отдавать влагу в окружающую среду.

Водопроницаемость – способность материала пропускать через себя воду под давлением.

Паро- и газопроницаемость оцениваются с помощью особых коэффициентов.

Водостойкость – способность материала сохранять в той или иной мере свои прочностные свойства при увлажнении.

Морозостойкость – способность материала насыщенного водой, выдерживать многократное попеременное (циклическое) замораживание и оттаивание без значительных технических повреждений и ухудшения свойств.

Теплопроводность – способность материала проводить через свою толщину тепловой поток, возникающей под влиянием разности температур на поверхностях, ограничивающих материал.

Теплоемкость – характеризует способность материала аккумулировать теплоту при нагревании, т.е. при нагревании поглощать тепло, а при остывании – его отдавать.

Температуропроводность – способность материала изменять температуру при нагревании (охлаждении).

Тепловое расширение твердых материалов характеризуется коэффициентами линейного и объемного теплового расширения.

Теплостойкость – способность нагретых материалов (в частности полимерных) сопротивляться проникновению в них других, более твердых материалов при их соприкосновении, а также деформированию под действием постоянной нагрузки (в нагретом состоянии).

Температуростойкость или термостойкость – способность выдерживать чередование (циклы) резких тепловых изменений нередко с переходом от высоких положительных к низким отрицательным температурам.

Огнестойкость – характеризует способность строительных материалов выдерживать без разрушения действие высоких температур в течение сравнительно короткого промежутка времени (пожара). В зависимости от степени огнестойкости строительные материалы разделяют на негорючие, трудногорючие и горючие.

К физическим свойствам относятся также звукопоглощаемость, поглощаемость ядерных излучений и рентгеновских лучей, электропроводность, светопроницаемость и др.

1.3.3 Технологические свойства

Технологические свойства выражают способность материала к восприятию технологических операций, выполняемых с целью изменения его формы, размеров, характера поверхности, плотности и др. Эти свойства определяются числовыми значениями или визуальным осмотром с оценкой способности материала к формовке (жесткие, пластичные и литые смеси), раскалываемости, шлифуемости, полируемости, дробимости, гвоздимости (удерживанию гвоздя при силовых воздействиях) и другим показателям технологических качеств.

1.3.4 Химические и физико-химические свойства

Химические свойства выражают способности и степень активности материала к химическому взаимодействию с реагентами внешней среды и, кроме того, способность сохранять постоянный состав и структуру материала в условиях инертной окружающей среды.

Большинство строительных материалов проявляют активность при взаимодействии с кислотами, щелочами, агрессивными газами и другими средами.

Нередко изучается биохимическая стойкость материала против воздействия грибов, прорастания растений, порчи насекомыми, жучками-точильниками.

Физико-химические свойства выражают способность веществ раскрывать межмолекулярные связи под влиянием физических явлений, особенно в поверхностных слоях, обладающих повышенной энергией.

Комплексной характеристикой способности материала сопротивляться одновременному или поочередному (в разной последовательности) воздействию механических, физических, химических и физико-химических факторов служит **долговечность**.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация строительных материалов.
2. Общие физические свойства материалов
3. Водно-физические свойства материалов
4. Теплофизические свойства материалов: теплопроводность, теплоемкость.
5. Теплофизические свойства материалов: температуропроводность, тепловое расширение.
6. Теплофизические свойства материалов: теплостойкость, температуростойкость.

7. Теплофизическое свойство материалов: огнестойкость.
8. Группы, на которые делятся материалы по огнестойкости.
9. Механические свойства материалов
10. Химические и физико-химические свойства строительных материалов.
11. Технологические свойства материалов.
12. Факторы, воздействующие на материал в период эксплуатации.
13. Негативные процессы, протекающие в материалах под действием внешних факторов пожара.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
2. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.

Лекция 2

СВОЙСТВА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Под пожарной опасностью принято понимать вероятность возникновения и развития пожара, заключенную в веществе, состоянии или процессе.

Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарно-техническими характеристиками (свойствами):

Горючесть – свойство, характеризующее способность материала гореть. По горючести материалы разделяют на 2 группы: негорючие (НГ) и горючие (Г).

Негорючие (несгораемые) – это материалы не способные к горению на воздухе. Для негорючих материалов другие показатели пожарной опасности не определяются и не нормируются.

Горючие (сгораемые) – это материалы способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. Горючие материалы подразделяются на 4 группы: Г1 – слабогорючие, Г2 – умеренногорючие, Г3 – нормальногорючие, Г4 – сильногорючие.

Воспламеняемость – способность материала воспламениться от источника зажигания, либо при нагреве до температуры самовоспламенения.

Горючие материалы по воспламеняемости подразделяют на 3 группы: В1 – трудновоспламеняемые, В2 – умеренновоспламеняемые, В3 – легковоспламеняемые.

Распространение пламени – способность образца материала распространять пламя по поверхности в процессе его горения.

Горючие материалы по способности распространять пламя по поверхности делят на 4 группы: РП1 – нераспространяющие, РП2 – слабораспространяющие, РП3 – умереннораспространяющие, РП4 – сильнораспространяющие пламя.

Дымовыделение – способность материала выделять дым при горении, характеризуется коэффициентом дымообразования.

Коэффициент дымообразования – величина, характеризующая оптическую плотность дыма, образующегося при сгорании образца материала в экспериментальной установке, определяется по ГОСТу.

По величине коэффициента дымообразования строительные материалы подразделяют на 3 группы: Д1 – с малой дымообразующей способностью, Д2 – с умеренной дымообразующей способностью, Д3 – с высокой дымообразующей способностью.

В процессе горения (разложения, тления) органические материалы способны выделять токсичные пары и газы, это свойство характеризуется показателем (индексом) токсичности, который определяют по ГОСТу.

Показатель (индекс) токсичности продуктов горения материалов – это отношение количества материала к единице объема камеры экспериментальной установки, при сгорании которого выделяющие продукты вызывают гибель 50% подопытных животных.

По показателю токсичности материалы подразделяются на 4 группы: Т1 – малоопасные, Т2 – умеренноопасные, Т3 – высокоопасные, Т4 – чрезвычайноопасные.

Для более полной оценки пожарной опасности строительных материалов рассматривают и другие показатели.

Температура воспламенения – самая низкая температура материала, при которой в условиях специальных испытаний происходит интенсивное увеличение скорости

экзотермической реакции, заканчивающейся пламенным горением.

Кислородный индекс (КИ) – минимальная концентрация кислорода (%), необходимая для устойчивого горения материала.

Индекс распространения пламени – условный безразмерный показатель, характеризующий способность материала распространять пламя по поверхности.

Скорость распространения пламени по поверхности материала – скорость перемещения фронта пламени относительно несгоревшего участка.

Теплота сгорания – количество тепла, выделяющегося при полном сгорании единицы массы материала.

ПРОЦЕССЫ, ПРИВОДЯЩИЕ К ИЗМЕНЕНИЮ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА.

2.1 Физические процессы

Теплоперенос (теплопередача) – это непрерывное перемещение теплового потока от обогреваемой поверхности образца материала вглубь (в направлении необогреваемой поверхности). Основным показателем, характеризующим развитие этого процесса, является температура материала.

Влагоперенос – отражает процесс перемещения влаги в пористой структуре материала одновременно с развитием процесса теплопереноса.

Поскольку эти процессы действуют одновременно, их рассматривают как один процесс тепло-влагопереноса.

Основным показателем процесса влагопереноса является избыточное давление пара в зоне испарения. Давление пара является одним из основных стимуляторов процесса разрушения материала.

При превышении избыточным давлением некоторой критической величины этот процесс может привести к явлению взрывообразной потери целостности материала. Если избыточное давление не превышает критической величины, это явление не происходит.

2.2 Химические процессы

Дегидратация – химическая реакция отщепления от молекулы вещества химически связанной воды. Этот процесс характерен для ряда природных каменных материалов, в частности гипса и искусственных каменных материалов, изготовленных на минеральных вяжущих веществах и др.

Диссоциация – расщепление (распад) молекул. Характерна природным каменным материалам, минеральным вяжущим веществам, которые являются основой искусственных каменных 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 начинается процесс разрыва химических связей с образованием более простых компонентов (твердых, жидких, газообразных).

2.3 Физико-химические процессы

Основным физико-химическим процессом, который происходит с органическими строительными материалами условиях пожара, является процесс горения.

Горение – это сложный физико-химический процесс превращения горючих

материалов в продукты горения, сопровождающийся выделением тепла и света.

Процесс горения включает совокупность составляющих его процессов: воспламенения, распространения пламени, тепловыделения, дымовыделения.

Воспламенение – процесс принудительного зажигания горючей смеси, т.е. инициирование горения высоконагретым источником зажигания.

Распространение пламени является непрерывным процессом, происходящим за счет тепла, высвобождающегося в результате химической реакции и передвигающегося к несгоревшей части поверхности материала.

Тепловыделение является следствием процесса горения материалов в условиях пожара. Выделяющееся тепло идет часто на нагрев несгоревшей части горящего материала (на подготовку ее к горению), других горючих материалов, составляющих пожарную нагрузку помещения, на нагрев негорючих материалов.

Дымовыделение является сопутствующим процессом горения. Дым представляет собой аэрозоль, состоящий как из твердых (сажи, золы), так и жидких частиц. Дым обычно содержит токсичные продукты горения.

Вопросы для самоконтроля

1. Свойства, характеризующие пожарную опасность материалов.
2. Классификационные методы оценки показателей пожарной опасности материалов
3. Физические процессы, приводящие к изменению свойств строительных материалов в условиях пожара.
4. Химические процессы, приводящие к изменению свойств строительных материалов в условиях пожара.
5. Физико-химические процессы, приводящие к изменению свойств строительных материалов в условиях пожара.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Загинацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
3. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность материалов для строительства. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко. – М.: Пожарнаука, 2009. – 217 с.
3. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность строительных материалов. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин М.: Пожарнаука, 2005. – 232 с.
4. ГОСТ 30444-97(ГОСТ Р МЭК 51032-97). Материалы строительные. Методы испытаний на распространение пламени.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30244-94 "Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть"

Лекция 3

ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Природными каменными материалами называют материалы и изделия, получаемые механической обработкой (дроблением, раскалыванием, распиливанием и т.п.) горных пород.

Горной породой называют крупное скопление, сложенное из одного или нескольких минералов и характеризующееся достаточно постоянным составом, строением и свойствами.

Различают мономинеральные горные породы – из одного минерала и полиминеральные – из нескольких минералов. К числу главных породообразующих минералов относятся кремнезем, глинозем, алюмосиликаты, железисто-магнезиальные силикаты, карбонаты и сульфаты.

3.1 Классификация горных пород в камнеобрабатывающей промышленности

В камнеобрабатывающей промышленности горные породы бывают:

- *твердые* — породы, в состав которых входят минералы с твердостью 6...7 (кварцит, гранит, габбро, лабрадорит и т. п.);
- *средние* — минералы этих пород имеют твердость не выше 5 (мрамор, плотные известняки, доломиты, некоторые виды туфа);
- *мягкие* — сравнительно небольшая группа пород с твердостью, 2...3 (гипс, ангидрит, известняк ракушечник, высокопористые туфы, и т. п.).

Средние и мягкие породы добывают в карьерах с помощью камнерезных машин, снабженных твердосплавными дисковыми, цепными, или канатными пилами.

Твердые породы обычно разрабатывают, отделяя сначала крупный монолит. Затем его делят на блоки, из которых на камнеобрабатывающем заводе получают требуемые изделия.

Для получения облицовочных плит применяется методы **распиловки** или **раскалывания**.

3.2 Виды природных каменных материалов и их применение

В зависимости от степени обработки: различают: грубообработанные каменные материалы, штучные изделия и профилированные детали.

К **грубообработанным материалам** относят: песок, гравий, щебень, бутовый камень (крупные куски камня неправильной формы, получаемые взрывным методом, или плиты неправильной формы, получаемые выламыванием из слоистых пород).

К **изделиям из природного камня** относят: колотые и пиленные плиты и камни для облицовки и кладки стен, устройства полов, дорожных покрытий, гидротехнических сооружений и др.

Стеновые камни получают выпиливанием из мягких горных пород (пористых «пильных» известняков, опок и вулканических туфов).

Наружную облицовку зданий выполняют из плит и фасонных деталей из плотных и атмосферостойких пород (граниты, сиениты, габбро и др.) или плотных известняков.

Внутреннюю облицовку зданий производят плитами из пород средней твердости: мраморов, пористых известняков (травертина, ракушечника) и др. Пористые породы, кроме

декоративного эффекта, обеспечивают хорошую акустику помещений и поэтому рекомендуются для театров и кинотеатров.

Устройство покрытий пола производят полированными (реже шлифованными) плитами из твердых пород (гранит, сиенит и др.). В помещениях с малой интенсивностью движения и высокими требованиями к декоративности возможно использование плит из мрамора. Толщина плит пола – не менее 20 мм.

3.3 Особенности поведения природных каменных материалов в условиях пожара

Мономинеральные горные породы (гипс, известняк, мрамор и др.) при нагреве ведут себя более спокойно, чем полиминеральные. Они претерпевают в начале 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 и диссоциации материал претерпевает постепенное разрушение (снижение прочности).

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 материала.

В процессе охлаждения большинства материалов после высокотемпературного нагрева продолжается изменение (чаще - снижение) прочности.

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РАСПЛАВЫ.

3.4 Керамические материалы и изделия

Керамическими называются искусственные каменные материалы и изделия, получаемые из глин и их смесей с минеральными добавками путем их формования, сушки и обжига. Глины обеспечивают получение удобоформируемой связной массы, а после обжига — прочного и водостойкого черепка. Непластичные добавки улучшают технологические свойства сырьевой массы (облегчают сушку, уменьшают усадку и снижают температуру обжига) и придают материалу желаемые свойства (высокую пористость, пониженную теплопроводность и т. п.).

В зависимости от структуры керамических строительных материалов они подразделяются на две группы:

- Пористые – поглощают 8-20% воды по массе или 14-36% по объему. Пористую структуру имеют стеновые, кровельные и облицовочные материалы, а также стенки дренажных труб.
- Плотные – поглощают 1-4% по массе или по объему 2-8%. Плотную структуру имеют плитки для пола, дорожный кирпич, стенки канализационных труб.

По назначению делятся на:

- Стеновые изделия – кирпич, пустотелые камни и панели из них;
- Кровельные изделия (черепица);
- Элементы перекрытий;
- Изделия для облицовки фасадов – лицевой кирпич, малогабаритные и другие плитки, наборные панно;
- Изделия для внутренней облицовки стен – глазурованные плитки и фасонные детали к ним – карнизы, уголки, пояски;

- Заполнители для легких бетонов – керамзит, аглопорит;
- Теплоизоляционные изделия – перлитокерамика, ячеистая керамика..;
- Санитарно-технические изделия – умывальные столы, ванны, унитазы;
- Плитка для пола;
- Дорожный кирпич;
- Кислотоупорные изделия – кирпич, плитки, трубы и фасонные части к ним;
- Огнеупоры;
- Изделия для подземных коммуникаций – канализационные и дренажные трубы.

Керамические материалы получают путем обжига глины до температур 900...1300°C. В процессе обжига происходят физико-химические процессы, приводящие к упрочнению материала.

3.5 Минеральные расплавы

Минеральные расплавы получают путем нагрева природных каменных материалов до температуры плавления и последующего остывания (в форме). Так получают кварцевое стекло, стекловату, минеральную вату.

Стекло – аморфный прозрачный материал, получаемый переохлаждением расплавленной стекломассы, состоящей из силикатных материалов, т.е. сырье (кварцевого песка, известняка, соды, сульфат натрия, доломита, полевого шпата).

Стекло получают путем варки строительного силикатного стекла в стекловаренных печах.

Виды стекла и их применение

1. **Листовое стекло.** В зависимости от области применения строительное листовое стекло имеет следующие разновидности:

- *Оконное* – бесцветное неполированное стекло.
- *Армированное* – получают методом непрерывного проката с одновременной запрессовкой внутри листа металлической сетки из никелированной проволоки диаметром 0,45...0,5 мм. Применяют для остекления фонарей, для ограждающих и кровельных конструкций.
- *Увелолевое* – способно пропускать ультрафиолетовые лучи до 25%. Применяют для остекления оконных проемов в лечебных и детских учреждениях, оранжерей, теплиц с пропуском ультрафиолета.
- *Закаленное* – производят термическую обработку листового стекла с целью придания ему повышенной прочности и термостойкости. Используют для остекления дверей, перегородок, лифтовых шахт.

2. Конструктивно-строительные изделия:

- *Стеклоблоки* – применяют для внутренних и наружных ограждений в гражданских и промышленных зданиях.
- *Профильное строительное стекло* – применяют для устройства светопрозрачных ограждающих конструкций (стен, перегородок).
- *Стеклопакеты* – два или несколько листов стекла применяется для остекления окон.
- *Стекланные трубы* - используют в вакуумных, безнапорных и напорных сетях, а также для транспортирования агрессивных жидкостей.

3. Облицовочное стекло:

- *Облицовочное стекло «марблит»* – листы из цветного глушеного стекла с полированной лицевой поверхностью и рифленой тыльной, для облицовки фасадов, внутренней отделки зданий, устройства подоконников, крышек столов.

Коврово-мозаичные плитки - изготавливают из цветной стекломассы методом проката (для наружной и внутренней отделки стен и других конструкций).

3.6 Поведение керамических материалов и минеральных расплавов в условиях пожара

Прочностные свойства керамических материалов и минеральных расплавов в условиях пожара практически не изменяются. Для керамических материалов нагрев без существенного изменения прочности возможен до температуры обжига – 950...1300°C. При интенсивном нагреве плотные керамические изделия (например, кровельные плитки) могут претерпевать взрывообразную потерю целостности.

Для минеральных расплавов – предельная температура применения близка к их температуре плавления. Эти температуры, как правило, не достигаются при пожарах.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация горных пород
2. Виды природных каменных материалов
3. Применение природных каменных материалов
4. Способы добычи природных каменных материалов
5. Особенности поведения природных каменных материалов в условиях пожара.
6. Керамические материалы
7. Минеральные расплавы.
8. Шлаковые расплавы
9. Виды стекол и стеклоизделий

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затинацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
3. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность материалов для строительства. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко. – М.: Пожарнаука, 2009. – 217 с.
3. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность строительных материалов. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин М.: Пожарнаука, 2005. – 232 с.

Лекция 4

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Вяжущими веществами называют материалы, способные в определенных условиях (при смешивании с водой, нагревании и др.) *образовывать пластично-вязкое тесто*, которое самопроизвольно или под действием определенных факторов со временем затвердевает, переходя из пластично-вязкого состояния в камневидное.

Современные вяжущие вещества в зависимости от состава делятся на:

- *неорганические* (известь, цемент, гипсовые вяжущие и др.), которые для перевода в рабочее состояние затворяют водой (реже водными растворами солей);
- *органические* (битумы, дегти, синтетические полимеры и олигомеры), которые переводят в рабочее состояние нагревом, с помощью органических растворителей или сами они представляют собой вязко-пластичные жидкости.

4.1 Неорганические (минеральные) вяжущие вещества

В строительстве в основном используют неорганические (минеральные) вяжущие вещества.

подавляющее число неорганических вяжущих способно твердеть *самопроизвольно*, без создания каких-либо условий.

Однако находят применение и вяжущие *автоклавно* твердения, способные твердеть только в среде насыщенного водяного пара при температуре 150...200°C и при повышенном давлении (в автоклаве). К последним относятся известково-кремнеземистые, известково-золевые, известково-шлаковые и другие вяжущие.

Главным показателем вяжущих является отношение к воздействию воды. По этому признаку их делят на воздушные и гидравлические.

Воздушные вяжущие способны затвердевать и длительно сохранять прочность только на воздухе. По химическому составу можно выделить четыре группы воздушных вяжущих: 1 — известковые, состоящие, в основном, из гидроксида кальция; 2 — гипсовые, состоящие из сульфата кальция; 3 — магнезиальные, главным компонентом которых служит оксид магния; 4 — жидкое стекло — раствор силиката натрия или калия. Последнее из-за способности сохранять прочность в кислых средах называют *кислотоупорным вяжущим*.

Гидравлические вяжущие способны твердеть и длительное время сохранять прочность не только на воздухе, но и в воде. Причем, находясь в воде, они могут повышать свою прочность. По химическому составу можно выделить четыре группы: 1 — *гидравлическая известь* и романцемент; 2 — *силикатные цементы*, состоящие преимущественно (> 75 %) из силикатов кальция; к ним относятся портландцемент и его разновидности; это главные вяжущие в современном строительстве; 3 — *алюминатные цементы*, состоящие в основном из алюминатов кальция; это — глиноземистый цемент и его разновидности; 4 — *вяжущие эттрингитового типа*, основными компонентами которых являются алюминаты кальция и сульфат кальция; к ним относятся расширяющиеся и безусадочные цементы

Главнейшие показатели качества вяжущих, как воздушных, и гидравлических — прочность и скорость твердения.

Очень высокой скоростью твердения обладают гипсовые вяжущие: они полностью затвердевают за несколько часов; очень медленно твердеет воздушная известь: процесс ее твердения длится сотни лет.

4.2 Особенности поведения неорганических вяжущих при нагревании

Известь (известковый камень). При нагреве происходят следующие процессы: удаление свободной воды (до температуры 150...200°C) приводит к некоторому повышению прочности; дегидратация гидроксида кальция при 430-580°C; диссоциация карбоната кальция (свыше 600°C) приводит к снижению прочности.

Гипс. У затвердевшего гипсового вяжущего при нагреве свыше 65°C уже начинается процесс его дегидратации, при этом прочность снижается более чем в 2 раза; при температуре около 400°C заканчивается дегидратация гипса, а прочность теряется практически полностью; выше 900°C распадается ангидрит, что снижает прочность гипса до нуля.

Портландцемент. При нагреве до 100-150°C прочность может несколько снижаться, т.к. нагревающаяся в порах материала вода расширяется и оказывает дополнительное давление на их стенки; при 200-300 °C прочность несколько увеличивается благодаря уплотнению структуры, вследствие удаления свободной воды из пор; свыше 300°C происходит накопление дефектов структуры и прочность начинает снижаться

4.3 Органические вяжущие вещества

Органические вяжущие вещества делятся на битумные; дегтевые; дегтебитумные; полимерные.

По происхождению полимеры подразделяют на природные (битумы, дегти и пеки, натуральный каучук), искусственные модифицированные (продукты модификации целлюлозы, растительных масел, казеина) и синтетические, получаемые (синтезируемые) искусственным путем.

Битумы (от лат. *bitumen* — смола) — при комнатной температуре вязкопластичные или твердые вещества черного или темно-коричневого цвета, представляющие собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных. В зависимости от происхождения битумы могут быть природные и искусственные (техногенные); источником образования или получения битумов и в том и в другом случае является нефть.

Битумы делят на три типа по области их применения: *дорожные* (для асфальтобетонов), *кровельные* (для мягких кровельных материалов) и *строительные* для изготовления мастик, гидроизоляции и др.).

Дегтевые материалы получают конденсацией парообразных продуктов, образующихся при разложении органических материалов (каменного угля, торфа, древесины и т.д.) в условиях высокой температуры без доступа воздуха.

Виды дегтевых материалов:

- 1) сырой каменноугольный деготь, получаемый в результате разложения каменного угля. Из сырого дегтя отгоняют легкие и средние масла, в результате чего получают отогнанный деготь;
- 2) отогнанный деготь (каменноугольная смола);
- 3) пек — аморфный хрупкий при обычных температурах остаток от перегонки сырого дегтя при температуре более 360 °C.

Дегти и продукты на их основе — *канцерогены*, поэтому их использование в местах, где возможен их длительный контакт с человеком, запрещено.

Самая обширная группа органических вяжущих — *синтетические полимеры*. Их получают из низкомолекулярных продуктов (мономеров) полимеризацией и поликонденсацией. На их основе производят полимерные строительные материалы — пластмассы.

По отношению к нагреванию полимеры подразделяют на термопластичные (способные обратно размягчаться, плавиться и затвердевать при соответствующем изменении температуры) и терморезистивные (образуются при повышенной температуре и сохраняют свою структуру и твердое состояние при последующем повторном нагревании вплоть до температуры разложения).

4.4 Особенности поведения органических вяжущих при нагревании

Полимеры 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 — в первую очередь с термоокислительной деструкцией, которая происходит при относительно невысоких температурах.

Практически все полимеры при нагревании теряют прочность, жесткость и увеличивают пластичность.

ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ БЕЗОБЖИГОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.5 Бетон

Бетон — искусственный каменный материал, который получается в результате затвердевания рационально подобранной смеси, состоящей из вяжущего вещества (10-15%), воды, мелкого (песок) и крупного заполнителя (щебень, гравий) (85-90%), взятых в определенных пропорциях. Смесь этих материалов до затвердевания называется **бетонной смесью**.

Бетоны классифицируются по следующим признакам:

1) по плотности:

- а) *особо тяжелые*: плотность более 2500 кг/м³;
- б) *тяжелые бетоны*: плотность $\rho=2200-2500$ кг/м³;
- в) *облегченный*: $\rho=1800-2200$ кг/м³;
- г) *легкие бетоны*: $\rho=500-1800$ кг/м³;
- д) *особо легкие*: ρ (плотность) менее 500 кг/м³.

2) по показателю прочности при сжатии бетоны имеют классы:

- а) *тяжелые бетоны* М 50- 800;
- б) *легкие бетоны* М 25-400;

3) по долговечности (по морозостойкости):

- а) *тяжелые бетоны* F(50-500);
- б) *легкие бетоны* F(15-500).

Число показывает число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые выдерживает данный бетон.

4) по виду вяжущего вещества:

- а) *цементные*, изготовленные на гидравлических вяжущих веществах - портландцементные и его разновидности;

б) *силикатные*, на известковых вяжущих в сочетании с силикатными или алюмосиликатными компонентами;

в) *гипсовые*, с применением гипсоангидридных вяжущих;

г) *бетоны на органических вяжущих материалах*.

5) по назначению:

а) *обычный* – для бетонных и железобетонных несущих конструкций зданий и сооружений (колонны, балки, плиты);

б) *гидротехнический* – для плотин, шлюзов, облицовки каналов и др; для стен зданий и легких перекрытий; для полов и дорожных покрытий и оснований;

в) *специальный* – кислотоупорный, жароупорный, особо тяжелый для биологической защиты.

4.6 Железобетон

Железобетон – это строительный материал, в котором соединены в единое целое бетон и стальная арматура.

Для армирования железобетонных конструкций применяется арматура следующих видов: стержневая, термически упрочненная, проволочная, арматурные канаты.

Железобетонные изделия применяются в тех случаях, когда на конструкцию действуют растягивающие усилия.

Монолитным называют железобетон, изготавливаемый непосредственно на строительной площадке. На месте возведения конструкции устанавливают опалубку. Назначение опалубки – придать бетонной смеси при ее укладке форму будущей конструкции. В опалубку укладывают арматуру, а затем бетонную смесь. Бетонную смесь уплотняют глубинными или поверхностными вибраторами, навешиваемыми на опалубку.

Сборные железобетонные изделия и конструкции (сборный железобетон) представляют собой крупноразмерные железобетонные элементы, изготавливаемые на заводе или полигоне домостроительного комбината. Основное преимущество таких конструкций — высоко механизированные и автоматизированные методы изготовления; на строительной площадке эти элементы только монтируют, что резко сокращает сроки строительства, повышает производительность труда и позволяет широко применять новые эффективные материалы (легкие и ячеистые бетоны, отделочную керамику, пластмассы и т. п.).

Основные операции при производстве железобетонных изделий: приготовление бетонной смеси, изготовление арматуры, армирование и формование изделий и их ускоренное твердение.

Применение железобетонных изделий: применяются в областях строительства, где необходимо восприятие конструкциями растягивающих усилий. Например, в элементах зданий это: плиты ленточных фундаментов, фундаменты-башмаки, фундаментные балки, стеновые панели, плиты покрытий и перекрытий.

4.7 Асбестоцемент

Асбестоцемент изготавливают в виде изделий, в основном плоских, волнистых прессованных и непрессованных листов и труб. В его состав входит асбест в пределах 10 – 20% по массе, портландцемент – 80 – 90% и большое количество воды. Изделия изготавливают на специальной листоформовочной машине, обеспечивающей слоистую структуру изделия и постепенное их уплотнение. Благодаря такой обработке изделия обладают в 10...20 раз выше прочностью при изгибе, чем цементный камень (30...50

МПа). Листы применяют в основном для изготовления слоистых ограждающих конструкций, перегородок, кровли.

4.8 Силикатные материалы автоклавного твердения

Учитывая, что при твердении на воздухе воздушная известь приобретает малую прочность и легко разрушается под действием воды, в вяжущее добавляют кварцевый песок и твердение его осуществляется в автоклаве (герметичном сосуде) при температуре свыше 170°C, избыточном давлении более 0,8 МПа и 100% влажности воздуха. В результате получают гидросиликат кальция – прочное и водостойкое вещество. На силикатном вяжущем изготавливают силикатобетон, силикатный кирпич и другие материалы, которые по прочности практически не уступают бетону на портландцементе и керамическому кирпичу.

4.9 Поведения безобжиговых материалов при нагревании

Поскольку бетон является композиционным материалом, его поведение при нагреве зависит от поведения цементного камня, заполнителя и их взаимодействия. При нагреве бетона свыше 200°C возникают противоположно направленные деформации претерпевающего усадку вяжущего и расширяющегося заполнителя, что снижает прочность бетона наряду с деструктивными процессами, происходящими в вяжущем и заполнителе. Расширяющаяся влага при температурах от 20 до 100°C давит на стенки пор и фазовый переход воды в пар также повышает давление в порах бетона, что приводит к возникновению напряженного состояния, снижающего прочность.

При остывании бетонов после нагрева прочность, как правило, практически соответствует прочности при той максимальной температуре, до которой материал был нагрет. У отдельных видов бетона она несколько снижается при остывании за счет более длительного нахождения материала в нагретом состоянии, что способствовало более глубокому протеканию в нем негативных процессов.

Строительные конструкции из тяжелого бетона (железобетона) склонны к взрывообразному разрушению при пожаре.

Поведение силикатных материалов в условиях пожара зависит от поведения известково-силикатного вяжущего, заполнителей и их взаимодействия при нагреве. В принципе оно аналогично поведению бетона на портландцементе. Конструкции из силикатных материалов, в частности, тяжелого силикатного бетона, более чем из бетона на портландцементе, склонны к явлению взрывообразной потере целостности в условиях пожара.

Поведение асбестоцемента при нагреве определяется поведением цементного камня и асбеста. Асбест, как и цемент, при нагреве теряет химически связанную воду и постепенно снижает прочность. На характер поведения в условиях пожара, оказывает влияние анизотропность структуры асбестоцементных изделий, т.к. при формовании эти изделия имеют явно выраженную слоистость по толщине. Прочность сцепления между слоями значительно ниже прочности материала в каждом слое, то есть материал при разрушении может расслаиваться как спокойно, так и взрывообразно.

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.

Вопросы для самоконтроля

1. Вяжущие вещества. Группы вяжущих веществ.
2. Неорганические (минеральные) вяжущие вещества
3. Органические вяжущие вещества
4. Особенности поведения неорганических вяжущих при нагревании.
1. Особенности поведения органических вяжущих при нагревании. Виды искусственных безобжиговых каменных материалов.
2. Особенности поведения бетонов при нагревании.
3. Особенности поведения силикатных материалов при нагревании.
4. Особенности поведения асбестоцемента при нагревании.
5. Асбестоцементные материалы и изделия.
6. Силикатные материалы автоклавного твердения.
7. Силикатные безобжиговые материалы
8. Гипсовые и гипсобетонные изделия

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
3. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность материалов для строительства. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко. – М.: Пожарнаука, 2009. – 217 с.
3. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность строительных материалов. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин М.: Пожарнаука, 2005. – 232 с.

Лекция 5

ДРЕВЕСИНА И ЕЕ ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ

В зависимости от степени переработки древесины различают:

- *лесные материалы*, получаемые только механической обработкой стволов деревьев (бревна, пиломатериал);
- *деревянные изделия и конструкции*, изготавливаемые в заводских условиях (дверные и оконные блоки, клееные конструкции, фанера и др.)
- *материалы получаемые технологической переработкой древесины*: а) материалы и изделия из отходов и неделовой древесины с использованием вяжущих веществ (древесно-стружечные плиты, арболит, фибролит); б) материалы получаемые физико-химической обработкой древесного сырья (картон, бумага); в) материалы получаемые химической переработкой древесины (лаки, краски, клеи, добавки).

5.1 Структура древесины

Древесина состоит в основном из органических веществ. Стенки клеток древесины на 99% сложены из органических соединений, представленных у хвойных пород примерно на 70% , а у лиственных – на 80% углеводами.

Около 30% древесины составляют вещества ароматической природы, известные под названием лигнина.

К небольшой части древесины (2 – 4%) относятся экстрактивные вещества, которые не являются составляющими клеточной стенки.

В совокупности древесина – по существу природный органический материал с конгломератным типом структуры, в котором имеются матричная пространственная сетка из лигнина и кристаллический волокнистый наполнитель в виде целлюлозы.

5.2 Пороки древесины

Древесина имеет различные **пороки** (дефекты) строения, понижающие ее качество. Они подразделяются на первичные – на растущих деревьях, и вторичные – возникающие при хранении или эксплуатации древесины.

К **первичным** относятся:

- сучковатость – наличие сучков;
- косослой – винтообразное, косое расположение волокон в стволе;
- свилеватость – волнистое или путаное расположение волокон;
- сбежистость – уменьшение диаметра ствола от основания к вершине;

Завиток – местное искривление годовых слоев.

Вторичные пороки:

- плесень и гниль, появляющиеся на древесине в результате деятельности микроорганизмов и грибов;
- червоточины и трещины, появляющиеся в результате усушки древесины в процессе хранения или эксплуатации.

5.3 Специфические свойства древесины

Влажность и гигроскопичность. По содержанию влаги различают мокрую древесину с влажностью свыше 100% и более; свежесрубленную – 35% и выше; воздушно-сухую 15-20%; комнатно-сухую – 8-12% и абсолютно сухую древесину, высушенную до постоянной влажности при температуре $103\pm 2^{\circ}\text{C}$. Древесина и пиломатериалы, хранящиеся на воздухе, из-за гигроскопичности древесины имеют влажность 10-20%, поэтому был принят показатель *стандартной влажности*, равный 12%. При этой влажности определяют свойства древесины при оценке ее качества.

Усушка – уменьшение ее линейных размеров и объема при высыхании.

Набухание – способность древесины увеличивать размеры и объем при поглощении воды, пропитывающей оболочки клеток.

Плотность древесины зависит от объема пор и влажности. Вещественный состав древесины различных пород приблизительно один и тот же, поэтому *истинная плотность* древесины величина постоянная и составляет $1,54 \text{ г/см}^3$. *Средняя плотность* древесины разных пород и даже одной и той же породы зависит от многих факторов, связанных с условиями роста дерева; с изменением влажности средняя плотность меняется, поэтому принято сравнивать плотность древесины при стандартной влажности - 12%.

Коробление – следствие разницы в усушке древесины и неравномерности высыхания.

5.4 Поведение древесины и материалов из нее при нагревании и в условиях пожара

Древесина чувствительна к нагреву. Уже при температуре материала 110°C начинается ее терморазложение, которое можно разделить на несколько характерных стадий.

При нагревании до $120 - 180^{\circ}\text{C}$ происходит удаление свободной влаги и затем начинается выделение химически связанной влаги, разложение наименее термически стойких компонентов древесины.

При температуре 250°C начинается пиролиз древесины (в основном гемицеллюлозы) с выделением газовой смеси, которая уже способна к воспламенению от источника зажигания.

При температуре $280 - 300^{\circ}\text{C}$ процесс терморазложения интенсифицируется.

При $350 - 400^{\circ}\text{C}$ продолжается пиролиз древесины, начинает разлагаться лигнин и выделяется основная масса горючих газов (40% от возможного количества). При достижении достаточной концентрации газообразных горючих продуктов терморазложения возможно их самовоспламенение.

Процесс горения древесины протекает в две стадии: пламенное горение продуктов терморазложения и тление образовавшегося угольного остатка.

Пожарную опасность древесины можно охарактеризовать следующими параметрами:

- температура воспламенения 250°C , а самовоспламенения 350°C ;
- линейная скорость распространения пламени по поверхности составляет $1 - 10 \text{ мм/с}$, это зависит от плотности внешнего теплового потока, падающего на древесину, породы и ориентации в пространстве (вертикально или горизонтально);

- скорость тления значительно ниже скорости распространения пламени и составляет в среднем для различных пород 0,6 – 1 мм/мин.

5.5 Защита древесины от возгорания

Для предупреждения возгорания древесины применяют:

1) Конструктивные меры – удаление от источников нагревания, сводящие к минимуму вероятность нагрева древесины и ее контакта с огнем;

2) Применение теплоизолирующей «одежды», которая защищает поверхность древесины от действия источника тепла и тем самым препятствует протеканию процессов терморазложения древесины и воспламенения ее продуктов разложения.

Теплоизолирующие одежды: мокрая и сухая листовая штукатурка, минеральные материалы и вспучивающиеся покрытия.

Огнезащитные покрытия могут быть в виде обмазок, красок и лаков, которые выполняют газо-изолирующую функцию, т.е. препятствуют выходу продуктов разложения из древесины и проникновению к ним кислорода воздуха, в результате затрудняются условия образования горючей смеси в газовой фазе.

3) Снижение возгораемости древесины пропиткой древесины антипиренами. Пропитка древесины может быть поверхностная или глубокая, проводится она до окраски деревянных конструкций или столярных изделий.

Антипирены оказывают влияние на процессы термоокислительного разложения, воспламенения и горения древесины.

МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Металлы — кристаллические вещества, характеризующиеся высокими электро- и теплопроводностью, ковкостью, способностью хорошо отражать электромагнитные волны и другими специфическими свойствами. Свойства металлов обусловлены их строением: в их кристаллической решетке есть не связанные с атомами электроны, которые могут свободно перемещаться.

В технике обычно применяют не чистые металлы, а сплавы, что связано с трудностью получения чистых веществ, а также с необходимостью придания металлам требуемых свойств.

Сплавы — это системы, состоящие из нескольких металлов или металлов и неметаллов. Сплавы обладают всеми характерными свойствами металлов. В строительстве применяют сплавы железа и углерода (сталь, чугун), меди и олова (бронза) и меди и цинка (латунь) и др. На практике термин «металлы» распространяют и на сплавы, поэтому далее он относится и к металлическим сплавам.

5.6 Классификация металлов

Металлы, применяемые в строительстве, подразделяются на две группы: **черные и цветные**.

1. Черные металлы представляют собой сплав железа с углеродом. В зависимости от содержания углерода черные металлы делятся на чугуны и стали. Все нежелезные металлы и сплавы на их основе называются **цветными**. В строительстве наибольшее применение находят чугуны и стали.

а) **Чугун** – сплав железа и углерода 2...5 %, в состав которых входят также кремний, марганец, сера и фосфор. Чугун хрупок, обладает высокой жаростойкостью, износостойкостью, повышенной сопротивляемостью к коррозии.

б) **Сталь** – железоуглеродистый сплав с содержанием углерода до 2 %. Сталь пластична, упруга и обладает высокими технологическими свойствами (способностью обрабатываться). По химическому составу стали делят на углеродистые (сюда входят также кремний, марганец, фосфор, сера) и легированные (добавляют никель, хром, вольфрам, ванадий).

2. Цветные металлы и сплавы подразделяются по плотности на легкие (сплавы на основе алюминия, магния) и тяжелые (на основе меди, никеля, олова, свинца). Цинк применяется для изготовления листового материала, используемого при устройстве кровель, вентиляционных коробов, водосточных труб, подоконных сливов, для особых видов гидроизоляции. Медь и алюминий применяют в электротехнических работах. В основном в строительстве применяют сплавы цветных металлов, отличающиеся легкостью и большой коррозионной стойкостью.

5.7 Строение металлов и их свойства.

Металлы и металлические сплавы представляют собой кристаллические тела, состоящие из бесчисленного множества кристаллических образований, группирующихся в виде отдельных прочно связанных между собой зерен. Большинство их имеет кубическую объемно центрированную (хром, ванадий, молибден, вольфрам) и кубическую гранцентрированную решетку (алюминий, медь, никель, свинец, золото, серебро). При затверждении расплава металла вначале образуются мельчайшие кристаллы правильной формы, затем, по мере охлаждения, они увеличиваются в размерах и срастаются между собой в виде деформированных неправильной внешней формы кристаллов - кристаллиты.

5.8 Поведение металлов и сплавов в условиях пожара

При нагреве металла подвижность атомов повышается, увеличиваются расстояния между атомами и связи между ними ослабевают. Большое влияние на ухудшение механических свойств металла оказывают дефекты, число которых возрастает с увеличением температуры. При температуре плавления количество дефектов, увеличение межатомных расстояний и ослабление связей достигает такой степени, что первоначальная кристаллическая решетка разрушается и металл переходит в жидкое состояние.

Повышение температуры приводит к уменьшению прочности, упругости и увеличению пластичности металлов. Чем ниже температура плавления металла или сплава, тем при более низких температурах происходит снижение прочности. При высоких температурах также происходит увеличение деформаций ползучести, которые являются следствием увеличения пластичности металлов.

Наряду с общими закономерностями, характерными для поведения металлов при нагреве, поведение сталей в условиях пожара имеет особенности, которые зависят от: химического состава (углеродистая или низколегированная), способа изготовления или упрочнения арматурных профилей. Таким образом, наибольшей устойчивостью к действию высокой температуры обладают низколегированные стали, несколько хуже углеродистые стали без дополнительного упрочнения, еще хуже стали, упрочненные

термическим способом, самой низкой стойкостью обладают стали упрочненные наклепом, а еще ниже – алюминиевые сплавы.

5.9 Способы повешения стойкости металлов к воздействию пожара

1. Выбор изделий из металлов, более стойких к воздействию пожара.
2. Специальное изготовление металлических изделий, более стойких к нагреву.
3. огнезащита металлоизделий (конструкций) посредством нанесения внешних теплоизоляционных слоев.

Вопросы для самоконтроля

1. Изделия, на основе древесины и их пожарная опасность
2. Процессы, определяющие поведение древесины при нагревании.
3. Процессы, определяющие поведение древесины при горении.
4. Защита древесины от возгорания.
5. Конструктивные методы защиты древесины от возгорания
6. Определение металла и сплава
7. Классификация металлов
8. Строение металлов и их свойства
9. Поведение металлов и сплавов в условиях пожара
10. Способы повешения стойкости металлов к воздействию пожара

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Загинацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
3. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность материалов для строительства. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко. – М.: Пожарнаука, 2009. – 217 с.
3. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность строительных материалов. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин М.: Пожарнаука, 2005. – 232 с.

Лекция 6

ПЛАСТМАССЫ И ИХ ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ

Пластмассы – это композиционные материалы, в которых в качестве вяжущего вещества используют полимерные смолы.

По применению в строительстве различают: материалы для полов, стеновые материалы, кровельные и гидроизоляционные для сантехнических и погонажных изделий, для несущих конструкций.

6.1 Строение и состав пластмасс

Строительные пластмассы представляют собой сложную систему из связующего, наполнителей, красителей и технологических добавок. Связующим служат полимеры.

Наполнители добавляют для удешевления пластмасс, улучшения их физико-механических свойств. По виду наполнителя различают пластмассы без наполнителя (оргстекло), газонаполненные (пенопласты и поропласты), порошковые, волокнистые (стекловолокнистый пластик, асбоволокнит, древесно-волокнистые пластики), слоистые (текстолит, асботекстолит, стеклотекстолит, древесно-слоистый пластик), крошкообразные (древесно-стружечные пластики, лоскутный асботекстолит).

Красители вводят в пластмассы для придания декоративных качеств.

6.2 Специфические свойства пластмасс

Пластмассы обладают малой плотностью; высокой водо- и химической стойкостью (многие являются водо- и паронепроницаемыми); химическое строение и физическая структура обуславливают малую теплопроводность; являются хорошими звукоизоляторами; многие обладают высокой светопрозрачностью; прочность меняется в широком диапазоне (временное сопротивление колеблется от 30 до 480МПа, наибольшей прочностью обладают конструкционные стеклопластики).

6.3 Особенности пожарной опасности строительных пластмасс

Пластмассы обладают низкой устойчивостью к температурным воздействиям. Хотя пластические массы в меньшей степени, чем полимеры обладают значительным снижением прочности при нагревании.

Наиболее стабильными при повышении температуры являются свойства кремнийорганических стекловолокнитов.

Одним из показателей термической стойкости служит величина потери массы при нагревании. Потеря массы только на 6-8% вызывает большую потерю прочности.

Числовые значения, параметров характеризующих пожарную опасность пластмасс, зависят в первую очередь от входящего в их состав полимерного связующего, затем от вида и количества наполнителей и технологических добавок. Кроме этого 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).

Анализ гибели людей при пожарах показал, что главной причиной вызывающей смерть, является отравление оксидом углерода.

6.4 Способы снижения пожарной опасности полимерных строительных материалов

Введение наполнителей. Минеральные наполнители в составе полимерных материалов 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 – это низко- и высокомолекулярные соединения, способные к реакциям полимеризации, поликонденсации и полиприсоединения.

К инертным антипиренам относятся следующие группы:

1. Неорганические вещества – элементарный фосфор, фосфат или полифосфат аммония, гидроксид алюминия, сульфиды фосфора и бура, сульфаты, нитраты и т.п.
2. Низкомолекулярные галоидосодержащие органические соединения ациклического, алициклического или ароматического строения.
3. Низкомолекулярные фосфорорганические соединения – эфиры фосфорной, фосфоновой или фосфиновой кислот.
4. Высокомолекулярные галоид- и фосфоросодержащие соединения.
5. Органические азотосодержащие вещества, соединения бора, сурьмы и олова.

Огнезащитные покрытия, наносимые на полимерные материалы в настоящее время, имеют ограниченное применение.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, АКУСТИЧЕСКИЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

6.5 Теплоизоляционные материалы

Теплоизоляционными называют материалы, обладающие малой теплопроводностью 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, 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 увеличением влагосодержания повышается теплопроводность материалов, т.к. теплопроводность воды значительно выше, чем воздуха.

Классифицируют теплоизоляционные материалы и изделия из них по различным признакам, например по виду исходного сырья: органические и неорганические.

6.5.1 Неорганические теплоизоляционные материалы:

Минераловатные изделия. Минеральная вата – состоит из тонких стекловидных волокон,

получаемых путем распыления жидкого расплава горных пород или металлургических шлаков.

Материалы на основе стекла. Стекланная вата – из сырья служащего для изготовления стекла и из расплава стекляннного боя (прочнее волокон минеральной ваты). Ячеистое стекло – высокопористый материал, получаемый обжигом при температуре 900-1000°C смеси стекляннного порошка и газообразователя (известняк, кокс, антрацит).

Материалы на основе вспученного перлита. Вспученный перлит – сыпучий материал получаемый путем обжига (1-2 мин.) водосодержащей горной породы при температуре 700-1250°C.

Вермикулитовые изделия. Вспученный вермикулит – сыпучий зернистый материал, получаемый путем обжига (3-5 мин.) при температуре 800-1000°C минерала вермикулита (природные гидратированные слюды).

Вулканический пепел, песок, пемза, туф. Пористые горные породы. Используют в качестве теплоизоляционных засыпок и набивок, а также в виде плит, блоков для теплоизоляции зданий.

Плиты и маты из волокон базальта и кремнезема.

6.5.2 Пожарная опасность неорганических теплоизоляционных материалов

Материалы на неорганической основе относятся к группе негорючих материалов. Исключение составляют плиты с использованием органических связующих. Их горючесть зависит от вида и количества связующего.

Горючесть минераловатных изделий зависит от вида и количества связующего вещества: негорючие (НГ) – глина или горючие связующие при содержании до 6% по массе; горючие (Г1, Г2) – 7-15%; горючие (Г3, Г4) – более 15%.

Особенностью поведения в условиях пожара неорганических теплоизоляционных материалов является потеря структурной целостности и снижение, а порой и полная утрата теплоизолирующих свойств.

6.5.3 Органические теплоизоляционные материалы

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

Древесно-волоконистые плиты (ДВП) – изготавливают из отходов древесины путем формования и пропитки синтетическими смолами.

Древесно-стружечные плиты (ДСП) – изготавливают путем горячего прессования древесных стружек, пропитанных полимерным связующим.

Фибролит – спрессованные и затвердевшие плиты из древесных стружек, обработанных минерализаторами, с минеральным вяжущим веществом.

Торфоплиты – сырьем служит молодой торф, еще не перегнивший торф, с большим количеством мха. Плиты получают горячим прессованием при температуре 120-150°C.

Строительный войлок – изготавливают из низких сортов шерсти с добавлением льняной пакли и клеящих веществ.

Пакля – спутанные волокна отходов обработки льна, конопли.

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

Газонаполненные пластики.

6.5.4 Пожарная опасность органических теплоизоляционных материалов

Материалы на органической основе относятся к группе горючих материалов.

ДВП – горючи (Г4), легко загораются и горят даже под слоем штукатурки или другого облицовочного материала.

ДСП – горючи (Г4), их пожарные свойства определяются видом связующего и древесных опилок.

Торфоплиты – горючи (Г4), горят открытым пламенем и интенсивно переугливаются, что затрудняет тушение пожара.

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

Пахлая – легко воспламеняющийся материал (Г4).

Камышит и соломит – горючи (Г4), для защиты их от возгорания, гниения и грызунов оштукатуривают.

6.6 Акустические материалы.

Материалы, обладающие свойствами поглощать звук, называют *звукопоглощающими*, а способные изолировать помещения от проникновения звука – *звукоизоляционными*. Акустические материалы классифицируют по характеру строения, виду сырья, объемной массе.

Звукоизоляционные материалы применяют в виде прослоек в междуэтажных перекрытиях, во внутренних и наружных стенах. К ним относят маты и плиты полужесткие стекловатые на синтетическом вяжущем, древесно-волоконистые плиты и эластичные пластмассы.

В качестве звукопоглощающих широко применяют минераловатные плиты на синтетическом вяжущем – акмигран, акминит (материал из гранулированной минеральной ваты и крахмального связующего с добавками, его применяют в качестве звукопоглощающей отделки потолков и верхней части стен общественных зданий).

6.7 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, т.к. 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 рулонные 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 два вида: покровные (получают путем пропитки основы битумом или дегтем и нанесения на поверхность покрытия из вяжущего с минеральным наполнителем – рубероид) и беспокровные (без минеральных покрытий – пергамин). Толь выпускают как покровный так и беспокровный.

Пожарная опасность гидроизоляционных материалов

Битумные и дегтевые материалы являются горючими (Г3-Г4), поскольку их изготавливают на горючих вяжущих веществах и заполнителях. Показательными характеристиками этих материалов являются температуры воспламенения, самовоспламенения и вспышки.

Нефтяные битумы $t_{вос}=184-270^{\circ}\text{C}$; $t_{сам}=285-351^{\circ}\text{C}$; $t_{вспл}=368-397^{\circ}\text{C}$. Битумы при нанесении на шлаковату склонны к самовозгоранию.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные виды пластмасс, применяемых в строительстве.
2. Строение и состав пластмасс
3. Основные свойства пластмасс
4. Особенности пожарной опасности пластмасс.
5. Способы снижения пожарной опасности пластмасс
6. Неорганические теплоизоляционные материалы и их поведение в условиях пожара.
7. Пожарная опасность органических теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов.
8. Акустические материалы и их пожарная опасность
9. Гидроизоляционные материалы и их пожарная опасность

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Загинацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
3. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность материалов для строительства. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко. – М.: Пожарнаука, 2009. – 217 с.
3. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность строительных материалов. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин М.: Пожарнаука, 2005. – 232 с.

Лекция 7

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

7.1 Изгибаемые железобетонные элементы

К изгибаемым элементам относятся плиты и балки. Они могут быть самостоятельными конструкциями или входить в состав каркаса, покрытия, подпорной стены, доковых конструкций и др.

7.1.1 Железобетонные плиты

Плиты – это плоские конструкции, толщина которых значительно меньше длины и ширины. Различают плиты – опертые по контуру и балочные.

Плита, опирающаяся четырьмя сторонами и имеющая отношение сторон меньше 2 (она изгибается в двух направления) называется опертой по контуру [10].

Плиту, имеющую отношение сторон больше 2 (изгибается вдоль короткой стороны) или опертую по двум противоположным сторонам, называют балочной.

Монолитные плиты прямоугольного сплошного сечения армируют ненапрягаемой арматурой в виде сеток, состоящих из рабочих и распределительных стержней.

Сборные плиты армируют плоскими сварными сетками и каркасами, которые объединяют в один пространственный каркас.

Сборно-монолитные плиты состоят из сборных элементов и монолитных частей, бетонированных на строительной площадке .

Плиты по форме поперечного сечения изготавливают сплошными, с круглыми или овальными пустотами, ребристыми с ребрами вверх или вниз.

Плиты длиной 6 м. и более изготавливают предварительно напряженными. Предварительно напряженная арматура не входит в каркас, а располагается отдельно.

Для перекрытий общественных и производственных зданий разработаны конструкции предварительно напряженных плит: многопустотные плиты, плиты типа ТТ, коробчатые и ребристые плиты.

Многопустотные плиты имеют пролеты 9 и 12 м, диаметр круглых пустот 219 мм.

Плиты типа ТТ представляют собой две тавровые балки с общей полкой.

Плиты коробчатого сечения – тонкостенные длиномерные элементы с пустотами прямоугольного сечения, которые могут использоваться для коммуникаций и воздуховодов.

7.1.2 Железобетонные балки

Железобетонные балки бывают однопролетными и многопролетными; по способу изготовления - сборными, монолитными и сборно-монолитными; по очертанию – прямоугольные, тавровые, двутавровые и трапециевидными [3].

Характерными сечениями предварительно напряженных балок являются тавровое и двутавровое.

В поперечном сечении рабочую арматуру размещают в растянутой зоне сечения в один, два и более рядов, продольную рабочую арматуру укладывают в растянутых зонах, согласно эпюрам изгибающих моментов. Кроме этого в балках устанавливают монтажную арматуру для крепления поперечной и образования арматурных каркасов.

Балки, входящие в состав сборного балочного перекрытия, поддерживающие панели, называются ригелями. Ригели могут опираться на колонны или несущие стены.

Ригели, длиной менее 6 м выполняют без предварительного напряжения, более 6 м - предварительно напряженными.

Для обеспечения неразрезности ригеля и пространственной жесткости сооружения стыки ригелей выполняют жесткими и рассчитывают на восприятие изгибающего момента и поперечной силы. Их размещают у боковой грани колонны, при этом ригели опираются на выпущенные из колонны консоли.

7.2 Сжатые железобетонные элементы

К сжатым элементам относятся колонны зданий и сооружений, стойки эстакад, верхние пояса и сжатые элемента решеток ферм, элементы арок и т.д.

Железобетонные элементы могут испытывать воздействие продольной сжимающей силы, действующей центрально (по оси элемента), сжимающей силы, приложенной внецентренно с фиксированным эксцентриситетом или совместное действие центрально-сжимающей силы и изгибающего момента [3].

Поперечное сечение сжатых элементов назначают в зависимости от условий их работы. Для элементов, сжатых со случайными эксцентриситетами, применяют в основном сечение квадратное, круглое или многоугольное. Поперечное сечение элементов, работающих с расчетными эксцентриситетами, развивают в направлении действия изгибающего момента и принимают прямоугольными, тавровыми и двутавровыми.

В зависимости от особенностей армирования сжатые элементы различают:

- по виду продольного армирования – с гибкой продольной арматурой и хомутами, с жесткой несущей продольной арматурой;
- по виду поперечного армирования – с обычным армированием, с косвенной арматурой.

Продольную арматуру ставят по расчету, она воспринимает часть нагрузки, действующей на элемент. Поперечная арматура (хомуты) предназначена для обеспечения проектного положения арматуры, для предотвращения выпучивания продольных стержней при действии внешней нагрузки и препятствия развития поперечных деформаций элемента.

7.3 Растянутые железобетонные элементы

По характеру работы элементы конструкций или их сечения бывают центрально- или внецентренно растянутыми.

Элементы, у которых растягивающая сила действует по продольной оси, работают на центральное растяжение. К ним относятся: нижние пояса и нисходящие раскосы ферм, затяжки и подвески арок, стенки резервуаров и напорных трубопроводов, испытывающих внутреннее давление жидкости при отсутствии давления грунта и др.

Центрально-растянутые элементы армируют отдельными стержнями или сварными каркасами с равномерным размещением рабочей арматуры по сечению [6].

Внецентренно растянутые элементы одновременно испытывают действие продольной силы и изгибающего момента. К ним относят: стенки прямоугольных в плане резервуаров и бункеров, нижние пояса ферм и затяжки арок с внеузловой нагрузкой, напорные подземные трубопроводы и др.

Растянутые элементы применяют, как правило, предварительно напряженными.

7.4 Предварительно напряженные железобетонные элементы

Предварительно напряженными называют конструкции, в которых до приложения эксплуатационных нагрузок, в процессе изготовления искусственно создаются значительные сжимающие напряжения в бетоне и растягивающие в арматуре. Начальные сжимающие напряжения создаются в тех зонах бетона, которые впоследствии под действием нагрузки будут испытывать растяжение [4].

Предварительно напряженные конструкции работают под нагрузкой без трещин или с ограниченным по их ширине раскрытием.

Предварительно напряженные конструкции изготавливаются двумя способами: натяжением арматуры на упоры до бетонирования или натяжением ее на бетон (забетонированная конструкция).

В изгибаемых элементах продольную рабочую арматуру располагают по всей ширине нижней полки сечения пустотных панелей и в ребрах ребристых плит. Напрягаемая арматура в каркасы не включается [3].

Сплошные плиты из тяжелого и легкого бетонов армируют продольной напрягаемой арматурой и сварными сетками.

Для предварительно напряженных балок наиболее распространенными сечениями являются двутавровые и тавровые с развитыми растянутой и сжатой полками.

Вопросы для самоконтроля

1. Железобетонные плиты
2. Железобетонные балки
3. Сжатые железобетонные элементы
4. Растянутые железобетонные элементы
5. Предварительно напряженные железобетонные элементы

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Дукарский, Ю.М.** Инженерные конструкции [Текст]: учебник для вузов / Ю.М. Дукарский, Ф.В. Расс, В.Б. Семенов. – М.: КолосС, 2008. – 364 с. – ISBN 978-5-9532-0459-0.
2. **Орлова, С. С.** Архитектура промышленных зданий [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, Т. И. Болуто. – С.: Саратовский источник, 2011. – 200 с. – ISBN 978-5-91879-119-6.
3. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1

б) дополнительная литература

1. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.2. Архитектурные конструкции многоэтажных зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, Р. И. Даумова и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 247 с.
2. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.1: Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, А. Б. Марцинчик и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 246 с.
3. **Кутухтин, Е. Г.** Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений [Текст]: учебное пособие / Е. Г. Кутухтин, В. А. Коробков. – М.: Архитектура-С, 2007. – 272 с.

Лекция 8

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

8.1 Колонны

Колонны бывают центрально- и внецентренно сжатыми.

Центрально-сжатые применяются для поддержания междуэтажных перекрытий и покрытий здания, в рабочих площадках, путепроводах, эстакадах и др.

Внецентренно сжатые устраивают в каркасах производственных зданий [10].

Колонны могут быть постоянного сечения по высоте и ступенчатые двухветвевые.

Колонны постоянного сечения выполняют из прокатных сварных двутавров с консолями для опирания подкрановых балок. Их устанавливают в бескрановых зданиях, зданиях высотой до 9,6 м с мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т.

Ступенчатые двухветвевые предназначены для зданий высотой до 18 м, с крановым оборудованием до 125 т. Надкрановая часть колонны выполняется из двутавра, подкрановая состоит из двух ветвей, соединенных решеткой.

Нижняя часть колонн завершается «башмаком» - расширением, состоящим из вертикальных ребер и опорной плиты.

По конструкции колонны могут быть сплошные или сквозные.

Сплошные могут быть прокатными или составными, образованными из нескольких прокатных профилей или листов соединенных сваркой.

Сквозные выполняют из двух прокатных профилей, соединенных в плоскостях полков планками или решетками.

8.2 Фермы

Фермы – решетчатые конструкции, работающие преимущественно на изгиб. Жесткость узлов незначительно влияет на работу стержней, поэтому эти конструкции рассматриваются как шарнирно-стержневые системы [4].

Для устройства плоских покрытий используют фермы с параллельными поясами с шагом 6 и 12 м, для устройства скатного покрытия – треугольные фермы с шагом 6 м. элементы ферм изготавливают из уголков или тавров, соединяемых в узлах электросваркой.

Фермы бывают легкими и тяжелыми. Легкие выполняют с помощью одной фасонки или без фасонки, у тяжелых – каждый угол образован с помощью двух и более параллельно расположенных фасонных ставков, а стержни имеют двустенчатое сечение.

8.3 Балки и балочные конструкции

Стальные балки, работающие на изгиб, широко применяют в конструкциях покрытий и междуэтажных перекрытий зданий, различного назначения, в виде подкрановых балок производственных зданий, в мостах, эстакадах, конструкциях гидротехнических затворов, шлюзов и др.

Составные балки применяют в тех случаях, когда прокатные балки не обладают достаточной мощностью. Наиболее распространены сварные балки, образуемые из трех листов вертикального (стенка) и двух горизонтальных (полки), которые приваривают к стенке [11].

Систему несущих балок, образующих конструкцию, называют балочной клеткой. Применяют три типа балочных клеток:

- упрощенную, где нагрузка передается через настил на балки настила, располагаемые обычно параллельно меньшей стороне и через них на стены или другие несущие конструкции;

- нормальную, где нагрузка с настила передается на балки настила, которые передают ее на главные балки, опирающиеся на колонны, стены или другие несущие конструкции;

- усложненную, где вводят дополнительные второстепенные балки, располагаемые между балками настила и главными балками, передающими нагрузку на колонны.

Прокатные балки используют двутаврового и швеллерного профиля. Применение двутавра более рационально в виду его симметрии. Швеллер в следствие асимметрии и расположения центра изгиба за внешней гранью стенки, подвержен скручиванию, но удобен для прикрепления к другим элементам, кроме этого он лучше работает на кривой изгиб. Поэтому он является основным профилем для прокатных прогонов скатных кровель.

8.4 Стальные листовые конструкции

Стальные листовые конструкции применяют для хранения, перевозки, технологической переработки и перегрузки жидких, газообразных или сыпучих материалов [1].

В зависимости от назначения к ним относят:

- резервуары для хранения жидкостей (нефти, нефтепродуктов, воды, спирта, кислот, сжиженных газов и др.);

- газгольдеры для хранения газов и выравнивания их составов;

- бункера и силосы для хранения и перегрузки сыпучих тел (угля, песка, цемента, известняка и др.);

- трубопроводы большого диаметра для транспортирования воды, сыпучих материалов и газов на предприятиях;

- специальные технологические установки химических и нефтеперерабатывающих заводов.

Листовые конструкции изготавливают из листовой стали и алюминиевых сплавов.

По форме распространены конструкции цилиндрические, конические, сферические и другие оболочки вращения. Их получают путем сварки отдельных листов встык (при толщине 5 мм и менее допустимо внахлестку).

Вопросы для самоконтроля

1. Металлические каркасы
2. Металлические колонны
3. Металлические фермы
4. Металлические балки и балочные конструкции
5. Стальные листовые конструкции

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Дукарский, Ю.М.** Инженерные конструкции [Текст]: учебник для вузов / Ю.М. Дукарский, Ф.В. Расс, В.Б. Семенов. – М.: КолосС, 2008. – 364 с. – ISBN 978-5-9532-0459-0.
2. **Орлова, С. С.** Архитектура промышленных зданий [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, Т. И. Болуто. – С.: Саратовский источник, 2011. – 200 с. – ISBN 978-5-91879-119-6.
3. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1.

б) дополнительная литература

1. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.2. Архитектурные конструкции многоэтажных зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, Р. И. Даумова и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 247 с.
2. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.1: Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, А. Б. Марцинчик и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 246 с.
3. **Кутухтин, Е. Г.** Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений [Текст]: учебное пособие / Е. Г. Кутухтин, В. А. Коробков. – М.: Архитектура-С, 2007. – 272 с.
4. СНиП П-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М., 2011.

Лекция 9

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

9.1 Балки

Наиболее распространены балки, склеенные из досок – **дощато-клееные**. Их применяют в качестве основных несущих конструкций в покрытиях зданий и балочных системах других сооружений при пролетах от 6 до 15-18 м, реже 24 и 30 м.

Балки бывают прямолинейные постоянной высоты, двускатные или односкатные с нижней горизонтальной гранью, двускатные ломанного очертания или гнутоклееным участком в коньке.

Когда требуется обеспечить минимальную высоту балки, применяют армированные балки.

Армированные балки – это конструкции прямоугольного сечения из досок, склеенных плашмя, в крайние наиболее напряженные зоны которых вклеены стержни стальной арматуры периодического профиля класса А400 диаметром 12...25 мм.

Клеефанерные балки применяются в пролетах до 12-15 м, состоят из фанерных стенок, дощато-клееных поясов и ребер, склеенных между собой. По типу конструкции их разделяют на ребристые с плоской стенкой и волнистой стенкой. Благодаря волнистой форме стенка лучше сопротивляется потере устойчивости, чем плоская, и не требует укрепления промежуточными ребрами жесткости [5].

9.2 Арки и рамы

Арки и рамы бывают дощато-клееными и клеефанерными заводского производства, из цельной древесины (брусьев или бревен) построечного типа. Арки и рамы – распорные конструкции (распор – горизонтальная составляющая их опорных реакций, воспринимается металлической затяжкой или передается на фундаменты).

Арки – наиболее экономичные типы конструкций при больших пролетах до 80-100 м и более [13].

Дощато-клееные арки подразделяют:

- по статической схеме на двух- и трехшарнирные;
- по очертанию на треугольные, криволинейные (круговые), стрельчатые;
- по конструктивному решению на сплошные прямоугольного, двутаврового или коробчатого сечения и сквозные с решетчатыми полуарками.

Дощато-клееные рамы по статической схеме менее рациональны чем арки. Их применяют в пролетах не более 18-24 м. Положительное качество рам – соответствие очертанию поперечника здания и жесткость в своей плоскости.

9.3 Деревянные фермы

Деревянные безраспорные балочные фермы используют в покрытиях зданий, мостовых переездах и переходах, плотинах и других гидротехнических сооружениях, при пролетах 9...36 м. (до 50 м).

Обычно их проектируют однопролетными шарнирно опертыми или консольными.

Фермы подразделяют:

- по способу производства на заводского и построечного изготовления;

- по очертанию на треугольные, трапециевидные, многоугольные, сегментные, линзообразные с параллельными поясами;
- по виду материала на деревянные и металлодеревянные, выполненные из цельных или клееных деревянных элементов;
- по типу узловых соединений – на врубках, нагелях, клеештыревых соединениях и др.

В металлодеревянных фермах заводского изготовления верхний пояс и сжатые элементы решетки выполняют из древесины, а растянутые стержни нижнего пояса и решетки – из легких металлических профилей (или круглой стали), что позволяет повысить надежности и уменьшить деформативность конструкций [2].

Вопросы для самоконтроля

1. Деревянные каркасы
2. Деревянные балки
3. Деревянные арки и рамы
4. Деревянные фермы

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Дукарский, Ю.М.** Инженерные конструкции [Текст]: учебник для вузов / Ю.М. Дукарский, Ф.В. Расс, В.Б. Семенов. – М.: КолосС, 2008. – 364 с. – ISBN 978-5-9532-0459-0.
1. **Орлова, С. С.** Архитектура промышленных зданий [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, Т. И. Болуто. – С.: Саратовский источник, 2011. – 200 с. – ISBN 978-5-91879-119-6.
2. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затиначкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1

б) дополнительная литература

1. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.2. Архитектурные конструкции многоэтажных зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, Р. И. Даумова и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 247 с.
2. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.1: Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, А. Б. Марцинчик и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 246 с.
3. **Кутухтин, Е. Г.** Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений [Текст]: учебное пособие / Е. Г. Кутухтин, В. А. Коробков. – М.: Архитектура-С, 2007. – 272 с.

Лекция 10

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ПЛАСТМАСС

В строительстве наибольшее применение нашли стеклопластики и древесные пластики. Стеклопластики представляют собой пластмассы, состоящие из стеклянного наполнителя и связующего. В качестве последнего используют обычно ненасыщенные полиэфирные, эпоксидные и фенолоформальдегидные смолы, а также некоторые термопласты. Наполнители в настоящее время используются главным образом стекловолокнистые, свойствами которых во многом определяются физико-механические характеристики стеклопластиков.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что использование стеклопластиков в строительстве имеет немало технико-экономических преимуществ, благодаря которым они используются в строительстве главным образом в виде ограждающих конструкций (стеновые и кровельные панели), несущих строительных конструкций, архитектурно-строительных деталей и изделий, санитарно-технических изделий, декоративно-облицовочных материалов, арматуры и опалубки для бетонных конструкций.

10.1 Ограждающие конструкции

В качестве ограждающих конструкций из листовых стеклопластиков наибольшее применение нашли плоские и волнистые полиэфирные стеклопластики, бесцветные или окрашенные в различные цвета.

Такие материалы используются в большинстве случаев для покрытия промышленных зданий и сооружений.

Плоские и волнистые листы из стеклопластиков (непрозрачные и прозрачные) целесообразно применять при строительстве взрывоопасных помещений, а также зданий и сооружений, расположенных в сейсмических районах. Такие синтетические материалы при разрушении не дают осколков и имеют небольшую массу по сравнению с другими строительными материалами [8].

Стеклопластики на полиэфирных смолах применяют для стеновых и кровельных панелей неотапливаемых зданий, трехслойных панелей, различных профильных изделий, а также в качестве защитного покрытия железобетонных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред, а также периодическим замораживанию и оттаиванию, например градирен. Защитное покрытие в этом случае наносят на поверхность элементов методом контактного формования или напылением. Долговечность железобетонных конструкций с защитным покрытием увеличивается в несколько раз [12].

В строительстве промышленных, общественных и сельскохозяйственных зданий и сооружений прозрачные листовые кровельные материалы из стеклопластиков в сочетании с другими кровельными и стеновыми материалами используются для устройства отдельных прозрачных участков кровли и стен. Благодаря применению прозрачных стеклопластиков стало возможным значительно упростить конструкцию фонарей многопролетных промышленных зданий.

10.2 Несущие (пространственные) конструкции

Наиболее эффективны несущие конструкции из пластмасс — оболочки покрытия. Объясняется это следующими факторами.

Оболочкам из пластмасс можно придавать любую пространственную форму, что не вызывает практических затруднений, благодаря легкости формования. Элементы оболочек могут быть изготовлены серийно на заводах, что отвечает требованиям индустриализации [1].

По геометрическому признаку оболочки можно разделить на следующие основные группы: оболочки на плоской основе; оболочки одинарной кривизны; оболочки двойной кривизны; двухпоясные оболочки.

Материалом для оболочек служат стеклопластики и трехслойные панели. Используя светопропускаемые и глухие элементы, оболочки выполняют светопропускаемыми, не светонепроницаемыми или комбинированными. Сборные элементы имеют плоскую или изогнутую в соответствии с кривизной оболочки форму самого различного очертания [6].

В оболочках покрытий благодаря совмещению несущих и ограждающих функций материал используется как правило более выгодно, чем в плоских конструкциях. В пространственных конструкциях при одних и тех же пролетах возникают значительно меньшие изгибающие моменты, чем в плоских. Относительный недостаток пространственных конструкций — их более сложный монтаж, особенно конструкций, состоящих из криволинейных элементов. Из пластмасс, используемых для изготовления пространственных конструкций, преимущественное распространение получили стеклопластики и пенопласты.

Оболочки покрытий для неотапливаемых зданий и сооружений выполняют из стеклопластика. Толщина таких оболочек исчисляется миллиметрами, поэтому в подавляющем большинстве случаев их собственный вес не превышает 20 кг на 1 м² перекрываемой площади, что в 10—12 раз меньше, чем железобетонной оболочки при аналогичном пролете. Элементы оболочек из пластмасс в основном соединяются на болтах. Реже применяют соединения на клеях, а также в сочетании с болтами, винтами, заклепками.

10.3 Конструкционно-отделочные пластмассы.

К ним относятся плитные и листовые материалы: древесно-стружечные плиты, древесно-слоистые пластики, сверхтвердые древесно-волокнистые плиты, стеклопластик и другие материалы, а также формованные элементы для архитектуры малых форм: киосков, павильонов и т. п.

Большая доля полимерных материалов строительного назначения — материалы для полов.

Материалы для полов могут быть в виде рулонных покрытий (линолеумов и ворсовых (ковровых) покрытий), плиток и жидковязких составов, используемых для получения бесшовных покрытий пола.

Новый вид плиточных покрытий — ламинат — крупноразмерные плитки из твердой древесно-волокнистой плиты, имеющие с лицевой стороны декоративное полимерное покрытие (например, имитирующее паркет) с высокой износостойкостью.

Отделочные материалы на основе пластмасс могут быть листовыми, пленочными, погонажными и окрасочными.

Декоративные пленочные материалы — один из наиболее перспективных видов пластмасс для внутренней отделки. Различают отделочные пленки безосновные и с подосновой (бумажной, тканевой).

Безосновные пленки используют для отделки древесины, древесно-волоконистых плит, асбестоцементных листов и др.

Пленки на основе — рулонный отделочный материал, в котором цветная, обычно поливинилхлоридная, пленка сдублирована с бумажной или тканевой подосновой. Примером такого материала могут служить моющиеся обои [1].

Пленки для натяжных потолков — новый вариант пленочного отделочного материала. Такие пленки имеют высокую упругость и прочность и могут быть окрашены в любые цвета. Их с большим усилием натягивают и закрепляют на арматуре, установленной на стене.

Листовые полимерные облицовочные материалы, имитирующие, например, кирпичную кладку, кладку из природного камня, изготавливают из композиций на основе термопластов. Необходимая текстура образуется путем горячего прессования листов-полуфабрикатов, которые могут быть окрашены как в массу, так и по поверхности.

Погонажные изделия — длинномерные изделия разнообразных профилей: плинтусы, рейки, поручни для лестниц, раскладки для крепления листовых материалов, нащельники и т. п. Получают погонажные изделия главным образом из поливинилхлорид-ных композиций методом экструзии.

10.4 Теплоизоляционные и гидроизоляционные полимерные материалы

Теплоизоляционные полимерные материалы — самые эффективные теплоизоляционные материалы с пористостью более 90 %. Они могут быть в виде плит или других изделий, а также в виде жидких композиций, вспениваемых и отверждаемых на месте укладки.

Использование полимеров для получения кровельных, гидроизоляционных и санитарно-технических материалов и изделий базируется на их высокой водостойкости и коррозионной стойкости. При получении кровельных и гидроизоляционных материалов полимеры используют в роли: — модификаторов традиционных битумных материалов; — самостоятельных материалов в виде пленок, мембран и мастичных составов [1].

Полимерные трубы с каждым годом находят все более широкое применение в строительстве, вытесняя традиционные стальные и чугунные. Пластмассовые трубы легче металлических в 4...5 раз при одинаковой пропускной способности. Они не покрываются отложениями и не корродируют даже в воде с агрессивными веществами. Благодаря низкой теплопроводности вода в пластмассовых трубах имеет меньше шансов замерзнуть; при этом даже в случае замерзания труба не лопается благодаря пластичности пластмассы.

Вопросы для самоконтроля

1. Ограждающие конструкции из пластмасс
2. Несущие (пространственные) конструкции из пластмасс
3. Конструкционно-отделочные пластмассы
4. Полимерные теплоизоляционные материалы
5. Полимерные гидроизоляционные материалы

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

4. **Дукарский, Ю.М.** Инженерные конструкции [Текст]: учебник для вузов / Ю.М. Дукарский, Ф.В. Расс, В.Б. Семенов. – М.: КолосС, 2008. – 364 с. – ISBN 978-5-9532-0459-0.

б) дополнительная литература

4. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.2. Архитектурные конструкции многоэтажных зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, Р. И. Даумова и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 247 с.
5. **Дыховичный, Ю.А.** Архитектурные конструкции. Кн.1: Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий [Текст]: учебное пособие. / Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек-Казиев, А. Б. Марцинчик и др. – М.: Архитектура-С, 2012. – 246 с.
6. **Кутухтин, Е. Г.** Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений [Текст]: учебное пособие / Е. Г. Кутухтин, В. А. Коробков. – М.: Архитектура-С, 2007. – 272 с.

Лекция 11

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В условиях пожара строительные конструкции могут разрушаться в течение нескольких часов или минут. Устойчивость строительных конструкций к воздействию пожара влияет и на процесс тушения пожара. Обрушение конструкций представляет большую опасность персонала объекта и для пожарных. При полном обрушении тушение пожара становится бесполезным.

В настоящее время параллельно действуют старая пожарно-техническая классификация и новая.

По **старой классификации** строительные конструкции характеризовались огнестойкостью – их способностью в условиях пожара сохранять несущие и ограждающие функции и 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. Показателями огнестойкости являются пределы огнестойкости строительных конструкций, а пожарную опасность конструкций оценивает класс их пожарной опасности.

11.1 Пределы огнестойкости строительных конструкций

Предел огнестойкости строительной конструкции – это время в минутах от начала огневого испытания (начала пожара) до наступления одно из предельных состояний по огнестойкости.

Различают **три предельных состояния по огнестойкости**:

1. Потеря несущей способности (R) характеризующаяся обрушением конструкции или возникновением предельных деформаций, недопустимых для дальнейшей эксплуатации конструкции.
2. Потеря теплоизолирующей (ограждающей) способности (I), характеризующаяся повышением температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140°C или в любой точке этой поверхности более чем на 180°C в сравнении с температурой конструкции до испытания или более 220°C в какой либо точке независимо от первоначальной температуры конструкции.
3. Потеря целостности конструкции (E), проявляющаяся в возникновении сквозных трещин или отверстий, через которые в смежное помещение проникают продукты горения или пламя.

Пределы огнестойкости запроектированных или реально существующих конструкций принято называть **фактическими $P_{ф}$** , а нормируемые – **требуемыми $P_{тр}$** .

Требование безопасности считается выполненным при соблюдении условия

$$P_{ф} \geq P_{тр}$$

11.2 Методы определения пределов огнестойкости

Требуемые пределы огнестойкости определяются в зависимости от требуемой степени огнестойкости здания по СНИП. Фактические – определяются двумя способами: огневыми испытаниями *REI* и расчетно *RI*.

Удобным является использование накопленного банка данных по результатам ранее проведенных испытаний.

Наиболее надежными являются **огневые испытания**. Для этого конструкцию, выполненную в натуральную величину, устанавливают, опирают и нагружают в соответствии с положением и нагружением ее в здании. Испытания проводят в огневых печах, в которых поддерживается температурный режим «стандартного» пожара. В ходе испытания фиксируется время с момента начала эксперимента до момента наступления одного из предельных состояний по огнестойкости. Это время считается фактическим пределом огнестойкости.

11.3 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 рения, обугливания или оплавления за пределами зоны нагрева (в контрольной зоне) при 15 минутном испытании в огневой печи.

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

Суть огневых испытаний заключается 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.

Образцы ограждающих конструкций подвергаются одностороннему воздействию огня: наружные стены – со стороны помещения; внутренние стены и перегородки с несимметричным сечением отдельно с каждой стороны.

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 эксплуатации.

Испытания проводят при длительности огневого воздействия 15 мин \pm 5 с. После этого пламя в печи гасится, и не более чем через 3 мин. образец должен быть снят с печи или в зазор между образцом и огневой камерой должен быть возведен 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 – вверх, для горизонтальных – в каждую сторону).

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 конструкций характеризуется классами их пожарной опасности. Различают 4 класса пожарной опасности К0, К1, К2, К3.

При установлении класса учитывают следующие показатели:

- наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов;

- наличия пламенного горения газов и 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.

Строительные конструкции отвечают требованиям пожарной безопасности, если фактический класс пожарной опасности конструкций K_f равен или больше допустимого класса пожарной опасности конструкций $K_{дон}$.

Допускаемый класс регламентируется нормативными документами, фактический – определяется экспериментально на огневых установках.

Сущность метода огневого испытания заключается в тепловом воздействии на конструкцию в течение времени, определяемом требованиями к этой конструкции по огнестойкости, но не более 45 минут.

В процессе испытания регистрируют параметры:

- температура в огневой и тепловой камерах для определения наличия теплового эффекта;

- способность к воспламенению газов, выделяющихся при термическом разложении материалов образца;

- образование горящего расплава.

Осмотр и регистрацию повреждений производят после остывания образца. Размер повреждения измеряется в см; 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.

Класс пожарной опасности конструкций определяется таблицей по наименее неблагоприятному показателю.

Вопросы для самоконтроля

1. Пожарно-техническая классификация строительных конструкций
2. Пределы огнестойкости строительных конструкций. Предельные состояния.
3. Предельные состояния по огнестойкости для отдельных конструкций. Обозначение предела огнестойкости.
4. Сущность огневых испытаний для определения предела огнестойкости конструкций
5. Пределы распространения огня по строительным конструкциям
6. Суть огневых испытаний для определения пределов распространения огня по строительным конструкциям
7. Класс пожарной опасности конструкций

8. Сущность огневых испытаний по определению класса пожарной опасности конструкций

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
3. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
4. Собурь, С.В. **Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.**
5. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
7. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
8. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

Лекция 12

МЕТОДИКИ 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).

12.1 Методика экспертизы строительных конструкций по старой пожарно-технической классификации

1. По ведомственным или отраслевым нормам устанавливают требуемую степень огнестойкости здания в зависимости от назначения, площади, этажности, категории по взрывопожарной опасности и др. факторов.

2. На основании требуемой степени огнестойкости здания определяют требуемые пределы огнестойкости основных строительных конструкций и допускаемые пределы распространения огня по этим конструкциям.

3. Исходя из характеристики конструктивных элементов здания (толщина, размеры поперечного сечения, толщина защитного слоя бетона, класс арматуры и т.д.), согласно справочным документам находят фактические пределы огнестойкости конструкций и фактические пределы распространения огня по конструкциям.

4. Фактические пределы огнестойкости строительных конструкций сравнивают с требуемыми пределами огнестойкости, а фактические пределы распространения огня по конструкциям – с допускаемыми пределами распространения огня, после чего делают вывод о соответствии строительных конструкций требованиям пожарной безопасности.

12.2 Методика экспертизы строительных конструкций по новой пожарно-технической классификации

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 т.д.

2. На основании требуемой степени огнестойкости здания и требуемого класса конструктивной пожарной опасности здания находят требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций и допускаемые классы пожарной опасности строительных конструкций.

3. Оценивают опасность строительных материалов, используемых в конструкциях (горючесть Г, воспламеняемость В, распространение пламени РП, дымообразующая способность Д, токсичность Т), используя данные справочной литературы 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 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 опасности конструкций, после чего делают вывод о соответствии строительных конструкций требованиям пожарной безопасности.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ И ЕГО КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ ПОЖАРА

После пожара в здании проводится предварительное и детальное обследования.

Конструкции, получившие дефекты и повреждения по несущей способности и эксплуатационным свойствам могут быть отнесены к одному из следующих состояний:

Состояние 1 – нормальное. Усилия в элементах и сечениях не превышают допустимых по расчету. Дефекты и повреждения, препятствующие нормальной эксплуатации или снижающие несущую способность или долговечность, отсутствуют.

Состояние 2 – удовлетворительное. Конструкция по несущей способности и условиям эксплуатации соответствует состоянию 1, но имеются дефекты и повреждения, которые могут снизить долговечность конструкции. Необходимы мероприятия по защите конструкции.

Состояние 3 – непригодное к нормальной эксплуатации. Конструкция перегружена или имеются дефекты и повреждения, свидетельствующие о снижении ее несущей способности. Однако на основании поверочных расчетов и анализа повреждения можно гарантировать ее сохранность на период усиления (в необходимых случаях с разгрузкой, установкой страховочных опор или принятием других мер безопасности).

Состояние 4 – аварийное. То же, что и при состоянии 3, однако на основании поверочных расчетов и анализа дефектов и повреждений нельзя гарантировать сохранность конструкций на период усиления, особенно если возможен хрупкий характер разрушения. Необходимо не допускать людей в зоны возможного обрушения, провести немедленную разгрузку, устройство страховочных опор, ограждений и других мер безопасности.

Окончательные выводы о состоянии конструкции делают после анализа совокупности всех факторов.

Вопросы для самоконтроля

1. Оценка состояния здания и его конструкций после пожара
2. Методика экспертизы строительных конструкций по старой пожарно-технической классификации
3. Методика экспертизы строительных конструкций по новой пожарно-технической классификации

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
3. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
4. **Собурь, С.В.** **Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.**
5. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
7. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
8. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

Лекция 13

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

13.1 Понятие предельного состояния конструкции.

Основным методом расчета строительных конструкций для условий эксплуатации и монтажа является метод предельных состояний. Суть его заключается в установлении для конструкций предельных состояний и предупреждение этих состояний.

Предельным называется такое **состояние** конструкции, при достижении которого она перестает удовлетворять предъявляемым к ней требованиям в процессе эксплуатации или монтажа, т.е. конструкция теряет способность сопротивляться внешним воздействиям или получает недопустимые деформации.

Различают предельные состояния первой и второй групп.

Предельные состояния **первой группы** включают состояния, которые ведут к потере несущей способности или к полной непригодности конструкции к условиям ее эксплуатации:

- общая теория устойчивости формы;
- потеря устойчивости положения;
- разрушения любого характера;
- переход в изменяемую систему;
- качественное изменение конфигурации;
- состояния, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации в результате текучести материала, его ползучести, а также чрезмерных сдвигов в соединениях.

Предельные состояния **второй группы** включают состояние наступление, которых затрудняет нормальную эксплуатацию конструкции или ведут к ее недолговечности:

- недопустимые перемещения;
- образование или раскрытие трещин.

Расчет конструкций по предельным состояниям первой группы выполняется на действие расчетных нагрузок, второй группы – на действие нормативных нагрузок.

13.2 Несущая способность конструкции в условиях пожара.

Несущая способность конструкции в условиях пожара – это свойство конструкции сохранять свои функции, воспринимая собственный вес, приложенные нормативные нагрузки, а также температурные усилия, возникающие в условиях огневого воздействия.

Для несущих конструкций (колонны, балки, фермы, арки, рамы) предельным состоянием по огнестойкости является только потеря их несущей способности. В зависимости от вида материала и характера работы конструкции предельное состояние по огнестойкости может наступить в результате хрупкого разрушения материала или за счет развития больших необратимых деформаций.

13.3 Сущность теплотехнической и статической частей расчета огнестойкости.

Суть расчета предела огнестойкости конструкций заключается в определении времени, по истечении которого в условиях высокотемпературного воздействия при пожаре наступает одно из предельных состояний.

Для конструкций, выполняющих одновременно несущие и ограждающие функции, необходимо определить время от начала пожара до наступления предельного состояния по несущей и теплоизолирующей способностям, а за предел огнестойкости принять минимальное из полученных значений.

Предел огнестойкости ограждающей конструкции в результате потерь ее целостности определяется только экспериментальным путем.

Расчет предела огнестойкости строительных конструкций состоит из двух частей: теплотехнической и статической (прочностной).

Решение **теплотехнической части** позволяет определить предел огнестойкости из условия наступления предельного состояния по теплоизолирующей способности, что характерно для ограждающих конструкций.

В **статической части** вычисляют несущую способность конструкций, нагреваемых при пожаре, с учетом изменения прочностных свойств материалов при высоких температурах.

Схема расчета предела огнестойкости конструкции по потере ее несущей способности:

1. задаются отдельными периодами времени нагрева конструкции $\tau_1 \dots \tau_i$;
2. для заданных периодов времени теплотехническим расчетом определяют температуру в сечении конструкции;
3. статическим расчетом для этих же промежутков времени определяют несущую способность $\Phi_{tem1} \dots \Phi_{temi}$ конструкции с учетом изменения прочностных характеристик материала;
4. строится график снижения несущей способности конструкции во времени, $\Phi_{tem} - \tau$;
5. по графику определяется значение предела огнестойкости P_{ϕ} , т.е. времени, при достижении которого несущая способность конструкции снизится до величины внутренних силовых факторов N_n (M_n)- усилие и изгибающий момент – от нормативной нагрузки.

РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

Возможность расчетной оценки времени наступления предельных состояний по огнестойкости можно представить в виде трех основных схем.

Расчетная схема 1 используется для оценки предела огнестойкости по потере теплоизолирующей способности вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций (перегородки, плиты перекрытий, внутренние стены).

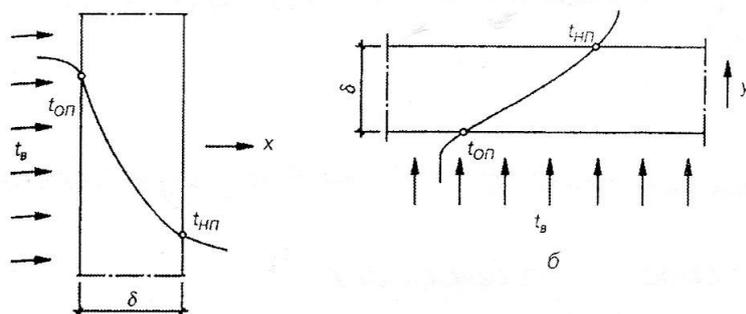


Рис. 1 Расчетная схема 1- по определению предела огнестойкости вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций

По этой схеме предел огнестойкости наступит в момент времени $\tau = \Pi_{\phi}$, когда при заданных условиях высокотемпературного воздействия и теплофизических характеристиках материала температура на необогреваемой поверхности t_{0n} , изменяясь от начального значения t_n станет равной допустимому значению.

Расчетная схема 2 используется для расчета предела огнестойкости незащищенных и защищенных металлических конструкций, а также железобетонных изгибаемых элементов. При этом решается задача по определению времени по истечению, которого на поверхности металлических конструкций или рабочей арматуры железобетонных конструкций установится критическая температура t_{cr} .

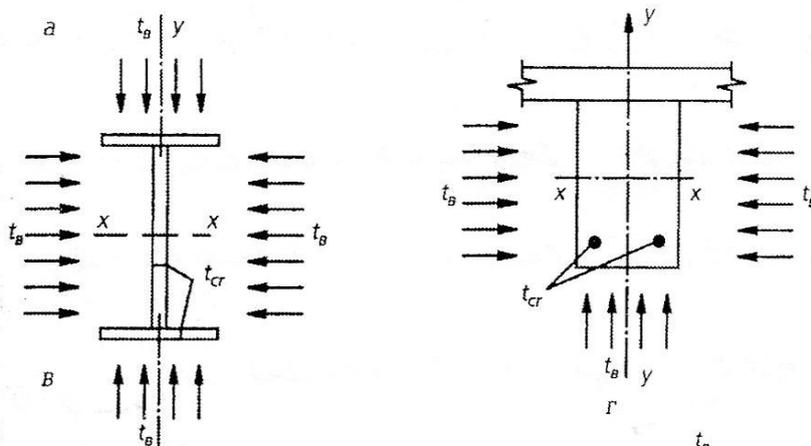


Рис. 2 Расчетная схема 2 - по определению предела огнестойкости металлической и железобетонной балок

Под критической температурой понимается температура конструкции или ее элемента, при достижении которой наступает предельное состояние по несущей способности.

Расчетная схема 3 используется для определения предела огнестойкости строительной конструкции по критической площади ее сечений, т.е. по потере несущей способности из-за уменьшения размеров расчетного сечения.

Она применяется для деревянных конструкций, размеры сечения которых уменьшаются в результате обугливания древесины и центрально-сжатых каменных и железобетонных конструкций.

Вследствие уменьшения размеров сечения (деревянных конструкций) напряжение в сечении увеличивается, а при достижении этих напряжений величины предела прочности прогретой древесины, конструкция утрачивает свою несущую способность.

При нагревании сжатых железобетонных элементов часть сечения прогревается выше температуры, при достижении которой бетон теряет свою прочность, что способствует уменьшению размеров сечения, способного воспринимать действующие нагрузки. Уменьшение размеров сечения приводит к снижению несущей способности каменных и железобетонных конструкций при пожаре.

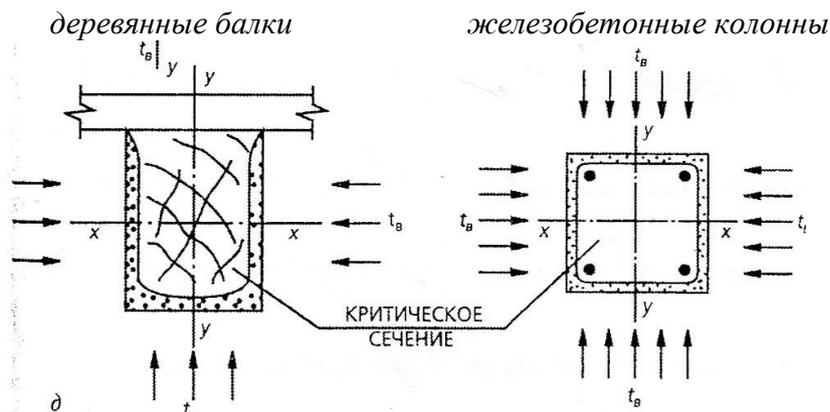


Рис. 3 Расчетная схема 3 - по определению предела огнестойкости деревянной балки и железобетонной колонны

Сечение при достижении которого, в результате действия температурного режима пожара наступает предельное состояние, называется **критическим**, а размеры этих сечений – критическими.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие предельного состояния конструкции
2. Общие принципы расчета огнестойкости строительных конструкций. Схема расчета.
3. Сущность теплотехнической части расчета огнестойкости
4. Сущность статической части расчета огнестойкости
5. Расчетная схема 1 определения предела огнестойкости строительной конструкции.
6. Расчетная схема 2 определения предела огнестойкости строительной конструкции.
7. Расчетная схема 3 определения предела огнестойкости строительной конструкции.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Орлова С. С.** Архитектурное проектирование зданий из железобетонных элементов с проверкой на огнестойкость. [Текст]: учебно-методическое пособие к курсовому проектированию и лабораторно-практическим занятиям / С.С. Орлова, Т.А. Панкова //, Издательский центр «Наука», Саратов, 2014 - 109 с. ISBN 978-5-9999-1991-5.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
3. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
4. **Собурь, С.В. Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.**
5. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
7. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
8. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

Лекция 14

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

14.1 Поведение изгибаемых элементов в условиях пожара.

Наиболее распространенными изгибаемыми элементами являются плиты и балки, которые могут быть самостоятельными конструкциями или входить в состав сложных конструкций.

14.1.1 Особенности поведения плит в условиях пожара

Плиты в зданиях выполняют одновременно ограждающие и несущие функции. В зависимости от места расположения плит для них будут различные предельные состояния по огнестойкости. Для плит покрытий предельным состоянием по огнестойкости является только потеря несущей способности (R). Для плит перекрытий предельными состояниями могут быть R – по потере несущей способности, E – теплоизолирующей, I – по потере целостности.

Многочисленные испытания показали, что предельным состоянием огнестойкости для большинства плит перекрытий является предельное состояние по потере несущей способности, а другие предельные состояния не успевают полностью проявиться за кратковременный период действия пожара.

Поскольку в условиях пожара плиты подвергаются воздействию высокой температуры снизу, уменьшение их несущей способности происходит в основном за счет снижения прочности нагреваемой растянутой арматуры. Сжатые бетон и арматура нагреваются слабо.

14.1.2 Особенности поведения балок в условиях пожара

Балочные конструкции в условиях пожара обогреваются с трех сторон. Кроме того отличительной особенностью балок по сравнению с плоскими конструкциями является наличие арматуры в сжатой зоне. При двух- и трехмерном потоке тепла сечения элементов прогреваются интенсивнее, чем при одномерном, особенно углы балок.

В статически определимых балках прогрев продольных арматурных стержней до критической температуры приводит к образованию пластического шарнира в сечении, где действует максимальный изгибающий момент, что и является причиной разрушения балки, т.е. наступления ее предела огнестойкости.

Статически неопределимые изгибаемые конструкции при нагреве снижают свою прочность за счет уменьшения прочности опорных и пролетных сечений. Прочность пролетных сечений уменьшается в результате нагревания растянутой арматуры. Снижение прочности опорных сечений происходит вследствие прогрева бетона и арматуры сжатой зоны до высоких температур.

14.2 Особенности поведения колонн в условиях пожара

Поведение колонн в условиях пожара зависит от схемы обогрева, размеров поперечного сечения, величины эксцентриситета приложения нагрузки, вида армирования, защитного слоя бетона.

В процессе пожара по сечению колонн наблюдается перепад температур порядка 800-1000°C с наименьшей температурой в центре сечения. Неравномерность прогрева вызывает перераспределение напряжений по сечению колонны. Температурные напряжения возрастают при увеличении температурного перепада между средней частью сечения колонны и поверхностью ее обогрева (20-30 мин). В начальный период обогрева наблюдается удлинение колонн. Дальнейшее развитие пожара приводит к прогреву защитного слоя бетона до 600-800°C. После 1-1,5 часа огневого воздействия колонны начинают укорачиваться. Спустя 2-3 часа высота нагретых колонн примерно равна их высоте в нагруженном состоянии до пожара. Нагруженные слои бетона и рабочая арматура, нагретые до температуры выше 600°C, теряют прочность и в дальнейшей работе практически участия не принимают. Колонна ведет себя аналогично бетонной, т.е. укорачивается с возрастающей скоростью до момента обрушения.

14.3 Предварительно напряженные ж/б конструкции и их поведение в условиях пожара

Предварительно напряженными называют ж/б конструкции, в которых до приложения эксплуатационных нагрузок, в процессе изготовления искусственно создаются значительные сжимающие напряжения в бетоне и растягивающие в арматуре.

Предварительно напряженные элементы имеют меньшие поперечные сечения, чем элементы из обычного бетона, вследствие чего они нагреваются быстрее.

Напрягаемая арматура работает при значительно больших усилиях, чем арматура обычного ж/б, поэтому критическая температура для нее меньше (хотя защитный слой бетона больше).

При огневом воздействии происходят дополнительные потери предварительного напряжения арматуры; бетон на уровне продольной арматуры интенсивно прогревается и происходит температурная усадка бетона.

Потери предварительного напряжения в арматуре от разности температурных деформаций бетона и арматуры учитываются только при нагреве, т.к. при остывании эти деформации обратимы.

14.4 Поведение в условиях пожара несущих и самонесущих стен

Несущая способность подобных конструкций в условиях пожара определяется не столько прочностными характеристиками бетона и стали, сколько деформацией элемента. Конструкция из центрально-сжатой превращается во внецентренно-сжатую с увеличивающимся во времени эксцентриситетом. Значение и направление прогиба зависят от гибкости элемента, способа опирания его концов, нагрузки перепада температуры по сечению стены и упруго-пластических свойств материалов.

При одностороннем огневом воздействии разрушение стен происходит по одной из трех основных схем.

1. С необратимым развитием прогиба в сторону обогреваемой поверхности стены и ее разрушением в середине высоты по нагретой арматуре или «холодному» бетону. Эта схема характерна для гибких стен, у которых гибкость

$$\lambda = \frac{l_0}{h} > 16,$$

где l_0 – расчетная высота стены;
 h – толщина стены.

2. С прогибом элемента вначале в сторону обогрева, а на конечной стадии – в противоположную, с разрушением в середине высоты сечения по нагретому бетону или «холодной» растянутой арматуре.

3. С переменной направления прогиба, как во второй схеме, но разрушение стены происходит в приопорных зонах по бетону «холодной» поверхности или наклонным сечениям.

2 и 3 схемы характерны для стен с гибкостью $\lambda < 16$ и платформенным опиранием.

При двустороннем нагревании стен (межкомнатные стены) конструкция работает на «центральное» сжатие и поэтому предел ее огнестойкости не ниже, чем в случае одностороннего обогрева.

Огнестойкость несущих и самонесущих панелей нормируется в зависимости от конструктивного исполнения, толщины или наименьшего размера сечения и степени нагруженности.

14.5 Конструктивные способы повышения огнестойкости ж/б конструкций

Способы:

- увеличение толщины защитного слоя бетона;
- применение теплоизолирующих покрытий и специальных бетонов;
- применение арматурной стали с более высокой критической температурой;
- обоснованное увеличение в процессе проектирования сечений элементов конструкций;
- изменение статической схемы элемента;
- изменение условий обогрева и т.д.

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности поведения железобетонных плит в условиях пожара
2. Поведение сплошных и многопустотных железобетонных плит в условиях пожара
3. Поведение тонкостенных элементов железобетонных плит в условиях пожара
4. Особенности поведения железобетонных балок в условиях пожара
5. Особенности поведения железобетонных колонн в условиях пожара
6. Особенности поведения предварительно напряженных железобетонных конструкций в условиях пожара
7. Поведение несущих и самонесущих стен в условиях пожара
8. Конструктивные способы повышения огнестойкости железобетонных конструкций

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затицацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
2. **Орлова С. С.** Архитектурное проектирование зданий из железобетонных элементов с проверкой на огнестойкость. [Текст]: учебно-методическое пособие к курсовому проектированию и лабораторно-практическим занятиям / С.С. Орлова, Т.А. Панкова //, Издательский центр «Наука», Саратов, 2014 - 109 с. ISBN 978-5-9999-1991-5.

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
3. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
4. Собурь, С.В. Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.
5. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
7. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
8. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

Лекция 15

ОГНЕСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Хотя металлические конструкции выполнены из негоряемого материала, фактический предел их огнестойкости в среднем составляет 15 мин. Это объясняется достаточно быстрым снижением прочностных и деформационных характеристик металла при повышенных температурах в условиях пожара. Обрушившиеся или получившие большой прогиб металлические конструкции вызывают порчу оборудования, сырья, готовой продукции и затрудняют решение вопросов эвакуации и тушения пожара.

Степень нагрева металлической конструкции при пожаре зависит от размеров ее элементов и величины поверхности их обогрева. При увеличении объема металла и уменьшении поверхности его обогрева температура элемента снижается.

Поведение металлических конструкций в условиях пожара.

15.1 Ограждающие конструкции

Наибольшую опасность при пожаре представляют собой утепленные ограждающие конструкции.

Анализ пожаров в производственных зданиях с применением таких ограждающих конструкций показал, что покрытия выгорали на значительных площадях (десятки тысяч м²) за 20-25 мин. Особенно интенсивно развивался пожар на кровле при возникновении очага пожара внутри здания. Распространению огня по кровельным ограждающим конструкциям способствует применение рулонных гидроизоляционных материалов на битумной основе. При среднеобъемной температуре 280°С температура под профилированным настилом достигает 380°С. При такой температуре наблюдается плавление и воспламенение полимерного утеплителя, его интенсивное горение с выделением токсичных продуктов. Быстрый рост температуры приводит к обрушению покрытия уже через 7 мин после загорания кровли. Наиболее быстро воспламеняются участки кровли, примыкающие к стенам здания, что способствует быстрому распространению пламени (до 20 м/мин) по всему покрытию.

Обрушение ограждающих конструкций при пожаре происходит за счет истощения несущей способности ее несущих элементов, а также соединений элементов конструкций между собой и с несущими конструкциями покрытия или каркаса здания.

15.2 Балки

При действии на балку высоких температур при пожаре даже на ограниченную часть ее поверхности, сечение конструкции быстро прогревается до одинаковой температуры. При этом снижается предел текучести и модуль упругости стали. Обрушение прокатных балок наблюдается в сечении, где действует максимальный изгибающий момент. Разрушение конструкции может наблюдаться в сварных, болтовых или заклепочных соединениях элементов составного сечения от действия сдвигающих усилий.

Условия опирания балки также влияет на значение ее предела огнестойкости. Заделка стальной балки в железобетонные или каменные стены стесняет температурные деформации вдоль ее длины.

15.3 Фермы

Воздействие температуры пожара на ферму приводит к потере несущей способности ее элементов и соединений этих элементов. При расчете фермы соединения ее элементов между собой рассматриваются как шарнирные, поэтому ферма считается статически определимой конструкцией. Поэтому потеря несущей способности хотя бы одним элементом приводит к отказу при пожаре всей конструкции.

15.4 Колонны

Исчерпание несущей способности стальных колонн, находящихся в условиях пожара, может наступить в результате потери: прочности стержнем конструкции; прочности или устойчивости элементами соединительной решетки, а также узлов креплений этих элементов к ветвям колонны; устойчивости отдельными ветвями на участках между узлами соединительной решетки в колоннах сквозных сечений; местной устойчивости стенки и свесов сжатых полков колонны составного двутаврового сечения; общей устойчивости колонны.

Колонны являются элементами плоских рам или пространственного каркаса, шарнирно или жестко соединенных с опирающимися на них конструкциями. В случае жестких соединений колонны с ригелем, ее работа зависит от поведения конструкции ригеля при пожаре.

15.5 Арки и рамы

Поведение в условиях пожара арок и рам зависит от статической схемы работы конструкции, а также конструкции сечения их элементов. Работа в условиях высоких температур сплошных составных сечений аналогична работе таких же сечений стальных балок и колонн, а сквозных сечений – работе ферм и сквозных колонн. Разрушение арок и рам может наступить из-за потери несущей способности опорных и конькового узлов, а потеря устойчивости элементов из плоскости конструкции – из-за обрушения связей.

15.6 Структурные конструкции

Элементы структурных конструкций, работающие на растяжение или сжатие, имеют небольшие сечения и поэтому быстро нагреваются в условиях пожара. Однако эти конструкции менее чувствительны к повреждениям, т.е. выход одного или нескольких элементов не приводит к обрушению всей конструкции.

15.7 Мембранные покрытия

Мембраны, относятся к конструкциям, у которых при нагреве происходит уменьшение усилий до $1/10 - 1/15$ ее пролета в результате температурного расширения

и температурной деформации ползучести стали. Поэтому огнестойкость стальной мембраны составляет 0,75-1 ч. Наиболее уязвимым элементом мембранного покрытия является его опорный контур. Прогиб мембраны, образовавшийся во время нагрева, является в большей части необратимым, т.е. после охлаждения конструкции он практически не исчезает.

15.8 Огнезащита металлических конструкций

Наиболее надежными способами огнезащиты в настоящее время являются: облицовки из негорючих материалов; огнезащитные покрытия; подвесные потолки.

В качестве облицовочных материалов используются бетон, кирпич, гипсокартонные листы, другие плитные и листовые изделия, а также различные типы штукатурки.

Применение **бетонной защиты** наиболее рационально в том случае, когда одновременно производится усиление ригелей, колонн и стоек. Обетонирование производят после прикрепления к колонне армирующей сетки.

Кирпичную облицовку наиболее часто применяют для повышения предела огнестойкости колонн и стоек. Кладку выполняют из глиняного обыкновенного или силикатного кирпича на цементно-песчанном растворе марки не ниже 50.

Наиболее перспективные **облицовки из теплоизоляционных плит** на основе перлита, вермикулита и цемента, асбестоperlитоцементных и полужестких минераловатных плит.

В настоящее время разработана огнезащитная **облицовка из гипсокартонных листов** (ГКЛ). Их применяют для многоэтажных зданий и сооружений со стальным несущим каркасом, с междуэтажными перекрытиями из сборных железобетонных плит или монолита.

Традиционным видом огнезащитного покрытия является **цементно-песчаная штукатурка**. Она рекомендуется для защиты колонн, ригелей, элементов связей, узлов сопряжения между элементами.

Стремление снизить массу огнезащитной облицовки привело к разработке **легких штукатурок и покрытий** на основе асбеста, перлита, вермикулита, фосфатных соединений и др. материалов. Эти материалы имеют малую плотность (200-6000 кг/м³) и поэтому низкую теплопроводность. В случае пожара они не выделяют дыма и токсичных продуктов.

Одним из перспективных способов огнезащиты являются **высокоэффективные покрытия**, которые наносят на поверхность конструкции сравнительно тонким слоем. Эти покрытия могут быть невспучивающимися и вспучивающимися. Невспучивающиеся: состав ОФП-МВ (ГОСТ 25665-83), в состав которого входит гранулированная минеральная вата; облегченное покрытие марки ОПВ-180 (ВСН 113-84), в состав которого входят гипсоцементное пуццолановое вяжущее.

Вспучивающиеся покрытия ОЗС-МВ (ГОСТ 9980.1-86Е), ОВПФ-Л, «Экран-М», представляют собой композиционные материалы, включающие полимерное вяжущее и наполнители.

Огнестойкие подвесные потолки целесообразны для огнезащиты ферм и структур. Устройство подвесного потолка более надежно, так как между потолком и конструкцией создается воздушный зазор, который дополнительно повышает ее предел огнестойкости.

В качестве огнезащиты металлических конструкций можно применять водяное охлаждение этих конструкций: вода может подаваться непосредственно на поверхность конструкции, или заполняться водой (если конструкция выполнена из элементов полого сечения – трубы), для охлаждения при пожаре.

Вопросы для самоконтроля

1. Поведение металлических конструкций в условиях пожара
2. Поведение утепленных ограждающих конструкций в условиях пожара
3. Поведение металлических балок и ферм в условиях пожара
4. Поведение металлических колонн, арок и рам в условиях пожара
5. Поведение структурных конструкций в условиях пожара
6. Поведение мембранных покрытий в условиях пожара
7. Огнезащита металлических конструкций

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затинацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
3. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
4. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.
5. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
7. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
8. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

Лекция 16

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

Для производства деревянных конструкций используется в основном древесина сосны или ели, а клефанерные конструкции изготавливаются с применением водостойкой фанеры, выполненной из березового шпона. К ограждающим деревянным конструкциям относятся плиты покрытий и панели стен. К несущим конструкциям относятся: клееные и клефанерные балки с постоянной или переменной высотой сечения, металлодеревянные фермы, распорные плоскостные конструкции - арки и рамы, пространственные конструкции – сводчатые и купольные покрытия.

Т.к. древесина является горючим материалом, то применение деревянных конструкций увеличивает пожарную нагрузку в здании, а распространение огня по конструкциям способствует увеличению очага пожара, что затрудняет организацию его тушения и эвакуацию людей.

В условиях пожара снижение несущей способности деревянных конструкций определяется снижением несущей способности их деревянных элементов и узловых соединений этих элементов. Снижение несущей способности элементов происходит из-за обугливания древесины, что приводит к уменьшению рабочего сечения их элементов, способного воспринимать нагрузки, а также из-за изменения прочности древесины в необугливающейся части сечения.

Поведение деревянных конструкций в условиях пожара.

16.1 Ограждающие конструкции

Одной из причин обрушения ограждающих конструкций при огневом воздействии является быстрый прогрев несущих ребер деревянного каркаса. В утепленных панелях несущие ребра частично закрываются утеплителем, защищающим их от непосредственного воздействия температуры при пожаре. В клефанерных утепленных конструкциях нижняя фанерная обшивка толщиной 8 мм прогорает через 7-8 минут, что способствует выпадению утеплителя, защищающего несущие ребра этих конструкций. То же самое наблюдается в плитах покрытия с асбестоцементными обшивками: асбестоцемент – негорючий материал, но при пожаре может взрывообразно терять целостность (особенно в зданиях с повышенной влажностью).

Наличие продухов в утепленных ограждающих конструкциях способствует распространению огня в здании и увеличению размеров очага пожара, что затрудняет его тушение.

16.2 Балки

Причиной обрушения деревянных элементов конструкций во время пожара является обугливание части сечения. Огневые испытания показали, что балки могут разрушаться не только в сечении, где действуют максимальные напряжения от изгиба, но и в опорных зонах, где наблюдается действие максимальных касательных напряжений.

При соотношении размеров поперечного сечения $h/b > 6$ в условиях пожара может наблюдаться потеря плоской формы устойчивости балки, опасность которой

возрастает с обрушением стальных или деревянных элементов связей, а также из-за обрушения ограждающих конструкций. Несущая способность армированных балок при пожаре меньше, чем у неармированных. Это объясняется низкой термостойкостью эпоксидных клеев при прогреве их до температуры 80-100°C. С учетом защитного слоя древесины толщиной 20-40 мм прогрев клеевого шва в армированных балках до критической температуры происходит через 20-25 мин после начала действия «стандартного» пожара.

Обрушение балок может произойти за счет исчерпания несущей способности растянутого нижнего пояса, разрушения клеевого шва, крепящего деревянный пояс к фанерной стенке, а также выхода из строя самой фанерной стенки.

Наличие пустот в балках коробчатого сечения способствуют распространению огня по конструкциям.

16.3 Фермы

Достоинством ферм, по сравнению с балками, является более рациональное распределение материала в виде поясов и элементов решетки, что способствует снижению материалоемкости этих конструкций, но увеличивает трудоемкость производства.

Из-за небольших размеров сечений деревянных и стальных элементов, а также большого количества узлов с применением стальных нагелей и стальных соединительных элементов, металлодеревянные фермы имеют низкий предел огнестойкости. При этом в первую очередь, во время пожара разрушаются стальные элементы, а деревянные – способствуют распространению огня по конструкции.

16.4 Арки и рамы

Предел огнестойкости арок и рам выше, чем у ферм, что объясняется более мощными размерами сечения их элементов. Исчерпание несущей способности этих конструкций при огневом воздействии может наступить из-за потери прочности клееных элементов в сечениях, где действует максимальный изгибающий момент, а также за счет потери устойчивости плоской формы сечений в результате обрушения связей или элементов ограждения, выполняющих роль связей. Также отказ арок и рам может произойти из-за потери несущей способности узлов.

В условиях пожара более опасными являются арки, в которых распор воспринимается стальной затяжкой обладающей низким пределом огнестойкости.

16.5 Огнезащита элементов деревянных конструкций и их узлов

Пожарная опасность деревянных конструкций может быть снижена в результате их огнезащитной обработки пропиточными и окрасочными составами, а также использования защитных конструктивных мероприятий.

Для глубокой пропитки древесины в автоклавах применяются водорастворимые составы.

В качестве окрасочных составов применяют покрытия на основе эмали и органосиликатных композиций.

Глубокая пропитка применяется только для элементов конструкций из цельной древесины. Клееные элементы обрабатываются окрасочными составами и составами для поверхностной пропитки.

Для уменьшения возможных размеров пожара в зданиях в вентилируемых ограждающих конструкциях должно быть предусмотрено устройство противопожарных диафрагм из негоряемых или трудногоряемых материалов.

Если позволяют условия эксплуатации внутренних помещений здания, более эффективной защитой клееных, клеефанерных балок и металлодеревянных ферм служит подвесной потолок, выполненный из негорючих или трудногорючих материалов.

Огнезащита поверхностей арок и рам выполняется аналогично балкам.

Наиболее опасными в пожарном отношении являются узлы соединения элементов, поэтому они должны быть обработаны огнезащитными составами. Несущая способность узлов может быть увеличена за счет применения защитных накладок из горючих (Г1 и Г2) или негорючих материалов

Термостойкость клеев, применяемых при изготовлении клееных конструкций, может быть повышена за счет введения в их состав различных добавок типа асбеста, тикола, вибромолотого песка.

Вопросы для самоконтроля

1. Огнестойкость деревянных конструкций
2. Поведение деревянных ограждающих конструкций
3. Поведение деревянных балок
4. Поведение деревянных ферм
5. Поведение деревянных арок и рам
6. Соединения деревянных конструкций и их надежность при нагреве
7. Огнезащита деревянных конструкций

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затинаяцкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1

б) дополнительная литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
2. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
3. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
4. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.
5. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
7. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
8. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Барабанщиков, Ю.Г.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2012. – 416 с. – ISBN 978-5-7695-7347-7.
2. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебник / Под ред. И.Л. Мосалкова. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.—656 с.
3. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность материалов для строительства. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко. – М.: Пожарнаука, 2009. – 217 с.
4. **Корольченко, А.Я.** Пожарная опасность строительных материалов. [Текст]: учебное пособие / А.Я. Корольченко, Д.В. Трушкин М.: Пожарнаука, 2005. – 232 с.
5. **Кошмаров, М.Ю.** и др. Критическая продолжительность пожара в помещениях при воспламенении горючей жидкости [Текст]: Монография / М.Ю.Кошмаров, Ю.Г.Абросимов, Е.Н. Иноземцева. – М.: АГПС МЧС РФ, 2007. – 143 с.
6. **Орлова, С.С.** Архитектура промышленных зданий [Текст]: учебное пособие / С.С. Орлова, Т.А. Панкова, Т.И. Болуто. – Саратов: изд-во «Саратовский источник», 2011. – 200 с., ил. – ISBN 978-5-91879-119-6.
7. **Орлова, С. С.** Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре [Текст]: учебное пособие / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, С. В. Затинацкий. – Саратов: издательство «Саратовский источник», 2015. – 130 с. – ISBN 978-5-91879-507-1
8. **Орлова С. С.** Архитектурное проектирование зданий из железобетонных элементов с проверкой на огнестойкость. [Текст]: учебно-методическое пособие к курсовому проектированию и лабораторно-практическим занятиям / С.С. Орлова, Т.А. Панкова //, Издательский центр «Наука», Саратов, 2014 - 109 с. ISBN 978-5-9999-1991-5
9. **Попов, К.Н.** Строительные материалы и изделия [Текст]: учебник / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Студент, 2011. – 440 с. – ISBN 978-5-4363-0003-0.
10. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Текст]: справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 82 с.
11. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность промпредприятий [Текст]: справочник. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003.— 224 с.
12. **Собурь, С.В.** Пожарная безопасность складов [Текст]: Справочник / С.В. Собурь. – М.: АГПС МЧС РФ, 2003,—258 с.
13. Межгосударственный стандарт ГОСТ 30244-94 "Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть"
14. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31251-2003 "Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны"
15. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
16. ГОСТ 30444-97(ГОСТ Р МЭК 51032-97). Материалы строительные. Методы испытаний на распространение пламени.
17. СНиП 2.09.02-85*. Производственные здания.- М.,1991.
18. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
19. СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания.- М.,1995.
20. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
21. СНиП 21.-01.-97*. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лекция 1 Основы строительного дела	4
Вопросы для самоконтроля.....	5
Список литературы.....	6
Лекция 2 Свойства, характеризующие пожарную опасность строительных материалов	9
Процессы, приводящие к изменению свойств строительных материалов в условиях пожара	10
Вопросы для самоконтроля.....	11
Список литературы.....	11
Лекция 3 Природные каменные материалы	12
Керамические материалы и минеральные расплавы	13
Вопросы для самоконтроля.....	15
Список литературы.....	15
Лекция 4 Вяжущие вещества, применяемые в строительстве	16
Искусственные каменные безобжиговые материалы	18
Вопросы для самоконтроля.....	21
Список литературы.....	21
Лекция 5 Древесина и ее пожарная опасность	22
Металлы и сплавы	24
Вопросы для самоконтроля.....	26
Список литературы.....	26
Лекция 6 Пластмассы и их пожарная опасность	
Теплоизоляционные, акустические, гидроизоляционные материалы	27
Вопросы для самоконтроля.....	28
Список литературы.....	31
Лекция 7 Железобетонные конструкции	32
Вопросы для самоконтроля.....	34
Список литературы.....	34
Лекция 8 Металлические конструкции	35
Вопросы для самоконтроля.....	36
Список литературы.....	37
Лекция 9 Деревянные конструкции	38
Вопросы для самоконтроля.....	39
Список литературы.....	39
Лекция 10 Конструкции из пластмасс	40
Вопросы для самоконтроля.....	42
Список литературы.....	43
Лекция 11 Пожарно-техническая классификация строительных материалов ...	44
Класс пожарной опасности конструкций	46
Вопросы для самоконтроля.....	46
Список литературы.....	47
Лекция 12 Методики экспертизы строительных конструкций	48
Оценка состояния здания и его конструкций после пожара	49
Вопросы для самоконтроля.....	49

Список литературы.....	50
Лекция 13 Общие принципы расчета огнестойкости строительных конструкций.....	51
Расчетные схемы определения предела огнестойкости строительных конструкций.....	52
Вопросы для самоконтроля.....	54
Список литературы.....	54
Лекция 14 Огнестойкость железобетонных конструкций.....	56
Вопросы для самоконтроля.....	58
Список литературы.....	59
Лекция 15 Огнестойкость металлических конструкций.....	60
Вопросы для самоконтроля.....	63
Список литературы.....	63
Лекция 16 Огнестойкость деревянных конструкций	64
Вопросы для самоконтроля.....	66
Список литературы.....	66
Библиографический список.....	67
Содержание.....	68