

Содержание

огнезащитный древесина нагревание строительный

1. Достоинства и недостатки древесины
2. Поведение древесины при нагревании
3. Способы и средства огнезащитных металлических конструкций (термоизолирующие одежды, подвесные потолки, огнезащита слоистых конструкций, конструктивные способы огнезащиты), сущность, назначение, эффективность, достоинства и недостатки, факторы, влияющие на выбор огнезащитного средства, область применения огнезащитных средств
4. Виды несущих и ограждающих деревянных конструкций, их поведение в условиях пожара и способы огнезащиты

1. Достоинства и недостатки древесины

Прежде чем ознакомиться с достоинствами и недостатками древесины рассмотрим её строение и свойства, влияющие на строительные характеристики этого материала.

Строение древесины.

В строении древесины любой породы можно выделить три части: ветви, ствол, корни. В строительстве используется ствол. Три разреза ствола дают представление о строении древесины:

- поперечный;
- радиальный;
- тангенциальный.

Лучше всего строение древесины хорошо видно на поперечном разрезе.

Ядро является центральной частью дерева. Деревья бывают ядровые и безъядровые.

В молодом возрасте деревья всех пород ядра не имеют. Оно возникает по мере роста дерева. К безъядровым породам относятся бук, береза, осина. Тонкий слой клеток, который находится между корой и древесиной, называется камбием. Слой камбия откладывает в сторону коры лубяные клетки, а к центру - клетки древесины. На поперечном разрезе видны ломаные линии, направленные от центра ствола к коре, которые называются сердцевидными лучами. Вид сердцевидных лучей у различных пород деревьев отличается друг от друга. Концентрические круги ствола называются годичными кольцами. Они показывают возраст дерева. Ширина годичных колец может колебаться в зависимости от пород деревьев и условий произрастания. Годичные кольца состоят из более светлого весеннего слоя, располагающегося ближе к ядру, и более темного плотного летнего слоя, который располагается ближе к коре.

Вид сердцевидных лучей и годичных колец определяет ценность породы.

Свойства древесины.

Свойства древесины имеют большое значение для строительства. Свойства разделяют на физические и механические.

Физические свойства древесины.

К физическим свойствам древесины относятся:

- плотность;
- теплопроводность;
- температурное расширение;
- текстура;
- цвет древесины.

По плотности древесину стандартной влажности (12%) разделяют на группы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Группы плотности древесины

Группа плотности

Плотность, кг/м³

Высокая

750 и выше

Средняя

740 -- 550

малая

540 и ниже

В таблице 2 приведены значения плотности для разных пород деревьев.

Таблица 2

Плотность пород древесины при стандартной влажности (12%)

Порода древесины

Плотность, кг/м³

Дуб черешчатый

690

Бук

670

Лиственница

660

Береза

630

Ольха

520

Сосна обыкновенная

500

Липа

495

Осина

495

Ель

445

Сосна кедровая

435

Пихта кавказская

435

Пихта сибирская

375

Теплопроводность определяет свойство древесины проводить тепло от одной поверхности к другой. Теплопроводность древесины поперёк волокон меньше, чем вдоль. Теплопроводность зависит от объемного веса и влажности. Теплопроводность у влажной древесины меньше, чем у сухой. Хвойные породы, имеющие меньшую плотность, обладают более низким коэффициентом теплопроводности по сравнению с лиственными породами.

Температурное расширение древесины показывает изменение ее размеров при нагревании. Температурное расширение характеризуется коэффициентом линейного расширения. Коэффициент линейного расширения для древесины очень мал, поэтому он не учитывается при строительстве.

Как было сказано выше текстура древесины зависит от вида и ширины сердцевидных лучей и годичных колец. Красивую текстуру имеют карельская береза, платан, бук, орех, дуб. Текстура зависит от типа разреза, так например, рисунок платана красивее на радиальном разрезе, дуб эффектнее выглядит на тангенциальном разрезе.

При выборе древесины для внутренней и внешней отделки цвет является определяющим свойством. Все многообразие цветовой гаммы придает древесине дубильные и красящие вещества, а также смолы.

2. Поведение древесины при нагревании

Древесина весьма чувствительна к нагреву. Уже при температуре материала порядка 110°C (383K) начинается ее разложение, сопровождающееся выделением летучих веществ, что можно обнаружить по характерному запаху.

При температурах 110-150°C (383-423K) происходит выделение из древесины в основном негорючих продуктов разложения (вода, углекислый газ), что сопровождается изменением цвета древесины (она желтеет).

При температурах 150-200°C (423-473K) древесина начинает обугливаться, приобретая коричневую окраску. Газы, выделяющиеся при этом, являются горючими и состоят в основном из окиси углерода, водорода и паров органических веществ. Однако выделяющихся продуктов разложения недостаточно, чтобы образовалась горючая смесь и началось пламенное горение. Это возможно лишь при более высоких температурах.

При 250-300°C (623-673K) происходит воспламенение продуктов разложения древесины.

Идеальная схема разложения древесины:

Для горения, как известно, необходимы следующие 3 основных условия:

Наличие горючего материала (в данном случае древесина).

Наличие источника зажигания (воспламенения), способного нагреть древесину до

температуры 250-300°C (523-573K).

Наличие окислителя, т.е. беспрепятственного доступа воздуха в зону горения.

Процесс горения древесины протекает в две стадии:

Пламенное горение продуктов разложения.

Тление образующегося угля.

ПРОДУКТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ.

30-35% - Уголь;

40-45% - Жидкий дистилят;

15-20% - Газообразные вещества.

В условиях пожара до 60% тепла выделяется в период пламенного горения и около 40% - в период горения угля. В связи с этим период пламенного горения в условиях пожара является определяющим, хотя занимает более короткий промежуток времени, чем фаза тления угля.

Массовая скорость выгорания древесины (потеря массы в единицу времени с единицы площади) в условиях пожара зависит от многих факторов породы древесины объемной массы (рис. 1.) влагосодержания, площади удельной поверхности (рис. 2.), температуры среды, доступа воздуха и т.д.

G, %

100

1

2

80

60

3

40

20

0 2 4 6 8 10 ф, мин

Рис. 1 Зависимость массовой скорости выгорания древесины от объемной массы

1) $\rho_0 = 350 \text{ кг/м}^3$; 2) $\rho_0 = 540 \text{ кг/м}^3$; 3) $\rho_0 = 620 \text{ кг/м}^3$;

$m, \%$

100

80

60

40

20

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 ф,мин

Рис. 2 Зависимость массовой скорости выгорания деревянных брусков от площади

поперечного сечения

m - потеря массы при огневом испытании, %; ϕ - время, мин

Выгорание древесины во время пожара приводит к уменьшению сечения конструкции и снижению ее несущей способности.

3. Способы и средства огнезащитных металлических конструкций

(термоизолирующие одежды, подвесные потолки, огнезащита слоистых конструкций, конструктивные способы огнезащиты), сущность, назначение, эффективность, достоинства и недостатки, факторы, влияющие на выбор огнезащитного средства, область применения огнезащитных средств

Огнезащита предназначена для повышения предела огнестойкости конструкции и уменьшения класса ее пожарной опасности (для трехслойных ограждающих конструкций с органическим утеплителем).

Необходимость огнезащиты металлических конструкций вытекает из противопожарных требований №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», согласно которым разрешается их применять не защищенными в зданиях до II степени огнестойкости (для отдельных конструкций, например - совмещенных покрытий) только в том случае, если их $P_{тр} = R 15$. Такой предел огнестойкости могут обеспечить стальные конструкции с приведенной толщиной поперечного сечения к толщине стальной пластины не менее 1 см, а у большинства применяемых в строительстве конструкций она существенно меньше. Пределы огнестойкости несущих стальных конструкций, как правило, не превышают $R 15$. У конструкций из алюминиевых сплавов примерно в 2 раза ниже. Учитывая широкую перспективу применения металлических конструкций в современном строительстве, низкие их фактические пределы огнестойкости и высокую пожарную опасность слоистых ограждающих конструкций с органическими утеплителями, проблема их огнезащиты является весьма актуальной.

Повышение пределов огнестойкости стальных конструкций до $R 45$ требует затрат, составляющих 15% от их стоимости, а при доведении его до $R 120$ - 30% (при использовании традиционных методов огнезащиты).

Основные средства огнезащиты предлагается разделить на 4 разновидности: термоизолирующие одежды;

специальные огнезащитные экраны (подвесные потолки);

средства огнезащиты слоистых ограждающих конструкций;

конструктивные средства огнезащиты.

Выбор средств огнезащиты для каждого конкретного случая и порядок их применения определяют с помощью Рекомендаций по применению огнезащитных материалов и составов для металлических конструкций. /ЦНИИСК им. В.А.

Кучеренко. - М.: 1998. - 60 с. [5]/

Выбор подходящего способа и средства для огнезащиты конструкции производят с учетом конструктивных, эксплуатационных, технологических, технико-экономических и других факторов.

Среди них следующие:

величина требуемого предела огнестойкости конструкции ($P_{тр}$);

тип защищаемой конструкции и ориентация защищаемых поверхностей в пространстве (колонны, балки и т. п.), например колонну можно защитить путем обкладки кирпичом, что нельзя сделать для стальной балки; вид нагрузки, действующей на конструкцию (статическая, динамическая); температурно-влажностные условия эксплуатации и производства работ по огнезащите; степень агрессивности окружающей среды по отношению к стали; увеличение нагрузки на конструкцию за счет массы материала огнезащиты; период нанесения огнезащиты (во время возведения здания, в период его реконструкции, либо во время эксплуатации); эстетические требования к конструкции; технико-экономические показатели и др. Кроме того, защитное средство должно быть не вредным для здоровья людей (животных), не ухудшать физико-механические показатели защищаемых материалов, быть легкодоступным, технологичным и т. п.

Изыскание огнезащитных средств, отвечающих всем этим условиям, - задача исключительно сложная. Во всяком случае пока еще не найдено ни одного такого средства. Однако чем больше то или иное огнезащитное средство удовлетворяет отмеченным требованиям, тем больше оно найдет применение.

Итак, рассмотрим несколько подробнее конструктивную сторону и некоторые особенности конкретных способов огнезащиты, входящих в перечисленные группы, начиная с I-й - термоизолирующих одежд.

Термоизолирующие одежды

Это наиболее широкая группа способов и средств огнезащиты металлических и других конструкций, рассмотрим основные из них.

Облицовка из кирпича

Облицовку из кирпича применяют для защиты стальных колонн. Толщина облицовки может быть в четверть кирпича (6,5 см), полкирпича (12 см), кирпич (25 см) с учетом размеров кирпича (250x120x65); при дополнительном оштукатуривании толщина защитного слоя соответственно увеличится. Кирпич применяют как сплошной, так и пустотелый (с отверстиями - эффективный).

Облицовка может быть армирована стержнями продольными и поперечными.

Огнезащитную облицовку из кирпичной кладки применяют в тех случаях, когда предъявляются повышенные требования к пределу огнестойкости колонн ($R_{tr} = R_{120}$) и их несущей способности.

Для горизонтальных конструкций кирпичную кладку не используют, а применяют другие виды огнезащиты.

Обетонирование

Обетонирование состоит в создании наружного огнезащитного слоя на поверхности металлической конструкции. Этот способ рационален, если предусматривают одновременно необходимость усиления (повышения несущей способности) колонн, например, при реконструкции здания. При толщине слоя бетона более 50 мм требуется дополнительной его армирование.

Оштукатуривание

Оштукатуривание применяют для огнезащиты несущих горизонтальных конструкций (балок, прогонов) и вертикальных (колонн [7] с 118, [6] с.123).

Цементно-песчаные штукатурки, поскольку они изготовлены на гидравлическом связующем, могут применяться не только для огнезащиты внутренних, но и наружных конструкций. Однако высокая трудоемкость нанесения этой штукатурки на поверхность конструкции, а также необходимость их армирования стальными сетками, ограничивает применение этого вида огнезащиты.

В последние годы применяют штукатурку цементно-песчаную, но с пористыми заполнителями: перлита, вермикулита, керамзита и др. (материалы типа легкого бетона) $\rho = 200-1000 \text{ кг/м}^3$. Причем по мере снижения ρ теплопроводность штукатурки уменьшается, что повышает её эффективность.

В качестве связующего для штукатурки помимо портландцемента применяют строительный гипс, жидкое стекло, известь. Выбор связующего обусловлен влажностными условиями работы конструкций. Так, для конструкций, работающих в помещении (влажность $\varphi = 60\%$), можно использовать штукатурки на основе извести, гипса, жидкого стекла, а для наружных конструкций их использовать нельзя, используют портландцемент.

Облицовка крупноразмерными листовыми и рулонными материалами
Материалы могут быть как жесткими, так и мягкими рулонными. Для облицовки применяют крупноразмерные листы гипсокартонные, гипсоволокнистые, асбестоцементные и минераловатные плиты.

Гипсокартонные (ГКЛ) и гипсоволокнистые (ГВЛ) листы состоят из слоя гипса ($\rho = 800-1150 \text{ кг/м}^3$) и облицованы с обеих сторон бумажным картоном толщиной 0,5 - 0,7 мм. ГВЛ армированы бумажным волокном.

Цементно-стружечные плиты (ЦСП) - из древесных частиц, портландцемента, химических добавок и воды.

Обмазка облегченными огнезащитными покрытиями на минеральных связующих
В качестве связующих в этих покрытиях часто используют растворимое стекло (водный раствор силиката натрия или калия). При высоких температурах оно способно вступать в химическую реакцию с кремнеземом и другими оксидами, входящими в состав заполнителей, с образованием жаростойких соединений.

Огнезащитные покрытия на основе жидкого стекла обладают высокой адгезией к различным материалам - это их достоинство.

Недостатки покрытий:

высокая хрупкость;

претерпевают значительную усадку при высыхании после увлажнения;

способны отслаиваться от материала;

требуют высокого расхода материалов;

имеются технологические трудности нанесения на вертикальные и потолочные конструкции.

В огнезащитных покрытиях на основе растворимого стекла используют волокнистые и пористые заполнители, в частности:

- вспученный перлит
всученный вермикулит

Обмазка фосфатными покрытиями

Покрытия эти получили широкое распространение. Они содержат фосфаты (соединения, содержащие фосфор), которые могут выполнять роль связующего, отвердителя, антипирена. Фосфатные покрытия обладают высокой сопротивляемостью тепловым воздействиям. Их наносят на поверхность конструкций промышленными методами и применяют для огнезащиты стальных конструкций (колонн, балок, связей, узлов сопряжения), расположенных внутри помещений.

Огнезащитные фосфатные покрытия (ОФП) бывают следующих видов, например, в последние годы в СПб.получило применение покрытие ОФПМ-12 (разработчик ООО «Терминерал».

Окраска огнезащитными вспучивающимися покрытиями

Вспучивающиеся покрытия являются перспективным огнезащитным средством, т. к. обеспечивают возможность повышения предела огнестойкости несущих металлических конструкций R 45 и выше, характеризуется простой технологией нанесения краски на конструкцию. Их наносят небольшим слоем, в котором при высоких температурах пожара происходит сложный физико-химический процесс превращения этого тонкого слоя в толстый теплоизоляционный слой, т. к. выделяющиеся негорючие газы вспучивают покрытие, превращая его в твердый расплав из пеноизоляции.

Вспучивающиеся краски обычно состоят из следующих основных компонентов: связующего (неорганического, либо органического);

вспучивающего компонента;

наполнителя;

антипирена (при органическом связующем);

пигмента (красителя);

добавок (стабилизаторов).

Разработано довольно большое количество разнообразных вспучивающихся красок на основе минеральных и органических связующих. В настоящее время в СПб.получили наиболее широкое применение покрытия марок ОЗК-45, S-607, Unitherm.

При использовании вспучивающихся красок важно строго соблюдать их рецептуру, технологию нанесения на конструкцию и очистки их от коррозии.

В заключение рассмотрения термоизолирующих одежд обратите внимание на таблицу, показывающую какой толщины необходимо создать огнезащитный слой, чтобы удовлетворить требованиям к конструкциям по огнестойкости (взята из книги [6] и слегка подкорректирована).

Виды термоизолирующих одежд и их эффективность

№

СПОСОБ ОГНЕЗАЩИТЫ

с₀

кг/м³

Толщина огнезащитного покрытия для обеспечения (Пф ? Птр), R (мин):

л

Вт/м °С

45

60

90

120

150

1

Обетонирование

2500

-

-

-

50

60

0,98

2

Обкладка кирпичом

1800

65*

65*

65*

65

120*

0,71

3

Облицовка ГКЛ (ГВЛ)

850

25*

25*

37,5*

37,5*

0,42

4

Обмазка ЦПШ

1800

25

30

40

50

60

0,13

5

Вспучивающиеся покрытия:
ОЗК-45, S-607; Unitherm

1800

1,1

1,0

-

-

-

-

-

*Примечание: Толщина огнезащитного слоя обусловлена конструктивными особенностями материала (изделия) облицовки.

Физический механизм (эффективность) огнезащиты с помощью теплоизолирующих одежд

Эффективность огнезащиты обеспечивается следующим:

замедление прогрева - ввиду малой теплопроводности материала одежды (высокой их пористости) либо большой толщины слоя огнезащитного материала (относится к облицовкам из кирпича, бетона, штукатурки, листовым и плиточным материалам);

замедлением прогрева облицовок из бетона, штукатурки, асбестоцемента и других материалов, изготовленных на основе минеральных вяжущих веществах, вследствие затрат части тепла на испарение физически связанной влаги из пор материала и удаление химической связанной воды из его состава;

замедление прогрева, связанное с тем, что при тепловом воздействии на материал происходящие в нем физико-химические процессы привели к структурным его изменениям, существенно повысившим пористость материала, а следовательно, снизили его теплопроводность, что характерно с увеличением толщины слоя - для вспучивающихся покрытий;

замедление прогрева металла ввиду наличия зазора (воздушной прослойки с малым $\lambda = 0,023 \text{ Вт/м} \cdot \text{оС}$) между металлом и покрытием.

Определение групп эффективности огнезащитных составов для несущих стальных конструкций

Она регламентируется НПБ 236-97 [14] и определяется путем специального огневого

испытания.

Сущность метода состоит в определении огнезащитной эффективности покрытия при тепловом воздействии на опытный образец и определении времени от начала теплового воздействия до наступления предельного состояния этого образца в соответствии с требованиями НПБ 236-97 [14].

Согласно НПБ 236-97 [14] в зависимости от времени прогрева защищенного стального образца-колонны (высотой 1,7 м из двутавра № 20) до усредненной критической температуры - 500 0С при сертификационных огневых испытаниях по эффективности огнезащитные составы (краски, покрытия) подразделяют на 5 групп.

При этом образцы (2-3) должен выдержать нагревание в течение не менее:

1-я группа огнезащитной эффективности - 150 мин;

2 - 120 мин;

3 - 60 мин;

4 - 45 мин;

5 - 30 мин.

Испытания проводят в специальной печи, обогревают образец с 4-х сторон по стандартному температурному режиму без нагружения образца.

Кроме того, одновременно с испытанием на образце - конструкции следует проводить контрольные лабораторные испытания на образце - пластине квадратной формы с размерами сторон 600 мм, толщиной 5 мм, с негорючей подложкой из теплоизоляционного материала толщиной 100 мм.

При этом следует иметь в виду, что НПБ 236-97 [14] не распространяются на определение Пфстальных конструкций(их определяют по ГОСТ 30247.1-94, см. тему № 11).

Согласно п. 4.4 [14] применение огнезащитных средств должно осуществляться в соответствии с технической документацией, сертификатом пожарной безопасности и специально разработанным для конкретного объекта проектом проведения огнезащитных работ и утвержденном и согласованном в установленном порядке - СНиП 11-01-95 [15].

Сертификат пожарной безопасности должен содержать следующие сведения:
название огнезащитного состава;

группу огнезащитной эффективности;

виды, марки, толщины слоев грунтовых, декоративных или атмосфероустойчивых лакокрасочных покрытий, используемых в комбинации с указанным средством огнезащиты при сертификационных испытаниях;

толщину огнезащитного покрытия и расхода огнезащитного состав для установления группы огнезащитной эффективности.

Испытания по определению огнезащитной эффективности должны проводить специализированные организации, имеющие соответствующую аккредитацию.

Не допускается их применять на объектах защиты, расположенных в местах, исключающих возможность замены или реставрации покрытия после истечения гарантийного срока его огнезащитного действия, либо преждевременного повреждения защитного слоя.

Подвесные потолки

Они чаще всего предназначены для декоративных целей, для прокладки над ними различных коммуникаций и для повышения пределов огнестойкости несущих металлических конструкций. Подвесные потолки являются конструктивно-функциональными элементами. Применяют их для огнезащиты перекрытий и совмещенных покрытий со стальными несущими конструкциями.

Подвесные потолки обычно выполняют из стального каркаса и обшивки из различных материалов, таких как ГКЛ, минераловатные плиты - армстронг и др. При пожаре они защищают эти конструкции от непосредственного воздействия огня и высокой температуры, повышая их предел огнестойкости не менее чем до - R 30. Степень повышения пределов огнестойкости несущих металлических конструкций перекрытия или покрытия будет зависеть и от величины предела огнестойкости конструкции самих подвесных потолков.

Огнезащитный эффект от подвесного потолка создается за счет образования воздушного пространства между потолком и защищаемой конструкцией (воздух имеет $\lambda = 0,023$ Вт/м Со);

за счет поглощения части тепла массой материала подвесного потолка;

за счет малой теплопроводности материалов облицовок подвесного потолка;

за счет отражения части тепла облицовкой потолка (особенно в начальной стадии пожара, когда материал еще не закопчен).

Способы снижения пожарной опасности ограждающих металлических конструкций с полимерными утеплителями

Создание на поверхности утеплителя огнезащитного слоя

Так, например, плиты из фенолформальдегидного пенопласта покрывают стеклохолстом или стеклотканью. Один или несколько слоев стеклохолста с помощью жидкого стекла наклеивают на поверхность плит. Такое конструктивное решение исключает воспламенение и ограничивает класс пожарной опасности конструкции.

Огнезащитный эффект достигается за счет того, что материал огнезащитного слоя:

- является негорючим;

ввиду малого коэффициента теплопроводности требует затраты дополнительного времени на прогрев;

выполняет в определенной мере функцию огнепреградителя;

препятствует доступу кислорода и выхода продуктов разложения защищаемого утеплителя.

Комбинированный утеплитель пониженной горючести

Например, он может состоять из негорючего и горючего материалов. В качестве негорючего используют минеральную вату. В качестве горючего, например, пенополиуретан. При изготовлении утеплителя исходную полиуретановую композицию заливают в объем минераловатной плиты и вспенивают ее. В результате получают композиционный утеплитель пониженной пожарной опасности.

Замена материала утеплителя на менее пожароопасный

С целью огнезащиты производят замену горючих утеплителей на негорючие, а где это возможно, - на менее горючие. Кроме того, такие материалы должны обладать более низкими и другими показателями пожарной опасности:

воспламеняемости;

дымообразующей способности;

токсичности продуктов горения.

Конструктивные способы огнезащиты

Часть таких способов огнезащиты мы уже рассмотрели (обетонитование, оштукатуривание, облицовка листовыми и рулонными материалами, обкладка кирпичом).

Увеличение толщины поперечного сечения

В отдельных случаях обеспечение нормативного предела огнестойкости $R_{тр} = R_{30}$ можно достигнуть путем подбора элементов металлических конструкций повышенной толщины поперечного сечения. Огнезащитный эффект при этом достигается за счет повышения теплоемкости конструкции, а следовательно и замедление её прогрева, но этот способ защиты не экономичен, поэтому его практически не применяют.

Заполнение полости конструкции бетоном, либо водой

Повышение предела огнестойкости конструкции замкнутого поперечного сечения можно обеспечить путем заполнения его бетоном (железобетоном - в этом случае при пожаре конструкция будет работать практически как железобетонная), либо охлаждения изнутри полой конструкции водой (как это делают за рубежом, например в США) для тонкостенных и высоконагруженных конструкций. В этом случае огнезащитный эффект также достигается за счет повышенной теплоемкости охлаждающего материала.

Перспективы совершенствования способов огнезащиты металлических конструкций
Совершенствование огнезащитных материалов и составов для МК.

Разработка более совершенных конструктивных способов огнезащиты (например, вынос каркаса за габариты стен).

Разработка рулонных огнезащитных материалов.

Создание огнезащитных листовых материалов, обладающих способностью вспучиваться.

Использование эффективных методов защиты с заполнением полостей конструкций (их элементов) теплоемкими материалами.

Разработка более эффективных видов огнезащитных подвесных потолков.

Совершенствование использования водяных завес для огнезащиты металлических конструкций.

4. Виды несущих и ограждающих деревянных конструкций, их поведение в условиях пожара и способы огнезащиты

Снижение горючести древесины можно достичь рядом способов. Они разнообразны и включают широкую гамму составов для пропиток и покрытий, обладающих высокой сопротивляемостью к действию тепла и высоких температур.

Термоизолирующие одежды.

Механизм огнезащиты заключается в предотвращении нагрева древесины до температуры разложения.

В строительстве для этого используется множество различных материалов, которыми защищают деревянные элементы конструкций, т.е. которые выполняют роль термоизолирующих одежд.

Мокрая штукатурка.

Их изготавливают как на основе воздушных, так и гидравлических вяжущих.

Заполнителями помимо песка служат эффективные огнезащитные материалы, например, вспученные горные породы (перлит, вермикулит).

Покрытие негорючими материалами.

Для защиты древесины от воспламенения применяются покрытия поверхности конструкций войлоком, пропитанным в глиняном растворе, с последующей обивкой жестью, а также обшивки различными плитами и листами заводского изготовления (сухая штукатурка: перлитовые, вермикулитовые гипсовые плиты; асбестоцементные листы и т.п.).

Регулируя толщину защитного слоя термоизолирующей одежды, можно снизить возгораемость деревянных конструкций в требуемых пределах.

Покрытие вспучивающимися красками.

Этот способ снижения возгораемости древесины также следует причислить к термоизолирующим одеждам, т.к. при нагревании нанесенный на поверхность конструкции тонкий слой краски вспучивается, т.е. значительно увеличивается его толщина и создается пористый угольный слой, препятствующий прогреву древесины до температуры разложения. При обычных условиях эксплуатации эти покрытия служат в качестве декоративного отделочного слоя.

В состав вспучивающихся покрытий входят мочевиноформальдегидная смола, фосфорнокислый аммоний, дициандиамид. В качестве стабилизаторов угольного слоя используются кремнийорганические соединения (силиконы) и алкилтитанокты. При высоких температурах они образуют двуокиси кремния и титана, обладающие повышенной теплостойкостью.

Важным требованием к вспучивающимся краскам, предназначенным для огнезащиты древесины, является то, что они должны вспучиваться при температуре ниже температуры разложения древесины.

Преимущество вспучивающихся покрытий по сравнению с огнезащитными красками состоит в том, что с их помощью можно получить трудносгораемый материал.

Огнезащитные краски.

Механизм огнезащиты красками состоит в следующем:

- а) препятствие выходу в зону реакции горючих продуктов термоокислительной деструкции древесины;
- б) препятствие проникновению в зону реакции кислорода воздуха, необходимого для горения;
- в) удержание слоя переугленной древесины на поверхности, который замедляет скорость дальнейшего переугливания древесины вглубь;
- г) ингибирование (химическое торможение) процесса горения (относится к

некоторым видам огнезащитных красок, например, фосфатным).

Наибольшее распространение получили следующие виды огнезащитных красок:

Фосфатные покрытия

Составы по ГОСТ 23790-79:

связующее - полиметафосфат натрия 35-40% (по массе);

наполнитель - каолин или глина 4-6% и зола уноса 14-16%;

антипирен - гидроокись алюминия 14-16% и мочевины, либо тиомочевина 18-22%;

пигмент - железный сурик или окись цинка 4-6%.

Толщина покрытия должна быть $(0,6-0,8) \cdot 10^{-3}$ м; расход покрытия - 0,5-0,7 кг/м².

Краска МФК.

Состав:

моноаммонитфосфат - 30,6%;

мочевина - 18,25%;

дициандиамид - 6,05%;

формалин - 37,9.

Расход краски 0,6 кг/м².

Краска СК-Л.

жидкое натриево-стекло - 54%;

литопоп - 39%;

вермикулит - 7%;

Расход краски - 0,5 кг/м².

Огнезащитные обмазки.

Механизм огнезащиты древесины обмазками в основном сходен с механизмом огнезащиты с помощью красок. Вместе с тем с помощью обмазок достигается, как правило, более высокий огнезащитный эффект благодаря увеличению толщины слоя наносимого покрытия, что обусловлено более грубым изменением входящих в обмазки компонентов. В составе обмазок, как правило, отсутствует пигмент.

Применяют наиболее широко следующие виды обмазок:

Суперфосфатная обмазка.

Состав:

суперфосфат - 70%;

вода - 30%;

Расход обмазки - 1,2 кг/м².

Известково-глино-солевая обмазка (ИГС).

Состав:

известковое тесто - 74%;

глина - 4%;

соль поваренная - 11%;

вода - 11%.

Расход обмазки - 1,4 кг/м².

Следует учесть, что поверхностная огнезащитная обработка строительных конструкций должна производиться при температуре не ниже 10°C и относительной влажности воздуха не более 70%, а количество слоев должно обеспечивать

требуемый расход краски или обмазки на единицу поверхности конструкции.

Огнезащита древесины пропиточными составами.

Этот способ является химическим способом огнезащиты древесины и заключается во введении в ее массу специальных веществ, называемых антипиренами. Сущность механизма огнезащиты заключается в том, что отложившиеся в массе древесины соли при нагревании разлагаются с выделением продуктов, ингибирующих окислительную реакцию в газовой фазе, разбавляя горючие продукты разложения древесины, в результате чего пламенная фаза горения древесины становится практически невозможной, а происходит только переугливание деревянной конструкции.

Наиболее распространенными антипиренами являются диаммоний-фосфат $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, моноаммоний фосфат $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, сернокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и борная кислота H_3BO_3 .

На практике применяются три способа защиты древесины антипиренами:

Глубокая пропитка древесины раствором антипиренов под давлением.

Для пропитки обычно применяют раствор 17 процентной концентрации следующего состава:

диаммоний фосфат - 7,5 весовые части;

сульфат аммония - 7,5 в.ч.;

фтористый натрий - 2 в.ч.;

вода - 88 в.ч.

В настоящее время разработаны и другие виды пропиточных составов. Например, в Белорусском технологическом институте им. С.М. Кирова разработан состав, содержащий фенолоспирты, мочевины, водный раствор аммиака, сульфатаммония, либо диаммонийфосфат.

В институте ядерной энергетики АН БССР разработан радиационно-химический метод, основанный на введении мономера (метилметакрилат) с антипиреном в процессе глубокой пропитки и последующей полимеризацией в г облучении кобальта 60.

В качестве антипирена применяется хорошо растворимая акриловая кислота в сочетании с раствором мочевины.

Оптимальный состав:

метилметакрилат - 55%;

акриловая кислота - 35,2%;

мочевина - 9,8%.

Сущность технологического процесса глубокой пропитки перечисленными составами состоит в том, что подготовленные пиломатериалы загружают в пропиточный цилиндр, в котором после герметизации создают разрежение порядка 0,08-0,085 Мпа в течении 0,5-1 часа. При этом происходит удаление воздуха из пор древесины, что способствует проникновению пропиточного раствора. Раствор подают в цилиндр при температуре порядка 60-70°C, (363-373К), затем повышают его давление до требуемого по нормам и выдерживают в течении заданного времени. После чего давление постепенно снижают до атмосферного. После сливания

раствора древесину выгружают и подвергают сушке при температуре до 70°C (343K). Режим пропитки (давление раствора, время пропитки устанавливают в зависимости от породы древесины и размеров изделий. При этом поглощение сухих солей древесиной должно составить не менее 66 кг/м³, чтобы перевести материал в группу трудногораемых (трудногорючих).

Расчет привеса сухих солей производят по формуле:

где А - количество сухих солей, кг/м³;

К - количество пропиточного раствора, поглощенного древесиной кг/м³;

с - концентрация антипирена в пропиточном растворе, %.

Глубокая пропитка древесины в горяче-холодных ваннах.

Сущность метода состоит в том, что древесину погружают вначале в ванну с раствором антипирена, нагретого до температуры порядка 90°C (363K) и выдерживают в течении 24 часов.

Воздух, находящийся в порах древесины, при этом нагревается, увеличивается в объеме и частично выходит из массы древесины, что способствует проникновению раствора в поры материала.

Затем древесину перекалдывают в ванну с холодными растворами, либо быстро изменяют температуру горячего раствора до температуры окружающей среды. В холодной ванне пропитка длится также в течении 24 часов. При этом воздух, оставшийся в порах древесины, сжимается при охлаждении, что приводит к возникновению некоторого разрежения и способствует дальнейшему поглощению раствора антипирена.

В состав пропиточного раствора в основном входят диаммонийфосфат и сульфат аммония в соотношении 3:7.

Недостаток данного способа состоит в том, что он обеспечивает максимальное поглощение древесиной сухих солей не более 50 кг/м³, что позволяет отнести древесину только к группе трудновоспламеняемых материалов. Чтобы ее довести до трудногорючего состояния, необходимо дополнительно покрывать огнезащитным материалом.

Поверхностная пропитка древесины.

Сущность метода состоит в нанесении на поверхность изделия пропиточного состава при помощи краскопульты или кисти.

В пропиточный состав обычно входят следующие вещества:

фосфорнокислый аммоний (диаммонийфосфат) - 20%;

сернокислый аммоний (сульфатаммония) - 5%;

керосиновый контакт Петрова (смачиватель) - 3%;

вода - 72%.

Помимо приведенного пропиточного состава применяют и другие, например состав, состоящий из 2-х частей - огнезащитного компонента и отделочного. Рецептура огнезащитного компонента:

калий углекислый (патош) - 25%;

керосиновый контакт - 3%;

вода - 72%.

Расход сухой соли при поверхностной пропитке должен составлять не менее 0,1 кг/м².

В результате пропитки древесина становится трудновоспламеняемой.

Температура пропиточного раствора должна быть 50-60°C (323-333К). Пропитку следует проводить при температуре воздуха не ниже 10°C (283К), относительной влажности не выше 70%.

Огнезащита промышленных изделий из древесины.

Трехслойные огнезащитные древесностружочные плиты. Особенностью их производства является то, что наружные слои в процессе формовки трехслойных плит выполняются из стружек, обработанных антипиренами. Толщина наружных, огнезащитных слоев должна быть не менее 3 мм.

ДСП, облицовочные запрессованные вермикулитом.

В процессе изготовления плиты (перед прессованием) на ее поверхность наносится состав, включающий в себя 100 весовых частей вермикулита, 30 весовых частей мочевиноформальдегидной смолы и 1 весовой части хлористого аммония. Кроме того, для улучшения декоративных свойств может добавляться краситель. Расход вермикулита составляет 1 кг/м² поверхности плиты.

После прессования на поверхности плиты образуется прочный, декоративный слой, существенно снижающий возгораемость материала.

Изготавливаются также огнезащитные древесно-волоконистые плиты (ДВП).

Список литературы

Яковлев А.И. Методика расчета пределов огнестойкости металлических конструкций. Вн: Огнестойкость строительных конструкций. Сб. тр., вып 8. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980, с. 15 - 27.

Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. М.: Строиздат, 1988.

Беляев А.В., Вязигин В.Г., Демёхин В.Н., Крейтор В.П., Михатайкин Е.М. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебная программа по специальности 330400 - Пожарная безопасность. СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России, 2003. 32 с.

Демёхин В.Н., Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Серков Б.Б., Фролов А.Ю., Шурин Е.Т. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебник для слушателей и курсантов пожарно-технических образовательных учреждений МЧС России /Под ред. И.Л. Мосалкова. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. 656 с.

Рекомендации по применению огнезащитных материалов и составов для металлических конструкций. ЦНИИСК им В.А. Кучеренко - М: 1988 - 60 с.

Романенков И.Г., Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций. М.: Строиздат 1981. 321 с.

Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительном деле: Учебник для слушателей ВИПТШ МВД СССР. М.: РИО ВИПТШ, 1975. 526 с.

Пожарная профилактика в строительстве. /Под ред. В.Ф. Кудаленкина: Учебник для вузов МВД СССР. М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985. 454 с.

Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат 1985. 591 с.

Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С., Яковлев А.И. Огнестойкость зданий. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1970. 262 с.

Романенков И.Г., Зигерн-Корн В.Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. М.: Стройиздат, 1984. 240 с.

Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. 382 с.

Бартелими Б., Крюппа Ж. Огнестойкость строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1985. 216 с.

НПБ 236-97 Огнезащитные составы для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности.

Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.

Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».