

УДК 614.841.3

ВЛИЯНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Соловьева М.Е.

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г.Уфа,
e-mail: M.Solovyova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние огнезащитного покрытия на повышение предела огнестойкости деревянных строительных конструкций. Приведены результаты и сущность метода испытания древесины на воспламеняемость. Дана характеристика процесса обугливания древесины. Описана стандартная температурная зависимость от времени развития пожара. Разработанное огнезащитное вспучивающееся покрытие может быть использовано на строительных и промышленных объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации.

Ключевые слова: огнезащитное покрытие, вспучиваемость, деревянные строительные конструкции, огнестойкость, воспламеняемость, предел огнестойкости, стандартный температурный режим.

Зачастую требования противопожарных норм ограничивают использование конструкций из древесины без соответствующей огнезащиты в зданиях различного назначения, особенно в строительстве общественных и производственных крупногабаритных сооружений и зданий.

Одним из главных требований, предъявляемым к конструкциям из цельной древесины и ДКК с ограждающими или несущими функциями является обеспечение приемлемой пожарной безопасности и конструктивной безопасности в течение требуемого времени в условиях пожара, т.е. огнестойкости [1].

При этом если для оценки огнестойкости металлических и железобетонных конструкций существуют проверенные на практике методы, то для оценки огнестойкости деревянных конструкций таких методов практически нет.

Сущность оценки огнестойкости деревянных конструкций заключается в определении времени горения, по истечении которого сечение конструкции уменьшится до критического значения. Вследствие уменьшения сечения напряжение увеличивается и при достижении предела прочности конструкция разрушается.

Авторами статьи предложена композиция огнезащитной вспучивающейся краски на основе технического углерода для деревянных конструкций, позволяющей повысить их предел огнестойкости.

Алгоритм нанесения краски в зависимости от оптимального соотношения толщины и времени покрытия, позволяющий получить послойное вспучивание при огневом воздействии, что обеспечивает увеличение предела огнестойкости деревянных конструкций.

К факторам, оказывающим влияние на огнестойкость деревянных конструкций, можно отнести такие как, разновидность и порода древесины, вид древесины (клееная или цельная), наличие элементов усиления, геометрические размеры и конфигурация сечения конструкции, условия и продолжительность эксплуатации, условия огневого воздействия (пожара) и другие.

Изменение в условиях пожара прочностных, а для древесины и геометрических характеристик сечений, вызывает снижение несущей способности элементов и узлов деревянных конструкций, выраженной временным показателем – пределом огнестойкости конструкции.

Предел огнестойкости деревянных конструкций определяется по методам, установленным ГОСТ 30247.0 и ГОСТ 30247.1 [2,3]. По характеристикам печных устройств и стандартной температурной зависимости развития пожара указанные ГОСТы подобны стандартам ISO 834 и ASTM E-119. Стандартная температурная зависимость от времени развития пожара описывается уравнением:

$$T_f - T_0 = 345 \cdot 1g(8\tau + 1) \quad (1)$$

где T_f и T_0 – текущая и начальная температура в камере печи, C , соответственно; τ – время, мин.

Допускается предел огнестойкости деревянных конструкций устанавливать расчетным путем на основе закономерностей обугливания и прогрева их сечений в условиях стандартного теплового воздействия, регламентируемого ГОСТ 30247.0, и с учетом предельных состояний по огнестойкости, регламентируемых ГОСТ 30247.1. При этом предел огнестойкости узлов соединения элементов и опорных узлов деревянных конструкций, в том числе с применением металлических и неметаллических элементов усиления, должен быть не ниже требуемого предела огнестойкости конструкции в целом [1].

В указанных ГОСТах и Федеральном законе ФЗ-123 [4] регламентируются основные признаки предельного состояния несущих и ограждающих конструкций:

- потеря несущей способности (R), наступает вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций;

- потеря теплоизолирующей способности (I) наступает вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных значений или достижения предельной величины плотности теплового

потока на нормируемом расстоянии от необогреваемой поверхности конструкции (W);

- потеря целостности (E), наступает в результате образования в конструкциях сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя.

Показателем огнестойкости СК является фактический предел огнестойкости, который определяется по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков (R , E или I).

Характеристикой процесса обугливания является скорость обугливания древесины. Для древесины различных пород скорость обугливания может изменяться от 0,6 до 1,1 мм/мин и зависит от многочисленных факторов, в частности от породы, объемной массы и влажности древесины, количества сторон обогрева конструкции, продолжительности и особенностей температурного режима, скорости нагрева, размеров сечения, шероховатости поверхности и других [5].

С увеличением объемной массы (кажущейся плотности), влажности древесины и размеров сечения деревянного элемента скорость обугливания снижается, а с увеличением температуры нагревающей среды при пожаре, притока воздуха, количества сторон обогрева сечения и шероховатости поверхности их плоскостей скорость обугливания древесины возрастает. В процессе продолжительного температурного воздействия скорость обугливания древесины снижается.

Процесс обугливания древесины неминуемо сопровождается уменьшением размеров рабочего сечения деревянной конструкции. При тепловом воздействии на элементы деревянных конструкций кроме уменьшения размеров рабочего сечения в результате обугливания древесины наблюдается снижение ее прочности и упругих характеристик. Неравномерное распределение температуры по сечению приводит к тому, что величины механических и теплофизических характеристик в различных точках данного сечения изменяются неодинаково. Механические свойства изменяются линейно с температурой [1].

Несмотря на возможно высокие конструктивно достижимые пределы огнестойкости, деревянные конструкции являются пожароопасными (класс К3). Класс пожароопасности конструкций определяют по ГОСТ 30403-96 [6]. Определение класса пожарной опасности деревянных конструкций необходимо для установления степени их участия в развитии пожара, в образовании опасных факторов пожара. Класс пожарной опасности конструкций зависит от пожарной опасности материалов, из которых она выполнена.

Показатели пожарной опасности древесных материалов определяют по другим стандартным методам: на горючесть по ГОСТ 30244-94; воспламеняемость по ГОСТ 30402-96; распространение пламени по поверхности

по ГОСТ 30444-97; индекс РП; дымообразующую способность и токсичность продуктов горения по ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.19, 4.18 и 4.20 соответственно.

Цельная древесина относится к материалам с показателями пожарной опасности Г4 (сильногорючие), В3 (легковоспламеняемые) и Д3 (с высокой дымообразующей способностью), а клееная древесина без огнезащиты относится к материалам с показателями пожарной опасности Г4 (сильногорючие), В2 (умеренновоспламеняемые) и Д3 (с высокой дымообразующей способностью) [7].

В этой связи, применение конструкций из древесины без соответствующей огнезащиты ограничено. Особенно в строительстве общественных и производственных крупногабаритных сооружений и зданий. Современные способы огнезащиты для деревянных конструкций позволяют существенно снизить их пожарную опасность.

Одним из важнейших факторов, определяющих пожарную опасность древесины, является ее способность к возникновению и развитию процесса горения при нагревании на воздухе. Возникновение горения это лишь начальная стадия процесса, который может осуществляться как в пламенном, так и тлеющем режимах, принципиально отличающихся между собой по механизму и кинетике химических реакций, а также значимости тех или иных физических факторов [1].

Таким образом, актуальной становится проблема разработки огнезащитных материалов для деревянных конструкций, позволяющих существенно снизить воспламеняемость древесины в условиях пожара.

Воспламеняемость деревянных образцов, покрытых огнезащитным вспучивающимся составом, предлагаемым авторами статьи, была исследована по ГОСТ 30402-96 [8].

Сущность метода состоит в определении параметров воспламеняемости материала при заданных стандартом уровнях воздействия на поверхность образца лучистого теплового потока и пламени от источника зажигания.

Параметрами воспламеняемости материала являются критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТП) (минимальное значение поверхностной плотности теплового потока, при котором возникает устойчивое пламенное горение) и время воспламенения.

Для классификации материалов по группам воспламеняемости используют КППТП.

Плотность лучистого теплового потока должна находиться в пределах от 10 до 50 кВт/м².

Согласно Техническому [4] регламенту по воспламеняемости горючие строительные материалы в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

1) трудновоспламеняемые (В1), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока более 35 киловатт на квадратный метр;

2) умеренновоспламеняемые (В2), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 20, но не более 35 киловатт на квадратный метр;

3) легковоспламеняемые (В3), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока менее 20 киловатт на квадратный метр.

В качестве негорючей основы использовали асбестоцементные листы по ГОСТ 18124 толщиной 10 или 12 мм.

Для испытаний изготовили 15 деревянных образцов, имеющих форму квадрата, со стороной 165 мм и отклонением минус 5 мм. Толщина образцов не более 70 мм. При каждой величине поверхностной плотности теплового потока испытания проводились на трех образцах.

Результаты экспериментального определения группы воспламеняемости образцов древесины, покрытые огнезащитной краской приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты экспериментального определения группы воспламеняемости образцов древесины

№ образца	Температура, С	Плотность теплового потока, кВт/м ²	Время испытания, мин.	Примечания
1	600	20	15	Вспучивание, пламенного горения не возникает
2	637	25	15	Вспучивание, пламенного горения не возникает
3	720	35	15	Вспучивание, пламенного горения не возникает
4	750	40	15	Вспучивание, пламенного горения не возникает

Таким образом, древесина, покрытая огнезащитной краской, по классификации «Технического регламента» [4] относится к группе В1 (трудновоспламеняемая).

Выводы

Полученные экспериментальным методом результаты, позволяют сделать вывод о том, что применение предлагаемого огнезащитного материала для деревянных строительных конструкций позволяет существенно снизить воспламеняемость древесины в условиях пожара. Прежде всего, значительно увеличить время от начала огневого воздействия (пожара) до воспламенения или самовоспламенения древесины, которое служит важной составляющей методики расчета по определению предела огнестойкости деревянных конструкций.

В условиях стандартного температурного режима пожара время до начала воспламенения и начала обугливания цельной древесины составляет 3-4 минуты [1]. С огнезащитой оно может быть увеличено как минимум на 15 минут.

Согласно «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности» [4] дислокация подразделений на территориях поселений и городских округов определяется исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 минут, а в сельских поселениях – 20 минут.

Следовательно, разработанный огнезащитный вспучивающий состав позволяет предотвратить потерю целостности и несущей способности до приезда подразделений пожарной охраны, тем самым значительно сократив материальный ущерб от пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горение древесины и ее пожароопасные свойства: монография/ Асеева Р.М. и др. М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. 262 с.
2. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования: межгосударственный стандарт ГОСТ 30247.0-94: М.: Минстрой России совместно с Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС), 1994. 13с.
3. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции: межгосударственный стандарт ГОСТ 30247.1-94: М.: Минстрой России совместно с Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС), 1994. 11с.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Российская газета. 2008. Вып. № 4720. 105 с.
5. Демехин В.Н. и др. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. 656 с.

6. Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности: межгосударственный стандарт ГОСТ 30403-96: М.: Минстрой России совместно с Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС), 1996. 17с.

7. Гаращенко Н.А. Результаты огневых испытаний клеедеревянных панелей со вспучивающимися покрытиями // Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15, №2. 12-16с.

8. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость: межгосударственный стандарт ГОСТ 30402-96: М.: Минстрой России совместно с Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС), 1996. 19 с.

INFLUENCE OF THE FIRE-PROTECTIVE COATING ON INCREASE THE LIMIT OF FIRE RESISTANCE OF WOODEN BUILDING CONSTRUCTIONS

M.E. Solovyova

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa

e-mail: M.Solovyova@yandex.ru

Abstract. The paper examines the impact of the fire protection coating to improve the fire resistance of wooden constructions. The results and the nature of the test method for flammability of wood. The characteristic of the process of charring wood. Below the standard temperature dependence of the time of the fire. Developed fire retardant intumescent coating can be used for building and industrial oil and gas facilities of the Russian Federation.

Keywords: fireproof coating, bloating, wooden building constructions, fire resistance, flammability, limit of fire resistance, the standard temperature.

References

1. Aseeva R.M. i dr. Gorenje drevesiny i ee pozharoopasnye svoistva. Monografiya. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2010. 262 s.
2. Konstrukcii stroitel'nye. Metody ispytaniy na ognestoikost'. Obshnie trebovaniya: mezhgosudarstvennyi standart GOST 30247.0-94: M.: Ministroi Rossii sovmestno s Mezhhgosudarstvennoi nauchno-tehnicheskoi komissiei po standartizacii, tehnikeskomu normirovaniyu i sertifikacii v stroitel'stve (MNTKS), 1994. 13 s.
3. Konstrukcii stroitel'nye. Metody ispytaniy na ognestoikost'. Nesushie i ograzhdayushie konstrukcii: mezhgosudarstvennyi standart GOST 30247.1-94: M.: Ministroi Rossii sovmestno s Mezhhgosudarstvennoi nauchno-tehnicheskoi komissiei po standartizacii, tehnikeskomu normirovaniyu i sertifikacii v stroitel'stve (MNTKS), 1994. 11 s.
4. Federal'nyi zakon Rossiiskoi Federacii ot 22 iyulya 2008 g. ¹ 123-FZ «Tehnicheskii reglament o trebovaniyah pozharnoi bezopasnosti» // Rossiiskaya gazeta, 2008. Vyp. № 4720. 105 s.
5. Demehin V.N. i dr. Zdaniya, sooruzheniya i ih ustoichivost' pri pozhare. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2003. 656 s.
6. Konstrukcii stroitel'nye. Metod opredeleniya pozharnoi opasnosti: mezhgosudarstvennyi standart GOST 30403-96: M.: Ministroi Rossii sovmestno s Mezhhgosudarstvennoi nauchno-tehnicheskoi komissiei po standartizacii, tehnikeskomu normirovaniyu i sertifikacii v stroitel'stve (MNTKS), 1996. 17 s.

7. Garashenko N.A. Rezul'taty ognevyh ispytaniy kleederevyannyh panelei so vspuchivayushimisya pokrytiyami // Pozharovzryvobezопасnost'. T. 15, № 2. 2006. 12-16 s.

8. Materialy stroitel'nye. Metod ispytaniya na vosplamenaemost': mezhgosudarstvennyi standart GOST 30402-96: M.: Ministroi Rossii sovmestno s Mezhhgosudarstvennoi nauchno-tehnicheskoi komissiei po standartizacii, tehničeskomu normirovaniyu i sertifikacii v stroitel'stve (MNTKS), 1996. 19 s.

Сведения об авторе

Соловьева М.Е., аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность»,
ФГБОУ ВПО УГНТУ

M.E. Solovyova , postgraduate student of the chair «Fire and industrial safety», FSBEI
USPTU

e-mail: M.Solovyova@yandex.ru