

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ОГНЕЗАЩИЩЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО
ЗНАЧЕНИЯ**

**MODERN CONDITION AND PROSPECTS OF APPLICATION OF FIREPROOF
WOOD FOR CONSTRUCTION OF QUICKLY CREATED OBJECTS
OF CULTURAL AND HISTORICAL VALUE**

*Сивенков А. Б., доктор технических наук, профессор,
Академия ГПС МЧС России, Москва,
Хасанова Г. Ш., Кокшетауский технический институт
КЧС МВД Республики Казахстан, Кокшетау*

*Sivenkov A. B., Academy of State Fire Service of the Ministry of
Emergency Situations of Russia, Moscow,
Khasanova G. Sh., Kokshetau Technical Institute
Emergency Committee of the Ministry of Internal Affairs of the
Republic of Kazakhstan, Kokshetau*

В статье рассмотрен процесс дымообразования огнезащитной древесины в режимах тления и пламенного горения. Приведены результаты экспериментов по изучению древесины на дымообразующую способность. Поскольку в работе предполагается исследовать снижение пожарной опасности древесины как конструкционного материала, используемого для строительства быстровозводимых объектов культурно-исторического значения при помощи минеральных огнезащитных средств, то состав и свойства исследуемых антипиренов будут иметь большое значение. Для снижения пожарной опасности древесины предлагается использовать новое поколение водорастворимых олигомерных антипиренов, содержащих минеральные наполнители, имеющих в своем составе гидроксид щелочного металла. Сделан вывод о влиянии огнезащитного покрытия на основе щелочного катализатора и полифункционального соединения на снижение дымообразующей способности огнезащитной древесины. Полученный эффект огнезащиты проявляется в более интенсивном обугливание поверхностного слоя огнезащитной древесины, тем самым выявлено снижение концентраций газообразных продуктов пиролиза древесины. Дана характеристика процесса обугливания древесины. Установлено, что обработка древесины составом с щелочным катализатором и полифункциональным соединением приводит к изменению некоторых пожарно-технических характеристик, а именно дымообразующей способности, т. е. позволяет снизить процесс обугливания и увеличить предел огнестойкости деревянных строительных конструкций быстровозводимых объектов культурно-исторического значения.

Ключевые слова: огнезащита, древесина, пожарная опасность, деревянные строительные конструкции, дым, дымообразующая способность.

The article describes the process of smoke formation of fire-protected wood in modes of smoldering and fiery burning. The results of experiments on the study of wood for smoke-generating ability are given. Since the work is intended to investigate the re-

duction of fire danger of wood, as a structural material used for the construction of pre-fabricated objects of cultural and historical importance using mineral flame retardants, the composition and properties of the investigated flame retardants will be of great importance. To reduce the fire danger of wood, it is proposed to use a new generation of water-soluble oligomeric flame retardants containing mineral fillers containing alkali metal hydroxide. The conclusion is made about the effect of a fire retardant coating based on an alkaline catalyst and a polyfunctional compound on the reduction of the smoke-forming ability of fire-protected wood. The resulting effect of fire protection is manifested in a more intense charring of the surface layer of fire-protected wood, thereby revealing a decrease in the concentrations of gaseous products of wood pyrolysis. The characteristic of the process of charring wood. It has been established that the treatment of wood with a composition with an alkaline catalyst and a polyfunctional compound leads to a change in some fire-technical characteristics, namely, the smoke-forming ability, i.e. allows you to reduce the process of charring and increase the fire resistance of wooden building structures of pre-fabricated objects of cultural and historical significance.

Keywords: fire protection, wood, fire danger, wooden building constructions, smoke, smoke-forming ability.

Введение

В настоящее время в России, Казахстане и других странах накоплен богатый опыт применения древесины в архитектуре современных быстровозводимых зданий и сооружений культурно-исторического значения. Широкое распространение деревянных строительных конструкций в качестве экологически безопасного строительного материала получило благодаря их отличным конструктивным качествам, внесезонности применения, высоким показателям физико-механических свойств при малой плотности, которые в сочетании с современными технологиями строительства быстровозводимых зданий позволяют реализовывать разнообразные архитектурные формы.

Создание материалов пониженной горючести привело к повышенному выделению дыма и токсичных продуктов при термическом разложении и горении. Серьезные последствия пожаров вызывают тревогу исследователей, которые изучают причины пожаров и условия пожаробезопасного применения материалов в строительстве. Разработка эффективных пожарно-профилактических мероприятий и успешное тушение возникших пожаров зависят от правильности и полноты оцен-

ки пожарной опасности материалов и систем в целом. Однако оценка пожароопасности по одному, двум параметрам, как правило, недостаточна.

Наряду с высокими эксплуатационными характеристиками в условиях пожара при горении древесины образуются побочные эффекты: дымообразование, уменьшение видимости и содержание в дыме газообразных токсичных соединений и др. Особенно опасны пожары в зданиях с массовым пребыванием людей. Основной причиной гибели людей при пожарах на данных объектах является отравление токсичными газами и ядовитыми веществами.

Как отмечают Г.И. Сметанкина и С.А. Романченко, «пожары являются наиболее распространенной причиной чрезвычайных ситуаций в зданиях с массовым пребыванием людей. Поэтому снижение пожарного риска до законодательно утвержденного уровня должно рассматриваться как важнейший индикатор и характеристика эффективности принимаемых решений по обеспечению пожарной безопасности» [2].

Нормативные документы Республики Казахстан по пожарной безопасности устанавливают требования к системе противопожарной защиты зданий в виде

применения огнезащитных составов (антипирен) и строительных материалов пониженной горючести для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций [3].

Обеспечение пожарной безопасности является одной из ключевых задач при проектировании, строительстве и эксплуатации современных быстровозводимых зданий и сооружений культурно-исторического значения.

Для снижения горючести древесины и материала на основе древесины применяются добавки, затрудняющие воспламенение и снижающие скорость распространения пламени – антипирены, которые изменяют процесс термического разложения древесины в процессе горения. В проблеме пожарной безопасности древесинных и полимерных композиционных материалов приоритетное значение имеют собственно огнезащитные средства и их взаимодействие с материалом, а также уменьшение их влияния на несущие конструкции [4].

Поэтому возникает необходимость огнезащиты деревянных конструкций быстровозводимых объектов культурно-исторического значения.

В работе был проведен анализ в области снижения пожарной опасности современных быстровозводимых зданий и сооружений, в частности снижения дымообразующей способности огнезащищенной древесины с использованием пропиточных составов, а также определение перспективных направлений разработок в области огнезащиты древесины.

В связи с этим, учитывая специфику конструктивного исполнения деревянных быстровозводимых зданий и сооружений культурно-исторического значения, значительное количество материалов и конструкций, имеющих высокую пожарную опасность и массового пребывания людей, одним из наиболее важных вопросов обеспечения пожарной безопасности является рассмотрение вопросов снижения дымообразующей

способности при горении огнезащищенной древесины.

Дымообразующая способность древесины является одной из важнейших характеристик, от которых зависит безопасность людей при пожаре в зданиях и сооружениях с применением деревянных конструкций [5].

Результаты проведенных экспериментальных исследований являются основным видом доказательства теоретических вероятностных расчетов, прогнозов и гипотез огнезащитного действия исследуемых огнезащитных составов.

Результаты экспериментального исследования и их обсуждение

Исследование влияния огнезащитных средств на дымообразование при горении древесины проводили по [3] п. 4.18.

Для снижения пожарной опасности древесины в работе предлагается использовать новое поколение водорастворимых олигомерных антипиренов, содержащих минеральные наполнители, имеющих в своем составе гидроксиды щелочных металлов.

Согласно требованиям стандарта [6] экспериментальные исследования со средствами огнезащиты были проведены в двух режимах: в режиме тления во всём диапазоне возможных величин внешнего радиационного теплового потока, а именно от 10,0 до 35,0 кВт/м² и в режиме пламенного горения, при максимальной величине внешнего радиационного теплового потока, а именно 35,0 кВт/м².

При исследовании дымообразующей способности древесины с огнезащитными средствами представлял интерес более детальное исследование влияния механизмов огнезащитного действия антипиренов на дымообразование защищаемого материала. На рисунке 1 приведены экспериментальные данные по влиянию антипиренов на дымообразующую способность древесины. Из данных графиков видно, что влияние различных антипиренов на дымообразо-

вание древесины неоднозначно. Так, огнебиозащитный состав «КСД-А» с расходом 400 г/м² увеличивает коэффициент дымообразования древесины при самовоспламенении образцов и при испытании в режиме горения, хотя до температуры самовоспламенения древесина, обработанная огнебиозащитным составом «КСД-А» имеет более низкий коэффициент дымообразования, это можно объяснить тем, что состав "КСД-А" препятствует терморазложению древесины и выделению дыма до момента самовоспламенения. Например, в режиме тления при плотности теплового потока 20

кВт/м² необработанная древесина имеет коэффициент дымообразования $D_m=756$ м²/кг, а в режиме горения при воздействии горелки и плотности теплового потока 35 кВт/м² коэффициент дымообразования $D_m=258$ м²/кг. По сравнению с необработанной древесиной огнебиозащитный состав «КСД-А» в режиме тления при плотности теплового потока 20 кВт/м² имеет коэффициент дымообразования $D_m=600$ м²/кг, а в режиме горения при воздействии горелки и плотности теплового потока 35 кВт/м² коэффициент дымообразования $D_m=296$ м²/кг.

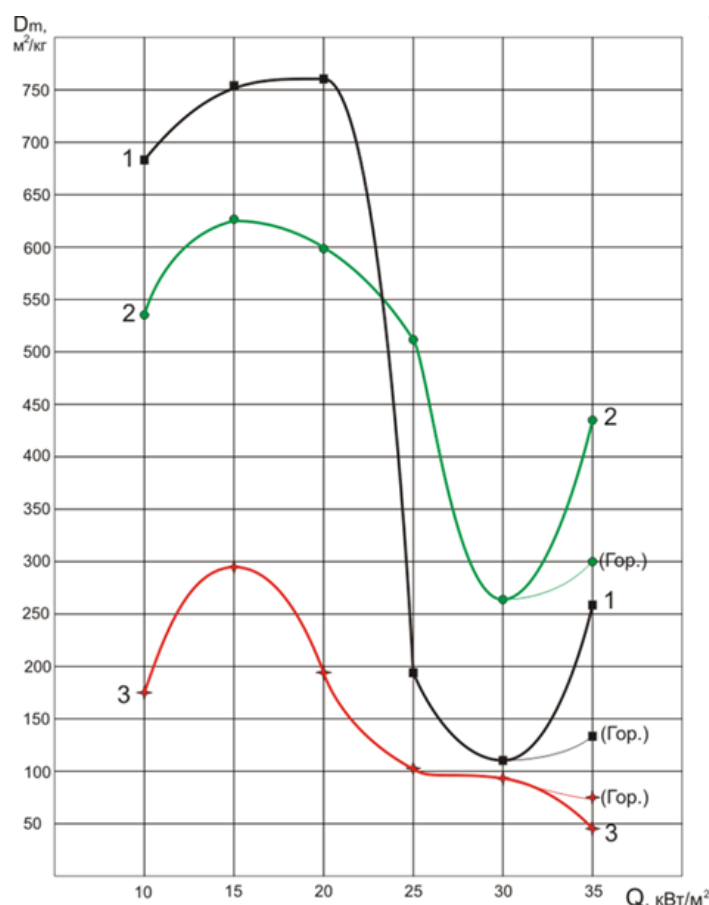


Рисунок 1. Зависимость коэффициента дымообразования древесины с антипиренами от величины плотности внешнего радиационного теплового потока: 1 – сосна необработанная; 2 – сосна с огнебиозащитным составом «КСД-А» (расход 400 г/кв. м); 3 – сосна с составом, содержащим гидроксид калия и полифункциональное соединение (расход 400 г/кв. м)

Из результатов испытаний видно, что наибольшей эффективностью в снижении дымообразования древесины обладает

пропиточный состав, содержащий щелочной катализатор и полифункциональное соединение, который уменьшает коэффици-

ент дымообразования древесины, тем самым улучшая ее показатели. По результатам испытаний в режиме тления при плотности теплового потока 20 кВт/м^2 данный состав имеет коэффициент дымообразования $D_m = 195 \text{ м}^2/\text{кг}$, а в режиме горения при воздействии горелки и плотности теплового потока 35 кВт/м^2 коэффициент дымообразования составляет $D_m = 67 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Заключение

Полученные результаты экспериментальных исследований подтверждают предварительные выводы о влиянии пропиточных составов на дымообразующую способность огнезащитной древесины.

На основании результатов исследований можно сделать вывод, что наибольшей эффективностью в снижении дымообразования древесины обладает пропиточный состав, содержащий в качестве основных компонентов щелочной катализатор и полифункциональное соединение. Данный состав уменьшает коэффициент дымообразования древесины, тем самым улучшает синергический эффект. По результатам испытаний в режиме тления при плотности теплового потока 20 кВт/м^2 данный состав имеет коэффициент дымообразования $D_m = 195 \text{ м}^2/\text{кг}$, а в режиме горения при воздействии горелки и плотности теплового потока 35 кВт/м^2 коэффициент дымообразования составляет $D_m = 67 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Исследование зависимости дымообразующей способности исследуемых материалов от плотности внешнего теплового потока, как в режиме тления, так и в режиме пламенного горе-

ния, показало, что огнебиозащитный состав «КСД-А» не изменил группу по дымообразующей способности необработанной древесины и относится к материалам с высокой дымообразующей способностью, а экспериментальный состав, содержащий катализатор и полифункциональное соединение, позволяет перевести древесину из группы материалов с высокой дымообразующей способностью в группу с умеренной дымообразующей способностью.

Таким образом, обработка древесины составом с щелочным катализатором и полифункциональным соединением приводит к изменению некоторых пожарнотехнических характеристик, а именно дымообразующей способности. Полученный эффект огнезащиты проявляется в более интенсивном обугливание поверхностного слоя огнезащитной древесины, тем самым выявлено снижение концентраций газообразных продуктов пиролиза древесины.

В заключении необходимо отметить, что в условиях современного строительства быстровозводимых зданий и сооружений культурно-исторического значения оценка эффективности огнезащитных пропиточных составов и покрытий с получением высокоэффективных показателей позволяет целенаправленно обеспечивать требуемые показатели пожарной опасности и огнестойкости деревянных конструкций и решение проблемы обеспечения безопасности людей в чрезвычайных ситуациях.

Литература

1. Гусев А. И., Пазникова С. Н., Кожевникова Н. С. Повышение огнестойкости строительных деревянных конструкций // Пожаровзрывобезопасность. – 2006. – Т. 15, №3. – С. 30–35.
2. Сметанкина Г. И., Романченко С. А. Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности общественных зданий // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – №1 (7) С. 274–278. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-obschestvennyh-zdaniy>.
3. Об утверждении технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности». Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 июня 2017 года № 439: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 17 августа 2017 года № 15501.
4. Нуркулов Ф. Н. Исследование огнезащитной эффективности олигомерных антипиренов для древесины и полимерных материалов // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – 2016. – № 10(31). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3776>.

5. Покровская Е. Н. и др. Дымообразующая способность и токсичность продуктов сгорания древесных материалов при поверхностном модифицировании элементоорганическими соединениями // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22, № 10. – С. 40–45.

6. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Введ. 01.01.91. М., 1989, 1996, 2001.

References

1. Gusev A.I., Paznikova S.N., Kozhevnikova N.S. Improving the fire resistance of wooden construction structures. Fire and Explosion Safety. 2006. Vol. 15. No. 3. P. 30-35.

2. Smetankina G.I., Romanchenko S.A. Actual problems of fire safety in public buildings // Modern technologies for civil defense and emergency response. 2016. №1 (7) P. 274-278. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-obschestvennyh-zdaniy> (access date: 05/15/2019).

3. On approval of the technical regulation "General requirements for fire safety." Order of the Minister of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan dated June 23, 2017 No. 439. Registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on August 17, 2017 No. 15501.

4. Nurkulov F.N. Study of the flame retardant efficiency of oligomeric flame retardants for wood and polymeric materials // Universum: Technical sciences: electron. scientific journals 2016. № 10 (31). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3776> (access date: 04/28/2019).

5. Pokrovskaya E.N., Portnov F.A., Kobelev A.A., Korolchenko D.A. Smoke-forming ability and toxicity of products of combustion of wood materials with surface modification by organoelemental compounds. Fire and Explosion Safety. 2013. Vol. 22. No. 10. P. 40-45.

6. GOST 12.1.044-89 (ISO 4589-84) SSBT. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods for their determination. - Introduced 1/1/91. - M.: Publishing house of standards, 1989; Publishing and printing complex "Standards publishing house", 1996, 2001.