

Безопасность объектов строительства (2.1.15. технические науки)

Научная статья

УДК 614.841.45:624.011.1-027.267

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.31.98.001

Становление огнезащитной обработки деревянных конструкций и зданий

Андрей Леонидович Хрулькевич^{1,2}

*Андрей Николаевич Минкин*³

*Алина Владимировна Феоктистова*²

*Александр Викторович Антонов*¹

¹ ГУ МЧС России по Красноярскому краю, Красноярск, Россия

² Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

³ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия

Автор ответственный за переписку: Алина Владимировна Феоктистова,
feoktistova_alinav@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены развитие способов, методов и принципов обработки деревянных конструкций и зданий. Проанализированы способы контроля пожароопасных параметров строительных материалов.

Ключевые слова: огнезащита, пожарная опасность деревянных конструкций, метод контроля.

Для цитирования: Хрулькевич А.Л., Минкин А.Н., Феоктистова А.В., Антонов А.В. Становление огнезащитной обработки деревянных конструкций и зданий // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4 (31). С. 8-13.
<https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.31.98.001>.

Original article.

FORMATION OF FIRE-RETARDANT TREATMENT OF WOODEN STRUCTURES AND BUILDINGS

Andrey L. Khurulkevich^{1,2}

*Andrey N. Minkin*³

*Alina V. Feoktistova*²

*Alexander V. Antonov*¹

¹ GU of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk, Russia

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

³ All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Russian Emergencies Ministry, Moscow, Russia

Corresponding author: Alina V. Feoktistova, feoktistova_alinav@mail.ru

Abstract. The development of methods and principles of processing wooden structures and buildings is considered. Methods for controlling the fire-hazardous parameters of building materials are analyzed.

Key words. fire protection, fire danger of wooden structures, control method.

For citation: Khrulkevich A.L., Minkin A.N., Feoktistova A.V., Antonov A.V. Formation of fire-retardant treatment of wooden structures and buildings // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2023. № 4 (31): 8-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.31.98.001>.

В нашей стране дерево является одним из основных строительных материалов, которое обладает высокими прочностными характеристиками. Этот материал подходит, как для использования в качестве перекрытий, чердачных систем, стропил, обрешеток, так и для малоэтажного строительства. Однако дерево обладает рядом особенностей, например, высокая горючесть. И для решения этого вопроса человечество производило поиск материалов и способов защиты от огня. Впервые для такой задачи применяли глину и различные обмазки для обработки стен города, церквей и важных построек.

В последующее время началось научное исследование пожарной опасности различных строительных материалов, в том числе вопроса огнезащиты легкогорюемых материалов. Во время Великой Отечественной войны опытным путем нашли способ защиты древесины от воспламенения, в состав обработки входили известь, глина и поваренная соль. Такая смесь способствовала защите древесины и увеличению времени воспламенения здания. В частности, составы Таубкина С. И. на основе глины, извести и фосфатов широко использовались в Ленинграде и Москве для защиты чердачных помещений в жилых и общественных зданиях [1]. Впервые огнезащитная эффективность этого способа подтвердилась во время войны, когда пожар не получил распространения благодаря тому, что деревянные элементы были обработаны суперфосфатной обмазкой.

В послевоенный период продолжилось исследование свойств различных химических веществ в качестве защиты строительных конструкций. Введено понятие антипирена – средство органического происхождения для защиты от огня. Научное обоснование применения данного вида пропиток для дерева положили Колганова М. Н., Левитас Ф. А. [2,3]

В 70х-80х годах проводились дальнейшие исследования не только по защите материала, но и контролю качества обработки на объекте защиты и пожароопасных свойств деревянного сырья. Так появился лабораторный метод оценки огнезащитной эффективности покрытий и пропиточных составов. Это способ огневой трубы, фанерных образцов и метод испытания конструктивных элементов. С помощью него оценивалась эффективность огнезащитных красок на основе жидкого стекла, карбамидной смолы, обладающая в отличие от простейших обмазок лучшими эксплуатационными и декоративными свойствами за счет меньшей толщины слоя и высокой адгезии к древесине. Так утвердился ГОСТ 16363-78, целью которого является определение потери массы образцов древесины, обработанной покрытиями или пропиточными составами, при огневом испытании [4]. По результатам эксперимента устанавливается I и II степень огнеэффективности смеси для защиты древесины.

Следующая нормативная разработка относится к определению показателей пожароопасности для веществ с разным агрегатным состоянием. По ГОСТ 12.1.044-89 в том числе определяются свойства для древесины, которые включают: горючесть, воспламеняемость, способность распространения пламени по поверхности и дымообразующая способность [5]. Создаются соответствующие нормативные документы по определению этих параметров: ГОСТ 30244-94, ГОСТ 30402-96, ГОСТ 30444-97. [6,7,8]

ГОСТ 30244-94 определяет свойства горючести строительных материалов двумя методами. По методике I определяют горючесть или негорючесть. Для этого помещают образец в печь, нагретой до 750С, выдерживают в течение 30 минут или до достижения температурного баланса. Результатом является изменение массы, прирост температуры в трех измеряемых точках и пламенное горение, если такое случилось. Вторая методика предполагает установку

испытания на степень горючести. Образец помещают в прибор и держат над горелкой в течение 10 минут, при этом фиксируют наличие пламени и самостоятельного горения. По результатам эксперимента определяют массу и длину неповрежденной части образцов, а также температуру дымовых газов. Соответствующие значения сопоставляются с таблицей, данной в ГОСТ, и присваивают группу горючести: слабогорючие, умеренногорючие, нормальногорючие, сильногорючие [6].

В ГОСТ 30402-96 настраивают плотность теплового потока и подачу газа в горелку. Испытывают образец при 30 кВт/м^2 в течение 15 минут (либо до воспламенения образца), исходя из полученного результата повышают или понижают величину потока и продолжают испытания. По этой методике определяется время воспламенения и изменение визуальных параметров образца при том или ином значении теплового потока. Присуждается группа воспламеняемости: трудновоспламеняемые, умеренновоспламеняемые, легковоспламеняемые [7].

ГОСТ 30444-97 определяет группы распространения пламени (РП1, РП2, РП3, РП4). Установка включает испытательную камеру, источник лучистого теплового потока, источник зажигания и держатель образца. Эксперимент заключается в выдерживании строительного материала в пламени горелки в течение двух минут. Фиксируют появление пламенного горения и его продолжительности. Если этого не произошло в течение 10 минут после воздействия факела, то эксперимент считается законченным. При воспламенении испытание заканчивают при прекращении пламенного горения. По результату фиксируют длину выгорания и обугливания образца. Устанавливают критическую плотность теплового потока и определяют одну из четырех групп распространения пламени. [8]

В ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) дана характеристика способов определения дымообразующей способности и токсичности продуктов горения. Степени дымообразующей способности: Д1 (малая), Д2 (умеренная), Д3 (высокая). Испытания проводят в режиме тления и в режиме горения. В данном эксперименте фиксируют изменение светопропускания среды в камере. Изначальное значение 100%, испытания прекращают при достижении минимального светопропускания. Рассчитывается коэффициент дымообразования [5].

Помимо создания нормативной базы для контроля пожароопасных параметров строительных материалов, развиваются физический и химический подходы к обработке деревянных конструкций. Первые включают в себя исследование механизмов протекания процесса горения в древесине, понимание закономерностей и выделение основных стадий воспламенения этого строительного материала. Так, известно, что при температуре до 150°C происходит испарение влаги, в диапазоне от 160°C до 260°C изменяется химический состав древесины, начинается термическое разложение, в последующих температурных значениях происходит образование карбонизированного остатка – угля. Зная эти закономерности, разрабатывают физические подходы, например, образование тонкой пленки на поверхности конструкции.

Химический подход определяется применением веществ, которые благоприятно влияют на глубину проникновения состава, а также способны взаимодействовать со структурой древесины. Некоторые элементы при воздействии высокой температуры способны выделять негорючие газы, которые не допускают кислород к строительному материалу, что способствует увеличению времени воспламенения. Другие вещества имеют свойство создавать дополнительный слой, который не допускает нагревания древесины.

С конца XX века активно развивалась сфера огнезащитных обработок для деревянных строительных материалов. Исследования в направлении проверки разных пропиток на пожароопасные свойства проводили Сивенков А. Б., Серков Б. Б., Асеева Р. М., Крашенникова Н. Н., Кулаков В. С. [9-13]

В настоящее время вводятся новые нормативные документы, которые закрепляют не только классификацию строительных материалов по пожарной опасности, но и дополнительные требования к обработке, а также обязательства руководителя организации по данному вопросу содержания объекта защиты [14].

Пожарные требования к деревянным конструкциям, указанные в «Правилах противопожарного режима» [15], обязывают руководителя организации проводить проверку огнезащиты не реже 1 раза в год. Согласно СП 64.13330.2017 чердачные перекрытия должны иметь I или II степень огнезащитной эффективности, которая определяется по ГОСТ 53292-2009 [16,17]. Он является обновленной версией ГОСТ 16363-76, аналогичным образом используется керамическая труба и огневое испытание для определения потери массы образца, обработанного огнезащитным составом. Если потеря массы составляет менее 9%, то устанавливается I степень, при условии потери массы от 9 до 25% - II степень огнезащитной эффективности, при условии, что за время проведения эксперимента не возникает самостоятельного горения образца.

Огнезащитная эффективность пропиток и составов в настоящее время определяется согласно ГОСТ 53292-2009 и по данным требованиям устанавливается обработка деревянных конструкций. Однако в этом методе есть недостатки, например, сложное оборудование, настройка потока пламени, выдерживание над источником зажигания в течение двух минут, что не в полной мере дает оценку огнезащиты.

При пожаре происходит активный тепло перенос, вследствие которого раскаленные газы поднимаются вверх, что влечет за собой нагревание соседних поверхностей и элементов здания. Температуры достигают 900С, при таких условиях дерево, как строительный материал, способно не только активно развивать горение по мере распространения пламени, а также могут появиться дополнительные очаги за счет теплового переноса. Поэтому важным направлением научной работы в данном направлении может являться изучение процесса самовозгорания, в том числе обработанной древесины при повышенных температурах. В целях дальнейшего изучения температурных закономерностей имеет место термические методы контроля. Например, с помощью метода синхронного анализа [18].

Таким образом, можно отметить, что в области огнезащиты деревянного строительного материала было проведено много научных исследований. Авторы затрагивали такие аспекты как внедрение новых химических веществ для покрытий, изучение особенности процессов горения древесины, физические подходы по нанесению состава, а также методы контроля огнезащитной эффективности, горючести и пожароопасных свойств материала. Однако вопрос обработки деревянных конструктивных элементов здания и контроля огнезащиты остается актуальным. Аспекты поведения обработанной древесины при термическом воздействии до конца не изучены, что дает возможность для дальнейших экспериментальных исследований в данной области.

Список источников

1. Научно-технический прогресс в пожарной охране / Д.И. Юрченко, Ю.Ф. Аверин, А.В. Антонов и др; Под ред. Д. И. Юрченко. – М.: Стройиздат, 1987 – 367 с.
2. Колганова, М. Н. Способы и средства огнезащиты древесины / М.Н. Колганова, Ф. А. Левитас – М.: ВНИИПО, 1985. – 57 с.
3. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 372886 СССР, Огнезащитный состав: заявл. 07.07.71: опубл.: 15.01.79 / Таубкин С.И., Колганова М.Н., Левитас Ф.А. ; заявитель ВНИИПО. – 2с.
4. ГОСТ 16363-98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств: взамен ГОСТ 16363-76: дата введения 1999-07-01. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003142>.
5. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: взамен ГОСТ 12.1.044-84: дата введения 1991-01-01. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802>.
6. ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть: взамен СТ СЭВ 382-76, СТ СЭВ 2437-80: дата введения 1996-01-01. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9056051>.

7. ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость: введен впервые: дата введения 1996-07-01. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200000428>.

8. ГОСТ 30444-97 Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени: введен впервые: дата введения 1998-03-20. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200134185>.

9. Сивенков, А. Б. Горение и пожарная опасность древесины / А. Б. Сивенков, Б. Б. Серков, Р. М. Асеева // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 1. – С. 19-32.

10. Сивенков, А. Б. Физико-химические основы горения и пожарная опасность древесины / А. Б. Сивенков, Б. Б. Серков, Р. М. Асеева // Технологии техносферной безопасности. – 2011. – № 6 (40). – С. 11.

11. Сивенков, А. Б. / Физико-химические основы горения и пожарная опасность древесины (часть 2) / А. Б. Сивенков, Б. Б. Серков, Р. М. Асеева // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 1 (41). – С. 1.

12. Сивенков, А. Б. Влияние физико-химических характеристик древесины на ее пожарную опасность и эффективность огнезащиты: 02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктор технических наук / Сивенков Андрей Борисович; Институт хим. физики им. Н.Н. Семенова РАН. – Москва, 2015. – 22 с.

13. Эффективность и механизм действия двух огнезащитных систем для древесины / Р. М. Асеева, Н. Н. Крашенинникова, В. С. Кулаков [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – № 5. – С. 23-30.

14. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.consultant.ru>.

15. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (редакция от 24.10.2022) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.consultant.ru>.

16. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80: дата введения 2017-08-28. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456082589>.

17. ГОСТ Р 53292-2009 Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний: введен впервые: дата введения 2010-01-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071904>.

18. Беззапонная, О. В. Исследование пожарной опасности древесины различных пород методами термического анализа / О. В. Беззапонная, М. А. Красильникова, С. В. Макаркин // Техносферная безопасность. - 2021. - №3(32). – С. 43-50.

List of sources

1. Scientific and technical progress in fire protection / D.I. Yurchenko, Yu. F. Averin, A. V. Antonov and others; Ed. D. I. Yurchenko. – М.: Stroyizdat, 1987 – 367 p.

2. Kolganova, M. N. Methods and means of wood fire protection / M. N. Kolganova, F. A. Levitas - М.: VNIPO, 1985. - 57 p.

3. Description of the invention to the author's certificate № 372886 USSR, Flame retardant composition: Appl. 07/07/71: publ.: 01/15/79 / Taubkin S. I., Kolganova M. N., Levitas F. A.; applicant VNIPO. – 2p.

4. GOST 16363-98. Fire retardants for wood. Methods for determining fire retardant properties: instead of GOST 16363-76: introduction date 1999-07-01. [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200003142>.

5. GOST 12.1.044-89. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods for their determination: instead of GOST 12.1.044-84: introduction date 1991-01-01. [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802>.

6. GOST 30244-94 Construction materials. Flammability test methods: instead of ST SEV 382-76, ST SEV 2437-80: introduction date 1996-01-01. [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/9056051>.
7. GOST 30402-96 Construction materials. Flammability test method: First introduced: Introduction date 1996-07-01. [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200000428>.
8. GOST 30444-97 Construction materials. Flame propagation test method: first introduced: introduction date 1998-03-20. [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200134185>.
9. Sivenkov, A. B. Combustion and fire hazard of wood / A. B. Sivenkov, B. B. Serkov, R. M. Aseeva // Fire and explosion safety. – 2012. – Т. 21, № 1. - P. 19-32.
10. Sivenkov, A. B. Physical and chemical bases of combustion and fire hazard of wood / A. B. Sivenkov, B. B. Serkov, R. M. Aseeva // Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti. - 2011. - № 6 (40). – P. 11.
11. Sivenkov, A. B. / Physical and chemical bases of combustion and fire hazard of wood (part 2) / A. B. Sivenkov, B. B. Serkov, R. M. Aseeva // Technologies of technosphere safety. - 2012. - № 1 (41). – P. 1.
12. Sivenkov, A. B. Influence of the physical and chemical characteristics of wood on its fire hazard and fire protection efficiency: 02.00.06 - “High-molecular compounds”: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Andrey Borisovich Sivenkov; Institute of Chem. physics them. N.N. Semenov RAS. - Moscow, 2015. - 22 p.
13. Efficiency and mechanism of action of two fire-retardant systems for wood / R. M. Aseeva, N. N. Krashenninnikova, V. S. Kulakov [et all.] // Fire and explosion safety. - 2007. - № 5. - P. 23-30.
14. Russian Federation. Laws. Technical regulation on fire safety requirements.: Federal Law of July 22, 2008 № 123-FZ (last edition). [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.consultant.ru>.
15. Decree of the Government of the Russian Federation of September 16, 2020 № 1479 (as amended on October 24, 2022) “On Approval of the Rules for the Fire Prevention Regime in the Russian Federation”. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.consultant.ru>.
16. SP 64.13330.2017. Wooden structures. Updated version of SNiP II-25-80: introduction date 2017-08-28. [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/456082589>.
17. GOST R 53292-2009 Fire retardant compositions and substances for wood and materials based on it. General requirements. Test methods: introduced for the first time: introduction date 2010-01-01 [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200071904>.
18. Bezzaponnaya, O.V., Krasilnikova M.A., Makarkin S.V. Investigation of the fire hazard of wood of various species by thermal analysis. - № 3 (32). – p. 43-50.

Информация об авторах

А. Н. Минкин - кандидат технических наук

А. В. Антонов - кандидат технических наук

Information about the author

A. N. Minkin - Ph.D. of Engineering Sciences

A. V. Antonov- Ph.D. of Engineering Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.09.2023; одобрена после рецензирования 06.10.2023; принята к публикации 25.12.2023.

The article was submitted 18.09.2023, approved after reviewing 06.10.2023, accepted for publication 25.12.2023.