

Научная статья  
УДК 674:614.8  
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.18.17.009

## Особенности эффективности огнезащитных составов для древесины

*Иван Николаевич Татаркин*  
*Алексей Николаевич Батуро*  
*Николай Викторович Мартинович*  
*Кристина Андреевна Корнейчук*

*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия*  
*Автор ответственный за переписку: Иван Николаевич Татаркин, test.ntc@sibpsa.ru*

**Аннотация.** В статье проведено исследование эффективности взаимодействия огнезащитных составов для разных пород древесины при термической деструкции в муфельной печи, представлены полученные результаты эксперимента.

**Ключевые слова:** термическая деструкция, огнезащитная эффективность, деревянные конструкции, пожарная опасность материалов, огнезащитный состав, тепловое воздействие

**Для цитирования:** Татаркин И.Н., Батуро А.Н., Мартинович Н.В., Корнейчук К.А. Особенности эффективности огнезащитных составов для древесины // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 4 (27). С. 26-31. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.18.17.009>.

## FEATURES OF THE EFFECTIVENESS OF FLAME RETARDANTS FOR WOOD

*Ivan N. Tatarkin*  
*Aleksey N. Batur*  
*Nikolay V. Martinovich*  
*Christina A. Korneychuk*

*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*  
*Corresponding author: Ivan N. Tatarkin, test.ntc@sibpsa.ru*

**Abstract.** The article investigates the effectiveness of the interaction of flame retardants for different types of wood during thermal destruction in a muffle furnace, presents the results of the experiment.

**Keywords:** thermal destruction, flame retardant efficiency, wooden structures, fire hazard of materials, flame retardant, thermal impact

**For citation:** Tatarkin I.N., Batur A.N., Martinovich N.V., Korneychuk Ch.A. Features of the effectiveness of flame retardants for wood // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2022;4(27):26-31. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.18.17.009>.

Россия обладает большим потенциалом развития лесопромышленного комплекса. Древесина отличается хорошими конструкционными качествами – значительной прочностью и упругостью при сравнительно небольшой массе, легкостью обработки и транспортировки деревянных элементов – эти факторы способствуют развитию и совершенствованию

деревообрабатывающей промышленности. Объем заготавливаемой в Российской Федерации древесины за последние 3 года в среднем составляет 220 тысяч кубических метров в год [1].

Использование древесины в строительстве является одним из перспективных направлений на пути увеличения эффективности и ускорения строительного производства. Древесина, как возобновляемый ресурс, является перспективным строительным материалом, потенциал которого не в полной мере раскрыт в сфере строительства. Совершенствование технического регулирования в области деревянного домостроения и расширение области применения конструкций из дерева расширяет применение древесины.

В рамках применения конструкций из дерева предусмотрены как актуализация имеющихся, так и разработка новых нормативно-технических документов для развития деревянного домостроения: СП 515.1325800.2022 «Здания из клееного деревянного бруса Правила проектирования и строительства» и СП 516.1325800.2022, «Здания из деревянных срубных конструкций. Правила проектирования и строительства». Минстрой России и МЧС России совместно разрабатывают мероприятия по развитию деревянного домостроения.

Динамику развития данного направления возможно отследить впоследствии решения ряда научных задач, направленных на обеспечение пожарной, механической и сейсмической безопасности объектов из деревянных конструкций – это позволит внедрить и экспансировать практику домостроения из древесины. Исследуя опыт зарубежных стран, следует отметить существующие проекты строительства высотных многофункциональных, общественных и жилых зданий, построенных из перекрестноклееной древесины (CLT), многослойного клееного бруса и такого же материала из шпона (LVL).

Конструкции из древесины имеют как положительные, так и отрицательные характеристики. Одним из отрицательных является пожароопасность деревянных конструкций. Незащищенная древесина относится к классу пожарной опасности элементов конструкции К3 (пожароопасные), независимо от времени воздействия огня и требуемого предела их огнестойкости. Для повышения показателей пожарной опасности древесины применяются различные способы ее модификации, в результате чего получается продукт с иными показателями пожарной опасности. Анализ пород древесины показывает, что по химическому составу они близки между собой, в большей степени различаются по физико-механическим свойствам. Стоит отметить наличие ряда исследований, свидетельствующих о влиянии химического состава древесины на показатели ее пожарной опасности [2-4].

Имеющиеся результаты научных исследований в области физико-химических свойств древесины и разработки эффективных способов снижения их пожарной опасности имеют важное научное и практическое значение. До сих пор остается невыясненным вопрос – в какой мере породы древесины влияют на эффективность огнезащитных составов. Таким образом, имеющиеся исследования свидетельствуют о влиянии различающихся показателей древесины на ее пожарную опасность. С учетом вышесказанного возможно предположить, что породы древесины с различными физико-химическими свойствами влияют на эффективность огнезащитных составов.

Испытания по определению показателей пожарной опасности древесины - группы горючести, воспламеняемости, распространению пламени по поверхности, дымообразованию и токсичности продуктов горения производится по утвержденным методикам, однако на сегодняшний день отсутствует способ оценки влияния породы древесины на показатель пожарной опасности, в том числе, существующие методы не позволяют оценить данный параметр. Существующие исследования пожарной опасности различных пород древесины свидетельствуют о влиянии плотности древесины на показатели ее пожарной опасности, из чего следует, что породы древесины с меньшей плотностью имеют наименьшие значения температуры воспламенения и самовоспламенения [4-6].

Огнезащитные составы реализуют различные механизмы своих свойств в зависимости от химического состава [7]. Для оценки эффективности огнезащитных составов на различных

породах древесины проведен эксперимент, на образцах 6 пород древесины, обработанных 3-мя разными пропиточными огнезащитными составами (ОС 1-3), по I группе огнезащитной эффективности. Для обеспечения точности результатов использовались образцы древесины размером 30x60x150 мм из заболони или ядра древесины Березы, Осины, Сосны, Ели, Лиственницы и Кедр, образцы доводятся до постоянной массы и влажности (8-12) %.

Вследствие воздействия высоких температур возникает термическая деструкция древесины, одним из основных показателей которой является потеря массы образцов, определение параметров будет проводится по данному показателю. Для оценки огнезащитной эффективности составов на различных породах древесины необходимо подвергнуть образцы термической деструкции.

При проведении эксперимента необходимо было учесть, что способность к воспламенению с последующим горением образцов при нагревании на воздухе является важным фактором, определяющим пожарную опасность древесины, именно поэтому образцы подвергаются термической деструкции в условиях доступа окружающего воздуха. Сам по себе процесс горения древесины представляет самоускоряющуюся экзотермическую химическую реакцию с кислородом, имеющую тенденцию к поддержанию достигнутого уровня и за счет обратной связи распространения на определенной области. Необходимо отметить зависимость скорости горения от интенсивности внешнего теплового потока, ввиду чего для объективной оценки эффективности необходимо рассмотреть различные температурные режимы термического воздействия. При проведении исследования использовалась муфельная печь с разными вариациями температурных и временных режимов.

С учетом температур разложения древесины [6] были выбраны 4 основные температуры испытания образцов: 250°C, 300°C, 350°C и 400°C, а также разные периоды температурного воздействия 5, 10 и 15 минут.

Эксперимент представляет собой погружение 2-х образцов древесины в нагретую до выбранных температур печь. Таким образом, под тепловым воздействием происходит реализация механизма огнезащитного состава, способствующему задержке процесса термической деструкции.

Согласно имеющемуся данным процесс можно представить в виде основных этапов:

Объёмный прогрев образцов до заданной температуры.

Испарение оставшейся в образцах воды.

Реализация механизма огнезащитного состава.

Протекание термодеструкции (с образованием летучих паров и газов, нелетучих продуктов разложения).

По результатам контрольного измерения массы образцов, подвергшихся температурному воздействию, построены графики (в процентном соотношении), представленные на рис. 1-6.

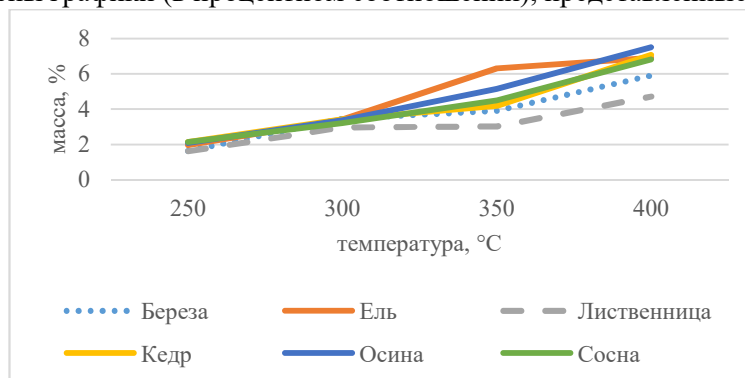


Рис. 1. Средняя потеря массы при 5 мин (ОС-1)

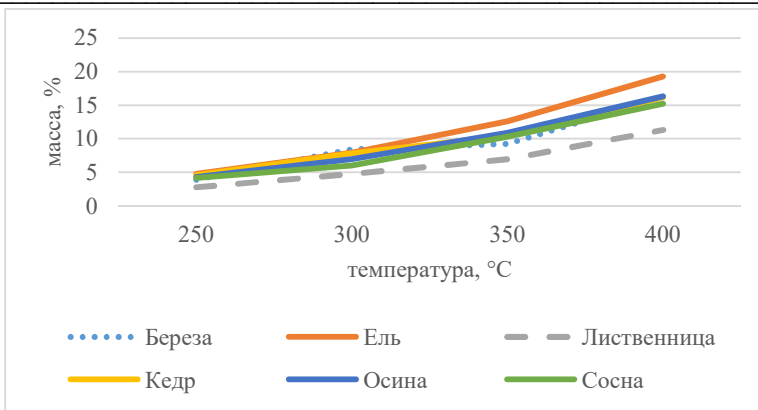


Рис. 2. Средняя потеря массы при 10 мин (OC-1)

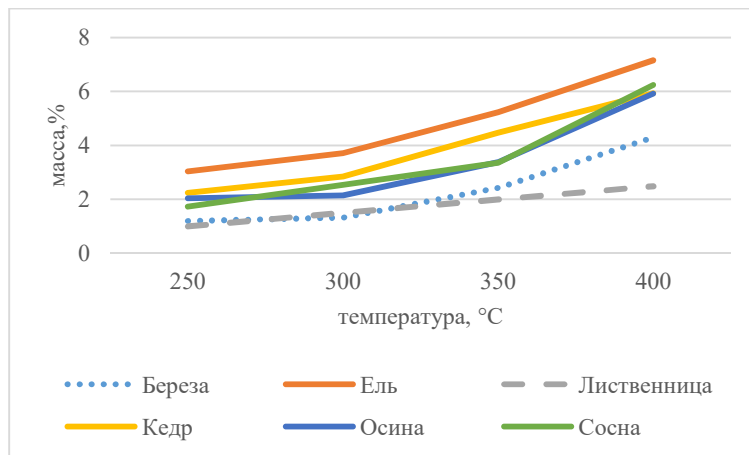


Рис. 3. Средняя потеря массы при 5 мин (OC-2)

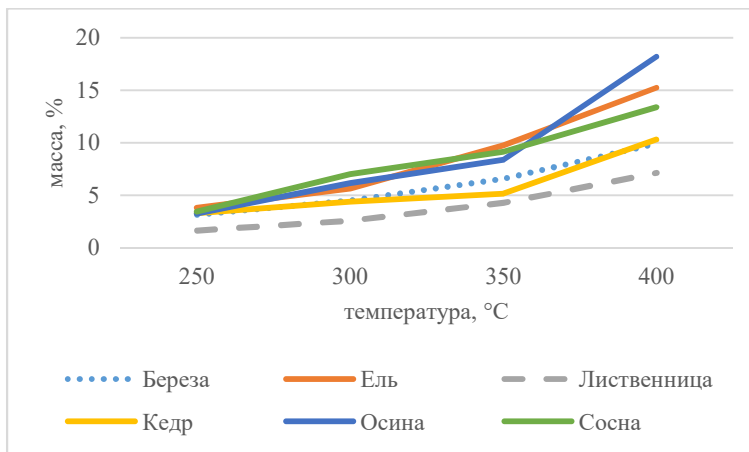


Рис. 4. Средняя потеря массы при 10 мин (OC-2)

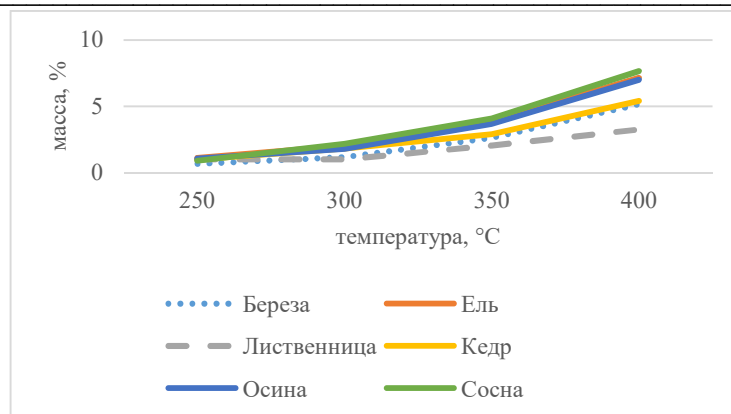


Рис. 5. Средняя потеря массы при 5 мин (ОС-3)

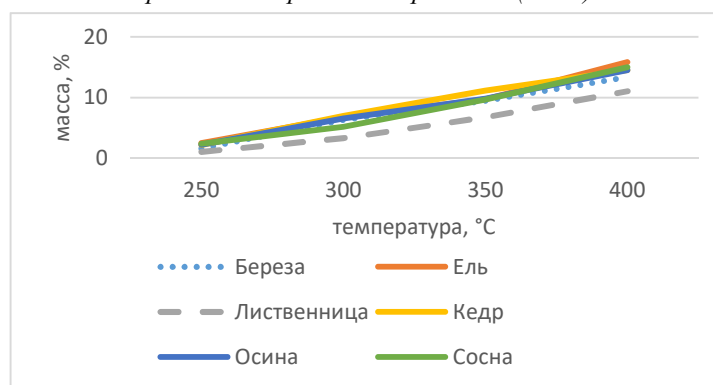


Рис. 6. Средняя потеря массы при 10 мин (ОС-3)

На основании проведенного эксперимента можно констатировать следующие результаты:

1. Максимальное значение разности потери масс в процентном соотношении составило 7,9 % (ОС-1) между образцами Ели и Лиственницы.
2. Максимальное значение разности потери масс в процентном соотношении составило 36,6 % (ОС-2) между образцами Осины и Лиственницы.
3. Максимальное значение разности потери масс в процентном соотношении составило 18,7% (ОС-3) между образцами Осины и Сосны.

По итогу эксперимента были получены результаты, анализ которых позволяет заключить, что при применении некоторых составов на древесине более плотных пород, таких как Береза или Лиственница наблюдается максимальное сопротивление термической деструкции. Следовательно, мы приходим к выводу о том, что огнезащитные составы по-разному обеспечивают эффективность на разного рода породах.

В свою очередь, выявлены различия 7-19 % потери массы образцов древесины хвойных пород, которые преимущественно используются для создания строительных конструкций. Проведенное исследование наглядно показывает, что огнезащитные составы по-разному реализуют свои свойства на различных породах древесины.

#### Список источников

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/37848> (дата обращения: 01.09.2022).
2. Сивенков А.Б. Влияние физико-химических характеристик древесины на ее пожарную опасность и эффективность огнезащиты: дис. д-ра, 2015. – 289 с.
3. Трушкин, Д.В. Горючесть древесины, обработанной огнезащитными составами / Д.В. Трушкин, О.Н. Корольченко, Т.Г. Бельцова // Пожаровзрывобезопасность. – 2008. – Т.17, №1. – С. 29-33.

4. Бороздин С.А. Эффективность огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины / С.А. Бороздин, Г.А. Гитцович, В.В. Ветров, С.С. Морозов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – №3 (36)– С. 70-76.

5. Татаркин И.Н. Влияние породы древесины на эффективность огнезащитных составов / И.Н. Татаркин, А.Н. Батуро // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 15 октября 2021 года, г. Красноярск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России – 2021. – С. 58-59.

6. Беззапонная О.В. Исследование пожарной опасности древесины различных пород методами термического анализа / О.В. Беззапонная, М.А. Красильникова, А.М. Евсеенкова, П.А. Глухих, С.В. Макаркин // Техносферная безопасность. – 2021. – №3. – С. 43-50.

7. Горовых О. Г. Механизмы процессов, реализующихся при защите древесины огнезащитными составами // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2017. – №1(41). – С. 47–57.

#### List of sources

1. Unified interdepartmental information and statistical system. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.fedstat.ru/indicator/37848> (accessed: 01.09.2022).

2. Sivenkov A.B. Influence of physico-chemical characteristics of wood on its fire hazard and fire protection efficiency: dissertation of the Doctor of Sciences, 2015. – 289 p.

3. Trushkin, D.V. Flammability of wood treated with flame retardants / D.V. Trushkin, O.N. Korolchenko, T.G. Beltsova // Fire and Explosion Safety '. – 2008. – Vol.17, No. 1. – С. 29-33.

4. Borozdin S.A. The effectiveness of flame retardants when applied to various types of wood / S.A. Borozdin, G.A. Gitsovich, V.V. Vetrov, S.S. Morozov // Modern problems of civil protection. – 2020. – No. 3 (36)– С. 70-76.

5. Tatarikin I.N. The influence of wood species on the effectiveness of flame-retardants / I.N. Tatarikin, A.N. Baturо // Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, October 15, 2021, Krasnoyarsk – Изд-во: Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia – 2021. – P. 58-59.

6. Bezzaponnaya O.V. Investigation of fire hazard of wood of various breeds by methods of thermal analysis / O.V. Bezzaponnaya, M.A. Krasil'nikova, A.M. Evseenkova, P.A. Gluhih, S.V. Makarkin // Technosphere safety. – 2021. – No. 3. – P. 43-50.

7. Gorovyh O. G. Mechanisms of processes implemented in the protection of wood with flame retardants // Emergencies: prevention and liquidation. – 2017. – No. 1(41). – P. 47–57.

#### Информация об авторах

А.Н. Батуро - кандидат технических наук, доцент

Н.В. Мартинович - кандидат технических наук

#### Information about the author

A.N. Baturо - Ph.D. of Engineering Sciences, Docent

N.V. Martinovich - 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 редакция 25.11.2022; одобрена после рецензирования 08.12.2022; принята к публикации 21.12.2022.

The article was submitted 25.11.2022, approved after reviewing 08.12.2022, accepted for publication 21.12.2022.