

Научная статья
УДК 614.849
doi: 10.34987/2712-9233-2026-2-3

Влияние эксплуатационных факторов на эффективность огнезащиты деревянных конструкций

*Дмитрий Юрьевич Козлов
Николай Владимирович Елфимов*

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Автор ответственный за переписку: Елфимов Николай Владимирович, nikolayelfimov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы сохранения огнезащитной эффективности у пропиток, применяемых для обработки древесины в реальных условиях эксплуатации. Приведены результаты экспериментального исследования пяти образцов огнезащитного состава разных производителей. Оценено влияние на обработанную древесину повышенной влажности воздуха (60–75%), ультрафиолетового излучения и воздействия отрицательных температур, а также способность составов снижать потерю массы древесины при воздействии огня. Установлено, что длительное воздействие влажности может приводить к снижению группы огнезащитной эффективности, в то время как УФ-излучение и низкие температуры не оказывают негативного влияния на исследованные составы.

Ключевые слова: пожарная безопасность, древесина, огнезащита, антипирены, условия эксплуатации, огнезащитная эффективность.

Influence of operating conditions on the fire retardant efficiency of wooden structures

*Dmitry Yu. Kozlov
Nikolai V. Elfimov*

Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia

Corresponding author: Nikolai V. Elfimov, nikolayelfimov@mail.ru

Abstract. This article addresses the challenges of maintaining the fire retardant efficiency of formulations used for wood impregnation under actual service conditions. The results of an experimental study on five samples of fire-retardant formulations from different manufacturers are presented. The study evaluates the effects of high relative humidity (60–75%), ultraviolet (UV) radiation, and sub-zero temperatures on the treated wood, as well as the ability of the formulations to reduce wood mass loss during fire exposure. It was found that prolonged exposure to high humidity can lead to a downgrade in the fire retardant efficiency group, whereas UV radiation and low temperatures do not have a negative effect on the studied formulations.

Keywords: fire safety, wood, fire protection, fire retardants, operating conditions, fire retardant efficiency.

Введение

Древесина, являясь конструкционным и отделочным материалом, который обладает высокой горючестью, что определяет необходимость применения мер огнезащиты для обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений [1,2]. Наиболее распространенным способом снижения пожарной опасности деревянных конструкций является поверхностная обработка огнезащитными составами (далее – ОС) [3].

На сегодняшний день современный рынок предлагает широкий выбор ОС, прошедших сертификационные испытания в лабораторных условиях на стандартных образцах, в соответствии с ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на её основе. Общие требования. Методы контроля» [4]. Однако важно подчеркнуть, что эти испытания не в полной мере учитывают комплекс влияния негативных факторов на ОС в ходе реальной эксплуатации. К таким условиям относятся колебания влажности, перепады температур, воздействие ультрафиолетового излучения, климатические осадки и ветровые нагрузки. Учитывая разнообразие климатических зон, расположенных на территории Российской Федерации, вопрос о сохранении физико-химических свойств ОС под воздействием внешних факторов является крайне актуальной задачей.

Целью проведенного экспериментального исследования являлось установление влияния различных условий эксплуатации на свойства ОС предназначенного для обработки деревянных конструкций и его огнезащитную эффективность.

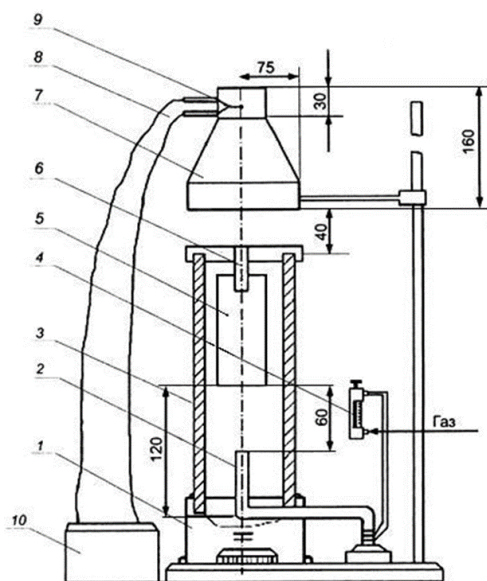
Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели, в качестве объекта исследования были выбраны пять популярных огнезащитных составов на водной основе разных производителей, предназначенных для обработки деревянных конструкций. В них вошли:

- два состава на основе комплекса ББ-11 (Образец № 1 и Образец № 2);
- пропитка глубокого проникновения (Образец № 3);
- универсальный антисептик (Образец № 4);
- биопирен комплексного действия (Образец № 5).

Составы для исследований выбирались, таким образом, чтобы соответствовать I или II группе огнезащитной эффективности.

Методология исследования базировалась в соответствии с ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на её основе. Общие требования. Методы контроля» [4]. Для испытания подготовленных образцов применялась установка «Керамическая труба» (рис. 1).



1 - подставка; 2 - газовая горелка; 3 - керамический короб; 4 - ротаметр; 5 - образец; 6 - держатель образца; 7 - зонт; 8 - термоэлектрический преобразователь; 9 – верхний патрубок зонта; 10 - автоматический потенциометр.

Рис. 1. Установка «Керамическая труба»

В качестве образцов использовали древесину хвойных пород (сосна) с относительной влажностью 8-15%, геометрический размер для каждого образца составлял 30х60х150 мм. Оценка проводилась по степени потери массы образца после двухминутного огневого воздействия.

В соответствии с установленными нормами, потеря массы до 9% соответствует I группе огнезащитной эффективности, от 9% до 25% – II группе, более 25% – состав не является огнезащитным.

Для изучения влияния условий эксплуатации были подготовлены образцы обработанные каждым ОС, по десять каждого. Всего в эксперименте участвовали 200 подготовленных образцов.

В качестве первого эксперимента, образцы были подвергнуты испытанию по стандартной методике. Далее были проведены исследования поведения ОС при воздействии влажности. Для этого обработанные образцы помещались на 30 дней в среду с относительной влажностью 60-75% (имитация условий эксплуатации во влажных помещениях). Для определения поведения ОС под влиянием на него УФ-излучения, образцы в течение 30 дней размещались на окне лаборатории с южной стороны здания. Для установления влияния воздействия низких температур, образцы после обработки в течение 30 дней размещались под навесом на улице при отрицательных температурах (средняя температура составляла -13 – -15°C). Также дополнительно была исследована серия образцов с естественной высокой влажностью древесины (50-100%) до обработки.

Результаты и их обсуждение

Оценка соответствия заявленным характеристикам. Полученные результаты при проведении первичных испытаний по стандартной методике представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные результаты испытаний

Наименование состава	Потеря массы (стандарт), %	Группа согласно технической документации	Группа полученная по факту испытаний
Образец-1	18,9	II	II (соотв.)
Образец-2	16,6	I	II (не соотв.)
Образец-3	4,1	I	I (соотв.)
Образец-4	4,1	I	I (соотв.)
Образец-5	7,6	I	I (соотв.)

На основании полученных результатов было установлено, что четыре из пяти исследуемых составов соответствуют заявленной группе огнезащитной эффективности. Образец - 2 после воздействия огня потерял 16,6% от начальной массы, что соответствует II группе огнезащитной эффективности, и не соответствует заявленным характеристикам (I группе). Стоит отметить, что в процессе подготовки образцов обработанных данным составом визуально наблюдалась его слабая адгезия к струганой древесине.

Влияние условий эксплуатации

Результаты испытаний образцов, подвергнутых воздействию различных факторов, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Изменение потери массы образцов в зависимости от условий эксплуатации, %

Наименование состава	Стандарт	Влажная среда	УФ-излучение	Низкие темп.
Образец-1	18,9	23,7	17,4	15,7
Образец-2	16,6	23,7	15,2	14,7
Образец-3	4,1	8,8	3,4	2,6
Образец-4	4,1	6,8	3,4	2,7
Образец-5	7,6	10,8	5,8	4,9

Эксперименты с образцами, которые были подвержены воздействию влажной среды в течение месяца, показали, что происходит увеличение потери массы для всех составов. Для образца-5 потеря массы составила с 7,6% до 10,8%, что означает снижение группы огнезащитной эффективности с I до II. Предположительно, это может быть связано с частичным вымыванием или гидратацией действующих веществ (антипиренов) под действием влаги. Образцы 3 и 4 сохранили I группу огнезащитной эффективности, хотя показатель потери массы у них также увеличился, но остался в допустимых значениях.

При исследовании образцов на которые было оказано воздействие УФ-излучения, результаты потери массы снизилась на 0,7-1,8%, что является наилучшим результатом. Это может объясняться дополнительной полимеризацией пленки и более глубоким проникновением состава в структуру древесины в теплый период.

Образцы после выдержки при низкой температуре, показали результат аналогично образцам, подвергшихся УФ-излучению. Пребывание на морозе привело к снижению потери массы для всех образцов на 1,4-3,2%. Это можно связать с эффектом «криогенного структурирования» или с тем, что часть тепла от пламени затрачивалась на оттаивание микрокристаллов льда в порах древесины, тем самым уменьшая энергию, идущую на термическое разложение.

Испытания образцов с влажностью 50-100% показали искажение результатов. Потеря массы была ниже, чем у сухих контрольных образцов, что объясняется затратами тепла на испарение избыточной влаги. Это делает некорректным определение группы огнезащитной эффективности для «сырой древесины» по стандартной методике.

Выводы

Проведенные исследования подтверждают, что условия эксплуатации оказывают существенное влияние на огнезащитную эффективность составов для древесины. Стандартных сертификационных испытаний недостаточно для прогнозирования поведения ОС в реальных условиях. Установлено, что наибольшему риску снижения огнезащитной эффективности состава (вплоть до потери группы огнезащитной эффективности) подвержена древесина, эксплуатируемая в условиях повышенной влажности. Для эксплуатации древесины в таких условиях необходимо тщательно подходить к вопросу выбора огнезащитного состава и предпочтительно наносить его методом глубокой пропитки.

В ходе проведения исследования, было установлено несоответствие заявленных характеристик одного из исследованных составов (образец-2), что подчеркивает важность выборочного входного контроля используемого состава. Определение огнезащитной эффективности на влажной древесине по существующей методике является некорректным, так как не позволяет достоверно оценить работу антипирена.

Таким образом, полученные результаты могут быть учтены и являться основанием для совершенствования нормативной базы, в частности, разработки стандарта, учитывающего климатические факторы при определении срока службы и подтверждении групп огнезащитной эффективности составов, предназначенных для обработки древесины, эксплуатирующийся в различных условиях.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
3. СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции».
4. ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний».
5. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник: в 2 ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пожнаука, 2004. – 774 с.

Информация об авторах

Н.В. Елфимов - кандидат технических наук

Information about the author

N.V. Elfimov - 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.