

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук, доцента  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет имени С.М. Кирова»  
**Шелоумова Андрея Валентиновича** на диссертационную работу  
**Нигматуллиной Динары Магафуровны** на тему:  
«Снижение пожарной опасности деревянных конструкций  
способом их глубокой пропитки огнебиозащитными составами»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность»  
(технические науки, отрасль строительство)

Представленная на оппонирование диссертационная работа Нигматуллиной Динары Магафуровны посвящена разработке способов глубокой пропитки деревянных конструкций огнебиозащитными составами с целью снижения их пожарной опасности при сохранении эксплуатационных показателей и долговечности.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертационная работа изложена на 201 странице машинописного текста (шрифт TimesNewRoman, размер 14, межстрочный интервал 1,5), содержит 14 таблиц, 33 рисунка и состоит из введения, 4 разделов, заключения, библиографического списка, включающего 153 наименования источников, в том числе 15 зарубежных, а также 4 приложений, в которых приведены результаты исследования проникающей способности огнебиозащитных составов, результаты оценки физико-механических и пожароопасных свойств древесного материала и конструкций, протоколы испытаний образцов на биостойкость и акты внедрений.

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Древесина – это уникальный природный материал, который по своему применению занимает ведущие позиции в самых разных отраслях экономики. Древесина легко поддается механической обработке, гидrolитически устойчива, обладает высокими декоративными свойствами и по своим физико-механическим свойствам уступает только синтетическим полимерным материалам. Несущие и ограждающие деревянные конструкции благодаря своим эксплуатационным свойствам широко применяются в строительстве различных зданий и сооружений. Однако древесина характеризуется высокой пожарной опасностью, а также подвержена биологическому разрушению, что значительно снижает срок службы деревянных конструкций. Поэтому при их использовании в строительстве одним из важнейших вопросов является обеспечение требуемых показателей по пожарной безопасности и огнестойкости.

В соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» огнестойкость и класс пожарной опасности строительных конструкций должны обеспечиваться за счет конструктивных решений, применения соответствующих строительных материалов, а также использования различных средств и способов огнезащиты. При этом все методы защиты имеют как преимущества, так и недостатки, что не позволяет полностью решить задачу использования деревянных конструкций в строительстве с одновременным достижением пожарной безопасности, долговечности и технологичности в применении, сохранении декоративных свойств.

С точки зрения обеспечения комплекса эксплуатационных и пожаробезопасных характеристик деревянных конструкций наиболее целесообразным является использование вспучивающихся огнезащитных лаков и глубокой огнезащитной пропитки древесины. В случае применения вспучивающихся огнезащитных покрытий возможно значительное снижение пожарной опасности деревянных конструкций, однако при этом, как правило, не обеспечивается их должная биостойкость. Обычно в данном случае решается вопрос биологической устойчивости самого покрытия путем введения в его рецептуру различных антисептических добавок, хотя для достижения эффективной биостойкости деревянной конструкции необходимо направленное химическое модифицирование самого лигноуглеводного комплекса. Поэтому рассматриваемую проблему можно успешно решить только путем использования различных способов глубокой пропитки элементов деревянных конструкций растворами огнебиозащитных средств, обладающих высокой эффективностью в снижении горючести древесины и повышении ее устойчивости к биологическим разрушениям. При этом необходимо уделять особое внимание сохранению всех требуемых эксплуатационных характеристик деревянных конструкций, обеспечивающих безопасность эксплуатации зданий и сооружений.

Учитывая вышеизложенное, диссертационная работа Нигматуллиной Д.М., направленная на решение вопросов обеспечения пожаробезопасного применения деревянных конструкций в комплексе с одновременным сохранением их эксплуатационных показателей и долговечности, безусловно, является актуальной как с научной, так и с практической точек зрения.

#### **Цель и задачи исследования**

**Целью** диссертационной работы является снижение пожарной опасности деревянных конструкций способом их глубокой пропитки огнебиозащитными составами с сохранением эксплуатационных показателей и долговечности деревянных конструкций.

Для достижения данной цели диссертант поставил перед собой следующие **задачи**:

1. Провести теоретические исследования по применению способов глубокой пропитки огнебиозащитными составами для древесины, обосновать выбор и применение защитных составов и режимов пропитки для снижения пожарной опасности деревянных конструкций.

2. Установить технологические параметры и характеристики защитных составов, оказывающие влияние на пожарную опасность, огнестойкость и другие эксплуатационные показатели деревянных конструкций.

3. Исследовать характеристики пожарной опасности элементов деревянных конструкций с импульсной глубокой пропиткой различными видами защитных составов.

4. Провести огневые испытания по определению класса пожарной опасности ограждающих деревянных конструкций с импульсной глубокой пропиткой различными видами защитных составов.

**Считаю, что поставленные перед автором задачи, судя по тексту диссертации, выполнены, и цель достигнута.**

#### **Научная новизна положений и выводов, выносимых на защиту**

Установленные автором закономерности снижения пожарной опасности и повышения биостойкости деревянных конструкций способом их глубокой пропитки растворами огнебиозащитных средств, выносимые на защиту, имеют следующие элементы научной новизны:

- автором впервые решена научная задача эффективного снижения пожарной опасности деревянных конструкций способом импульсной глубокой пропитки огнебиозащитными средствами с сохранением основных эксплуатационных показателей.

- установлена возможность сохранения и повышения физико-механических показателей деревянных конструкций при условии достижения требуемых показателей по пожарной опасности и биостойкости материала путем использования импульсной глубокой пропитки огнебиозащитными составами.

- показано влияния вида и расхода огнебиозащитных средств на теплопроводность древесного материала, обработанного способом глубокой импульсной пропитки.

- экспериментально установлено, что введение огнебиозащитных средств в структуру древесины позволяет перевести ее в группу материалов с умеренной воспламеняемостью и не распространяющих пламя по поверхности, с малой дымообразующей способностью, а также значительно снизить величину

теплового эффекта и степень термического повреждения при определении класса пожарной опасности.

- доказано, что применение импульсной глубокой пропитки древесины способствует снижению интенсивности процессов прогрева и обугливания материала, что должно положительно сказаться на повышении огнестойкости деревянных конструкций.

#### **Теоретическая и практическая значимость результатов и научных положений диссертации**

Наиболее значимыми для теории и практики, с точки зрения оппонента, являются следующие результаты представленной работы:

- автором получены математические зависимости, характеризующие интенсивность прогрева деревянных конструкций с импульсной глубокой пропиткой огнебиозащитными средствами. Эти зависимости могут быть использованы для прогнозной оценки предела огнестойкости защищенных деревянных конструкций.

- получен комплекс экспериментальных значений показателей пожарной опасности деревянных конструкций с импульсной глубокой пропиткой огнебиозащитными средствами для моделирования динамики развития пожара, оценке нарастания опасных факторов пожара в зданиях и сооружениях различных классов функциональной пожарной опасности.

- определены значения скорости обугливания, параметров воспламенения и показателей прогрева деревянных конструкций с глубокой пропиткой огнебиозащитными средствами в условиях огневых испытаний для использования в расчете огнестойкости конструкций.

- достигнуто снижение пожарной опасности деревянных конструкций до классов К1 и К2 путем глубокой импульсной пропитки огнебиозащитными средствами и комбинированных способов огнебиозащиты с установлением оптимальных технологических параметров данных процессов.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Основные научные положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные автором в диссертации, базируются на достаточно большом объеме выполненных экспериментальных исследований и технологических разработок, на математической обработке данных и подтверждаются проведенными промышленными испытаниями. Полученные данные и сформулированные автором выводы представляются научно обоснованными и соответствуют современным научным представлениям о механизмах физико-

химических процессов, в том числе процессов пропитки древесины, горения древесины, химической огнезащиты древесных материалов.

Достоверность полученных результатов подтверждается удовлетворительным совпадением экспериментальных и расчетных данных, а также использованием комплекса современных взаимодополняющих пожарно-технических и физических методов исследования в аккредитованных лабораториях с применением сертифицированного оборудования. Проведено определение дымообразования, биостойкости, физико-механических показателей и адгезии лакокрасочных покрытий для образцов обработанной древесины. Разработанные технологические процессы глубокой импульсной пропитки древесины различными видами огнебиозащитных средств для снижения горючести и повышения биостойкости деревянных конструкций внедрены в производство.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций также подтверждаются соответствующим количеством научных публикаций автора с изложением результатов исследований. Основные результаты работы доложены и обсуждены на научно-практических семинарах и конференциях различного уровня.

Таким образом, обоснованность и достоверность выносимых на защиту положений и выводов не вызывает сомнений.

#### **Полнота изложения положений диссертации в работах, опубликованных соискателем**

По теме диссертации автором опубликовано 18 печатных работ, в том числе 5 научных статей и 13 докладов на различных научно-практических семинарах и конференциях. Пять работ опубликовано в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ведущих изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. Опубликованные автором работы достаточно полно отражают основные научные положения, результаты и выводы диссертации.

#### **Анализ содержания и оформления работы**

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, обладает внутренним единством, написана грамотным и доступным техническим языком и оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. Главы диссертации выстроены в логической последовательности, выводы по разделам и общие выводы соответствуют логике работы. Результаты экспериментов сведены в таблицы и дополнены графическим материалом, облегчающим их восприятие.



Содержание глав диссертации полностью соответствует решению поставленных автором задач и достаточно для достижения цели исследования, заключающейся в снижении пожарной опасности деревянных конструкций путем их глубокой пропитки растворами огнебиозащитных средств.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации и показана степень разработанности темы исследования; определены цель и научные задачи работы, объект и предмет исследования; отражена научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость; приведены методология и основные методы исследования; даны сведения об использовании материалов исследований для огнезащиты деревянных конструкций в условиях производства, а также при составлении учебно-методических материалов и чтении курсов лекций по различным дисциплинам в Академии ГПС МЧС России; приведены основные положения, выносимые на защиту; указана степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций; приведены сведения об апробации материалов исследования и публикациях основных научных результатов диссертации; представлены общая структура и объем работы.

**В первом разделе** представлены основные результаты теоретических и экспериментальных работ в области исследования свойств и структуры древесины, особенностей процесса ее горения, а также снижения ее пожарной опасности путем применения различных способов и видов огнезащиты. Из всех известных способов введения огнебиозащитного средства в древесный материал наиболее эффективным автор считает глубокую пропитку древесины раствором защитного средства. Этот способ обеспечивает как более высокий уровень обработки древесного материала защитным средством, так и равномерное распределение защитного средства в материале, что обеспечивает перевод материала в более высокие классы по пожарной безопасности и биостойкости. При этом отмечается ограниченное количество работ, связанных с изучением эффективности способов глубокой пропитки древесины и деревянных конструкций огнебиозащитными составами для достижения требуемых показателей по пожарной опасности и огнестойкости с одновременным обеспечением всех необходимых эксплуатационных характеристик материала.

**Во втором разделе** представлены характеристики объекта исследования (древесины сосны) и применяемых огнебиозащитных систем для глубокой пропитки древесины, приведены методики пропитки древесины под вакуумом и под давлением, методы определения огнезащитной эффективности составов, прочностных показателей образцов древесины в различных напряженных состояниях, коэффициента теплопроводности строительных материалов, различных пожароопасных характеристик материалов, а также адгезии

лакокрасочных покрытий к поверхности обработанной древесины. Отдельно дано описание опытных установок для глубокой пропитки древесины. В результате для исследования был использован целый комплекс стандартных физическо-химических и пожарно-технических методов, что позволило изучить поведение деревянных конструкций при глубокой пропитке, определить эффективность используемых огнебиозащитных средств, а также проводить оценку показателей пожарной опасности материала на сравнительно небольших образцах.

**В третьем разделе** автор приводит результаты исследования влияния глубокой пропитки элементов деревянных конструкций огнебиозащитными составами с использованием гидроимпульсного метода на их теплофизические, физические и физико-механические характеристики. В результате определены условия получения различных уровней поглощения, определяемых в качестве необходимых для обеспечения огнезащитности.

Показано, что применение современных методов гидроимпульсной пропитки позволяет обеспечить необходимый уровень поглощения огнебиозащитного средства при относительно невысоких значениях избыточного давления и разрежения, при этом продолжительность одного цикла пропитки не превышает 1 ч. Использование импульсного метода пропитки изученными защитными составами обеспечивает необходимый уровень поглощения при сохранении допустимых прочностных показателей древесины, а в некоторых случаях даже оказывает положительное влияние на отдельные прочностные характеристики.

Установлено, что при уровнях поглощения огнебиозащитного средства до  $60 \text{ кг/м}^3$  глубокая пропитка древесины не оказывает существенного влияния на ее теплопроводность, а при более высоких уровнях поглощения состава I обеспечивается повышение теплопроводности древесины до 25 %. Все три изученные защитные системы не ухудшают адгезионное взаимодействие алкидно-уретанового лака с поверхностью обработанной древесины, а лакокрасочные покрытия на основе акриловой дисперсии характеризуются пониженной адгезией по отношению к древесине, пропитанной раствором огнебиозащитного состава II. Показана эффективность изученных огнебиозащитных средств для защиты древесины от действия различных видов дереворазрушающих грибов.

**В четвертом разделе** представлены результаты исследования возможности снижения пожарной опасности древесины и деревянных конструкций путем их импульсной глубокой пропитки огнебиозащитными составами. Для щелочных составов вспучивающего действия установлено отсутствие огнезащитного действия при их введении в древесину методом глубокой пропитки. Огнезащитная эффективность кислотообразующих средств на основе

фосфоразотсодержащих соединений в целом положительно зависит от глубины пропитки древесины.

Показано, что кислотообразующие защитные составы обеспечивают перевод древесины в группу нераспространяющих пламя по поверхности материала при поглощении более  $25 \text{ кг/м}^2$  и слабораспространяющих пламя по поверхности материала при поглощении более  $10 \text{ кг/м}^3$ . Защитные составы щелочного типа при введении в древесину фактически не препятствуют распространению горения. Дымообразующая способность обработанной древесины на уровне группы Д2 для всех огнебиозащитных средств достигается при поглощении более  $40 \text{ кг/м}^3$ . Введение защитных средств в древесину в количестве, достаточном для снижения ее пожарной опасности, не оказывает отрицательного влияния на ее физико-механические, теплофизические и адгезионные свойства.

Показана способность изученных огнебиозащитных составов обеспечивать перевод деревянных конструкций в класс К2(45) при поглощениях, соответствующих II группе огнезащитной эффективности. В процессе огневых испытаний по определению класса пожарной опасности конструкций из защищенной древесины температуры в огневой и тепловой камерах на протяжении всего эксперимента не превышают допустимых значений. Средняя разница температур по отношению к температурам при испытании конструкций из необработанной древесины составляет  $50 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Установлено, что глубокая пропитка деревянной конструкции огнебиозащитными составами не оказывает отрицательного влияния на скорость ее обугливания. Защитные составы позволяют в значительной степени снизить динамику прогрева деревянной конструкции, уменьшая толщину слоя древесины, перегретого выше  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , от 25 до 49 % в зависимости от вида и уровня поглощения состава.

**В заключении** приведены основные научные результаты диссертационного исследования и практические рекомендации по их использованию.

**В приложениях** представлены результаты исследования проникающей способности огнебиозащитных составов; протоколы физико-механических и огневых испытаний деревянных конструкций на кафедре пожарной безопасности в строительстве УНЦ ППБС Академии ГПС МЧС России (Москва); протоколы испытаний деревянных конструкций на биостойкость в ОАО «Сенежская научно-производственная лаборатория защиты древесины» (г. Солнечногорск Московской обл.); акты внедрений результатов диссертационной работы в ООО «Лесопереработка» (г. Березовский Свердловской обл.), ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (г. Екатеринбург), ОАО



«Химическая компания «Нитон» (г. Екатеринбург), компании «FireCat» (г. Екатеринбург), Академии ГПС МЧС России (Москва) и ООО «Научно-производственная фирма «Ловин-огнезащита» (Москва).

**Замечания по тексту диссертации:**

1. По методической части (второй раздел). Из характеристики огнебиозащитных составов непонятно, какая часть их рецептуры обеспечивает собственно биостойкость защищаемого материала. Если автор по каким-то причинам не раскрывает полностью рецептуру применяемых препаратов, то все же необходимо указать хотя бы рабочую группировку химических элементов биозащитной части состава, подобно тому, как про огнезащитную часть сказано, что в ней содержатся фосфор и азот.

Стандартные методики (определение прочностных показателей, огнезащитной эффективности составов, воспламеняемости, индекса распространения пламени, коэффициента дымообразования, класса пожарной опасности) подробно описывать не нужно, достаточно дать ссылку на литературный источник (в данном случае ГОСТ) и при необходимости привести лишь какие-то особенности применения методик в данной конкретной работе. Методики пропитки древесины (вместе с описаниями установок) следовало бы дать отдельно и лучше в начале раздела, а не включать их в методики определения прочности при сжатии и адгезии. Кроме этого, не приведены методики испытаний материалов на биостойкость и определения старения огнезащитного покрытия, результаты которых представлены в приложениях.

2. В экспериментальной части и выводах не приведены конкретные результаты по повышению биостойкости деревянных конструкций. Также не указано, в каких из 18 классов условий службы по ГОСТ 20022.2–80 могут использоваться полученные защищенные материалы.

3. В цели работы фигурирует долговечность деревянных конструкций, в задачах говорится об их огнестойкости. Однако в работе отсутствуют результаты определения долговечности собственно материала (а не огнезащитного покрытия), а также испытаний конструкций на огнестойкость по ГОСТ 30247.0–94 с установлением пределов огнестойкости.

4. Поскольку данная работа связана с огнезащитной обработкой строительных конструкций, то необходимо представить результаты определения группы горючести данных изделий по методу «шахтной печи» (ГОСТ 30244–94).

5. Пожароопасность строительных материалов, к которым относятся и деревянные конструкции, помимо собственно горючести и дымообразующей способности, оценивается также и токсичностью продуктов горения, что зачастую

не менее значимо с точки зрения негативного воздействия на человека. Поэтому желательно было бы привести в диссертационной работе эти показатели.

6. В диссертации следовало бы дать хотя бы приблизительную оценку экономической эффективности разработанной и внедренной автором технологии в сравнении с ведущими аналогичными отечественными и зарубежными разработками.

7. По оформлению диссертации. Большое количество абзацев в представленной работе состоят лишь из одного предложения, что является совершенно недопустимым с точки зрения общих требований к научным и техническим текстам.

### **Заключение**

Диссертация Нигматуллиной Динары Магафуровны «Снижение пожарной опасности деревянных конструкций способом их глубокой пропитки огнебиозащитными составами» является законченной научно-квалификационной работой, значительной по объему, полученным научным результатам и ценности для практики, выполненной автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. В диссертационной работе на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные разработки по огне- и биозащите деревянных конструкций. Внедрение этих разработок является решением научно-технической проблемы, имеющим важное хозяйственное значение и обеспечивающим внедрение в производство эффективных технологических процессов изготовления деревянных конструкций с улучшенными огне- и биозащитными свойствами. Технические решения, предлагаемые автором, обладают научной новизной и практической ценностью, что подтверждается актами внедрения полученных результатов в производство на трех предприятиях РФ. Указанные выше замечания не снижают высокой значимости и общей положительной оценки диссертации Д.М. Нигматуллиной.

Опубликованные автором научные работы соответствуют материалам, представленным в диссертации, полностью отражают результаты теоретических и экспериментальных исследований и в достаточной степени раскрывают основные положения диссертации. Автореферат диссертации в полной мере отражает ее содержание. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11–2011.

Научные положения и результаты соответствуют профилю диссертационного совета Д 205.002.02 и паспорту научной специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство) в следующих пунктах:

5. Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений.

6. Исследование и разработка средств и методов, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности технологических процессов, предупреждения пожаров и аварий, тушения пожаров.

Считаю, что по актуальности, научной новизне и практической значимости результатов, представленная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, и отвечает критериям, изложенным в п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. «Положение о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, **Нигматуллина Динара Магафуровна**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство).

Официальный оппонент  
доктор технических наук,  
научная специальность 05.21.05  
«Древесиноведение, технология  
и оборудование деревопереработки»,  
доцент кафедры технологии древесных  
и целлюлозных композиционных материалов  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова» Шелоумов Андрей Валентинович  
«10» января 2018 г.

Почтовый адрес: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5.  
Тел.: 8 (812) 670-93-43.  
Официальный сайт: <http://www.spbftu.ru>  
E-mail: wood-plast@mail.ru

Подпись А.В. Шелоумова удостоверяю:

*Ведущий специалист К. Семяз Е.О. Семязкина*