

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Черемных Владимира Алексеевича

«Строительные изделия из древесины хвойных пород, модифицированные низкотемпературной плазмой», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

1. Актуальность диссертационного исследования

Древесина хвойных пород остаётся одним из ключевых материалов в строительной отрасли благодаря своим эксплуатационным характеристикам, экологичности и эстетичному виду. Однако её уязвимость к биологическому разрушению требует дополнительных методов защиты для увеличения срока службы изделий. В представленном исследовании предложена обработка низкотемпературной плазмой как способ повышения стойкости древесины к неблагоприятным внешним факторам, с целью увеличения долговечности строительных изделий на ее основе. Таким образом, диссертационная работа Черемных В.А. содержит перспективные научные результаты исследований в области повышения долговечности строительных изделий из древесины хвойных пород путем обработки низкотемпературной плазмой и имеет большое значение для развития материалов строительной индустрии.

Выбранная тема исследования Черемных В.А. является актуальной, что отражено в сформулированной цели диссертационной работы: разработка научно обоснованных технологических решений модификации строительных изделий из древесины хвойных пород низкотемпературной плазмой.

2. Научная новизна диссертационного исследования

В диссертационной работе установлено, что при воздействии на древесину хвойных пород потоком низкотемпературной плазмы с количеством теплоты $\sim 10 - \sim 30$ кДж, в приповерхностной зоне происходит формирование модифицированного защитного слоя толщиной $0,2 \div 2,0$ мм.

Определен механизм модификации поверхности древесины хвойных пород низкотемпературной плазмой, заключающийся в термодеструкции гемицеллюлоз и лигнина с одновременной миграцией природных смол на поверхность и формированием нового композиционного слоя. Параметрами, обеспечивающими протекание данного процесса, являются удельный тепловой поток $(1,0 - 3,0) \cdot 10^6$ Вт/м² и скорость обработки $0,03 - 0,12$ м/с.

Установлен комплексный характер модификации приповерхностного слоя древесины, проявляющийся в синергетическом улучшении ключевых эксплуатационных свойств: гидрофобности (в 1,5–1,8 раза), биостойкости (в 1,5–2 раза), износостойкости (в 1,5–2 раза) и стойкости к воспламенению (в 2–3 раза), а также к снижению водопроницаемости в 2–4 раза, при этом паропроницаемость и объёмные механические характеристики материала сохраняются на исходном уровне.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов обеспечиваются применением комплекса взаимодополняющих методик, соответствующих цели и задачам исследования, получением обширного фактического материала и его разносторонним анализом, применением современных методов исследования и статистической обработки полученных данных. Результаты работы согласуются с фундаментальными основами химии древесины и строительного материаловедения и не противоречат известным литературным данным по схожим методам термической обработки древесины

4. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Получены новые данные о формировании приповерхностного слоя древесины хвойных пород при воздействии потоком низкотемпературной плазмы и влиянии параметров плазменного воздействия на структуру и свойства этого слоя. Дополнены научные представления о возможностях направленного изменения физико-химических свойств строительных изделий из древесины с целью повышения их биостойкости и долговечности при эксплуатации в условиях воздействия окружающей среды. На основании проведенных исследований разработаны технологические решения и технологический регламент на производство работ по обработке древесины хвойных пород потоком низкотемпературной плазмы. Разработана математическая модель взаимодействия потока низкотемпературной плазмы с поверхностью древесины, позволяющая варьировать параметры обработки и определять влияние этих параметров на характеристики обработанного слоя древесины. Изготовлена опытная партия древесины, модифицированной посредством обработки потоком низкотемпературной плазмы, подтверждающая эффективность данной обработки.

5. Анализ содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 178 наименований и 5 приложений. Работа изложена на 186 страницах текста, содержит 54 рисунка и 57 таблиц.

Во введении автор последовательно и логически раскрывает значимость выбранной темы, демонстрируя степень её научной разработки. Чётко сформулированы цель исследования, основные задачи, а также ключевые положения, выносимые на защиту.

В первом разделе «*Строительные изделия и конструкции из древесины. Особенности древесины хвойных пород. Существующие методы защиты и модификации свойств древесины*» автор подробно рассматривает основные виды строительных изделий из древесины. Изложены ключевые характеристики древесины наиболее распространённых в строительстве хвойных пород — сосны, лиственницы и ели. Также выделены основные факторы, влияющие на эксплуатационные свойства древесины.

Во втором разделе «*Характеристики исходных материалов. Методы исследования и методология работы*» описываются свойства выбранных для экспериментов древесных материалов, используемых в исследовании. Кроме того, рассмотрены применяемые методики оценки физико-механических и эксплуатационных характеристик древесины, а также изложена общая методологическая основа диссертационной работы.

В третьем разделе «*Математическое моделирование процесса воздействия потока низкотемпературной плазмы на поверхность древесины*» представлены результаты численных расчетов взаимодействия плазменного потока с древесной поверхностью. Полученные данные позволяют прогнозировать глубину формирования модифицированного слоя на поверхности строительных изделий из древесины хвойных пород при различных параметрах плазменной обработки.

В четвертом разделе «*Исследование влияния обработки потоком низкотемпературной плазмы на свойства древесины*» представлены результаты исследований воздействия различных режимов обработки на структуру и основные эксплуатационные характеристики древесины хвойных пород — сосны, лиственницы и ели. Анализ оптической и сканирующей электронной микроскопии выявил формирование в приповерхностной зоне древесины углеродистого слоя и характерный рельеф поверхности с волнообразной структурой, обусловленной неоднородным термическим разложением ранней и поздней древесины. Полученные результаты

доказывают значительное повышение износостойкости, биостойкости, огнестойкости и гидрофобности обработанных образцов при сохранении их прочностных свойств.

В пятом разделе «Апробация и перспективы использования результатов работы» представлены данные технико-экономического обоснования и результаты производственных испытаний обработки древесины хвойных пород потоком низкотемпературной плазмы. На базе полученных научных данных разработаны и запатентованы промышленные установки для плазменной обработки древесины, а также создан технологический регламент, регулирующий производственные процессы обработки хвойных пород низкотемпературной плазмой.

В заключении изложены основные результаты выполненной диссертационной работы исследования и общие выводы по работе.

6. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат содержит основные результаты, представленные в диссертационном исследовании. Его структура построена логично, повествование является четким и последовательным. Отсутствующие результаты не нарушают целостность картины. Содержание автореферата в полной мере отражает объем проделанной работы.

7. Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. На странице 74 приведены электронные фотографии, полученные методом сканирующей электронной микроскопии (рисунки 4.4 и 4.5), под которыми в тексте утверждается, что поры и каналы древесины после плазменной обработки частично или полностью заполнены смолами. На странице 104 утверждается, что снижение смачиваемости поверхности образца после плазменной обработки обусловлено выходом на поверхность смол. На странице 108 утверждается, что уменьшение водопроницаемости при повышении величины подводимой теплоты в результате плазменной обработки объясняется большим количеством выделившихся смол. С другой стороны, на странице 111 указано, что обработка потоком низкотемпературной плазмы не оказывает влияния на паропроницаемость древесины в связи с неполным закрытием пор и каналов смолами. Поясните, имеется ли здесь некоторое противоречие в плане заполнения капилляров и закупоривания пор смолами?

2. Схема устройства не дает понимания, как обеспечивается равномерность теплового воздействия по ширине обрабатываемой поверхности.

3. Не указано, каким образом производилась и проводилась ли очистка обработанных поверхностей древесины от сажи перед проведением экспериментальных исследований и как очистка влияет на свойства обработанной поверхности.

4. Из таблиц с результатами различных испытаний обработанных образцов в зависимости от режима обработки (в частности табл. 4.1, 4.2, 4.3 и т.п.) неясно, как определялся тепловой поток, подведенный непосредственно к поверхности материала, если поток плазмы двигался параллельно обрабатываемой поверхности материала (судя по рис. 2.1), то какая часть образующейся тепловой энергии попадала на материал.

5. Из табл. 4.13, 4.15 и 4.17 неясно когда были определены представленные размеры поперечного сечения образцов для видов обработки «горелка» и «плазменная»: до или после обработки? Если до, то был ли пересчет предела прочности на реальное сечение. Если после, то какое значение размера бралось, если соискатель на рис. 4.2 демонстрирует значительную неровность поверхности.

6. При проведении исследований предела прочности клеевого соединения целесообразно было найти такое соотношение количества клея к склеиваемым поверхностям, когда для исходной древесины разрушение происходит именно по клеевому шву. Когезионное разрушение характеризует излишнее количество используемого клея и не дает понимания влияния метода обработки на прочность.

7. Неясно почему в каких-то случаях сравнение происходит с обработанными газовой горелкой образцами, в каких-то случаях - с другими методами, например с покрытием лако-красочными материалами, в каких-то случаях - только с натуральной древесиной, что не дает полного представления отличия исследуемого способа обработки от обработки горелкой.

8. Нет химического анализа получающихся на поверхности соединений и чем они отличаются от соединений, образующихся в результате воздействия газовой горелки или образующихся в процессе термомодификации древесины. Отсюда неясно, можно ли в полной мере утверждать, что исследуемый метод поверхностной обработки относится к

