

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д. т. н., доцента Стородубцевой Тамары Никаноровны  
на диссертационную работу Фахрутдинова Руслана Рафаиловича на  
тему *«Разработка трёхслойного стенового материала на основе  
древесно-полимерных композитов»*,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного  
хозяйства и переработки древесины

**Актуальность темы.** В настоящее время остро стоит проблема утилизации отходов древесины и полимерных материалов, в том числе на основе инновационных подходов. Одним из возможных решений проблемы является создание эффективных теплоизоляционных материалов, способных существенно повысить энергоэффективность зданий и снизить экономические затраты на строительство.

На сегодняшний день однослойные теплоизоляционные материалы ограничены в своих функциональных возможностях из-за ряда факторов. Во-первых, их однородная структура не позволяет эффективно сочетать теплоизоляционные и механические свойства, что приводит к низкой теплопроводности при недостаточной прочности. Во-вторых, такие материалы не обеспечивают достаточной устойчивости к внешним воздействиям, таким как влага или механическое давление, что снижает их долговечность и эксплуатационные характеристики. В частности, стеновой материал выполняет конструкционную, теплоизоляционную и декоративную функции, поэтому актуальна задача разработки трёхслойного стенового материала, выполняющего данные функции и обеспечивающего их высокое качество за счёт разделения этих функций между слоями.

Диссертационная работа Фахрутдинова Руслана Рафаиловича посвящена разработке методов создания трёхслойного стенового материала на основе древесно-полимерных композитов (ДПК), что является

**актуальным** направлением в строительной промышленности и решением вопроса утилизации различных отходов. В связи с повышением требований к энергоэффективности зданий, создание эффективных стеновых материалов имеет большое значение. Работа направлена на улучшение эксплуатационных характеристик стеновых материалов, их теплоизоляционных и механических свойств.

**Целью** диссертации является разработка и исследование трехслойного материала с использованием ДПК, каждый слой которого выполняет специфическую функцию – от теплоизоляционной до декоративной. Среди **задач** исследования указана разработка технологии получения данного материала, определение его характеристик, внедрение результатов в производстве.

В ходе исследования рассматривались вопросы использования древесных частиц в сочетании с полимерными связующими для формирования прочного теплоизоляционного материала.

**Научная новизна и теоретическая значимость** исследований. Диссертантом получены и проанализированы физико-механические (прочностные, термомеханические, структурные) и эксплуатационные (гигроскопические, износостойкие, теплофизические, термические, биологические) характеристики древесно-полимерных композитов в зависимости от вида и содержания древесного наполнителя, связующего полимера и технологических добавок, что позволяет адаптировать состав материала для различных условий эксплуатации. Доказана целесообразность введения дорогостоящих модификаторов исключительно в конструкционный поверхностный слой стенового материала, что снижает затраты на производство без значительного влияния на эксплуатационные характеристики. Автором предложена методика расчета оптимальных толщин каждого слоя трехслойного стенового материала на основе ДПК, которая обеспечивает баланс между теплоизоляцией и прочностью материала. Разработана технология производства трехслойного стенового

материала на основе ДПК, что подтверждено патентом РФ на изобретение № 2 800 911. Структура материала включает:

- конструкционный поверхностный слой, состоящий из полимера, древесных частиц, изоцианата, технологической добавки и красителя;
- декоративный поверхностный слой, состоящий из полимера, древесных частиц, технологической добавки и красителя;
- теплоизоляционный слой между поверхностными слоями, состоящий из полиола, древесных частиц и изоцианата.

**Практическая значимость** полученных в работе результатов вполне прослеживается и заключается в формулировании методических рекомендаций и предложений по созданию трехслойного стенового материала на основе древесно-полимерных композитов, включающих в себя этапы выбора оптимальных параметров материалов, методов обработки и улучшения эксплуатационных характеристик изделий для повышения качества и конкурентоспособности продукции. Важным практическим результатом работы является создание ресурсосберегающей технологии, направленной на эффективное использование древесных отходов и производства трехслойных стеновых материалов с учетом теплоизоляционных и физико-механических свойств.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов** диссертационной работы Фахрутдинова Р.Р. сомнений не вызывает. Все полученные данные подтверждены комплексом современных методов исследований, включая физико-механические, термомеханические и химические испытания, что обеспечивает высокую точность и объективность представленных результатов. Содержание диссертации полностью соответствует основным положениям, изложенным в автореферате и публикациях авторов, в которых результаты прошли апробацию.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация построена традиционно и состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст диссертации изложен на 167 страницах, в

работе имеется 23 таблицы и 58 рисунков. Список цитируемых работ включает в себя 155 ссылок на российские и зарубежные источники.

**Во введении** обоснована актуальность выбранной темы, связанная с необходимостью утилизации древесных и полимерных отходов, а также с требованиями к созданию прочных материалов с низким коэффициентом теплопроводности. Автор поставил цель исследования, направленную на разработку трехслойного стенового материала с сохранением высоких теплофизических и механических свойств. В разделе также определены задачи, направленные на изучение свойств материалов, определение состава слоев и выбор оптимальных параметров.

**Первая глава** диссертации содержит обширный аналитический обзор современных подходов к производству древесно-полимерных композитов. Автор анализирует виды и свойства композитов, рассматривая их физико-механические, теплоизоляционные, влагопоглощающие и огнестойкие характеристики. Особое внимание уделяется рассмотрению различных типов наполнителей и связующих, их влияние на экологическую устойчивость композиционного материала и его использование.

**Во второй главе** описана методика получения трехслойного стенового материала на основе древесно-полимерных композитов. Автор приводит характеристики используемого оборудования и подробно рассматривает методы испытания материалов на влагостойкость, теплофизические и прочностные свойства. С помощью различных методик автору удалось установить основные физико-механические показатели композита, а также эффективность применения различных компонентов, таких как изоцианат, который улучшает адгезию и прочность материала.

**Третья глава** посвящена анализу данных, полученных при исследованиях качественных характеристик слоев материала. Автор выявил зависимости прочностных, теплоизоляционных и влагостойких свойств от концентрации древесного наполнителя, свойств полимера и технологических добавок. Также была установлена оптимальная концентрация изоцианата,

которая обеспечивает рост прочностных характеристик и снижение водопоглощения.

**В четвёртой главе** представлена методика расчёта трёхслойного стенового материала и её адаптация для применения в промышленности. Автор приводит расчёты, подтверждающие экономическую эффективность использования ДПК в строительной отрасли и обосновывает актуальность технологий, способствующих повышению качества продукции и снижению себестоимости за счёт использования древесных отходов. Показана технологическая схема процесса изготовления материала, а также даны рекомендации по внедрению технологии.

*При прочтении работы возникли следующие замечания:*

1. Следовало более подробно описать процесс интеграции полимеров в структуру каждого слоя материала и их влияние на прочностные характеристики. Следует уточнить механизм взаимодействия полимеров с древесными частицами, чтобы показать, как полимерная матрица способствует улучшению прочности каждого слоя и какие параметры композита определяются этим взаимодействием.

2. В работе отсутствуют графические зависимости, демонстрирующие изменение стоимости изделия в зависимости от технологических параметров, что позволило бы более наглядно оценить экономическую эффективность применения различных концентраций полимерного связующего.

3. Для более логичного и структурированного восприятия материала графики 3.4, 3.5, 3.9, 3.10, 3.15, 3.17 и 3.19, отображающие зависимости свойств от концентрации древесного наполнителя, следовало бы разместить в начале третьей главы. Это позволило бы читателю получить полное представление о влиянии концентрации на свойства материала с самого начала и облегчило бы анализ представленных данных.

4. Нет сравнительных данных полученного материала с другими похожими материалами. Такая таблица была бы уместна и позволила бы оценить все достоинства полученного материала.

5. Для лучшего восприятия и сравнения результатов надо показывать значения в одних единицах измерения.

6. При какой температуре происходит сушка материала и прессование?

- до какой температуры происходит остывание.

- и в чем охлаждается материал перед прессованием?

7. На технологической схеме рис. 14 автореферата – не показана операция вальцевания.

В главе 2, с. 60 на рис. 2.5 и 2.7 показан вальцовый смеситель для смешения всех компонентов. А в главе 4, с. 108 на рис. 4.1, и с. 119 на рис. 4.6 – вальцовый смеситель не показан. Каким образом происходит равномерное распределение древесных частиц с термопластичным полимером, красителями и технологическими добавками и изоцианатом?

8. На третьей стадии получения трехслойного стенового материала на основе древесно-полимерного композита (ТСМДПК) с. 108 на рис. 4.1 и 4.6 (технологическая схема) производится обработка в щелочной среде древесного наполнителя мелкой фракции, а крупной и средней – производится или нет? На технологической схеме не показано.

9. В автореферате на с. 8 рис. 1 и на с. 51 рис. 2.1 диссертации, показано схематичное изображение структуры трехслойного материала на основе ДПК. Но не показан теплоизоляционный слой?

10. Следует отметить, что на рисунках 3.1 и 3.2 представлено сравнение только для образцов на основе древесных частиц хвойных пород и березы. В связи с этим возникает вопрос, по какой причине для анализа были выбраны именно эти породы древесины и почему другие возможные варианты не были рассмотрены.

11. На рисунках 3.21 и 3.7 отсутствуют данные по свойствам материала при отрицательных температурах, что ограничивает анализ его эксплуатационных свойств.

## Заключение по работе

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной и практической значимости полученных Фахрутдиновым Русланом Рафаиловичем результатов.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины, а именно, п. 2. «Химия, физико-химия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты лесохимической переработки»; п. 4. «Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах».

Таким образом, диссертационная работа Фахрутдинова Руслана Рафаиловича представляет собой **завершенное целостное исследование**, посвященное решению важной научно-практической задачи, а именно разработке и изучению свойств трехслойного стенового материала на основе древесно-полимерных композитов, что позволяет решить важные задачи по утилизации отходов и созданию строительных материалов с высокими теплоизоляционными и эксплуатационными свойствами. Все результаты работы получены диссертантом лично или при его непосредственном участии. Полученные в работе данные являются новыми и, несомненно, представляют научный и практический интерес.

**По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, степени достоверности результатов и обоснованности выводов** диссертационная работа Фахрутдинова Руслана Рафаиловича «Разработка трёхслойного стенового материала на основе древесно-полимерных композитов» полностью отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской

