

Заключение диссертационного совета 24.2.312.10, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18.12.2024 г. № 39

О присуждении Саеровой Ксении Вячеславовне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Высокочастотная низкотемпературная плазменная обработка термомодифицированного древесного наполнителя в производстве композиционных материалов» по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины принята к защите 15.10.2024 г., протокол заседания № 33 диссертационным советом 24.2.312.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68; приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета № 1524/нк от 21.11.2022 г.

Соискатель Саерова Ксения Вячеславовна, 20.07.1997 года рождения, в 2021 году окончила с отличием магистратуру ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». В 2024 году окончила аспирантуру того же вуза. Работает ассистентом кафедры архитектуры и дизайна изделий из древесины в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор Сафин Руслан Рушанович, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра архитектуры и дизайна изделий из древесины, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Шкуро Алексей Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», профессор кафедры технологии целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров;

Лукаш Александр Андреевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет», профессор

кафедры лесного дела и технологии деревообработки,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет» г. Кострома, в своем положительном отзыве, подписанном Титуниным Александром Андреевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, указала, что актуальность диссертационной работы Саеровой Ксении Вячеславовны на тему «Высокочастотная низкотемпературная плазменная обработка термомодифицированного древесного наполнителя в производстве композиционных материалов» обусловлена необходимостью повышения качества древесных композитов, используемых в строительной и мебельной промышленности. Отмечено, что в работе решена научно-техническая задача, имеющая важное значение для развития деревообрабатывающей отрасли: для получения композиционных материалов на основе древесины с улучшенными эксплуатационными свойствами разработана технология двухстадийной обработки древесины, включающая предварительную объёмную термическую модификацию и последующую поверхностную обработку высокочастотной низкотемпературной плазмой воздуха. Результаты исследования имеют как научное, так и практическое значение. Диссертация соответствует требованиям, изложенным в п. 9 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Соискатель имеет 110 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 12 работ, общим объемом 65 страниц (авторский вклад 75 %), из них 3 статьи в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России, 1 статья в издании, входящем в международную реферативную базу данных Scopus, 8 работ – в материалах всероссийских и международных конференций.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, заимствованный материал без ссылки на автора/соавтора и/или источник заимствования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Хасаншин Р.Р. Применение низкотемпературной плазменной обработки для повышения механических показателей клееных конструкций / Р.Р. Хасаншин, **К.В. Саерова**, Н.Р. Галяветдинов, Р.В. Салимгараева, Ш.Р. Мухаметзянов, Р.Р. Сафин // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2021. – №4. – С. 67-74.

2. Саерова К.В. Исследование механических свойств полимерного композита, полученного двухступенчатой обработкой древесного наполнителя / **К.В. Саерова**, Ш.Р. Мухаметзянов, Р.Р. Хасаншин // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2022. – № 3. – С. 51-57.

3. Гирфанов А. А. Влияние методов предварительной обработки поверхности

древесины на проникающую способность огнезащитного средства / А.А. Гирфанов, Р.Р. Сафин, **К.В. Саерова**, А.В. Сафина // Деревообрабатывающая промышленность. – 2023. – № 4. – С. 11-19.

4. Galyavetdinov N. Influence of the matrix type on the physical and mechanical parameters of the WPC // N. Galyavetdinov, R. Safin, **K. Saerova** / E3S Web of Conferences. – 2023. – P. 09003.

На диссертацию и автореферат поступило 11 положительных отзывов от:

- д.т.н., профессора, профессора кафедры технологий материалов, конструкций и сооружений из древесины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова» **Варанкиной Г.С.** Замечания: 1. Не ясно почему двухступенчатая обработка оказывает положительное влияние на акустическую константу древесины. 2. Рассматриваются ли в работе аспекты масштабирования технологии для ее внедрения в крупносерийное производство?;

- к.т.н., доцента, заведующего кафедрой деревообрабатывающих производств ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» **Гайнуллина Р.Х.** Замечания: 1. Рис. 8. – почему при температуре обработки выше 210 ° С прочность образцов начинает снижаться? 2. Можно ли добиться схожих эффектов альтернативными способами модификации поверхности древесины?;

- д.т.н., доцента, профессора кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» **Коротковой Т.Г.** Замечание: 1. Результаты научных исследований разработанной технологии желательно подтвердить патентом РФ на изобретение;

- к.т.н., доцента, доцента кафедры лесного дела и технологии деревообработки ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» **Романова В.А.** Замечания: 1. Хотелось бы получить более подробную информацию о сравнении с зарубежными аналогами. Имеются ли конкурентные преимущества предложенного метода? 2. Важно понять, каким образом могут варьироваться параметры обработки, чтобы технология была адаптивной под различные виды древесных материалов;

- д.т.н., профессора кафедры лесопромышленных и химических технологий ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» **Царева Е.М.** Замечания: 1. В автореферате приведены основные выводы, которые, к сожалению, носят в основном констатирующий характер. 2. К сожалению, анализ содержания автореферата показал, что в нём слабо представлены зарубежные ученые, по существу, затрагиваемых в диссертации проблем. 3. Работа существенно выиграла бы при формулировке в этом разделе рекомендаций по производственному применению полученных результатов;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры технологии промышленной и художественной обработки материалов ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. Калашникова» **Черных М.М.** Замечания: 1. Возможно ли, что материал после плазменной обработки продолжает реагировать с компонентами в обычной среде? 2. Возможно ли применение данной технологии для других видов растительных материалов?;

- д.т.н., доцента, профессора кафедры агроинженерии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого» **Кравченко С.Н.** Замечания: 1. Недостаточно освещены вопросы адаптации технологии под различные типы древесных материалов. 2. Снижение плотности материала, повышение его гидрофильности и уменьшение длины цепей целлюлозы, скорее всего, приведут к падению его биостойкости. За счет чего будет увеличиваться срок службы?;

- д.т.н., профессора, заведующего кафедрой дизайна ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» **Ившина К.С.** Замечания: 1. Как может возрасти влагостойкость при общем росте гидрофильности материала, обусловленном ростом количества полярных функциональных групп? 2. Почему для расчета математической модели выбраны именно С-С связи цепи целлюлозы?;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова» **Шамаева В.А.** Замечания: 1. В задачах исследования указана математическая модель процесса, которая в автореферате отсутствует. Есть обычное уравнение регрессии, и это не модель. 2. Плазменная обработка касается только поверхности древесной заготовки. Последующая обработка шлифованием или фрезерованием убирают поверхностный слой и эффект от плазмы сводится к нулю. 3. Из автореферата на с. 4. неясно, что такое «пропиточный» коэффициент по поглощению (128,3 %) и коэффициент по глубине проникновения (90,2 %). Ни в учебниках Б.У. Уголева, ни в соответствующих ГОСТах таких терминов нет. Неясно, почему коэффициент измеряется в %? 4. Вызывает сомнение, что поверхностная обработка плазмой позволяет увеличить ударную вязкость на 123,8 %, а прочность при растяжении на 83,6%. Это просто невозможно;

- д.т.н., доцента, заведующего кафедрой механической обработки древесины ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» **Газеева М.В.** Замечания: 1. Согласно автореферату, в главе 4 большое внимание уделено исследованиям древесно-полимерных композитов, при этом в главе 5 рекомендации по использованию данного материала не приведены. 2. Не ясно каким образом была проведена оценка адекватности математической модели;

- д.т.н., доцента, профессора кафедры машин и технологий деревообработки ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» **Рублевой О.А.** Замечания: 1. Рис. 1,6,10 и др. имеют низкое качество, со сложно читаемыми надписями, что затрудняет изучение содержания автореферата. 2. В автореферате не приведено обоснование выбора исследуемого диапазона регулирования параметров плазменной обработки. 3. В автореферате не представлены экспериментальные математические модели зависимости краевого угла смачивания от времени высокочастотной низкотемпературной плазменной обработки, не оценены их статистические показатели.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, компетентностью в области производства и совершенствования композиционных материалов из древесины, глубоким знанием процессов ее обработки, а также высокой публикационной активностью и способностью дать

профессиональную оценку новизны и научно-практической значимости диссертационного исследования.

Ведущая организация известна научными исследованиями по направлениям: разработка и совершенствование композиционных материалов на основе древесины; исследование термо- и влагозащитных свойств древесных и целлюлозосодержащих композитов, повышения их огнестойкости; изучение процессов переработки растительных отходов для создания теплоизоляционных и конструкционных материалов. Наиболее значимые работы ученых ведущей организации отражены в публикациях в ведущих российских и международных изданиях, таких как «Лесной журнал», «Лесотехнический журнал», «Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности», «Лесной вестник», «E3S Web of Conferences» и др. Работы ученых ведущей организации в направлении исследований, близких тематике диссертации, неоднократно отмечались на российском и международном уровне.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

разработана математическая модель обработки древесины высокочастотной низкотемпературной плазмой воздуха, основанная на молекулярной динамике и результатах исследования ИК- и рентгеновской спектроскопии, которая отличается тем, что позволяет определить количество разрывающихся С-С связей, способствующих образованию новых функциональных групп в процессе обработки в зависимости от продолжительности воздействия, мощности разряда, плотности ионного тока, энергии разряда, энергии ионов и породы древесины;

установлено, что обработка высокочастотной низкотемпературной плазмой воздуха термически модифицированной древесины снижает краевой угол смачивания поверхности на 46 %, увеличивает пропиточный коэффициент по поглощению на 128,3 % и коэффициент по глубине проникновения пропитывающей жидкости на 90,2 %;

предложена двухстадийная обработка древесины, включающая предварительную объемную термическую модификацию и последующую поверхностную обработку высокочастотной низкотемпературной плазмой воздуха. Определены рациональные режимные параметры ведения двухступенчатой модификации древесины: на первой стадии осуществляется термическая модификация конвективным методом продувания через слой при температуре 210 °С, на второй стадии – высокочастотная низкотемпературная плазменная обработка поверхности термомодифицированной древесины при удельной мощности разряда плазмы 2 кВт, плотности ионного тока 0,83 А/м² в течение 10 минут на 1 м² поверхности древесины;

установлена целесообразность использования предложенной двухступенчатой модификации древесины в производстве композиционных материалов по сравнению с необработанной древесиной: в производстве древесно-полимерных композитов плазменная обработка позволяет улучшить прочность при растяжении на 83,6 % и

ударную вязкость на 123,8 %; в производстве клееных изделий, в частности, фанеры и клееного бруса плазменная обработка влияет на снижение краевого угла смачивания, повышая, тем самым, прочность при сдвиге по клеевому соединению на 22,7 %, а также прочность на изгиб клееного бруса на 66,6 %;

установлена возможность повышения акустической константы древесины в 1,38 раза путём термической модификации при 210 °С.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана целесообразность применения высокочастотной низкотемпературной плазменной обработки древесины для улучшения её эксплуатационных характеристик и повышения адгезионных свойств;

установлено влияние сочетания термомодификации и плазменной обработки на изменение физико-механических свойств древесных композитов, включая прочность на растяжение, ударную вязкость и стойкость к клеевым соединениям;

изучено влияние параметров высокочастотной плазменной обработки, таких как плотность ионного тока, мощность разряда и время воздействия на свойства древесины, что позволило предложить рациональные режимные параметры обработки;

проведен анализ влияния временных и энергетических параметров высокочастотной плазменной обработки на эффективность модификации поверхностных характеристик древесины, в частности, на уменьшение краевого угла смачивания и улучшение пропитывающих свойств древесных материалов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

принята к внедрению предлагаемая технология предварительной термической модификации и последующей высокочастотной плазменной обработки в ООО «НПП «ТермоДревПром» (г. Казань) в производстве клееных балок для большепролетных конструкций;

внедрены в учебный процесс практические результаты исследований при проведении лабораторных работ по дисциплине «Современные технологии деревоперерабатывающих и мебельных производств» в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

полученные соискателем результаты и теоретические заключения базируются на их сопоставимости с современными аналитическими методами испытаний и анализа, на стандартных и специальных методиках оценки свойств древесных материалов, на согласованности научных результатов с известными теоретическими и экспериментальными результатами исследований.

Личный вклад соискателя состоит в выборе темы и анализе литературных источников, участии в постановке задач и их решении, в проведении экспериментальных исследований, обсуждении результатов, в формулировании выводов по проделанной работе, которые были обобщены и представлены в виде научных статей и докладов. Автору принадлежат основные идеи опубликованных в соавторстве и использованных в диссертации работ.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины по п.3 «Теория и методы воздействия техники и технологий на лесную среду в процессе лесовыращивания, заготовки и переработки древесного сырья» и п. 4 «Технология и продукция в производстве: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах».

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования: полученные результаты могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях по производству клееных балок для большепролетных конструкций, а также при производстве деталей музыкальных инструментов. Кроме того, результаты диссертационного исследования могут быть использованы при научно-исследовательской подготовке бакалавров и магистров высших учебных заведений.

В ходе защиты диссертации критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было. Саерова Ксения Вячеславовна аргументировано ответила на замечания и задаваемые в ходе заседания вопросы, четко обосновала собственную позицию. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой и соответствует п. 9 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в текущей редакции).

На заседании 18.12.2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Саеровой Ксении Вячеславовне ученую степень кандидата технических наук за новые научно-обоснованные технические и технологические решения в области создания и применения высокочастотной низкотемпературной плазменной обработки термомодифицированной древесины, направленные на улучшение её физико-механических и эксплуатационных характеристик, в том числе повышение долговечности, влагостойкости и прочности модифицированных композитов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.312.10 в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Руслан Гареевич Сафин

Ученый секретарь
диссертационного совета

Екатерина Игоревна Байгильдеева

18 декабря 2024 г.

