

увеличиваются площади древостоев с доминированием лиственных пород, таких как берёза, осина и др. Несмотря на высокие физико-механические свойства, данные породы в виду низких декоративных свойств (отсутствия выраженной текстуры, светлые тона цвета) малопривлекательны для производителей мебели и деталей интерьера. Известные подходы не позволяют за счёт сквозного крашения древесины проявить текстуру и придать более тёмные тона по всему сечению заготовок. В настоящее время существуют различные методы улучшения декоративных свойств древесины, но в большинстве случаев они сводятся к поверхностному окрашиванию. Существенным недостатком таких технологий является отсутствие возможности проявить естественную анатомическую неоднородность древесины за счёт локального пропитывания окрашивающими составами. Автором работы предлагается оригинальное решение, позволяющее за счёт биологического воздействия на древесину берёзы локально регулировать проницаемость в сортиментах, что позволяет формировать в материале проницаемые и непроницаемые зоны. При дальнейшей пропитке красителями это позволяет обеспечивать неоднородное окрашивание древесины по всему сечению заготовок и, соответственно, формировать искусственную текстуру.

Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна работы заключается в том, что автором установлен механизм снижения водопроницаемости за счет перекрытия перфораций сосудов фибриллярным материалом в результате действия капиллярных сил при снижении влажности, обусловленных раневой реакцией при хранении древесины березы. На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований для локального изменения проницаемости автором впервые предложен процесс предварительной локальной продувки воздухом вдоль волокон, что позволяет удалить свободную влагу и заполнить их воздухом полости клеток. Отсутствие воды в полостях сосудов предотвращает перенос фибриллярного материала на лестничные перфорации, тем самым исключает снижение проницаемости древесины и нарушает процесс раневой реакции. Это позволяет сохранить локальные пути переноса для жидкостей, в том числе и красителей.

В целом, результаты исследования вносят оригинальный вклад в теорию и практику технологии пропитки древесины за счет нового подхода к решению актуальной задачи формирования искусственной текстуры древесины березы.

Основные научные результаты и их теоретическая и практическая значимость для науки и производства

Результаты, полученные в данной работе, имеют важное значение как для науки, так и для практики.

Выявленные закономерности изменения проницаемости древесины березы в процессе раневой реакции позволили определить эффективный способ ее регулирования.

Установленные размерные характеристики волокнистых трахеид и их пор «ранней» и «поздней» древесины позволили объяснить неравномерное распределение пропиточного раствора по ширине годичного слоя, наблюдаемое при окрашивании древесины березы красителями.

Полученные данные молекулярно-генетического анализа с применением секвенирования и видоспецифической ПЦР показали наличие грибов рода *Ganoderma* и *Inonotus* и *Phellinus* как в древесине с побурением, так и в здоровой древесине. Это доказывает, что инфицирование дереворазрушающими грибами происходит еще в растущем дереве, а в предлагаемых решениях (в процессе выдержки) формируются условия, благоприятные для их развития. При этом результаты исследований механических свойств, полученные автором, указывают на то, что побурение древесины в условиях выдержки приводит к незначительному снижению её механических характеристик.

В совокупности полученные результаты исследований Акининой Е.В. имеют практическую значимость, заключающуюся в том, что разработана технология, позволяющая получить древесину березы с выраженной текстурой за счет создания локально проницаемых и не проницаемых участков. Подготовка древесины должна в себя включать продувку воздухом, выдержку при температурно-влажностных условиях (вариация температуры от 20 до 30 °С и влажности воздуха от 90 до 60 %) исходя из скорости побурения вдоль волокон 15 см/мес., и глубокой пропитки окрашивающими растворами кислотным красителем. Данная древесина может использоваться для изготовления изделий с высокими декоративными свойствами.

Результаты работы включены в план развития предприятия ООО «СИБЦИТ» (г. Красноярск).

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту

Представленные в диссертационной работе Акининой Е. В. научные положения, выводы и заключения не вызывают сомнений. Диссертационная работа основана на глубоком анализе априорной информации, в работе применялись современные методы исследований, многократное дублирование опытов с использованием современного оборудования с последующей

статистической обработкой данных в программном продукте STATGRAPHICS® Centurion. Результаты исследований в полной мере решают поставленные в работе цели и задачи работы. В приложении диссертационной работы имеется акт апробации, что подтверждает заинтересованность промышленных предприятий в реализации, разработанной автором технологии. Всего по теме диссертационного исследования автором опубликовано 8 печатных работ, включая 2 публикации в журналах, включенных в перечень ВАК, и 1 патент на изобретение РФ.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, библиографического списка и приложений.

Введение. Обоснована актуальность темы, связанная с необходимостью повышения декоративной привлекательности широко распространенной, но малоценной древесины березы. Определены цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой аналитический обзор литературы по декоративным свойствам древесины и существующим способам их повышения (поверхностное и глубокое окрашивание). Рассмотрены вопросы проницаемости древесины и причины ее снижения (ложное ядро, побурение, тиллы), а также макро- и микроскопическое строение древесины березы. Автором сделан вывод о недостаточной изученности механизмов регулирования проницаемости (процесс побурения) и перспективности использования данного процесса в технологических целях.

Во второй главе описаны теоретические основы механизма снижения проницаемости в процессе раневой реакции, заключающегося в переносе фибриллярного материала на лестничные перфорации сосудов под действием капиллярных сил. Предложен и теоретически обоснован способ сохранения локальной проницаемости путем удаления свободной влаги из сосудов продувкой сжатым воздухом, что предотвращает осаждение фибриллярного материала.

В третьей главе приведена характеристика объекта исследования (*Betula pubescens*) и детально описаны следующие методики: определение оптимальных параметров для развития побурения в древесине, стандартные методы оценки физико-механических свойств древесины, микроскопические исследования, включающие световую и сканирующую электронную микроскопию, молекулярно-генетическая идентификация биологических агентов и методика формирования локальных проницаемых участков в древесине сжатым воздухом.

В четвертой главе представлены и проанализированы результаты экспериментов. Установлены режимы выдержки древесины, обеспечивающие равномерное побурение по всему сечению. Подтверждено снижение газопроницаемости побуревшей древесины. Опытные пропитки также показали

непроницаемость такой древесины для окрашивающих растворов. Выявлено незначительное снижение механических свойств древесины с побурением (прочность при сжатии – 2%, при статическом изгибе и ударная вязкость – 11%). Микроскопически доказано наличие фибриллярного слоя на перфорациях сосудов побуревшей древесины и наличие гиф грибов. Установлены различия размерных характеристик волокнистых трахеид в условной «ранней» и «поздней» зонах годичного слоя, объясняющие различное окрашивание древесины по шире годичного слоя. Молекулярно-генетическим анализом выявлено наличие грибов родов *Ganoderma*, *Inonotus* и *Phellinus*. Экспериментально подтверждена возможность создания локально проницаемых участков продувкой воздухом и их последующего избирательного окрашивания.

В пятой главе разработана и описана технология получения пиломатериалов из древесины березы с искусственной текстурой, включающая требования к сырью, его хранению, пооперационное описание процесса: торцевание, локальная продувка воздухом по заданной схеме, выдержка для создания непроницаемых участков, распиловка, сушка, автоклавная пропитка красителями и механическая обработка. Приведены технологические схемы для получения погонажных изделий, мебельного щита и строганого шпона.

В шестой главе выполнен технологический расчет производительности участка пропитки, планирование затрат на производство, расчет себестоимости и цены продукции.

Расчет технико-экономических показателей показал экономическую эффективность производства березовых пиломатериалов с повышенными декоративными свойствами. Стоимость продукции по разработанной технологии составляет 31667,48 руб./м³, что ниже цены пиломатериалов из твердолиственных пород, рыночная стоимость которых начинается от 60000 руб./м³.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе, подтверждающие достижение цели и решение поставленных задач. Подчеркнута научная и практическая значимость разработанной технологии, ее технико-экономическая целесообразность и перспективность внедрения.

По содержанию диссертационной работы имеются замечания

1. Автором предлагается для инициирования и протекания процесса побурения древесины березы технологическая выдержка в определенных температурно-влажностных условиях. Из работы не ясно, каким образом будет контролироваться готовность образцов для пропитки при сквозном крашении.

2. В выводах к первой главе (с. 31) автором утверждается, что у всех рассеянно-сосудистых пород природная неоднородность выражена слабее из-за особенностей строения, данное утверждение не совсем корректно, так как в мягких климатических зонах произрастают твердолиственные древесные породы,

имеющие высокие декоративные свойства, что позволяет их использовать в производстве мебели, деталей интерьера и т.д.

3. На с. 35 автор использует словосочетание «клетки не умирают при первой реакции на ранение», в данном случае, как правило, используют понятие «отмирание клеток» или «гибель клеток».

4. На с. 67 приведены данные газопроницаемости древесины березы после побурения, однако в методической части не представлены режимные параметры выдержки древесины для исследований, такие как влажность, температура.

5. По тексту диссертации имеются некоторые неточности и опечатки, не носящие принципиальный характер.

Указанные замечания не снижают значимость данной диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследований рекомендуется применять деревоперерабатывающим и мебельным предприятиям отрасли для расширения сферы применения древесины березы за счет управления проницаемостью формировать искусственную текстуру повышая ее эстетические свойства, а также рекомендуется применять в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке специалистов по технологии деревообработки.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным

Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Акининой Евгении Валерьевны на тему «Формирование искусственной текстуры древесины березы за счет регулирования проницаемости» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, позволяющие формировать искусственную текстуру у древесины березы при её сквозной пропитке.

Личный вклад автора в получении результатов, изложенных в диссертации, отражен в 8 работах, в том числе 2 изданиях, рекомендованных ВАК, а также в патенте РФ на изобретение.

Технологические решения получения пиломатериалов из древесины березы, с искусственной текстурой разработанные в диссертационной работе, защищены патентом и имеют практическую реализацию, что подтверждено актом внедрения на ООО «СИБЦИТ»

Таким образом, представленная работа обладает высокой научной новизной и практической значимостью, её результаты готовы к внедрению в практику переработки и защищают основные положения, полученные на основе проверенных методов исследований.

Соответствие паспорту научной специальности

В диссертационной работе приведены результаты научных исследований, позволяющие квалифицировать их как реальное решение вопроса совершенствования технологии формирования искусственной текстуры древесины березы.

Полученные в диссертации научные результаты исследований соответствуют пункту 4 и пункту 9 паспорта научной специальности 4.3.4 - «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Диссертация **«Формирование искусственной текстуры древесины березы за счет регулирования проницаемости»** является законченной научно-квалификационной работой, отвечает критериям, указанным в пункте 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024)), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор Акинина Евгения Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины (технические науки).

Диссертационная работа, автореферат Акининой Евгении Валерьевны, отзыв на диссертацию, рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры механической обработки древесины ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (протокол заседания №3 от «05» ноября 2025 года).

Заведующий кафедрой
механической обработки древесины,
доктор технических наук (05.21.05 -
«Древесиноведение, технология и
оборудование деревопереработки»),
доцент

Газеев Максим Владимирович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет»,

Почтовый адрес: 620100, Свердловская область, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,

Тел.: +7(343) 221-21-90

E-mail: general@m.usfeu.ru

Официальный сайт университета: <https://usfeu.ru/>

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Специалист по кадрам
Кадрово-правового управления
Юсупов Е.И.