

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 674.048

БОЖЕЛКО
Игорь Константинович

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОПИТКИ
ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ ЭМУЛЬСИОННЫМ ЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВОМ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.21.05 – древесиноведение, технология
и оборудование деревопереработки

Минск, 2015

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре технологии деревообрабатывающих производств.

Научный руководитель

Снопков Василий Борисович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии деревообрабатывающих производств учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты:

Врублевская Валентина Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры деталей машин, путевых и строительных машин учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»;

Тудейко Валерий Валентинович, кандидат технических наук, генеральный директор ОАО «Речицадрев»

Оппонирующая организация

филиал РУП «Институт БелНИИС – Научно-технический центр» (г. Брест).

Защита состоится «30» октября 2015 г. в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.06 в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, ауд. 240, корп. 4. Тел.: 8(017) 327-83-41, факс 8(017) 327-62-17, e-mail: lmitz@belstu.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «28» сентября 2015 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент

С. П. Мохов

ВВЕДЕНИЕ

Деревянные шпалы в наибольшей степени удовлетворяют технико-экономическим требованиям, предъявляемым к рельсовым опорам, и поэтому получили самое широкое распространение на железных дорогах мира. Главными достоинствами деревянных шпал являются упругость, простота крепления рельсов, хорошее сцепление со щебеночным балластом, удобство в эксплуатации, хорошие диэлектрические свойства, возможность уширения рельсовой колеи на криволинейных участках пути с радиусом менее 350 м. Одновременно с этим нельзя не отметить, что в процессе эксплуатации на шпалы воздействует целый ряд факторов окружающей среды, которые вызывают деструкцию древесины и создают благоприятные условия для ее гниения. Для увеличения сроков службы деревянных шпал, переводных и мостовых брусьев (шпалопродукции) применяют автоклавную пропитку древесины биозащитными средствами. Однако на сегодняшний день качество пропитки особенно труднопропитываемых пород древесины является неудовлетворительным. Для долговременной эксплуатации шпалопродукции необходимы эффективные защитные средства и технологии, обеспечивающие равномерную и глубокую пропитку различных пород древесины. При этом для обеспечения конкурентоспособности и привлекательности деревянной шпалопродукции издержки на ее производство должны постоянно снижаться.

Традиционными защитными средствами для пропитки шпалопродукции в мире являются антисептические масла (креозот, каменноугольное, сланцевое и др.). В Беларуси на протяжении долгих лет используется сланцевое масло. Это защитное средство обеспечивает высокий уровень биозащиты шпал и признано в мировой практике высокоэффективным антисептиком. Однако сланцевое масло обладает рядом недостатков. По параметрам острой токсичности оно относится к 3-му классу опасности. Кроме того, проведение процесса пропитки при температуре 90–100°C влечет большие энергозатраты на подогрев и увеличение вредных выбросов в атмосферу и рабочую зону. Указанные недостатки, а также постоянно растущая цена на сланцевое масло, импортируемое из Эстонии, требуют разработки альтернативных защитных средств для пропитки и технологии их применения.

Целью данной работы стала разработка эмульсионного защитного средства и технологии глубокой пропитки деревянной шпалопродукции, отвечающих действующим стандартам, современным экологическим требованиям и обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов Беларуси.

Разработанная технология позволит сократить продолжительность атмосферной сушки, улучшить качество пропитки, расширить ассортимент используемых древесных пород, снизить импорт дорогостоящих пропиточных составов, повысить конкурентоспособность шпалопродукции, расширить возможности экспорта и увеличить валютные поступления в доход государства.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами, темами. Диссертационные исследования соответствуют основным направлениям научной деятельности университета на 2011–2015 гг., утвержденным Министерством образования Республики Беларусь 7 декабря 2010 г. (раздел 2 – «Научные основы ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, транспортных систем и оборудования для переработки древесного сырья на инновационную и экспортоориентированную продукцию, обеспечивающих рациональное использование сырьевых, энергетических и трудовых ресурсов»).

Диссертационная работа является частью комплексных исследований по защите древесины и технологии пропитки шпал, выполненных в Белорусском государственном технологическом университете в составе научно-исследовательских работ: ГБ 26-112 «Синтез и исследование биоцидов широкого спектра действия на основе производных гуанидина для защиты вегетирующих сельскохозяйственных растений» (№ гос. регистрации 20065292, 2006–2008 гг.); БС 28-011 «Исследование состояния древесины и наличия грибных повреждений во внутренних слоях деревянных элементов строений музея «Берестье» (№ гос. регистрации 2008460, 2008 г.); БС 29-006 «Оценка степени защищенности от биологического разрушения деревянных объектов музея «Берестье» (№ гос. регистрации 20090762, 2009 г.); ХД 26-019 «Совершенствование производственного процесса, испытание сырья, материалов и готовой продукции Борисовского ШПЗ» (2006–2008 гг.); ХД 29-003 «Разработка импортозамещающего состава для пропитки древесины без использования сланцевого масла» (№ гос. регистрации 20092873, 2009–2015 гг.); ХД 29-417 «Разработка технологии пропитки шпал 3-й категории для подъездных путей» (2009 г.); ХД 11-003 «Разработка защитного средства для пропитки шпал на основе продуктов нефтепереработки» (2011 г.); ХД 13-526 «Исследование свойств и разработка предложений по повторному использованию экссудата для пропитки шпалопродукции» (2014 г.).

Цели и задачи исследований. Целью диссертационной работы является научное обоснование, разработка и внедрение в производство ресурсосберегающей технологии пропитки деревянной шпалопродукции эмульсионным защитным средством, позволяющей снизить затраты и вредные выбросы, повысить качество и экологическую безопасность выпускаемой продукции. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Сократить продолжительность предпропиточной атмосферной сушки деревянных шпал и брусев.
2. Разработать технологию предпропиточного накалывания шпал и брусев и конструкцию наколочного барабана.
3. Исследовать свойства водорастворимых и маслянистых антисептиков,

применяемых для пропитки деревянной шпалопродукции.

4. Разработать новое высокоэффективное и отвечающее требованиям действующих стандартов эмульсионное защитное средство для пропитки деревянной шпалопродукции.

5. Исследовать физико-химические и технологические свойства разработанного защитного средства.

6. Разработать режим и технологию автоклавной пропитки деревянной шпалопродукции эмульсионным защитным средством.

7. Провести промышленную апробацию и внедрение разработанной технологии пропитки в производство.

Объект исследований: технологический процесс пропитки деревянных шпал. **Предмет исследований:** защитные средства для пропитки шпал; шпалопрпиточное оборудование; непропитанные и пропитанные шпалы.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Способ предпропиточной атмосферной сушки деревянных шпал и брусьев, позволяющий сократить продолжительность сушки.

2. Технология предпропиточного накальвания деревянных шпал и брусьев, повышающая глубину и качество пропитки древесины.

3. Эмульсионное защитное средство для пропитки деревянной шпалопродукции, соответствующее действующим стандартам.

4. Режим и технология пропитки шпалопродукции эмульсионным защитным средством.

5. Промышленное использование разработанной технологии пропитки деревянных шпал.

Личный вклад соискателя. Диссертация является результатом работы автора. Соискатель непосредственно участвовал в формулировании целей и задач исследований, осуществлял планирование эксперимента, реализацию его в лабораторных и промышленных условиях, обработку и анализ экспериментальных данных, подготовку публикаций по теме исследований, выступал с докладами на научных конференциях. Автором разработана технология пропитки деревянных шпал и брусьев эмульсионным защитным средством, включающая способ предпропиточной атмосферной сушки, позволяющий сократить продолжительность сушки шпал и брусьев; конструкцию наколочного барабана и технологию предпропиточного накальвания шпал и брусьев, обеспечивающих высококачественную глубокую пропитку древесины; рецептуру и технологию приготовления высокоэффективного эмульсионного защитного средства; режим автоклавной пропитки шпалопродукции этим средством. В соавторстве получены 2 патента на изобретения: «Защитное средство для пропитки древесины» (№ 14316); «Наколочный барабан для подготовки пиломатериалов к глубокой пропитке древесины» (№ 17065).

Непосредственно автором разработан и согласован комплект нормативно-технической документации (технические условия, рецептура, технологический регламент, технологическая схема) и осуществлено внедрение разработанной технологии на ведущем шпалопропиточном заводе Республики Беларусь ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод».

Апробация результатов диссертации. Результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на 21 научно-технической конференции: по итогам научно-исследовательских работ Белорусского государственного технологического университета в 2005–2015 гг.; на международных научно-технических конференциях «Новейшие достижения в области импортзамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов» (Минск, 2009 г.); «Современное состояние и перспективы лесовосстановления – лесоразведения на генетической селекционной основе» (Гомель, 2009 г.); «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (Минск, 2010 г.); «Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины» (Воронеж, 2010 г.); VII Международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» (Екатеринбург, 2012 г.); «News in timber vacuum treatment» (Вильнюс, 2012 г.); «Актуальные проблемы развития лесного комплекса» (Вологда, 2014 г.); «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» (Воронеж, 2014 г.); «Інноваційні технології деревообробної промисловості та механізації процесів у лісовому комплексі» (Харьков, 2014 г.); на научно-практическом семинаре «Новые подходы, технологии, материалы в деревообрабатывающей отрасли. Задачи работников деревообрабатывающей отрасли по выполнению Национальной программы развития местных и возобновляемых источников энергии на 2011–2015 годы» (Минск, 2012 г.).

По результатам диссертации подготовлен комплект нормативно-технической документации: рецептура РЦ РБ 600012389.021-2010 «Защитное средство СМПС»; технические условия ТУ ВУ 600012389.021-2010 «Защитное средство СМПС»; технические условия ТУ ВУ 600012389.022-2010 «Шпалопродукция пропитанная защитным средством СМПС»; технологический регламент ТР 600012389.021-2010 на производство защитного средства СМПС. Разработанная ресурсосберегающая технология пропитки деревянных шпал была внедрена на ведущем шпалопропиточном заводе Республики Беларусь ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» с фактическим экономическим эффектом 13,7 млрд. бел. руб.

Опубликованность результатов. По теме диссертационной работы опубликовано 26 научных работ, в том числе 15 статей, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (объемом 5,9 авторских листа), 1 статья в сборнике научных тру-

дов, 2 статьи в зарубежных журналах, 6 статей в сборниках материалов международных научных конференций. Получено 2 патента на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, библиографического списка, включающего список использованных источников из 165 наименований и список публикаций соискателя из 26 наименований, и 26 приложений. Работа изложена на 254 страницах печатного текста, включая 57 иллюстраций (на 20 страницах) и 20 таблиц (на 9 страницах), 26 приложений (на 114 страницах).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во **введении** дана оценка состояния проблемы, обоснована актуальность темы и необходимость проведения исследований.

В **первой** главе представлен аналитический обзор работ по теме диссертации. Описаны условия применения деревянных шпал в Республике Беларусь и определены требования, предъявляемые к ним. Рассмотрены способы предпропиточной подготовки древесины. Показано, что продолжительное хранение непропитанных шпал на складе атмосферной сушки приводит к «замораживанию» оборотных средств предприятия. Поэтому одной из приоритетных задач шпалопроточных заводов является снижение сроков и себестоимости атмосферной сушки шпал при сохранении их качества. Установлено, что в качестве сырья для производства шпал в Беларуси используется труднопропитываемая древесина – еловая и сосновая с высоким содержанием ядра. Небольшая глубина пропитки такой древесины (2–5 мм) не обеспечивает необходимую степень защиты. Эффективным способом увеличения глубины пропитки древесины может быть накалывание. Кроме повышения качества пропитки наколы равномерно распределяют напряжения, и тем самым способствуют уменьшению трещинообразования шпал.

Сформулированы требования к защитным средствам, применяемым для пропитки шпал. В соответствии с ГОСТ 30495 и ГОСТ 30704 они должны быть высокоэффективными, малотоксичными, инертными по отношению к металлам и древесине, экономичными, должны базироваться на доступном сырье, в целях безопасности железнодорожного движения не должны существенно снижать электрическое сопротивление шпал.

Анализ научно-технической литературы показал, что высокоэффективные антисептики, как правило, содержат в своем составе либо соединения тяжелых металлов, либо тяжелые нефтяные фракции. При этом имеются законодательные ограничения на применение древесины, обработанной хром-мышьяксодержащими солями.

Современные водорастворимые антисептики, рекомендуемые для тяжелых условий эксплуатации древесины, используют в рецептурах в качестве активных

антисептических ингредиентов производные O-, N-, S-содержащих гетероциклов и соли меди. Однако на сегодняшний день отсутствуют экспериментальные исследования, подтверждающие возможность использования данных антисептиков для пропитки деревянных шпал. Открытым остается вопрос комплексных экспериментальных исследований электрических, биозащитных, физико-механических свойств шпал, пропитанных современными маслянистыми и водорастворимыми антисептиками в различных влажностных условиях среды, с учетом вида и концентрации пропиточных составов.

Используемые для пропитки маслянистые защитные средства (каменноугольное и сланцевое масла, ЖТК, РНХ и др.) предполагают проведение процесса пропитки шпал при высоких температурах, что влечет за собой дополнительные энергозатраты и неизбежные вредные выбросы. Кроме того, они являются энергоносителями, а потому имеют высокую, постоянно растущую стоимость.

Из сказанного следует, что задача создания высокоэффективного и одновременно экологически безопасного защитного средства для пропитки деревянных шпал по-прежнему актуальна.

Анализ работ по способам пропитки деревянных шпал показал, что наиболее эффективным и апробированным в мире способом является автоклавная пропитка древесины под давлением. Оптимальные параметры режима пропитки являются индивидуальными для каждого случая и зависят от множества факторов: породы древесины, геометрических размеров пилопродукции, влажности, температуры, соотношения заболони и ядра, физико-химических характеристик защитных средств и др. Поэтому внедрение новых защитных средств требует проведения работ по оптимизации режима пропитки.

Во **второй** главе изложены методы экспериментальных исследований, статистического анализа и обработки полученных результатов, описано использованное оборудование и материалы. В диссертации применены стандартные методы испытаний защитных средств и пропитанной древесины, а также разработанные автором оригинальные методики определения устойчивости к вымыванию и старению защитных средств, электрического сопротивления пропитанных шпал. Пропитка опытных образцов древесины осуществлялась на специально созданной лабораторной установке с максимальными параметрами глубины вакуума – 0,08 МПа и давления – 2,0 МПа. Микроскопические исследования поверхности древесины и элементный анализ выполнены энергодисперсионным методом на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610LV. ИК-спектроскопию антисептиков проводили на ИК-Фурье спектрометре NEXUSTM E.S.P. Идентификация грибов осуществлялась ПЦР-диагностикой. Содержание в пропитанной древесине меди определяли с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра Genius 3000XRF.

Расчет оптимальных геометрических параметров наколочного ножа, расчеты напряженно-деформированного состояния шпал в зависимости от влажностного градиента и размеров с учетом анизотропии свойств древесины, усушки и разбухания выполнялись на основе уравнений теории упругости, решаемых численно методом конечных элементов.

Все экспериментальные данные обработаны с применением методов математической статистики, а модели на их основе проверены на адекватность с помощью критерия Фишера.

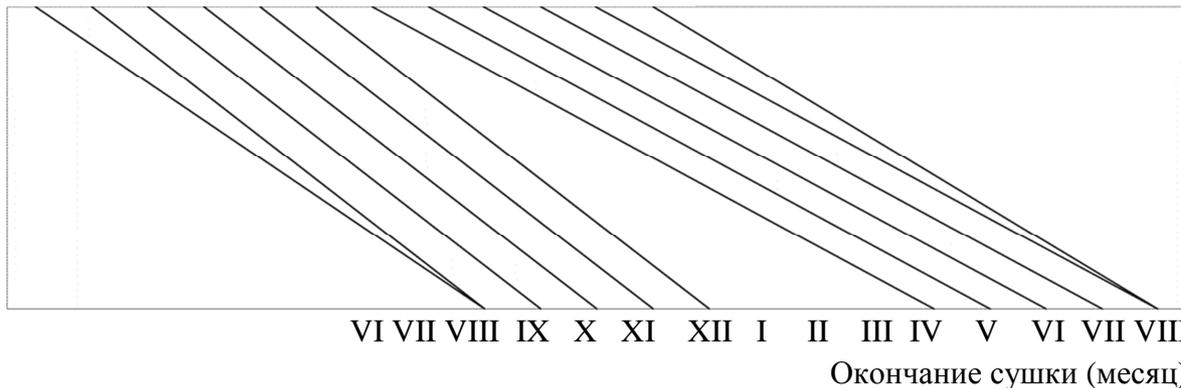
Третья глава посвящена совершенствованию технологии предпропиточной подготовки шпал. Одной из решаемых задач стала разработка способа предпропиточной атмосферной сушки шпал, который позволил бы сократить продолжительность сушки. Для этого было предложено: укладывать шпалы-прокладки заподлицо с торцами пакета, что позволяет сократить количество влаги, испаряющейся через торцы шпал, а значит и уменьшить торцовое растрескивание; пакеты при укладке развернуть торцами внутрь штабеля, что еще в большей степени обеспечит сохранность торцов шпал; устроить в пакетах дополнительный вертикальный канал через каждые пять шпал по их ширине, что позволяет интенсифицировать движение воздуха через штабель, а значит и ускорит высыхание шпал.

Проведен расчет изменения влажности шпал во время атмосферной сушки при разных способах укладки штабеля для климатических условий Республики Беларусь и в зависимости от времени их размещения на складе. Расчеты выполнены для сосновых шпал с размерами $18 \times 25 \times 275$ см. Начальную влажность древесины принимали $W_n = 65\%$. Предпропиточную сушку считали завершенной, когда древесина достигала влажности $W_k \leq 30\%$. Для наглядности результаты расчетов обобщены в виде графиков (рисунок 1). Как видно, разработанный в диссертации способ укладки шпал в штабель позволяет на 1–3 месяца сократить продолжительность сушки. Так, например, при ее начале в апреле, мае или июне для достижения требуемой влажности древесины нужно лишь 3 месяца. При самом неблагоприятном времени начала атмосферной сушки (октябрь – ноябрь) для высыхания шпал требуется 7 месяцев. Для проверки правильности выполненных расчетов и сделанных заключений в условиях ОАО «Борисовский шпалопродиточный завод» был проведен промышленный эксперимент. На складе атмосферной сушки в соответствии с вышеизложенными рекомендациями были сформированы 4 штабеля из сосновых шпал 2-го типа. Начата сушка была в апреле, завершена – в июле. Графики изменения влажности шпал в зависимости от продолжительности сушки представлены на рисунке 2. Здесь же приведена зависимость, полученная расчетным путем.

Из рисунка 2 следует, что достижение требуемой предпропиточной влажности шпал ($W \leq 30\%$) при начальной влажности 65–68% предлагаемый способ укладки обеспечивает за 103–120 сут (графики 2, 3 и 4). Это с достаточно высокой точностью соответствует расчетным данным (график 5).

Начало сушки (месяц)

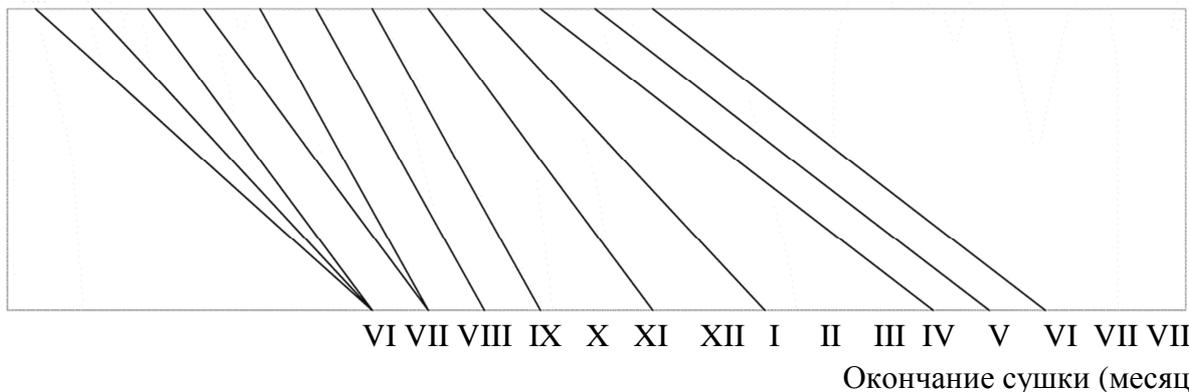
XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI



a

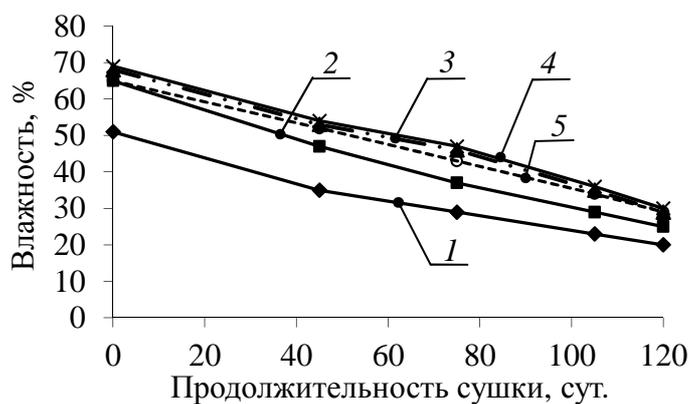
Начало сушки (месяц)

XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI



б

a – способ укладки штабеля по действующей инструкции; *б* – предлагаемый способ
Рисунок 1. – Графики начала и окончания атмосферной сушки шпал

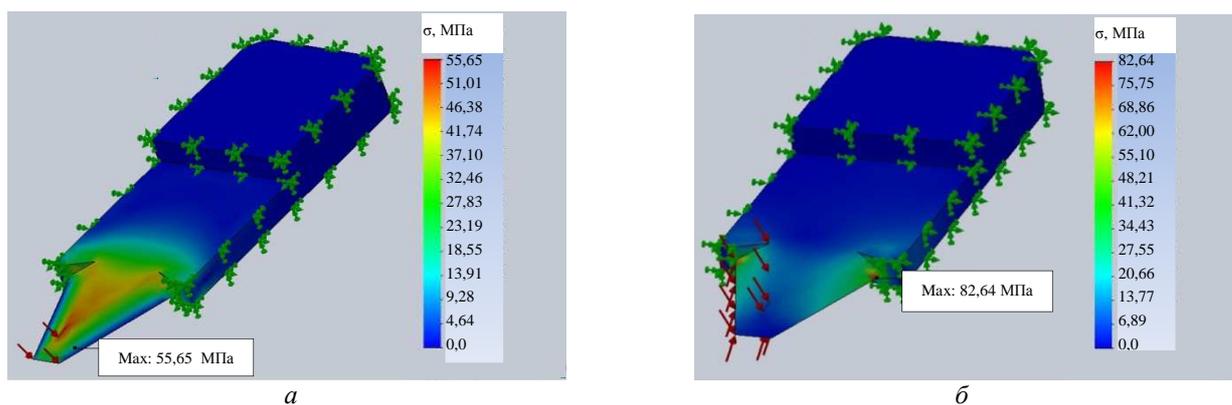


1, 2, 3, 4 – изменения влажности в штабелях; *5* – расчетное изменение влажности

**Рисунок 2. – Результаты исследований атмосферной сушки
 в ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод»**

Действующие нормативные документы устанавливают обязательный 10-месячный запас сырья на складе атмосферной сушки. Использование разработанного в диссертации способа позволяет сократить запас шпал до 5–8-месячных норм в зависимости от месяца укладки.

Вторая часть третьей главы посвящена совершенствованию технологии пропиточного накальвания деревянных шпал. Для этого была разработана оригинальная конструкция наколочного барабана, определены параметры наколочного ножа и оптимальная сетка накальвания для пропитки шпал разработанным в диссертации защитным средством СМПС. Для определения оптимальных параметров наколочного ножа были выполнены расчеты напряжений, возникающих в нем при различных вариантах статического нагружения, соответствующих реальным условиям эксплуатации (рисунок 3). При этом изменяли толщину (S), угол заострения (α) и угол заточки (β).



a – при одностороннем нагружении; *б* – при двустороннем нагружении

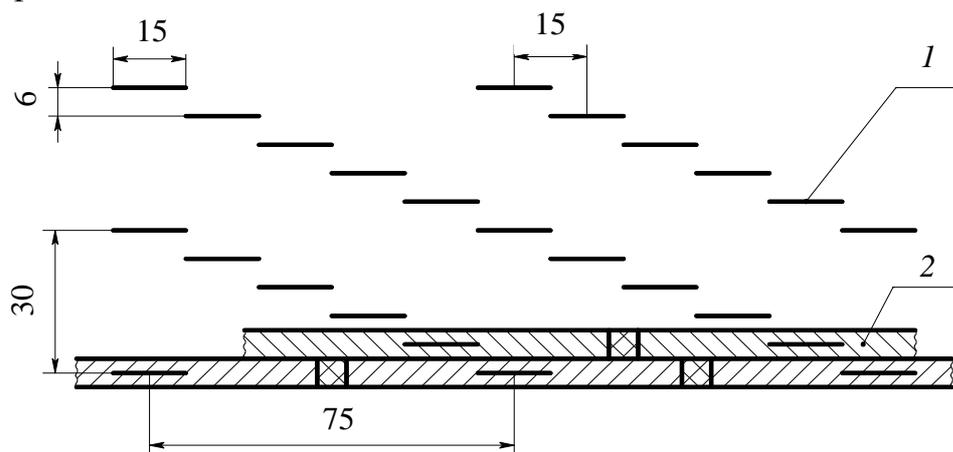
Рисунок 3. – Распределение напряжений, возникающих в ноже

В результате проведенных исследований были рекомендованы следующие параметры наколочного ножа: толщина $s = 3$ мм, угол заострения лезвия $\alpha = 50^\circ$, угол заточки $\beta = 30^\circ$. Принятая толщина обеспечивает устойчивость, а значит и работоспособность ножа при несимметричном (одностороннем) нагружении. Максимально возможный угол заострения лезвия позволяет минимизировать напряжения, возникающие в ноже при накальвании, а минимально допустимый угол заточки устраняет опасность раскалывания древесины при внедрении в нее ножа.

Чтобы установить параметры сетки наколов был проведен эксперимент, в котором с учетом размеров наколочного ножа и вида пропиточного состава (СМПС) изменяли расстояния между наколами в направлении поперек (5, 6 и 7 мм) и вдоль волокон (70, 80 и 90 мм). Полученные результаты позволили определить параметры сетки наколов, которая гарантированно обеспечит полную и равномерную пропитку поверхностных слоев шпалопродукции (рисунок 4).

Расчеты показали, что для обеспечения этих параметров диаметр барабана должен составить 270 мм. На каждом диске барабана по окружности должны крепиться 12 ножей с углом 30° между смежными ножами. При сборке барабана каждый последующий диск должен быть повернут по отношению к предыдущему на угол 6° . Перечисленные выше требования, наряду с полученными ранее угло-

выми и линейными параметрами ножей, были использованы при разработке конструкции барабана.



1 – наколы; *2* – зона распространения защитного средства СМПС

Рисунок 4. – Сетка наколов шпал для пропитки защитным средством СМПС

Работоспособность и эффективность разработанной сетки наколов, наколочных ножей и барабана подтверждены в промышленных условиях ОАО «Борисовский шпалопрпиточный завод» (рисунок 5).



a



б

a – пропитанная ненаколотая еловая шпала; *б* – пропитанная наколотая еловая шпала;

Рисунок 5. – Поперечное сечение шпал

Как видно из рисунка 5, наколотые деревянные шпалы, в отличие от ненаколотых, имеют равномерную и глубокую пропитку защитным средством СМПС по всему периметру.

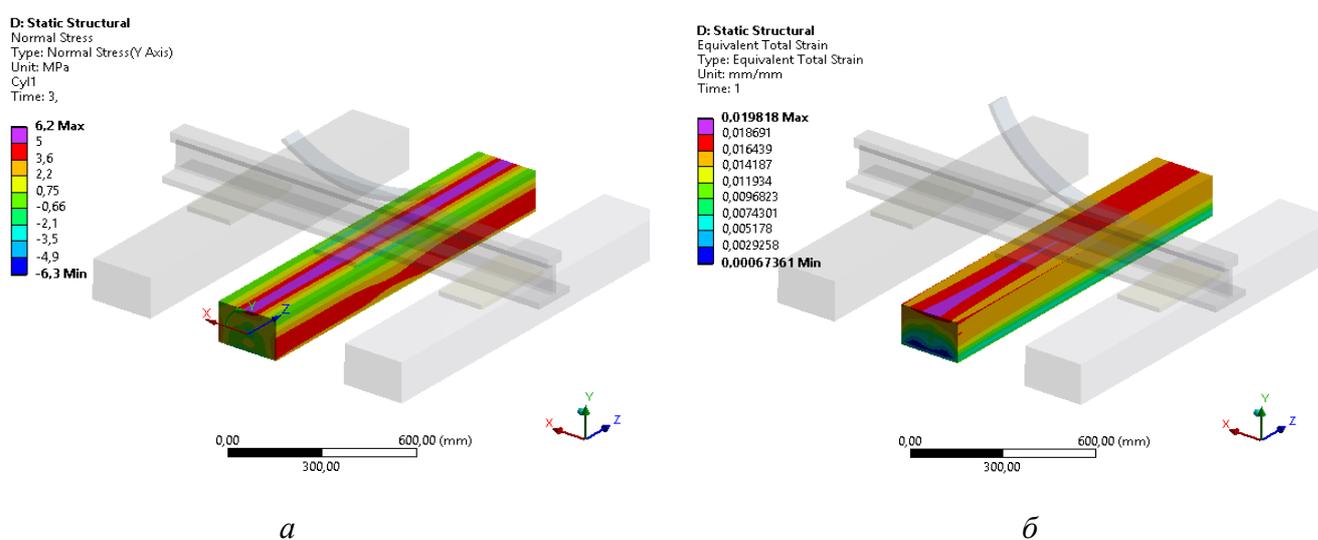
Четвертая глава посвящена разработке и исследованию защитных средств для пропитки деревянных шпал. Показана возможность применения водорастворимых медь-азолсодержащих антисептиков для пропитки деревянных шпал, эксплуатируемых в условиях Республики Беларусь. Лабораторные испытания по ГОСТ 30495 показали, что относящийся к этой группе Tanalith E 3492 является антисептиком 4-го класса опасности и полностью соответствует действующим в

нашей стране стандартам. Путем определения устойчивости к вымыванию и старению установлено рекомендуемое чистое поглощение антисептика Tanalith E 3492 для деревянных шпал, равное 16 кг/м^3 .

Для оценки опасности появления утечек токов на железнодорожном пути и, как следствие этого, сбоев в работе системы управления движением поездов были проведены исследования по определению электрических характеристик древесины, пропитанной маслянистыми и водорастворимыми антисептиками. В результате проведенных исследований установлено, что пропитка древесины сланцевым маслом увеличивает удельное объемное сопротивление в 2,0–22,0 раза в зависимости от влажности, а пропитка древесины водорастворимыми медьсодержащими антисептиками уменьшает ее объемное сопротивление в 1,9–5,3 раза.

Наряду с лабораторными исследованиями были проведены полигонные испытания пропитанных шпал. Наблюдения за железнодорожным путем, уложенным из шпал, пропитанных антисептиком Tanalith E 3492 с поглощением 16 кг/м^3 , показали, что электрическое сопротивление деревянных шпал не оказывает негативного влияния на работу рельсовой цепи. При этом зафиксирован факт быстрого растрескивания шпал, пропитанных антисептиком Tanalith E 3492: в течение 2-х лет растрескались 82% уложенных в путь шпал. Были выявлены также случаи гниения древесины из-за малой глубины пропитки.

Для установления причин образования трещин была разработана расчетная модель деревянной шпалы. Модель учитывает анизотропию древесины, градиент влагосодержания, геометрию шпалы, внешние нагрузки, расположение отверстий под костыли. Расчеты напряженно-деформированного состояния шпал были проведены для периодов с наиболее существенными перепадами влажности (весна, осень). Результаты расчетов представлены на рисунке 6.



а – распределение нормальных напряжений в тангенциальном направлении;

б – распределение эквивалентных полных деформаций

Рисунок 6. – Распределение напряжений и деформаций в шпале

Моделирование шпал показало, что возникновение трещин обусловлено влажностными колебаниями и анизотропией древесины. Под воздействием этих факторов в шпалах могут возникать высокие напряжения, достигающие 4 МПа и более, что превышает предел прочности древесины на растяжение поперек волокон и является причиной возникновения глубоких трещин. Напряжения концентрируются на поверхности над местом расположения сердцевины, что и обуславливает появление трещины в этой зоне. Из полученных расчетов также следует, что для предотвращения возникновения больших перепадов влажности более целесообразной становится пропитка маслянистыми пропиточными составами.

Наиболее применимым в настоящее время маслянистым антисептиком является сланцевое масло. Однако его отличает высокая стоимость и необходимость импортирования из Эстонии. В этой связи была изучена возможность модификации сланцевого масла путем использования различных добавок с целью удешевления и повышения качества пропитки. Лучшие результаты были получены при использовании побочного продукта пиролиза углеводородного сырья – смолы пиролизной тяжелой. Определение оптимального состава защитного средства, включающего сланцевое масло и пиролизную смолу, осуществлялось путем использования обобщенной функции желательности. Для ее расчета использовали основные критерии защитных средств: устойчивость к вымыванию, проникаемость в древесину и токсичность по отношению к стандартному штамму гриба *Coniophora puteana*. Решение оптимизационной задачи с использованием в качестве критерия оптимизации обобщенной функции желательности позволило установить оптимальное соотношение пиролизной смолы и сланцевого масла, мас. %: сланцевое масло – 28,1; смола пиролизная тяжелая – 71,9.

С целью увеличения проникающей способности, повышения равномерности и удешевления пропитки в качестве альтернативы полученного маслянистого состава было предложено использовать инвертную эмульсию на ее основе. Для определения оптимальной рецептуры эмульсионного защитного средства на основе пиролизной смолы и сланцевого масла был применен симплекс-решетчатый план. Полученная диаграмма «состав – свойство» представлена на рисунке 7.

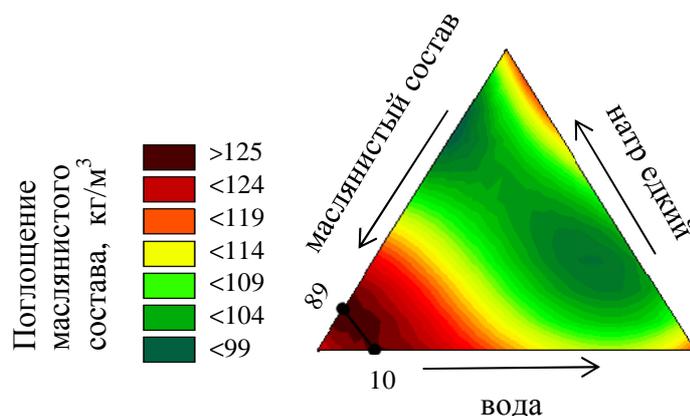
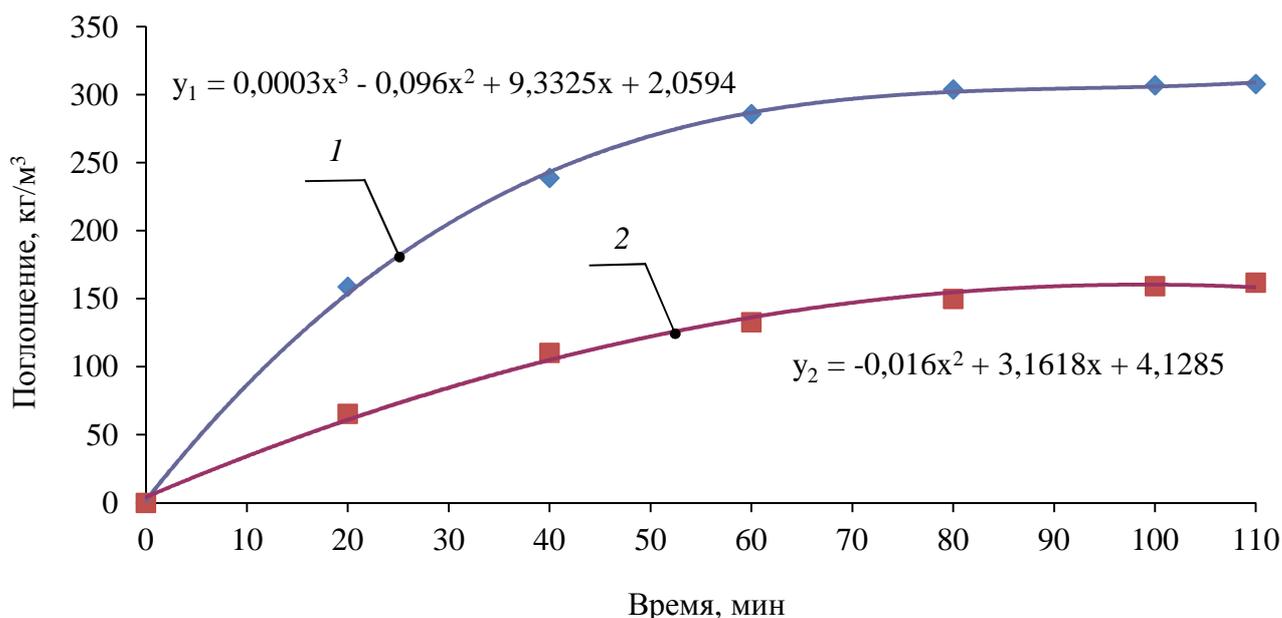


Рисунок 7. – Диаграмма зависимости «состав – поглощение»

Для дальнейших исследований был принят состав под названием СМПС, содержащий 64 мас. % смолы пиролизной тяжелой, 25 мас. % сланцевого масла, 10 мас. % воды и 1 мас. % едкого натра. Доказано, что предлагаемое защитное средство удовлетворяет требованиям ГОСТ 30495, ГОСТ 30704, относится к 4-му классу опасности; шпалы, пропитанные им, соответствуют параметрам защищенности по ГОСТ 20022.0.

В пятой главе определяли режим пропитки труднопропитываемой древесины защитным средством СМПС. Для этого в одинаковых условиях проводили сравнительную пропитку наколотой и ненаколотой древесины. В опытах использовали образцы еловой древесины с размерами 100×100×400 мм. Накалывание образцов производили в соответствии с сеткой накалывания, представленной на рисунке 4. Для накалывания использовали нож с ранее установленными оптимальными геометрическими параметрами (рисунок 3). Пропитку осуществляли на лабораторной установке способом вакуум – давление – вакуум. Кинетика поглощения защитного средства СМПС образцами наколотой и ненаколотой древесины представлены на рисунке 8.



1 – наколотой; 2 – ненаколотой

Рисунок 8. – Кинетика поглощения защитного средства СМПС образцами древесины

Установлено, что предпропиточное накалывание еловой древесины позволяет увеличить поглощение защитного средства СМПС в 1,9 раза. При этом глубина пропитки достигает 16–17 мм, что значительно больше, чем у ненаколотой древесины (2–3 мм). Для наколотой древесины определены оптимальные параметры автоклавной пропитки: температура эмульсионного защитного средства – 50°С; глубина предпропиточного вакуума – 0,08 МПа; давление пропитки – 1,2 МПа; продолжительность предпропиточного вакуумирования –

20 мин, конечного – 15 мин; продолжительность выдержки под давлением – 80–110 мин.

В данной главе обобщены также результаты исследований, выполненные в предыдущих главах, и разработана технология пропитки шпалопродукции эмульсионным защитным средством СМПС. Она состоит из следующих основных операций: приготовление эмульсионного защитного средства, включающего смолу пиролизную тяжелую, сланцевое масло, едкий натр и воду; предпропиточная подготовка шпал, включающая ускоренную атмосферную сушку и накальвание; автоклавная пропитка наколотых шпал эмульсионным защитным средством способом вакуум – давление – вакуум.

Шестая глава посвящена промышленному освоению разработанной технологии пропитки деревянных шпал.

Работы по апробации и внедрению результатов диссертации были проведены на ведущем в Беларуси и одном из крупнейших в Европе предприятии – ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод». Для внедрения технологии пропитки шпалопродукции эмульсионным защитным средством СМПС разработан комплект нормативно-технических документов, включающий: рецептуру, технические условия, технологический регламент.

Результаты исследований по определению параметров наколочного ножа, сетки накальвания и рекомендации по размерным характеристикам наколочного барабана были использованы ОАО «Барановичский завод гибких автоматических линий» при создании линии для наколки шпал. Линия изготовлена и внедрена в ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод».

В 2010 г. в ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» было организовано производство защитного средства СМПС.

Разработанная в диссертации технология пропитки шпалопродукции эмульсионным защитным средством СМПС в полном объеме была внедрена в ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» в конце 2010 г. (акт внедрения от 2 декабря 2010 г.). Внедрение позволило повысить качество пропитки, за счет этого увеличить срок службы шпал и уменьшить затраты на содержание железнодорожных путей. Предложенные в диссертации технические решения позволили снизить себестоимость производимой заводом шпалопродукции.

Шпалопродукция, пропитанная защитным средством СМПС, успешно используется в Республике Беларусь, Российской Федерации, Украине, Молдове, Грузии и странах ЕС. Внедрение разработанной технологии позволяет ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» ежегодно получать фактический экономический эффект в размере 5,5 млрд. бел. руб. Общий экономический эффект от использования технологии составил 13,7 млрд. бел. руб. без индексации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Основные научные результаты диссертации

1. Разработана ресурсосберегающая технология пропитки деревянных шпал эмульсионным защитным средством СМПС, которая включает ускоренную атмосферную сушку до влажности 30%, предпропиточную обработку древесины накалыванием, приготовление эмульсионного защитного средства СМПС и автоклавную пропитку шпалопродукции способом вакуум – давление – вакуум [3–А, 4–А, 6–А, 8–А, 10–А, 14–А, 16–А, 21–А, 23–А].

2. Предложен новый способ предпропиточной атмосферной сушки деревянных шпал и брусьев, позволяющий сократить продолжительность сушки. Эффект ускорения сушки достигается за счет формирования штабелей с дополнительными вертикальными каналами, интенсифицирующими движение воздуха через штабель. При этом шпалы-прокладки укладываются заподлицо с торцами пакета, а пакеты разворачиваются торцами внутрь штабеля, что способствует уменьшению торцового растрескивания шпал. Разработанный способ атмосферной сушки позволяет сократить запасы сырья на складе с 10 до 5–8 месячных норм. [4–А, 10–А, 2–А].

3. Разработана технология предпропиточного накалывания шпал и брусьев. Для эмульсионного защитного средства СМПС разработана сетка накалывания, обеспечивающая глубокую и равномерную пропитку труднопропитываемых пород древесины. Параметры сетки накалывания: длина накола – 15 мм, расстояние между смежными наколами в направлении поперек волокон – 6 мм, вдоль волокон – 75 мм. Разработана оригинальная конструкция наколочного барабана и определены его параметры. Проведены расчеты наколочного ножа на прочность и определены его оптимальные геометрические размеры. В ОАО «Барановичский завод гибких автоматических линий» изготовлена наколочная линия для обработки шпалопродукции, которая внедрена в ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» [7–А, 10–А, 12–А, 14–А, 18–А, 24–А, 26–А].

4. Для пропитки деревянной шпалопродукции разработано защитное средство СМПС на основе побочного продукта пиролиза углеводородного сырья пиролизной смолы, обладающее высокими биозащитными свойствами и проникающей способностью. Рецептура защитного средства СМПС, мас. %: смола пиролизная тяжелая – 64; сланцевое масло – 25; натр едкий – 1; вода – 10. Защитное средство СМПС удовлетворяет требованиям ГОСТ 30495 и ГОСТ 30704, относится к 4-му классу опасности. Доказано, шпалы, пропитанные этим средством, соответствуют параметрам защищенности по ГОСТ 20022.0. Рекомендуемое поглощение защитного средства СМПС при пропитке шпалопродукции составляет 60–80 кг/м³ [1–А, 2–А, 5–А, 9–А, 11–А, 15–А, 17–А, 19–А, 20–А, 22–А 25–А].

5. Определен режим автоклавной пропитки деревянной шпалопродукции эмульсионным защитным средством СМПС способом вакуум – давление – вакуум. Параметры режима: температура эмульсионного защитного средства – 50°С; глубина предпропиточного вакуума – 0,08 МПа; давление пропитки – 1,2 МПа; продолжительность предпропиточного вакуумирования – 20 мин, конечного – 15 мин; продолжительность выдержки под давлением – 80–110 мин [10–А, 13–А].

6. Технология пропитки шпалопродукции эмульсионным защитным средством СМПС внедрена в ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод». Фактический экономический эффект от ее внедрения составляет 13,7 млрд. бел. руб. без индексации [2–А, 4–А, 10–А, 15–А, 25–А, 26–А].

2. Рекомендации по практическому использованию результатов

Технология пропитки деревянных шпал эмульсионным защитным средством может быть использована предприятиями, осуществляющими автоклавную пропитку древесины. Разработанная технология, по сравнению с традиционными, имеет следующие преимущества: уменьшаются запасы древесного сырья на складе атмосферной сушки, сокращается импорт дорогостоящего и являющегося энергоносителем сланцевого масла, вовлекается в производство побочный продукт нефтепереработки смола пиролизная тяжелая, снижаются энергозатраты за счет уменьшения температуры и продолжительности пропитки, значительно сокращается количество вредных выбросов в окружающую среду, повышается качество (глубина и равномерность) пропитки. Достоинством разработанной технологии является универсальность, т. е. она может быть использована для пропитки не только шпалопродукции, но и других пиломатериалов и круглых лесоматериалов. Для ее внедрения предприятия должны быть оснащены оборудованием для предпропиточного накалывания древесины и приготовления эмульсионного защитного средства.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах, входящих в перечень ВАК

1 – А Божелко, И. К. Измерение электропроводности древесины, используемой для шпал / И. К. Божелко, А. М. Олехнович // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2006. – Вып. XIV. – С. 241–244.

2 – А Божелко, И. К. Технология пропитки шпал водорастворимым антисептиком Tanalith E 3492 / И. К. Божелко, В. Б. Снопков // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2007. – Вып. XV. – С. 189–192.

3 – А Божелко, И. К. Разработка рецептуры водоземulsionного состава на основе сланцевого масла для пропитки шпалопродукции / И. К. Божелко, В. Б. Снопков // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – Вып. XVI. – С. 179–182.

4 – А Божелко, И. К. Низкотемпературная пропитка шпалопродукции защитным средством BIO-WOOD 0107 / И. К. Божелко // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – Вып. XVII. – С. 182–185.

5 – А Леонович, О. К. Определение поражения древесины различными видами грибов путем выделения ДНК и сравнения их с ДНК-маркерами / О. К. Леонович, И. К. Божелко // Труды БГТУ. – 2009. – Вып. XVII. – С. 190–193.

6 – А Божелко, И. К. Эффективная защита древесины / И. К. Божелко // Архитектура и строительные науки. – 2009. – № 1(9). – С. 49–51.

7 – А Божелко, И. К. Определение оптимальных геометрических параметров ножа для накалывания шпал / И. К. Божелко, А. П. Фридрих // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 157–160.

8 – А Божелко, И. К. Биозащита деревянных изделий / И. К. Божелко // Архитектура и строительные науки. – 2011. – № 1(11). – С. 60–63.

9 – А Божелко, И. К. Определение долговечности защитных средств для древесины, эксплуатируемой в тяжелых условиях / И. К. Божелко, О. К. Леонович // Труды БГТУ. – 2011. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 200–203.

10 – А Божелко, И. К. Технология низкотемпературной пропитки шпалопродукции / И. К. Божелко // Труды БГТУ. – 2011. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 204–207.

11 – А Божелко, И. К. Биозащита клееных деревянных конструкций / И. К. Божелко // Труды БГТУ. – 2012. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 168–171.

12 – А Божелко, И. К. Моделирование ножа для накалывания шпал / И. К. Божелко // Труды БГТУ. – 2013. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 143–145.

13 – А Божелко, И. К. Влияние накалывания древесины на качество пропитки / И. К. Божелко // Труды БГТУ. – 2014. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 118–121.

14 – А Божелко, И. К. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния деревянных конструкций и изделий в процессе эксплуатации / И. К. Божелко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2014. – Випуск 155. – С. 116–119.

15 – А Божелко, И. К. Корректировка рецептуры защитных средств в процессе пропитки древесины / И. К. Божелко // Труды БГТУ. – 2015. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 162–166.

Статьи в сборниках научных трудов

16 – А Божелко, И. К. Биозащита деревянной шпалопродукции / И. К. Божелко, В. Б. Снопков // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Труды VII Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 23–25 мая 2012 г. – Екатеринбург, 2012. – С. 64–67.

Статьи в журналах

17 – А Bozelko, I. K. Koksnes gulsnu aizsardziba Baltkrievija / I. K. Bozelko, V. B. Snopkovs // Baltijas Koks. – 2012. – № 9. – С. 28–29.

18 – А Bozelko, I. K. Koksnes iegriesana impregnesanas kvalitates uzlabosana / I. K. Bozelko, V. B. Snopkovs // Baltijas Koks. – 2014. – № 11. – С. 34–35.

Материалы конференций

19 – А Божелко, И. К. Защитное средство СМЛ для пропитки шпал / И. К. Божелко, В. Б. Снопков // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19–20 нояб. 2008 г. / БГТУ. – Минск, 2008. – С. 170–173.

20 – А Леонович, О. К. Молекулярно-генетическая диагностика и идентификация грибов, разрушающих древесину / О. К. Леонович, И. К. Божелко, О. Ю. Баранов // Современное состояние и перспективы лесовосстановления – лесоразведения на генетической селекционной основе: материалы Междунар. науч. конф., Гомель, 8–10 сент. 2009 г. / Институт леса НАН Беларуси. –

Гомель, 2009. – С. 84–88.

21 – А Божелко, И. К. Технология глубокой пропитки шпал защитными составами отечественного производства / И. К. Божелко, В. Б. Снопков, О. К. Леонович // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 25–27 нояб. 2009 г. / БГТУ. – Минск, 2009. – С. 276–279.

22 – А Божелко, И. К. Определение долговечности защитных средств для древесины / И. К. Божелко // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–26 нояб. 2010 г. / БГТУ. – Минск, 2010. – С. 423–426.

23 – А Божелко, И. К. Технология пропитки шпал водоэмульсионными защитными средствами / И. К. Божелко, В. Б. Снопков // Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины: Междунар. науч.-техн. конф., посвященная 50-летию факультета технологии деревообработки ГОУ ВПО «Воронежская госуд. лесотехническая академия», Воронеж, 17–21 мая 2010 г. / ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010 – С. 266–272.

24 – А Божелко, И. К. Исследование напряженно-деформированного состояния деревянных шпал в процессе эксплуатации / Божелко И. К. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. трудов по материалам Междунар. заочной науч.-практ. конф., Воронеж, 15–17 мая 2014 г. / ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 3, Ч. 2. – С. 273–277.

Патенты

25 – А Защитное средство для пропитки древесины: пат. 14316 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 27К 3/52 / И. К. Божелко, В. Б. Снопков, О. К. Леонович, А. И. Пашкеев, В. П. Новик, А. А. Маевская; заявитель ПРУП «Борисовский ШПЗ». – № а 20090829; заявл. 08.06.09; опубл. 30.04.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2. – С. 76.

26 – А Наколочный барабан для подготовки пиломатериалов к глубокой пропитке древесины: пат. 17065С2 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 27К 3/02 / И. К. Божелко, В. Б. Снопков, А. И. Пашкеев, В. П. Новик, А. А. Маевская, В. В. Богданец, Ю. А. Никуленко; заявитель ОАО «Борисовский ШПЗ». – № а 20101500; заявл. 19.10.10; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 81.

РЭЗІЮМЭ

Бажэлка Ігар Канстанцінавіч

Рэсурсазберагальная тэхналогія насычэння драўляных шпалаў эмульсійным ахоўным сродкам

Ключавыя словы: драўляныя шпалы, атмасферная сушка, наколванне, наколваючы нож, водарастваральныя і масляністыя ахоўныя сродкі, рэцэптура, аўтаклаўнае насычэнне, рэжым, вакуум – ціск – вакуум.

Аб’ект даследаванняў: тэхналагічны працэс насычэння драўляных шпалаў.

Прадмет навуковага даследавання: ахоўныя сродкі для насычэння шпалаў, шпаланасычальнае абсталяванне, ненасычаныя і насычаныя шпалы.

Мэта работы: навуковае абгрунтаванне, распрацоўка і ўкараненне ў вытворчасць рэсурсазберагальнай тэхналогіі насычэння драўлянай шпалапрадукцыі эмульсійным ахоўным сродкам, якая дазваляе знізіць затраты і шкодныя выкіды, павысіць якасць і экалагічную бяспечнасць выпускаемай прадукцыі.

Метады даследавання: стандартныя метады выпрабаванняў ахоўных сродкаў і насычанай драўніны, распрацаваныя аўтарам метадыкі вызначэння ўстойлівасці да вымывання і старэння ахоўных сродкаў для драўніны, электрычнага супраціўлення насычаных шпалаў. Вызначэнне геаметрычных параметраў наколваючага нажа, разлік напружана-дэфармаванага стану драўляных шпалаў выконваліся з выкарыстаннем метаду канечных элементаў.

Навуковая навізна атрыманых вынікаў: прапанаваны новы спосаб пераднасычальнай атмасфернай сушкі драўляных шпалаў, які дазваляе скараціць працягласць сушкі; распрацавана арыгінальная канструкцыя наколваючага барабана і вызначаны аптымальныя памеры наколваючага нажа, якія былі выкарыстаны пры распрацоўцы новай тэхналогіі пераднасычальнага наколвання шпалаў; упершыню распрацаваны эмульсійны ахоўны сродак СМПС для насычэння драўляных шпалаў на аснове піролізнай смалы, які валодае высокімі ахоўнымі ўласцівасцямі і пранікальнай здольнасцю; устаноўлены параметры рэжыму аўтаклаўнага насычэння драўлянай шпалапрадукцыі эмульсійным ахоўным сродкам СМПС.

Ступень выкарыстання: распрацаваная тэхналогія насычэння шпалапрадукцыі эмульсійным ахоўным сродкам укаранёна на вядучым шпаланасычальным прадпрыемстве Беларусі і Еўропы – ААТ «Барысаўскі шпаланасычальны завод» з фактычным эканамічным эфектам ад укаранення з 2010 г. 13,7 млрд. рублёў без індэксацыі.

Вобласць выкарыстання: распрацаваная тэхналогія насычэння шпалаў эмульсійным ахоўным сродкам можа выкарыстоўвацца прадпрыемствамі, якія ажыццяўляюць насычэнне драўніны.

РЕЗЮМЕ

Божелко Игорь Константинович

Ресурсосберегающая технология пропитки деревянных шпал эмульсионным защитным средством

Ключевые слова: деревянные шпалы, атмосферная сушка, накальвание, наколочный нож, водорастворимые и маслянистые защитные средства, рецептура, автоклавная пропитка, режим, вакуум – давление – вакуум.

Объект исследований: технологический процесс пропитки деревянных шпал.

Предмет исследований: защитные средства для пропитки шпал; шпалопрпиточное оборудование; непропитанные и пропитанные шпалы.

Цель работы: научное обоснование, разработка и внедрение в производство ресурсосберегающей технологии пропитки деревянной шпалопродукции эмульсионным защитным средством, позволяющей снизить затраты и вредные выбросы, повысить качество и экологическую безопасность выпускаемой продукции.

Методы исследования: стандартные методы испытаний защитных средств и пропитанной древесины, разработанные автором методики определения устойчивости к вымыванию и старению защитных средств для древесины, электрического сопротивления пропитанных шпал. Определение геометрических параметров наколочного ножа, расчет напряженно-деформированного состояния деревянных шпал выполнялись с использованием метода конечных элементов.

Научная новизна полученных результатов: предложен новый способ предпропиточной атмосферной сушки деревянных шпал, позволяющий сократить продолжительность сушки; разработана оригинальная конструкция наколочного барабана и определены оптимальные размеры наколочного ножа, которые были использованы при разработке новой технологии предпропиточного накальвания шпал; впервые разработано эмульсионное защитное средство СМПС для пропитки деревянных шпал на основе пиролизной смолы, обладающее высокими биозащитными свойствами и проникающей способностью; определены параметры режима автоклавной пропитки деревянной шпалопродукции эмульсионным защитным средством СМПС.

Степень использования: разработанная технология пропитки шпалопродукции эмульсионным защитным средством внедрена на ведущем шпалопрпиточном предприятии Беларуси и Европы – ОАО «Борисовский шпалопрпиточный завод» с фактическим экономическим эффектом от внедрения с 2010 г. 13,7 млрд. бел. руб. без индексации.

Область применения: разработанная технология пропитки шпал эмульсионным защитным средством может использоваться предприятиями, осуществляющими пропитку древесины.

SUMMARY

Igor Bozhelko

Resource-saving technology for impregnation of wooden sleepers with emulsion preservative

Key words: wooden sleepers, air drying, incising, incisor, water-soluble and oil preservatives, formulation, autoclave treatment, mode, vacuum-pressure-vacuum.

The object-matter of research is the technological process of impregnation of wooden sleepers.

The subject-matter of research: preservatives for impregnation of sleepers; equipment for impregnation of sleepers; unimpregnated and impregnated sleepers.

The aim of research is scientific substantiation, development and industrial application of resource-saving technology for impregnation of wooden sleepers with emulsion preservative that makes it possible to reduce costs and toxic emissions, as well as to improve the quality and environmental safety of products.

Research methods: experimental data were obtained using standard methods for testing of wood preservatives and impregnated wood, as well as methods developed by the author and intended for determination of leaching and aging resistance of preservatives, electrical resistance of impregnated sleepers. Geometrical parameters of incisor as well as stress-strain state of the wooden sleepers were calculated by finite element method.

Scientific novelty of the obtained results: the new technique of air drying of wooden sleepers before their impregnation has been suggested enabling reduced time of air-drying. The original design of incising drum has been developed as well as the optimal size of incisor has been determined in order to develop a new technique of preliminary incising of sleepers. SMPS emulsion preservative based on pyrolysis resin and intended for impregnation of wooden sleepers has been developed for the first time. This preservative has high bioresistance and penetrating ability. Mode parameters of autoclave impregnation of wooden sleepers with SMPS emulsion preservative have been determined.

Efficiency: the developed sleepers impregnation technology with SMPS emulsion preservative has been introduced at the leading Belarusian and European company «Borisov Treatment Plant» since 2010, its actual economic effect being equal to 13.7 billion BYR without indexation.

Field of application: the developed sleepers impregnation technology using emulsion preservative can be used by enterprises which deal with wood impregnation.

Научное издание

Божелко Игорь Константинович

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОПИТКИ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ
ЭМУЛЬСИОННЫМ ЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВОМ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.21.05 – древесиноведение, технология
и оборудование деревопереработки

Ответственный за выпуск И. К. Божелко

Подписано в печать 23.09.2015. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,3.
Тираж 60 экз. Заказ 419.

Издательство и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.