

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 621.921.43

МАКЕЕВ
Вячеслав Валерьевич

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВКЛАДЫШЕЙ
ТЕРМОКОНТРАСТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ В СМАЗОЧНОЙ СРЕДЕ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕСКОМПЕНСАТОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ
СКОЛЬЖЕНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.21.05 - древесиноведение, технология
и оборудование деревообработки

Минск, 2010

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта».

Научный руководитель: Врублевская Валентина Ивановна
доктор технических наук, профессор,
УО «Белорусский государственный
университет транспорта», кафедра
«Детали машин, путевые и строитель-
ные машины»;

Официальные оппоненты: Шаповалов Виктор Михайлович
доктор технических наук, заведующий
отделом «Материаловедение и техно-
логия рециклинга полимерных сис-
тем», ГНУ «Институт механики ме-
таллополимерных систем НАН Б
им. В.А. Белого»;

Шетько Сергей Васильевич,
кандидат технических наук, доцент,
УО «Белорусский государственный
технологический университет»,
заведующий кафедрой «Технология и
дизайн изделий из древесины»

Оппонирующая организация: ЗАО «Солигорский институт проблем
ресурсосбережения с опытным произ-
водством»

Защита состоится «21» декабря 2010 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Совета по
защите диссертации Д 02.08.06 при учреждении образования «Белорусский
государственный технологический университет» по адресу: 220006, г.
Минск, ул. Свердлова, 13а, ауд. 240, корп. 4. Тел.: (017) 227-83-41,
факс (017) 227-62-17, e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образо-
вания «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «18» ноября 2010 г.

Ученый секретарь
Совета по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент

С.П. Мохов

ВВЕДЕНИЕ

Узлы трения являются ответственными и в то же время уязвимыми кон-
структивными элементами машин и механизмов, часто определяющими их
работоспособность. Эксплуатация их неизбежно связана с протеканием про-
цессов изнашивания. Износ деталей узлов трения является причиной отказа
свыше 80 % машин и механизмов, особенно в условиях воздействия абразив-
но-агрессивных и влажных сред (сельскохозяйственная, транспортирующая
техника). Потери материальных средств достигают 4–5 % национального до-
хода, а преодоление сопротивления трению поглощает во всем мире 20–25 %
вырабатываемой за год энергии. Применение современных антифрикционных
материалов позволяет обеспечить работоспособность узлов трения. Одним из
лучших материалов, способных эксплуатироваться в абразивно-агрессивных
и влажных средах, является прессованная древесина. Модифицирование сма-
зочным материалом придает ей свойство самосмазываемости и определяет
высокую эффективность эксплуатации в узлах трения. Несмотря на то, что на
сегодняшний день известны различные технологии получения модифициро-
ванной древесины, проблема увеличения степени наполнения капиллярно-
сосудистой системы смазочным материалом является не вполне решенной.
Особенно это справедливо при применении высокотемпературных способов
пропитки древесины высоковязким смазочным материалом. Проблема обу-
словлена протеканием двух взаимно препятствующих процессов: удаления
гигроскопической влаги с образованием паровоздушных пробок и заполнения
капиллярно-сосудистой системы смазочным материалом заданной вязкости.
Ее решение возможно при разработке новых методов воздействия на древе-
сину во время пропитки, позволяющих снизить объем паровоздушных пробок
и создать условия для глубокого заполнения древесины смазочным матери-
алом.

Уменьшение влажности во время пропитки модифицированной древеси-
ны при формировании вкладыша подшипника скольжения приводит к изме-
нению его геометрических размеров с образованием зазора в стыке сторон,
снижению физико-механических свойств, возникновению трудностей при
установке в корпус подшипника. Устранение этого воздействия возможно
созданием способа получения бездефектной структуры древесного вкладыша
широкого размерного диапазона и определением необходимых параметров
его формирования.

Таким образом, исследования, направленные на разработку технологи-
ческих методов модифицирования древесных вкладышей подшипников сколь-
жения в условиях термодиагностического воздействия, являются актуальными.
Их реализация позволит максимально заполнять древесные вкладыши широ-
кого размерного диапазона высоковязким смазочным материалом, обеспечит
их формоустойчивость в корпусах подшипников без применения компенсато-
ров, а также высокие физико-механические и триботехнические свойства по-
верхностей трения, что существенно увеличит работоспособность самосма-
зывающихся подшипников скольжения в узлах трения.

1413ak

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006 – 2010 гг., утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 мая 2005 г. № 512: п. 3.12 «Новые многофункциональные и специализированные материалы»; п. 5.8. «Разработка адаптивных ресурсосберегающих экологически безопасных технологий и технических средств».

Исследования выполнялись в рамках:

- Государственной комплексной программы научных исследований «Исследование механики технических и биомеханических систем, разработка эффективных методов повышения их надежности, создание новых компонентов машин и оборудования для машиностроения» на 2006-2010 гг. проект 2.42 «Механика» ГБ № 4194 «Создание методологии повышения эффективности, обеспечения ресурса и снижения материалоемкости высоконагруженных узлов трения, работающих в абразивно-агрессивных средах, на основе применения природных материалов». Тема утверждена Национальной академией наук Беларуси, Учреждением образования «Белорусский государственный университет транспорта». Госрегистрация № 20065305 от 28.11.2006;

- грантов Министерства образования Республики Беларусь:

№ 2897 «Разработка методов повышения эффективности процесса торцово-прессового деформирования древесины, обеспечивающих снижение энергозатрат оборудования». Тема утверждена Министерством образования Республики Беларусь, Учреждением образования «Белорусский государственный университет транспорта». Госрегистрация № 20032437. Время выполнения – 2003 год;

№ 4247 «Разработка методов повышения технологичности изготовления крупногабаритных подшипников скольжения на основе древесины с использованием ресурсосберегающих технологий». Тема утверждена Министерством образования Республики Беларусь, Учреждением образования «Белорусский государственный университет транспорта». Госрегистрация № 20066293. Время выполнения – 2006 год.

Цель и задачи исследования

Целью работы является повышение качества вкладышей подшипников скольжения из модифицированной древесины путем совершенствования процессов пропитки и прессования древесных заготовок в условиях термоконтрастного воздействия в смазочной среде.

Поставленная цель достигается решением следующих основных задач:

1 Провести систематизированный анализ работоспособности узлов трения из антифрикционной древесины с выработкой научнообоснованных рекомендаций по дальнейшему совершенствованию их структуры и физико-механических свойств.

2 Исследовать закономерности процесса наполнения древесных вкладышей смазочным материалом с учетом кинетики изменения их влажности при пропитке и вязкостных характеристик смазки.

3 Разработать технологические основы формирования бескомпенсаторного вкладыша самосмазывающегося подшипника скольжения, обеспечивающие повышение твердости его контактной поверхности и увеличение степени наполнения смазочным материалом при максимальной эффективности использования деловой древесины.

4 Исследовать структуру, триботехнические и физико-механические характеристики бескомпенсаторных древесных вкладышей, пропитанных смазочным материалом в условиях термоконтрастного воздействия.

5 Провести опытно-промышленные испытания подшипников скольжения с древесными вкладышами в узлах трения посевной сельскохозяйственной техники.

Объектом исследования является древесный вкладыш самосмазывающегося подшипника скольжения (ПСС).

Предмет исследований – технологические методы модифицирования древесины торцово-прессового деформирования (ТПД).

Положения, выносимые на защиту

1. Закономерности процесса заполнения древесных вкладышей смазочным материалом, заключающиеся в максимизации объемов заполненных полостей капиллярно-сосудистой системы за счет целенаправленного управления кинетикой изменения влажности древесины при пропитке и вязкостными характеристиками смазочного материала.

2. Теоретически предложенные и экспериментально подтвержденные технологические режимы пропитки и прессования древесины, основанные на снижении объема паровоздушных пробок в капиллярно-сосудистой системе древесины в 1,37–1,40 раза и оптимизации перепада температур смазочного материала в пределах 100–110 °С, позволяющие повысить формоустойчивость древесного вкладыша за счет снижения гигроскопической влаги в клеточной стенке в 2–2,3 раза и ее стабилизации вследствие заполнения полостей смазочным материалом до 80–90%.

3. Научно обоснованный ресурсосберегающий способ получения бездефектной структуры древесного вкладыша широкого размерного диапазона, заключающийся в первоначальном качественном анализе древесной заготовки на наличие в ней пороков древесины, препятствующих ее оптимальному деформированию и заполнению смазочным материалом, а также исключении некондиционных участков и формировании на их месте клеевого шва, что в совокупности обеспечивает увеличение использования деловой древесины до 90 % и создает предпосылки для изготовления высококачественного древесного вкладыша подшипника скольжения за одну технологическую операцию торцово-прессового деформирования.

4. Результаты исследований объемных микроструктур древесного вкладыша, пропитанного смазочным материалом, с градиентом плотности по глубине вдоль волокон, показавшие, что капиллярно-сосудистая система насыщена смазочным материалом наиболее равномерно и максимально при оказа-

нии на исследуемый образец термодинамического воздействия в процессе пропитки в пределах 100–110 °С; степень прессования и твердость внутренней поверхности трения должны находиться в пределах 55–57 % и 130–134 МПа соответственно, обеспечивая эффект самосмазываемости зоны трения во время эксплуатации, что в целом обуславливает снижение коэффициента трения в 1,3 раза, температуры в зоне контакта в 1,13 раза и водопоглощения образцов в 5,1 раза в сравнении с древесными вкладышами, изготовленными по ранее применявшейся технологии.

5. Разработанные новые конструкции узлов трения сеялок СПУ-6М и СТВ-3,6 и изготовленные подшипники скольжения с бескомпенсаторными древесными вкладышами, позволяющие значительно увеличить работоспособность узлов трения и отказаться от импортных подшипников качения.

Личный вклад соискателя

Диссертационная работа явилась результатом личной работы автора. Им проведен анализ технологии изготовления древесных вкладышей самосмазывающихся подшипников скольжения. Обозначены вопросы, решение которых позволило создать качественный бескомпенсаторный подшипник скольжения на основе древесины торцово-прессового деформирования с улучшенными триботехническими и физико-механическими свойствами. По результатам экспериментальных исследований, микроструктурного анализа и теоретических расчетов предложен способ пропитки древесных вкладышей ПСС, усовершенствован метод расчета степени наполнения смазочным материалом по объему заполненных полостей капиллярно-сосудистой системы, разработана и проверена экспериментально технология формирования бескомпенсаторного древесного вкладыша с повышением твердости его контактной поверхности, установлены значения триботехнических и физико-механических характеристик древесных вкладышей ПСС, созданных по предложенной автором технологии.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на заседаниях кафедры «Детали машин, путевые и строительные машины» Учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» (2004 – 2007 гг.), на IV международной научной конференции (МНК) студентов и аспирантов «Trans-Mech-Art-Chem» (МИИТ, Москва, 2006), на МНПК «Проблемы ускоренного воспроизводства и комплексного использования лесных ресурсов» (ВГЛТА, Воронеж, 2006), на 3 Гомельской региональной конференции молодых ученых (ИММС им. В.А. Белого, Гомель, 2006), на VII МНПК студентов, магистрантов и аспирантов «Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления» (УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», Гомель, 2007), на Республиканской НТК «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии» (ГУВПО «Белорусско-российский университет», Могилев, 2007), на МНПК «Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития» (РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике», Гомель, 2007), на

15-й Юбилейной международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики» (Украина, Ялта, 2007), на МНК «XXXIII Гагаринские чтения» (ГОУВПО «МАТИ», Москва, 2007).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 5 статей в научно-технических журналах общим объемом 1,76 авт. л., в изданиях, включенных в Перечень для опубликования результатов диссертационных исследований, утвержденных ВАК.

Депонирована 1 статья (без соавторов), опубликовано 8 материалов и 1 тезис доклада конференций (4 без соавторов), получено 4 патента Республики Беларусь.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, библиографического списка и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц машинописного текста, в том числе 53 рисунка, 7 таблиц, список использованных источников из 109 наименований, список публикаций соискателя из 19 наименований, 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В первой главе представлен литературный обзор, в котором рассмотрены современные методы обеспечения работоспособности узлов трения.

Исследованиями Белого В.А., Винника Н.И., Врублевской В.И., Купчинова Б.И., Памфилова Е.А., Хухрянского П.Н., Шамаева В.А. установлено, что одним из лучших антифрикционных материалов, способных обеспечивать бесперебойную работу узла трения при эксплуатации в абразивно-агрессивной и влажной среде без дополнительного, подводимого извне, смазочного материала, является модифицированная древесина.

Анализ существующих методов прессования древесины показал, что одним из наиболее перспективных для создания антифрикционного материала является метод торцово-прессового деформирования (ТПД). Его применение лежит в основе изготовления вкладышей самосмазывающихся подшипников скольжения.

Анализ работ, посвященных разработке технологии производства ПСС, показал, что, несмотря на значительные достижения в этой области, остаются малоизученными вопросы модифицирования древесных вкладышей для достижения высокой степени наполнения загущенным смазочным материалом и оптимальной степени прессования по поверхности трения, обеспечения формоустойчивости вкладышей различных типоразмеров без применения компенсаторов, установления особенностей абразивного изнашивания древесного вкладыша и сопряженного с ним стального контртела, что в совокупности обеспечивает высокое качество подшипников скольжения из модифицированной древесины.

На основании критического анализа достигнутых результатов сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе представлена методика экспериментальных исследований.

Для определения закономерностей наполнения древесных вкладышей смазочным материалом изготовлены образцы из древесины березы длиной $L = 117$ мм, шириной $B = 31$ мм и высотой вдоль волокна $h = 7, 10, 11, 12$ и 13 мм. Относительная влажность составляла $W = 15 \pm 3$ %. Выбор заготовок обусловлен тем, что на их основе могут изготавливаться подшипники скольжения наиболее распространенных типоразмеров.

Для формирования древесного вкладыша в форме полого цилиндра заготовку деформировали с помощью гибкой дискретной системы и через конусообразный приемник перепрессовывали в стальную цилиндрическую обойму, в которой она подвергалась пропитке в условиях термоконтрастного воздействия. Сущность предлагаемого приема пропитки состоит в нагреве древесного вкладыша при температуре 130 ± 5 °С в ванне со смазочным материалом (СМ) на основе минерального масла с загущающей высокомолекулярной полимерной присадкой, массовая доля которой составляет 2 %, а охлаждение проводится в емкостях со СМ при температуре 20 ± 5 °С с различной массовой долей присадки от 0,1 до 1 % [20]. Предлагаемые температурные интервалы позволяют эффективно растворить высокомолекулярную полимерную присадку, значительно снизить содержание гигроскопической влаги в капиллярно-сосудистой системе древесного вкладыша, а перепад температур 100-110 °С способствует максимальному ее заполнению СМ заданной вязкости.

Количество влаги, которая выделяется в процессе пропитки в горячей ванне, определялось при помощи бесконтактного влагомера *Delta 200QS*, использующего высокочастотный принцип измерения, и путем сушки непропитанных древесных вкладышей ТПД в термошкафу при температуре $t = 130 \pm 5$ °С. Кинематическая вязкость исследовалась с применением вискозиметра ВПЖ-2 с системой нагрева. Исследование заполнения капиллярно-сосудистой системы древесины СМ и изменения степени наполнения i проводилось весовым методом на лабораторных электронных весах ВСТ-600/10. Микроструктура древесины, заполненной смазочным материалом, исследовалась с применением конфокального микроскопа Olympus LEXT ols 3000.

Для оценки качества пропитки использовался показатель степени наполнения (i), расчет которого основан на количественном анализе объемов заполненных полостей капиллярно-сосудистой системы древесины с учетом кинетики изменения ее влажности во время пропитки.

Ранее степень наполнения выражалась как отношение массы смазочного материала, введенного в древесину, к массе заготовки до пропитки. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что такой метод расчета неприменим в случае анализа высокотемпературной пропитки, т.к. не учитывает протекание двух конкурирующих процессов: удаление гигроскопической влаги из клеточной стенки древесины под действием температуры $t = 130 \pm 5$ °С и одновременное заполнение капиллярно-сосудистой системы смазочным материалом.

Степень наполнения древесной заготовки смазочным материалом определялась по предложенной формуле (1):

$$i = \frac{(m_{\text{нал}} - (m_w - m_{\text{H}_2\text{O}})) \rho_{\text{др.в.}}}{\rho_{\text{СМ}} (V_{\text{вк}} \rho_{\text{др.в.}} - m_w)} \cdot 100 \%, \quad (1),$$

где $m_{\text{нал}}$ – масса пропитанного древесного вкладыша, кг; m_w – масса древесного вкладыша влажностью W до пропитки, кг; $m_{\text{H}_2\text{O}}$ – масса гигроскопической влаги, удаленной из древесины во время пропитки, кг; $\rho_{\text{др.в.}}$ – плотность древесного вещества, кг/м³; $\rho_{\text{СМ}}$ – плотность смазочного материала, кг/м³; $V_{\text{вк}}$ – объем древесного вкладыша влажностью W до пропитки, м³.

Для упрощения расчетов параметров и режимов пропитки создана компьютерная программа «Soak» (пропитка), позволяющая определить объем древесного вкладыша, степень наполнения, время пропитки для различных типоразмеров подшипников скольжения.

Сравнительное исследование триботехнических характеристик (коэффициента трения, температуры в зоне контакта) древесных вкладышей подшипников скольжения, пропитанных смазочным материалом в условиях термоконтрастного воздействия и по ранее применявшемуся способу горячей ванны, проводилось на машине трения СМТ-1 при различных режимах нагружения.

Твердость поверхности трения древесных вкладышей определялась методом динамического индентирования при помощи прибора «Импульс», созданного в Институте прикладной физики НАН Беларуси. Для измерений подготовлены образцы, контроль твердости которых производился на каждом из этапов производственного цикла изготовления ПСС. Водопоглощение бескомпенсаторных древесных вкладышей определялось весовым методом по стандартным методикам ГОСТ 21523.5.

Для обоснования выбора материала металлического контртела, работающего в паре трения с древесным вкладышем, проводились исследования на специальном стенде, который позволил осуществить моделирование реальных условий эксплуатации ПСС. Подшипник скольжения непрерывно работал в течение 24 часов в присутствии кварцевого песка с размером частиц до 500 мкм при вращении вала с частотой 1062 об/мин (линейная скорость на поверхности контакта 1,17 м/с) и давлением в зоне трения 0,81 МПа. В процессе эксперимента контролировались линейный и массовый износ внутренних колец подшипников и их шероховатость, а также линейный износ древесных вкладышей.

Изучение особенностей абразивного изнашивания древесного вкладыша ТПД производилось методом нанесения царапины на поверхность трения с помощью специального индентора, моделирующего абразивную частицу. Царапание выполнялось при различных давлениях индентора на древесину $p = 18, 32, 54$ ГПа на микротрибометре с компьютерной регистрацией данных. Глубина и профиль царапины определялись на конфокальном микроскопе Olympus LEXT ols 3000. Индентор выполнен в виде иглы с радиусом закругления острия 42 мкм.

Климатическими испытаниями древесных вкладышей имитировалось воздействие на них повышенной и пониженной температуры (до +60 °С), замораживания в лёд, воздействие воды. При этом контролировались внутренний диаметр и длина вкладыша, его масса и усилие выпрессовки из металлической обоймы, в которой находится древесный вкладыш.

В третьей главе диссертационной работы представлены результаты исследования заполнения капиллярно-сосудистой системы древесины СМ в условиях термоконтрастного воздействия и его влияния на физико-механические и эксплуатационные свойства древесных вкладышей ПСС.

Микроструктурные исследования поверхностей древесины на различной глубине вдоль волокон позволили оценить равномерность пропитки по толщине образца вдоль волокон в зависимости от температурных условий воздействия на него смазочного материала. Лучшему заполнению капиллярно-сосудистой системы соответствует меньшее отклонение профиля Δ , полученного при сечении микроструктуры.

Показано, что равномерность заполнения капиллярно-сосудистой системы по глубине вдоль волокон в условиях воздействия горячего СМ ниже, чем в условиях термоконтрастного воздействия. Отклонение профиля микроструктуры на глубине 1/3 и 1/2 толщины при первом условии заполнения составляет соответственно $\Delta_1 = 90 \pm 5$ мкм и $\Delta_2 = 40 \pm 5$ мкм (рисунок 1, а, б), а при втором – $\Delta_1 = 30 \pm 5$ мкм, $\Delta_2 = 30 \pm 5$ мкм (рисунок 2, а, б) [3].

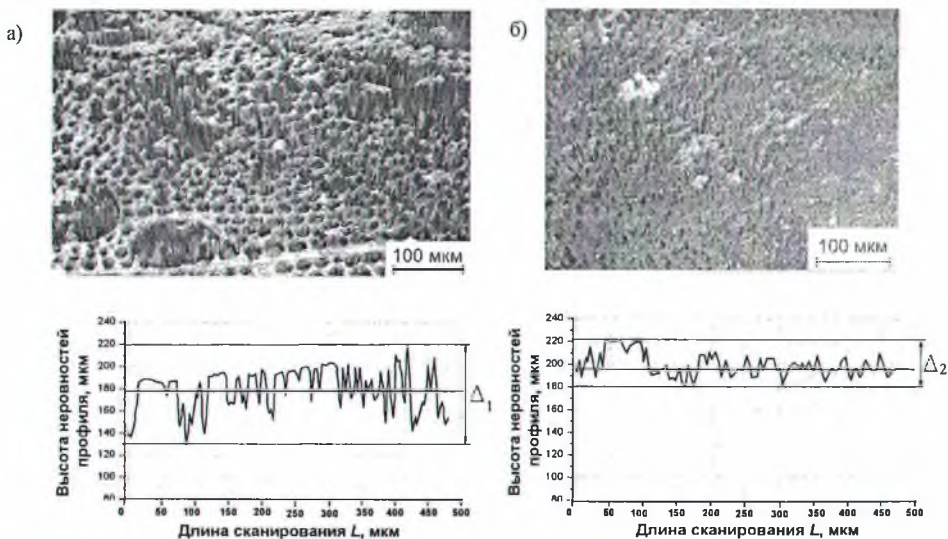


Рисунок 1 – Микроструктура и профиль древесины на глубине 1/3 (а) и 1/2 (б) толщины от поверхности образца, в условиях воздействия горячего СМ ($\times 200$)

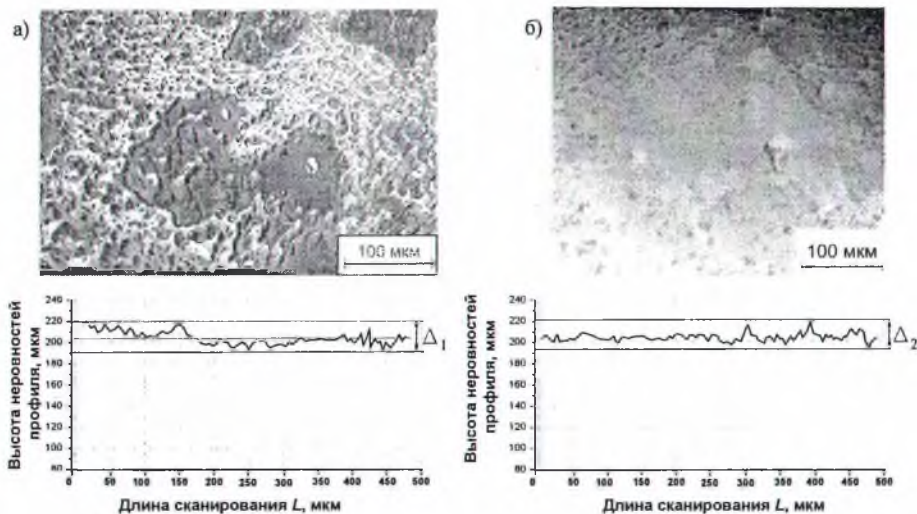


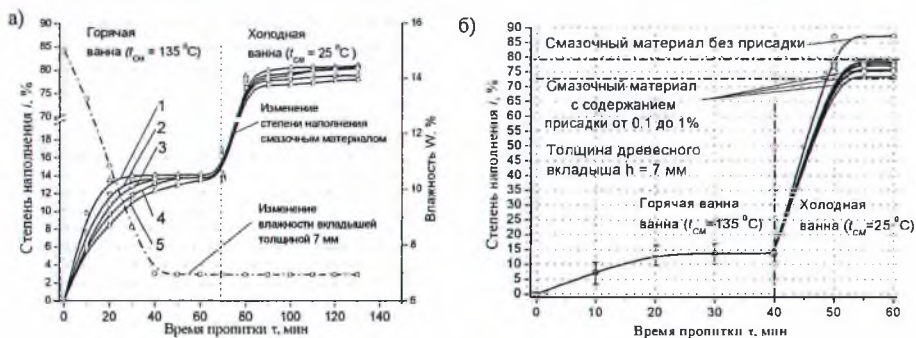
Рисунок 2 – Микроструктура и профиль древесины на глубине 1/3 (а) и 1/2 (б) толщины от поверхности образца в условиях термоконтрастного воздействия СМ ($\times 200$)

Количественный анализ объемов заполненных полостей капиллярно-сосудистой системы древесины с учетом уменьшения ее влажности в 2–2,3 раза позволил установить, что пропитка древесных вкладышей различных типоразмеров при термоконтрастном воздействии в смазочном материале с перепадом температур в пределах 100–110 °С позволяет увеличить степень их наполнения до 80–90 % (рисунок 3, а). Полученный результат достигается за счет снижения объема паровоздушных пробок в 1,37–1,40 раза при охлаждении древесного вкладыша в смазочном материале и одновременном снижении его вязкости до 65–68 сСт.

Исследование зависимости степени наполнения i от концентрации загущающей полимерной присадки в охлаждающей ванне, представленные на рисунке 3, б, свидетельствуют, что при увеличении K от 0,1 до 1 мас. % степень наполнения незначительно снижается с 86 до 80 %. Это указывает на эффективность охлаждения образцов в таком смазочном материале, что одновременно позволяет улучшить их эксплуатационные свойства: гидрофобность и формоустойчивость увеличивается в 5 раз, коэффициент трения снижается до 0,06.

Исследование зависимости степени наполнения i от толщины древесных образцов вдоль волокон при термоконтрастном воздействии СМ позволило определить рациональные режимы их пропитки. Для образцов толщиной 7; 10; 11; 12; 13 мм время пропитки равно 23, 32, 39, 52, 58 мин соответственно. Установлено, что с увеличением толщины степень наполнения уменьшается от 82 % при $h = 7$ мм до 77 % при $h = 13$ мм (рисунок 3, а) [1, 8]. При этом

исследование кинетики изменения влажности древесного образца показало, что достижение ее минимального значения наблюдается в пределах 40-70 минут в зависимости от толщины образца вдоль волокон (см. рисунок 3, а).



1 – древесный вкладыш толщиной 7 мм; 2 – 10 мм; 3 – 11 мм; 4 – 12 мм; 5 – 13 мм

Рисунок 3 – Зависимость степени наполнения образцов от продолжительности термоконтрастного воздействия (а) и количества высокомолекулярной присадки в смазочном материале в охлаждающей ванне (б)

При исследовании водопоглощения образцов показано (рисунок 4), что при нахождении в воде при температуре $t = 20 \pm 5^{\circ}C$ масса образцов, независимо от способа температурного воздействия во время пропитки, увеличивается за счет поглощенной влаги. В то же время масса образцов, пропитанных в горячей ванне, увеличилась на 11 %, а при термоконтрастном воздействии – только на 2 %. Полученные результаты свидетельствуют об увеличении гидрофобности и, следовательно, формоустойчивости древесных образцов более чем в 5 раз. Кроме того, установлено, что механическая обработка поверхности древесных образцов, пропитанных в условиях термоконтрастного воздействия, незначительно влияет на процесс водопоглощения, что обусловлено более полной их пропиткой смазочным материалом.

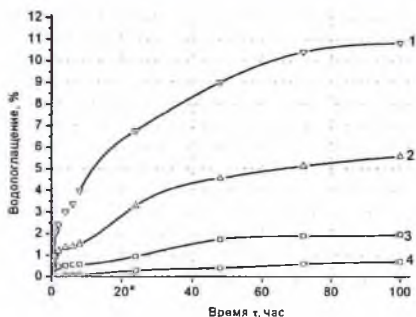
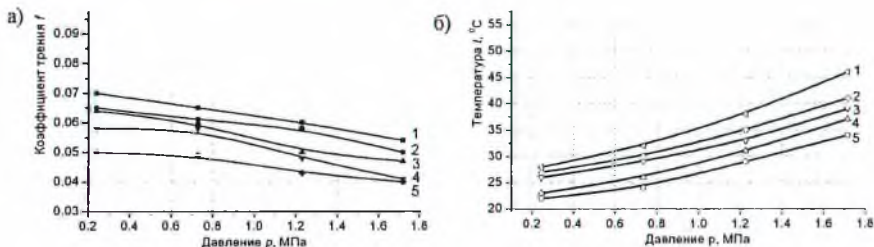


Рисунок 4 – Зависимость водопоглощения древесных вкладышей, пропитанных в горячей ванне (1 – расточенный; 2 – нерасточенный) в условиях термоконтрастного воздействия (3 – расточенный; 4 – нерасточенный)

Проведенные сравнительные триботехнические испытания показали, что применение термokonтрастного воздействия при пропитке древесных вкладышей позволяет снизить коэффициент трения f_{cp} с 0,08 до 0,06 и температуру в зоне контакта с 36 до 32 °С (рисунок 5, а, б), что обусловлено стабильной подпиткой смазочным материалом зоны трения из капиллярно-сосудистой системы древесины.



1 – $v = 0,12$ м/с; 2 – $v = 0,22$ м/с; 3 – $v = 0,3$ м/с; 4 – $v = 0,38$ м/с; 5 – $v = 0,46$ м/с

Рисунок 5 – Зависимость коэффициента трения (а) и температуры в зоне контакта (б) от давления для древесных образцов, пропитанных в условиях термokonтрастного воздействия

Таким образом, в результате исследований установлены закономерности процесса наполнения древесных образцов смазочным материалом, что позволило создать предпосылки для разработки технологических методов изготовления на их основе древесных вкладышей ПСС с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

В четвертой главе изложены технологические основы получения древесных вкладышей подшипников скольжения и метод формирования древесной заготовки необходимых геометрических размеров.

В процессе пропитки в условиях термokonтрастного воздействия одновременно с заполнением капиллярно-сосудистой системы смазочным материалом происходит усушка древесного вкладыша с появлением зазора в стыке сторон, который образуется из-за удаления гигроскопической влаги. Для его устранения предложена схема формирования древесного вкладыша, позволяющая обеспечить эффективную работу подшипника скольжения без применения систем компенсирования, что существенным образом упрощает технологию его изготовления и увеличивает работоспособность узлов трения. Степень прессования $\epsilon_{вн2}$ по внутренней поверхности древесного вкладыша после выполнения всех представленных операций достигает $\epsilon_{вн2} = 55$ %, по наружной – $\epsilon_{н2} = 18$ %. На предлагаемую технологию получен патент РБ № 11223 [19].

Методом конфокальной микроскопии показано, что увеличение степени прессования по внутренней поверхности трения не вызывает закрытие капилляров, через которые смазочный материал поступает в зону трения во время эксплуатации, обеспечивая самосмазываемость древесного вкладыша.

Для формирования бездефектной структуры древесного вкладыша предложено изготавливать древесные заготовки из малых древесных элементов, склеенных между собой (рисунок 6).

Предложенный метод формирования древесной заготовки имеет ряд преимуществ: возможность изготовить древесный вкладыш ПСС за одну операцию ТПД, повысить качество подшипников за счет исключения из древесной заготовки сучков, гнилей и других пороков древесины, которые негативно влияют на процесс деформирования, повысить процент использования деловой древесины до 90 % [11, 13].

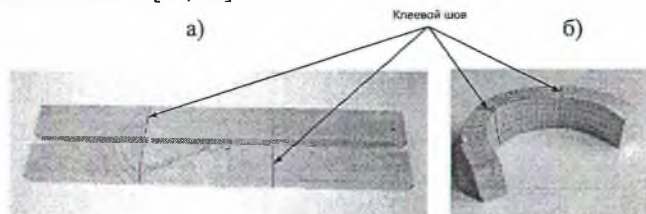


Рисунок 6 – Клееная древесная заготовка исходная (а) и в процессе ТПД (б)

На предложенный способ формирования древесной заготовки получен патент РБ № 10474 [18].

Эффективность эксплуатации разработанных бездефектных древесных вкладышей подшипников скольжения в узлах трения, где возможно присутствие абразивных частиц, определяется твердостью и износостойкостью поверхности трения древесного вкладыша и металлического контртела. Измерение твердости внутренней поверхности трения древесного вкладыша ПСС проводилась на различных стадиях его изготовления. Результаты свидетельствуют о том, что возрастание степени прессования ϵ от 0 до 54 % в результате ТПД и перепрессовки через конус I приводит к увеличению твердости в два раза по сравнению с натуральной древесиной. После проведения операции пропитки смазочным материалом твердость древесного вкладыша снижается на 15 % и составляет 124 МПа (рисунок 7). Снижение твердости может объясняться пластифицирующим воздействием СМ на клеточные стенки древесины.

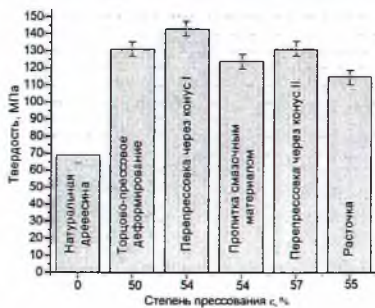


Рисунок 7 – Диаграмма изменения твердости древесного вкладыша по стадиям технологического процесса его изготовления

Незначительное увеличение твердости до 131 МПа при прохождении древесного вкладыша через конус II объясняется его дополнительной подпрессовкой ($\epsilon = 57\%$) для устранения в стыке сторон древесного вкладыша зазора и обеспечения необходимого натяга [4, 12].

Исследование износостойкости трибосопряжения древесного вкладыша и стального контртела в присутствии абразива показало, что наилучшим материалом контртела является сталь 08кп, упрочненная нитроцементацией и закалкой до достижения твердости 56-60 HRC₃.

Интенсивность изнашивания материалов трибосопряжения с применением этой стали в качестве контртела для древесных вкладышей ПСС принимает наименьшие значения в сравнении с другими парами трения [6, 7], что указывает на необходимость увеличения поверхностной твердости контртела при эксплуатации в присутствии абразива. Параметры шероховатости у всех металлических образцов увеличились в 2-4 раза по сравнению с первоначальными значениями. Наименьшее изменение значений Ra и Rz наблюдается у образцов из стали 08 кп, упрочненных нитроцементацией и закалкой. Полученные значения линейной интенсивности изнашивания древесных вкладышей при эксплуатации в условиях абразивного изнашивания позволяют отнести их к 5-6-му классам износостойкости.

Результаты моделирования абразивного изнашивания показали, что с увеличением давления сила царапания увеличивается для натуральной древесины и для древесных вкладышей ПСС. Это может объясняться тем, что при увеличении глубины внедрения индентора возрастает сила, необходимая для расщепления или разрушения волокон древесины. Кроме того, увеличение площади поверхности контакта индентора и боковых поверхностей царапины приводит к возрастанию силы трения между ними. Однако установлено, что сила царапания для прессованных древесных вкладышей ПСС в 1,2-2 раза меньше, чем для натуральной древесины (рисунок 8).

Анализ поперечного профиля царапин показал, что для прессованных древесных вкладышей ПСС, по сравнению с натуральной древесиной глубина внедрения индентора уменьшается в 2,5-5,8 раза в зависимости от режима нагружения. Высокотемпературная пропитка СМ древесных вкладышей способствует увеличению глубины внедрения индентора в 1,15-1,9 раза.

Рисунок 8 – Диаграмма изменения силы царапания при увеличении давления для натуральной и прессованной древесины



Объемное изображение микроструктуры фрагмента царапины позволяет сделать выводы о характере разрушений при воздействии на нее абразивной частицы (рисунок 9). Для натуральной древесины характерно формирование рваных краев и стенок царапины с множеством выступов и неровностей (рисунок 9, а). Это свидетельствует о том, что при прохождении индентора, моделирующего абразивную частицу, волокна древесины расщепляются или разрушаются с образованием более развитого рельефа.

Профиль царапины, образованной индентором в прессованной древесине торцово-прессового деформирования, характеризуется отсутствием значительных выступов или углублений (рисунок 9, б).

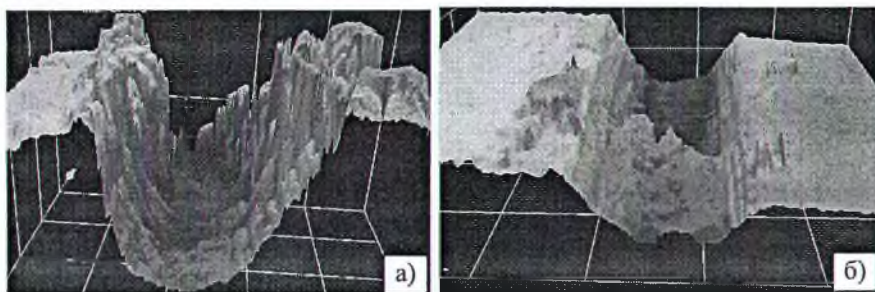


Рисунок 9 – Микроструктура царапины на натуральной (а) и на древесине ТПД (б) (500×)

При этом полученные при моделировании абразивного изнашивания царапины подобны следам трения на контактной поверхности древесного вкладыша, прошедшего эксплуатацию в присутствии абразива.

Все это указывает на то, что разработанные способы модифицирования древесины способствуют сохранению структурной однородности поверхности трения древесного вкладыша в процессе изнашивания и определяют его высокие эксплуатационные характеристики.

В пятой главе показано опытно-промышленное внедрение результатов исследований на примере узла трения сошника сепалки СПУ-6М (рисунок 10).

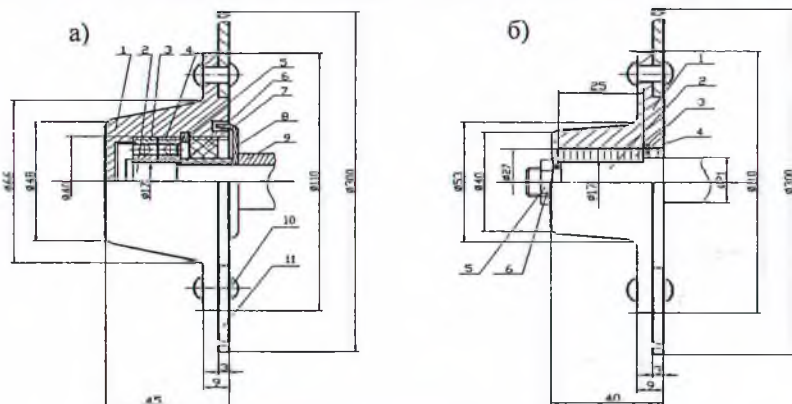


Рисунок 10 – Конструкция узла трения сошника сепалки СПУ-6 с подшипниками качения (а) и скольжения (б)

С целью увеличения работоспособности узла трения сошника было предложено заменить два закрытых подшипника качения 160203, крышку, полимерную манжету, распорную втулку одним подшипником скольжения с бес-

компенсаторным древесным вкладышем, пропитанным в условиях термokonтрастного воздействия [5, 9, 10, 14, 17]. Кроме того, на основе анализа напряженно-деформированного состояния ступицы была снижена на 15 % ее масса (с 0,65 до 0,55 кг) с сохранением прочностных характеристик (патент РФ № 3096) [16]. Сеялки, укомплектованные сошниками, в узлах трения которых установлены ПСС, прошли климатические и полевые испытания в сельскохозяйственном предприятии Брестской области в период посевных кампаний 2006–2010 гг, где получено положительное заключение об их работоспособности.

Использование ПСС позволило снизить себестоимость изготовления, упростить конструкцию узла трения, снизить зависимость предприятия-изготовителя от импортных поставок комплектующих [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1 Установлено, что процесс пропитки древесного вкладыша подшипника скольжения в условиях термokonтрастного воздействия в смазочной среде основывается на варьировании перепада температур смазочного материала в пределах 100–110 °С и изменении его вязкостных характеристик. В результате этого достигается снижение количества гигроскопической влаги в клеточной стенке в 2–2,3 раза и ее стабилизация вследствие увеличения объема заполненных полостей капиллярно-сосудистой системы древесины смазочным материалом до 80–90%, выделение которого во время эксплуатации в зону трения обеспечивает самосмазываемость подшипника скольжения [1, 8].

2 Предложен новый метод расчета степени наполнения древесного вкладыша смазочным материалом, основанный на количественном анализе объемов заполненных полостей капиллярно-сосудистой системы древесины с учетом кинетики изменения ее влажности во время пропитки. Впервые методом конфокальной микроскопии показано, что наиболее полное и равномерное насыщение древесных вкладышей смазочным материалом реализуется в условиях термokonтрастного воздействия [3].

3 Впервые разработаны технологические основы формирования бескомпенсаторного древесного вкладыша подшипника скольжения, обеспечивающие целенаправленное управление твердостью его контактной поверхности на различных стадиях изготовления, что позволило устранить зазор, образующийся в стыке сторон древесного вкладыша при его высокотемпературной пропитке и интенсифицировать процесс наполнения смазочным материалом полостей капиллярно-сосудистой системы древесины [11, 12, 13, 18, 19].

4 Установлены закономерности влияния степени наполнения древесных вкладышей смазочным материалом на глубину проникновения абразивной частицы в поверхностный слой модифицированной древесины, с учетом которых определены минимально возможный коэффициент трения ($f = 0,06$) и оптимальная температура при трении ($t = 32...37$ °С) для бескомпенсаторных древесных вкладышей ПСС. Исследование микроструктуры немодифицированной и модифицированной смазочным материалом древесины показали, что несмот-

ря на увеличение глубины проникновения индентора в модифицированную древесину (в 1,15–1,9 раза по сравнению с немодифицированной), образец, пропитанный смазочным материалом в условиях термодиагонального воздействия обладает более стабильной структурной однородностью поверхности трения древесины в процессе изнашивания, обусловленной отсутствием участков значительного разрушения волокнистой структуры древесины. Обоснована необходимость упрочнения поверхности стального контртела путем нитроцементации и закалки стали 08кп до твердости 56–60 HRC, что позволило минимизировать содержание абразивных частиц в зоне трения [6, 7].

5 Исследованы эксплуатационные свойства бескомпенсаторных древесных вкладышей, модифицированных смазочным материалом с полимерной присадкой. С использованием метода динамического индентирования впервые получены значения твердости криволинейной поверхности трения древесного вкладыша с изменяющейся по объему степенью прессования, подтверждающие различный вклад реализуемых стадий изготовления ПСС на процесс уплотнения. Установлено, что водопоглощение модифицированных древесных вкладышей ПСС, пропитанных в условиях термодиагонального воздействия, в 5,0 – 5,5 раза меньше по сравнению с ранее применявшимся способом горячей ванны, вследствие усиления гидрофобизирующей способности смазочного материала, внедренного в древесину. Показано, что при воздействии на образцы отрицательных климатических факторов снижение их эксплуатационных свойств не превышает 10–12 % [4, 15].

6 Разработаны новые конструкции узлов трения сеялок СПУ-6М «Берестье», СТВ-3,6 с применением ПСС с бескомпенсаторными древесными вкладышами, отличающиеся высокой эффективностью эксплуатации в абразивно-агрессивных и влажных средах, сниженной себестоимостью изготовления в сравнении с узлами трения с применением подшипников качения [2, 5, 9, 10, 14, 16, 17].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Проведенные в рамках диссертационной работы успешные опытно-промышленные испытания ПСС с бескомпенсаторными древесными вкладышами позволяют рекомендовать их для использования в узлах трения сельскохозяйственных машин и механизмов, работающих в абразивно-агрессивных и влажных средах. Это подтверждается актами об испытании опытных партий узлов трения сошников сеялки СПУ-6М «Берестье» на сельскохозяйственном предприятии Брестской области.

Результаты натурных испытаний подшипников на основе модифицированной прессованной древесины позволяют сделать вывод о возможности их широкого применения в узлах трения строительных, транспортирующих, нефтепромысловых, сельскохозяйственных и других машин и механизмов в различных отраслях народного хозяйства Республики Беларусь.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах

1 Врублевская, В.И. Совершенствование процесса пропитки древесины торцово-прессового деформирования при производстве подшипников скольжения самосмазывающихся / В.И. Врублевская, В.В. Макеев, А.Б. Невзорова // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2007. – №2. – С. 52–55.

2 Врублевская, В.И. Применение модифицированной древесины в узлах трения посевной сельскохозяйственной техники / Врублевская В.И., Невзорова А.Б., Макеев В.В., Врублевский В.Б., Барбуль С.О. // Системні технології: регіональний межвуз. сб. науч. трудов. – Дніпропетровськ. – 2007. – №4 (51) – С. 101–108.

3 Невзорова, А.Б. Исследование пропитки антифрикционного материала на основе прессованной древесины / А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.Б. Врублевский // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. Наука и транспорт. – 2009. – № 2. – С. 62–67.

4 Невзорова, А.Б. Исследование твердости модифицированной древесины методом динамического индентирования / А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.Б. Врублевский, А.П. Крень // Деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – № 3 – С. 27–29.

5 Невзорова, А.Б. Совершенствование конструкции узлов трения сошников сепки СПУ-6 с применением древесины торцово-прессового деформирования / А.Б. Невзорова, В.Б. Врублевский, В.В. Макеев, И.В. Красноружский // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2006. – № 3 – С. 101–106.

Депонированные статьи

6 Макеев, В.В. Исследование процесса абразивного изнашивания трибосопряжения металл – древесина торцово-прессового деформирования / В.В. Макеев; УО «БелГУТ». – Гомель, 2007. – 20 с.: 12 рис. – Библиогр. с. 19-20 (16 назв.). – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» 17.03.2007, № 200717 // Реферативный сборник непубликуемых работ. – 2007. – Вып. 2 (45). – С. 97.

Материалы конференций

7 Макеев, В.В. Исследование триботехнических характеристик пары трения древесина модифицированная–металл при работе в абразивной среде / В.В. Макеев // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования: материалы 3-й Гомельской региональной конференции молодых ученых, Гомель, 3-4 октября 2006 г. / ГНУ «ИММС им. В.А. Белого НАНБ». – Гомель, 2006. – С. 30–32.

8 Невзорова, А.Б. Исследование процесса пропитки древесины торцово-прессового деформирования при производстве подшипников скольжения самосмазывающихся / А.Б. Невзорова, В.Б. Врублевский, В.В. Макеев // Проблемы ускоренного воспроизводства и комплексного использования лесных ресурсов: материалы междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 10–16 октября 2006 г. / Воронежская гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2006. – С. 149 – 152.

9 Макеев, В.В. Использование древесины торцово-прессового деформирования в узлах трения машин и механизмов / В.В. Макеев // Trans-Mech-Art-Chem: материалы IV Междунар. науч. студенческой конф., Москва, 10-13 мая 2006 г. / Московский гос. ун-т путей сообщения (МИИТ); ред. А.А. Выгнанов. – Москва, 2006. – С. 85-87.

10 Макеев, В.В. Совершенствование конструкции и обоснование возможности снижения металлоемкости узла трения сошника сеялки СПУ-6 на основе компьютерного моделирования / В.В. Макеев // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы VI Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 4–5 мая 2006 г. / Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого». – Гомель, 2006. – С. 44–47.

11 Невзорова, А.Б. Метод формирования бескомпенсаторного древесного вкладыша подшипника скольжения / А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.Б. Врублевский // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апреля 2007 г. / ГУВПО «Белорусско-Российский университет». – Могилев, 2007. – С. 40–42.

12 Невзорова, А.Б. Определение твердости древесных вкладышей подшипников скольжения неразрушающим методом динамического индентирования / А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.В. Врублевская // Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики»: материалы 15 Юбилейной международной конференции, г. Ялта, 1–5 октября 2007 г. / Украинский информационный центр «Наука. Техника. Технология», – Киев, 2007. – С. 7–9.

13 Макеев, В.В. Метод повышения технологичности изготовления крупногабаритных подшипников скольжения самосмазывающихся на основе модифицированной древесины / В.В. Макеев // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы VII Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 4–5 мая 2007 г. / УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого». – Гомель, 2007. – С. 100–103.

14 Невзорова, А.Б. Применение прессованной модифицированной древесины для совершенствования узлов трения сельскохозяйственной тех-

ники / А.Б. Невзорова, Б.В. Врублевский, В.В. Макеев, И.В. Красноружский // Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 22-23 марта 2007 г. / РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике». – Гомель, 2007. – С. 87 – 90.

Тезисы докладов

15 Макеев, В.В. Способ изготовления формоустойчивого антифрикционного материала на основе модифицированной древесины / В.В. Макеев, В.А. Дашковский // XXXIII Гагаринские чтения. Секция 3 Механика и моделирование материалов и технологий: тезисы докл. междунар. молодёжной науч. конф., Москва, 3–7 апр. 2007 г. / Российский гос. технологический ун-т им. К.Э. Циолковского. – Москва, 2007. – С. 63 – 64.

Патенты

16 Узел трения диска боронящего: пат. 3096 Респ. Беларусь, 7А 01 В 71/04 / А.Б. Невзорова, В.Б. Врублевский, В.В. Макеев, В.И. Красноружский, В.В. Бугаев, И.В. Красноружский; заявители УО «БелГУТ», СООО «МЗЭП-1». – № и 20060137; заявл. 02.03.2006; опубл. 17.07.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5 (52). – С. 135.

17 Самосмазывающийся подшипник скольжения: пат. 3933 Респ. Беларусь, F 16С 17/00 / В.И. Врублевская, А.Б. Невзорова, В.Б. Врублевский, В.В. Макеев; заявитель УО «БелГУТ». – № и20060764, заявл. 16.11.2006; опубл. 30.10.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 5 (58). – С. 207.

18 Способ изготовления крупногабаритного подшипника скольжения: пат. 10474 Респ. Беларусь, F 16С 17/00 / В.И. Врублевская, А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.Б. Врублевский; заявитель УО «БелГУТ». – № а20050902, заявл. 16.09.2005; опубл. 30.06.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 2 (61). – С. 84–85.

19 Способ изготовления подшипника скольжения: пат. 11223 Респ. Беларусь, F 16С 33/04 / В.И. Врублевская, А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.Б. Врублевский; заявитель УО «БелГУТ». – №а20060996, заявл. 13.10.2006; опубл. 30.06.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 5 (64). – С. 117.

20 Способ пропитки древесных вкладышей подшипников скольжения / В.И. Врублевская, А.Б. Невзорова, В.В. Макеев, В.А. Дашковский; заявитель УО «БелГУТ». – №а20100799, заявл. 24.05.2010.

РЕЗЮМЕ

Макеев Вячеслав Валерьевич

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВКЛАДЫШЕЙ ТЕРМОКОНТРАСТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ В СМАЗОЧНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕСКОМПЕНСАТОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Ключевые слова: подшипник скольжения самосмазывающийся, модифицированная древесина, пропитка.

Объектом исследования является древесный вкладыш самосмазывающегося подшипника скольжения.

Предмет исследований – технологические методы модифицирования древесины торцово-прессового деформирования.

Целью работы является повышение качества вкладышей подшипников скольжения из модифицированной древесины путем совершенствования процессов пропитки и прессования древесных вкладышей в условиях термоконтрастного воздействия в смазочной среде.

Методы исследования и аппаратура. В работе использованы стандартные и специальные методы исследования материалов: оптической и конфокальной микроскопии для исследования микроструктуры, динамического индентирования для определения твердости контактной поверхности древесного вкладыша. Обработка экспериментальных данных проводилась методами статистического анализа.

Полученные результаты и их новизна. Закономерности процесса наполнения древесных вкладышей смазочным материалом, заключающиеся в максимизации объемов заполнения полостей капиллярно-сосудистой системы за счет целенаправленного управления кинетикой изменения влажности древесины при пропитке и вязкостными характеристиками смазочного материала.

Экспериментально установлены технологические режимы пропитки в условиях термоконтрастного воздействия, позволяющие повысить формоустойчивость древесного вкладыша за счет снижения гигроскопической влаги в клеточной стенке и ее стабилизации вследствие заполнения полостей смазочным материалом до 80–90%.

Предложен ресурсосберегающий способ получения бездефектной структуры древесного вкладыша широкого размерного диапазона, заключающийся в первоначальном качественном анализе древесной заготовки на наличие в ней пороков древесины, исключении некондиционных участков и формировании на их месте клеевого шва, что в совокупности обеспечивает увеличение использования деловой древесины до 90 % и позволяет сформировать древесный вкладыш подшипника скольжения за одну технологическую операцию торцово-прессового деформирования.

Область применения. Полученные результаты исследований апробированы при полевых испытаниях и рекомендованы к внедрению в узлах трения посевной сельскохозяйственной техники.

РЭЗІЮМЕ

Макееў Вячаслаў Валер'евіч

МАДЫФІКАВАННЕ ДРАЎНІННЫХ УКЛАДЫШАЎ ТЭРМАКАНТРАСНЫМ УЗДЗЕЯННЕМ У ЗМАЗАЧНЫМ АСЯРОДДЗІ ДЛЯ СТВАРЭННЯ БЕСКАМПЕНСАТАРНЫХ ПАДШЫПНІКАЎ СЛІЗГАННЯ

Ключавыя словы: падшыпнік слізгання самазмазачны, мадыфікаваная драўніна, прапітка.

Аб'ектам даследвання з'яўляецца драўніны ўкладыш самазмазачнага падшыпніка слізгання.

Прадмет даследвання – тэхналагічныя метады мадыфікавання драўніны тарцова-прэсавага дэфармавання.

Мэтай працы з'яўляецца павышэнне якасці ўкладышаў падшыпнікаў слізгання з мадыфікаванай драўніны шляхам удасканалення працэсаў прапіткі і прэсавання драўнінных укладышаў ва ўмовах тэрмакантраснага ўздзеяння ў змазачным асяроддзі.

Метады даследвання і апаратура. У працы вакарыстоўваліся стандартныя і спецыяльныя метады даследавання матэрыялаў: аптычнай і канфакальнай мікраскапіі, дынамічнага індэнтавання для вызначэння цвёрдасці кантактнай паверхні драўніннага ўкладыша. Апрацоўка эксперыментальных даных праводзілася метадамі статыстычнага аналізу.

Атрыманая вынікі і іх навізна. Заканамернасці працэсу напаўнення драўнінных укладышаў змазачным матэрыялам, якія заключаюцца ў максімізацыі аб'ёму запаўнення поласцей капілярна-сасудзістай сістэмы ў выніку мэтанакіраванага кіравання кінэтыкай змянення вільготнасці драўніны пры прапітцы і вязкаснымі характарыстыкамі змазачнага матэрыялу.

Эксперыментальна ўстаноўлены тэхналагічныя рэжымы прапіткі ва ўмовах тэрмакантраснага ўздзеяння, якія дазваляюць павысіць формаўстойлівасць драўніннага ўкладыша ў выніку зніжэння гіграскапічнай вільгасці ў клетачнай сценцы і яе стабілізацыі праз запаўненне поласцей змазачным матэрыялам да 80–90%.

Прапанаваны рэсурсаберагальны спосаб атрымання бездэфектнай структуры драўніннага ўкладыша шырокага размернага дыяпазону, які заключаецца ў першапачатковым якасным аналізе драўніннай нарыхтоўкі на прысутнасць у ёй загану драўніны, выключэнні некаандыцыйных участкаў і фарміраванні на іх месцы клеявога шва, што ў сукупнасці забяспечвае павелічэнне працэнта выкарыстання дзелавой драўніны да 90 % і дазваляе сфарміраваць драўнінны ўкладыш падшыпніка слізгання за адну тэхналагічную аперацыю тарцова-прэсавага дэфарміравання.

Вобласць скарыстання. Атрыманая вынікі даследванняў апрабаваны пры палявых выпрабаваннях і рэкамендаваны да ўкаранення ва ўзлах трэння пасяўной сельскагаспадарчай тэхнікі.

SUMMARY

Makeyev Viachaslav Valeryevich

MODIFICATION OF WOOD LOOSE LEAFS BY TERMOCONTRAST IMPACT OF LUBRICANT TO CREATE UNCOMPENSATOR PLAIN BEARINGS

Key words: self-lubricate plain bearing, modified wood, impregnation.

Object of research is wood loose leaf of self-lubricate plain bearing.

Subject of researches – technological methods to modify compressed wood.

Purpose of work is increase quality self-lubricate plain bearing based of modified by improving impregnation and compression wood loose leafs in termokontrast impact in lubricant.

Research methods and apparatus. There was use standard and special methods of research materials: optical and confocal microscopy to study the microstructure, dynamic indentation to determine the hardness of the contact surface of wood liner. Experimental data were processed by methods of statistical analysis.

Results and their novelty. Laws governing process of filling wood loose leaf of lubricant is to maximize the amount of cavities filled capillary vascular system due to purposeful control the kinetics of moisture content of wood impregnation and lubricant viscosity characteristics.

Experiments have revealed the technological conditions of impregnation in termokontrast impact, allowing increasing dimensional stability of by reducing the hygroscopic moisture in the cell wall and stabilizing it by filling cavities lubricant to 80-90%.

There was propose resource-saving way to get defect-free structure of wood loose leaf wide size range, which consist of initial qualitative analysis of wood harvesting on a presence in it of wood defects, excluding non-conforming lots and forming in their place adhesive join, which together provide percentage increase in a use of timber up to 90% and allows to generate wood plain bearings in technological operation machined-forging deformation.

Scope. Results were tests in field during trials and recommended for implementation in a units friction in agricultural machinery.

Научное издание

МАКЕЕВ Вячеслав Валерьевич

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВКЛАДЫШЕЙ
ТЕРМОКОНТРАСТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ В СМАЗОЧНОЙ СРЕДЕ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕСКОМПЕНСАТОРНЫХ
ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ**

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

Подписано в печать 15.11.2010 г.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 1,39
Тираж 100 экз. Зак. 3283.
Типография УО “БелГУТ”, 246022, г. Гомель, ул. Кирова, 34
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009.