

**Беляев Виктор Иванович**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ  
ПЛАКИРУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ  
ОБОРУДОВАНИЯ КОЖЕВЕННО-ОБУВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Специальность:**

**05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы  
(легкая промышленность)**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва,  
2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии» на кафедре «Технология машиностроения»

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор,  
Прокопенко Анатолий Константинович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор кафедры  
«математические и естественнонаучные дисциплины» ФГБОУ ВПО «РГУТиС»  
Тулинов Андрей Борисович;

кандидат технических наук, руководитель  
направления ООО «Фортис» ТМ «ЗЕБРА»  
Грошева Наталья Николаевна

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВПО «КНИТУ»)

Защита состоится «27» июня 2014 года на заседании диссертационного совета Д212.144.03 в ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33., ауд. 159

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии». Объявление о защите и автореферат диссертации размещены на сайте ВАК Министерства образования и науки РФ: <http://vak.ed.gov.ru> и на сайте МГУДТ: <http://www.mgudt.ru/>

Автореферат разослан «\_\_» апреля 2014 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Андреев Е.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы

Дальнейшее развитие страны, рост качества и уровня жизни населения во многом зависит от разнообразия товаров и услуг.

В Стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года, разработанной в соответствии с поручениями Президента Российской Федерации от 3 июля 2008 года № Пр-1369 и Правительства Российской Федерации от 15 июля 2008 года № ВП-П9-4244 определены ее цели и задачи развития легкой промышленности. В основу Стратегии заложен переход легкой промышленности на инновационную модель развития, ориентированную на повышение ее конкурентных преимуществ, увеличение выпуска качественной продукции нового поколения и особое внимание уделено вопросам технического перевооружения отраслевой науки.

Широкое применение в кожевенно-обувном производстве легкой промышленности находят машины и оборудование с использованием механических систем. Эффективность их работы определяется, главным образом, техническим состоянием рабочих поверхностей сопрягаемых деталей.

Несмотря на значительное количество выполненных ранее научно-исследовательских работ, проблема повышения срока службы и снижения материальных и трудовых затрат при эксплуатации машин производств легкой промышленности остается актуальной и требует проведения комплекса взаимосвязанных теоретических и экспериментальных исследований.

Тяжелый режим, агрессивная среда при работе трущихся деталей основного и вспомогательного производственного оборудования, экспериментальный опыт свидетельствуют, что традиционные методы повышения срока службы малоэффективны. Необходимо применение новых методов, основанных на современных представлениях о процессах фрикционного взаимодействия.

Одним из перспективных направлений повышения основных параметров механических систем является реализация на рабочих поверхностях узлов трения при их изготовлении и ремонте технологий металлоплакирования.

Работа выполнялась в рамках темы «Разработка теоретических основ повышения ресурса оборудования предприятий лёгкой промышленности плакирующими технологиями» Министерства образования и науки Российской Федерации (номер гос. регистрации: 01201052166), направленной на практическое использование современных экологически чистых плакирующих технологий.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследования является разработка научно-обоснованных экологически чистых технологий повышения срока службы деталей основного технологического оборудования и режущего инструмента кожевенно-обувных производств.

Для достижения этой цели в работе решены следующие задачи:

-проанализированы условия и режимы работы основного технологического оборудования и технологической оснастки предприятий кожевенно-обувного производства;

-разработаны теоретические положения повышения основных параметров технологического оборудования и оснастки предприятий кожевенно-обувного производства технологиями металлоплакирования;

-проведена модернизация средств и предложена методика лабораторных триботехнических испытаний;

-проведены комплексные исследования предложенных технических решений;

- результаты исследований переданы для внедрения на производство.

### **Методология и методы исследования**

При выполнении работы использованы теоретические и экспериментальные методы исследований. Теоретические исследования выполнены с учетом современных представлений о взаимодействии материалов в зоне контакта и

особенностей протекания рабочих процессов в оборудовании кожевенно-обувного производства.

Экспериментальные исследования осуществлены на модернизированном лабораторном комплексе для испытаний с автоматизированными средствами сбора и обработки данных в цифровом виде.

Рабочие поверхности деталей исследовались на металлографическом оптическом микроскопе. Обработка результатов исследований осуществлена в соответствии с требованиями стандартов, определяющих методы математической статистики сбора и обработки информации.

Достоверность теоретических и экспериментальных исследований подтверждена внедрением результатов работы в производство и учебный процесс.

### **Научная новизна**

Разработаны теоретические основы повышения срока службы деталей машин и инструмента кожевенно-обувных производств экологически безопасными плакирующими технологиями, в том числе с использованием «эффекта безызносного трения».

Обоснованы и экспериментально определены режимы формирования многофункциональных композиционных покрытий на рабочих поверхностях деталей, повышающих технические характеристики производственного кожевенно-обувного оборудования и потребительские свойства выпускаемой продукции.

Разработана методика триботехнических испытаний конструкционных и смазочных материалов с использованием современных цифровых методов сбора и обработки результатов экспериментальных исследований.

### **Практическую значимость работы представляют:**

- комплекс экологически чистых инновационных технологий повышения срока службы деталей машин и инструмента кожевенно-обувных производств;
- основные параметры процессов формирования композиционных многофункциональных покрытий;

-модернизированный комплекс ускоренных лабораторных триботехнических исследований;

-модернизированная конструкция исполнительных устройств установки газодинамического напыления, позволяющая расширить спектр материалов, на которые наносятся покрытия;

-конструктивные решения, обеспечивающие режим самозатачивания режущей части инструмента для раскроя кожевенно-обувных материалов;

-рекомендации по применению инновационных технологий повышения срока службы деталей машин и инструмента кожевенно-обувных производств.

### **Апробация работы**

Основные положения и результаты диссертационной работы обсуждены и получили положительную оценку на:

- научном семинаре «Плакирующие технологии (Инновационные технологии для легкой и текстильной промышленности)», МГУДТ, г. Москва, 2010 г.;

- VIII-ой Международной научно-технической конференции «Инновации и перспективы сервиса», Уфимская государственная академия экономики и сервиса, г. Уфа, 2011 г.;

- Всероссийской научно-технической конференции с участием иностранных специалистов «Проблемы машиноведения: трибология», г. Москва, 29-31 октября 2012 г.;

- III-ем Международном семинаре «Техника и технология трибологических исследований. Трибология и проблемы МЧС РФ», г. Иваново, 18-19 октября 2012г.;

- Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, использования и оценки качества новых материалов и технологий для сферы сервиса и туризма», РГУТиС, г. Москва, 24 октября 2012 г.;

- III-ей Міжнародной науково-практичної конференції «Ефективність організаційно- економічного механізму інноваційного розвитку вищої освіти України», 3-4 жовтня 2013 р.;

- XIV-ой Международной научно-практической конференции «Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, 28 сентября 2013 г.;

- VII-ой Международной научно-практической конференции «Новые материалы и технологии их получения», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, 15 октября 2013 г.;

- XII-ой Международной научно-практической конференция «Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике», Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, 19 ноября 2013 г.;

- Международной научной конференции «Новое в технике и технологии в легкой промышленности», г. Витебск, ноябрь, 2013 г.;

- Всероссийской заочной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, использования и оценки качества новых материалов и технологий для сферы сервиса и туризма», РГУТиС, г. Москва, ноябрь 2013 г.;

- Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности», МГУДТ, г. Москва, 12-13 ноября 2013 г.

Выполненные автором разработки экспонировались на:

- выставке «TerraTec – enertec 2009», г. Лейпциг, Германия, 2009 г.;

- Международном салоне инноваций, г. Женева, Швейцария, 2009 г.;

- фестивале науки, г. Москва, 2011 г.;

- выставке «Инновационные достижения российских вузов», г. Рим, Италия, 2011 г.;

- выставке 2-ой научно-практической конференции «Нанотехнологии в текстильной и легкой промышленности» МГТУ им. А.Н. Косыгина, г. Москва, 2011 г.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе, 4 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 монография (в соавторстве) и рекомендации по внедрению, получен патента РФ на полезную модель.

**Структура диссертации.** Диссертация изложена на 128 страницах, содержит 51 рисунок, 2 таблицы. Библиографический список включает 84 наименования.

**Личное участие автора состоит** в постановке цели и задач исследования, разработке способов формирования композиционных многофункциональных покрытий с одновременным использованием микроплазменного легирования, газодинамического холодного напыления и фрикционной обработки в металлоплакирующих средах в различных сочетаниях и комбинациях, позволяющих существенно повысить срок службы рабочих поверхностей деталей и режущего инструмента, проведении лабораторных испытаний и передаче рекомендаций для внедрения в производство.

### **На защиту выносятся следующие основные положения диссертации:**

- теоретические основы повышения срока службы деталей машин и инструментов кожевенно-обувных производств экологически безопасными плакирующими технологиями, в том числе, с использованием «эффекта безызносного трения»;

- конструктивные решения режущей части инструмента раскроя кожевенно-обувных материалов, обеспечивающие режим его самозатачивания;

- прибор и методика триботехнических испытаний конструкционных и смазочных материалов с использованием современных цифровых методов сбора и обработки результатов экспериментальных исследований;

- результаты исследований по формированию многофункциональных композиционных покрытий на рабочих поверхностях деталей и режущих инструментов, улучшающих технические характеристики производственного кожевенно-обувного оборудования и потребительские свойства выпускаемой продукции.

### **Структура работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка использованной литературы и приложений. В приложении приведены копии документов, подтверждающих достоверность приведенных в тексте диссертации сведений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность работы, дана общая характеристика, сформулированы цели и задачи исследования, определена методология и методы исследования, показана новизна и практическая ценность, приведены сведения об апробации работы и основные положения, выносимые автором на защиту.

**В первой главе** представлен анализ конструктивных особенностей, условий и режимов работы деталей оборудования и режущих инструментов кожевенно-обувных производств. Установлены основные причины низкого ресурса машин и режущего инструмента при изготовлении и ремонте обуви.

Показано, что традиционные методы повышения срока службы трущихся деталей основного оборудования и технологические оснастки кожевенно-обувного производства малоэффективны.

Выявлено, что для защиты рабочих поверхностей от преждевременного выхода из строя необходимы инновационные, экологически чистые и эффективные технические решения формирования рабочих поверхностей режущих инструментов, деталей машин технологического оборудования кожевенно-обувного производства, построенные на основе современных представлениях о процессах фрикционного взаимодействия.

Предлагаемые технологии должны быть просты в освоении, а их использование основано на применении малогабаритного отечественного оборудования.

**Во второй главе** дается теоретическое обоснование повышения срока службы оборудования и инструментов кожевенно-обувного производства плакирующими технологиями.

Выбраны и обоснованы методы повышения срока службы деталей машин и инструмента с использованием «эффекта безыносного трения», нанесения покрытий потоками энергии.

На основе результатов комплексного исследования эффекта «безыносности» и выявленного режима металлоплакирования при трении материалов разработана схема процесса повышения стойкости инструмента скользящего резания микроплазменным легированием с газодинамическим холодным напылением и последующим поверхностно-пластическим деформированием в металлоплакирующей среде (рис. 1).

Легирование и упрочнение лезвия методом газодинамического напыления с последующей упрочняющей обработкой в металлосодержащей поверхностно-активной среде способствует получению упрочненного бездефектного подслоя и сохранению вязкой сердцевины лезвия.

В процессе резания сформированный поверхностный слой демонстрирует высокую стойкость вследствие улучшенной в результате легирования структуры и существенного снижения водородного изнашивания, которому препятствует защитная пленка из пластичного металла.

При обработке лезвия на одной стороне режущей кромки образуется режущая кромка со сторонами, имеющими различные характеристики. Разная скорость изнашивания сторон режущей кромки обеспечит эффект самозатачивания и продлит время работы инструмента до перезаточки.

Разработаны теоретические основы нанесения многослойных композиционных покрытий на поверхности деталей и рельефных элементов конструкций газодинамическим холодным напылением.

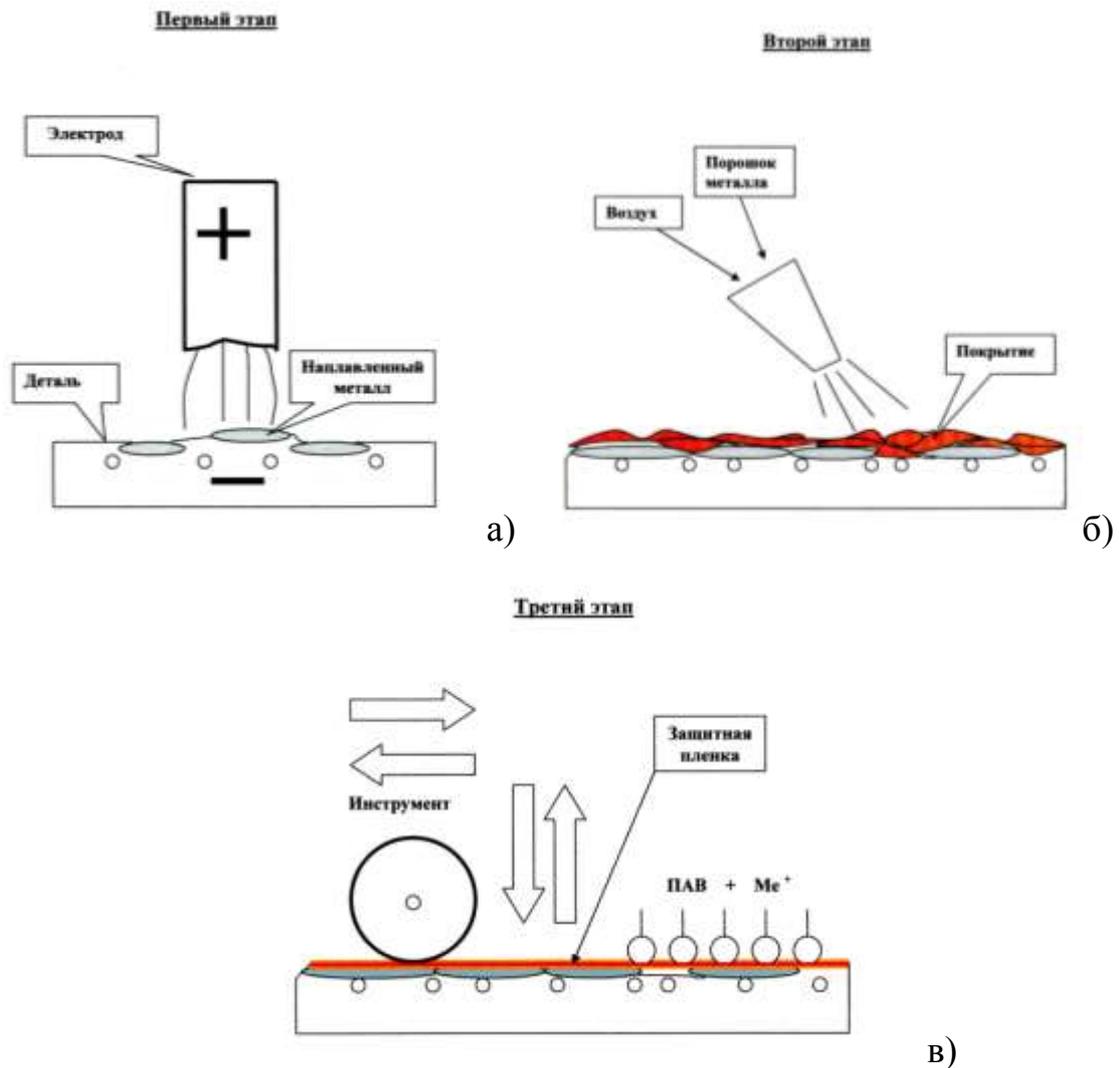


Рис. 1. Схема формирования композиционного покрытия на режущей кромке ножа комбинированной обработкой

а) первый этап - электроискровое легирование;

б) второй этап – газодинамическое холодное напыление;

в) третий этап – поверхностно-пластическое деформирование в металлоплакирующей среде

При нанесении покрытия на металл сначала формируется несущая матрица. Она может формироваться, как методом электроискрового легирования с

применением карбидов титана или вольфрама, так и методом газодинамического напыления (рис. 2).

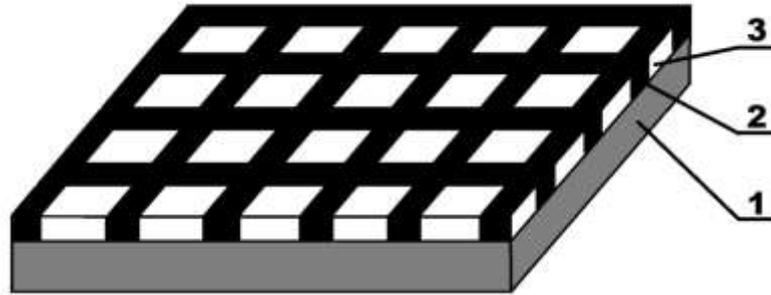


Рис. 2. Модель композиционного покрытия

- 1 - металлическая основа; 2 - матрица из твердого материала;  
3 - мягкий металл

Нанесение композиционного покрытия на металл может производиться послойно, причем каждый последующий слой формируется из металла меньшей твердости, чем предыдущий.

Толщина наносимого покрытия зависит от исходных требований. Так для рабочих поверхностей подшипника скольжения она не должна превышать 5...10 мкм.

Для повышения адгезии, нанесенного газодинамическим способом первого слоя с металлической поверхностью детали, перед нанесением второго слоя, можно применить электроискровую обработку. Электрическая искра через нанесенный металл проходит в поверхность детали, обеспечивая сварку металлов в местах их касания. Затем газодинамическим способом производят нанесение следующих слоев покрытия. Модель полученного покрытия представлена на рис.3.

Толщина наносимого слоя рельефных многослойных покрытий регулируется временем удержания на одном месте сопла напыляющего устройства и зависит от последующих условий эксплуатации.

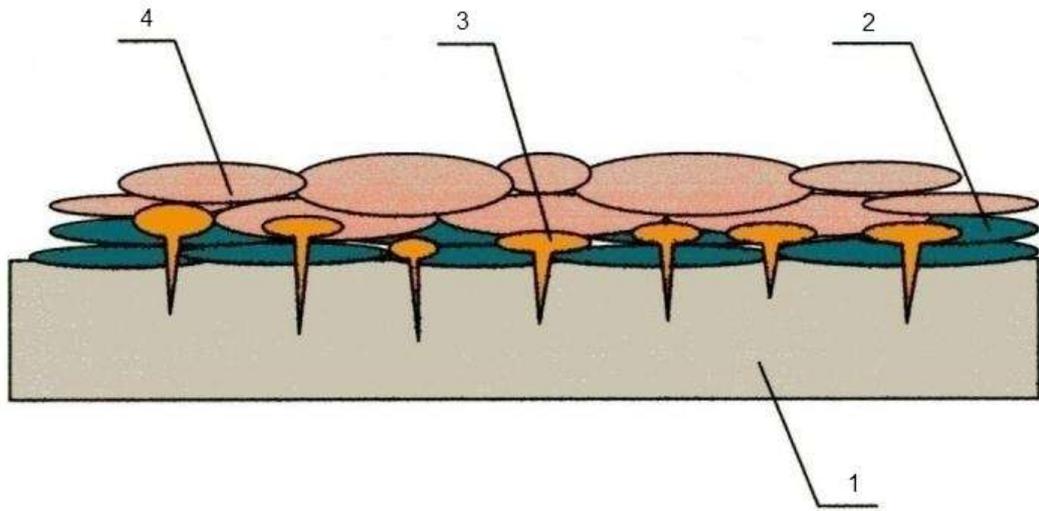


Рис. 3. Модель композиционного покрытия, приваренного к поверхности детали электрической искрой

1- поверхность детали; 2- первый слой металла; 3- наплавленный электрической искрой металл; 4- второй слой металла

**В третьей главе** представлены средства и методы экспериментальных исследований.

Для повышения точности и достоверности результатов испытаний, а также функциональных возможностей в виде расширения диапазона скоростей и нагрузок, автором модернизирован автоматизированный комплекс триботехнических исследований таким образом, что:

- обеспечена возможность бесступенчатого изменения скорости скольжения;
- осуществлена полная автоматизация процессов управления комплексом и последующей обработки регистрируемой информации;
- обеспечены компактность, мобильность, простота конструкции, невысокая стоимость.

Усовершенствование и разработка новых методик триботехнических испытаний позволило определять оптимальные сочетания трущихся конструкционных материалов и соотношения составляющих компонентов смазочных и рабочих сред, оценить их эффективность, в частности:

- методика проведения ускоренных триботехнических испытаний материалов на автоматизированном комплексе;
- методика нанесения износостойких многофункциональных металлоплакирующих покрытий фрикционным способом;
- методика формирования поверхностного слоя металла при нанесении покрытий импульсным искровым разрядом;
- методика нанесения покрытий сверхзвуковым холодным напылением.

**В четвертой главе** представлены результаты экспериментальных исследований, разработанных методов формирования рабочих поверхностей деталей машин и режущей кромки инструментов, направленных на повышение их срока службы, показаны результаты внедрения выполненных исследований.

Испытания проводились по разработанной автором методике на парах трения: вал - колодки в масле И20А и масле с присадкой на основе олеата меди с концентрацией 0,05 % от массы масла. Скорость скольжения составляла 2м/с при удельной нагрузке на образцах до 15 МПа. Режим смазывания – фитильный. Вал и колодки изготавливались из Стали 45.

Испытывались следующие колодки:

- №1 без покрытия;
- №2- с покрытием Т15К6 после алмазного шлифования
- №3- с покрытием Т15К6 + медь-оловянистое покрытие (медь-90%, олово - 10 %), нанесенное сверхзвуковым холодным напылением (рис. 4).

Как видно из рисунка, лучшие результаты получены при трении стальных образцов, на один из которых нанесено композиционное покрытие из твердого сплава и порошковое покрытие из меди и олова. Последнее в процессе трения образует на рабочей поверхности бронзовый сплав с улучшенными

триботехническими характеристиками. При этом установлено, что коэффициент трения для образцов с присадкой снизился на 20% по сравнению с образцами без присадки.

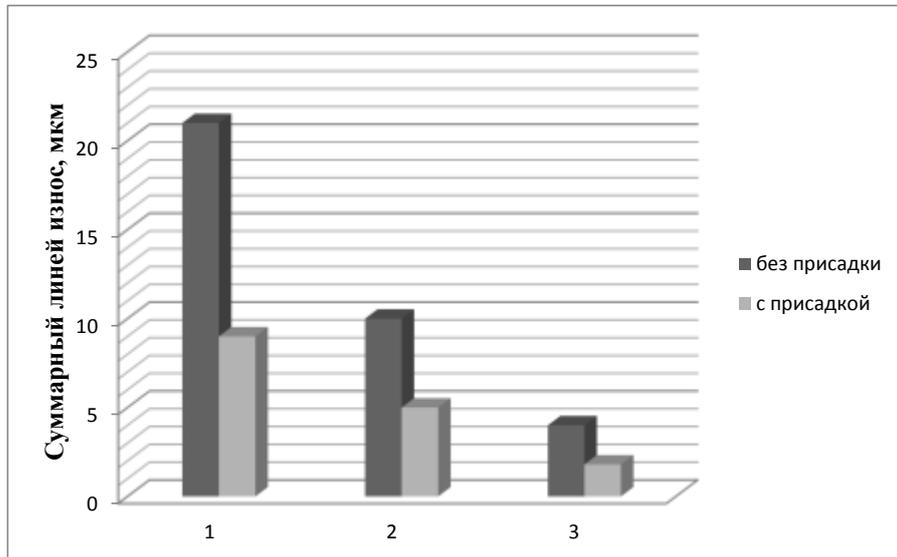


Рис. 4. Диаграмма суммарного линейного износа образцов из Стали45:

1- без покрытия; 2 - покрытие T15K6 после алмазного шлифования;  
3- с покрытием T15K6 + медь-оловянистое покрытие (медь - 90%,  
олово -10 %), нанесенное сверхзвуковым холодным напылением

На рис. 5 показана фотография микрошлифа фрагмента режущей кромки ленточного ножа после комбинированной обработки в следующем порядке: нанесение методом холодного газодинамического напыления (ХДН) медного покрытия и после микроплазменного легирования (МПЛ) осуществлено напыление алюминиевого покрытия.

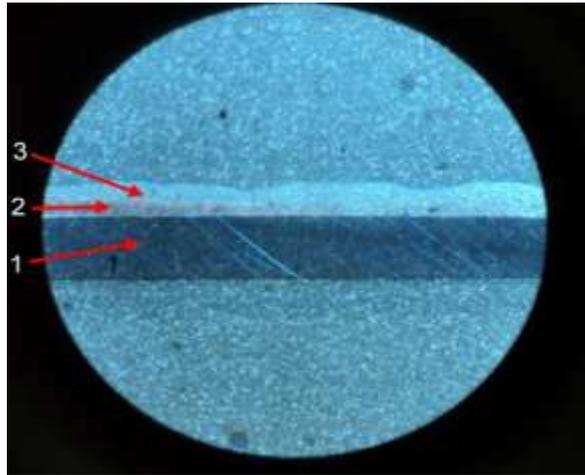


Рис. 5. Фотография микрошлифа фрагмента режущей кромки ленточного ножа после комбинированной обработки по схеме: 1 – нож; 2 – медь; 3 – алюминий

На рис. 6 представлена фотография микрошлифа режущей кромки после комбинированной обработки по схеме: микроплазменное легирование, затем нанесение методом ХДН последовательно алюминиевого и медного покрытий.

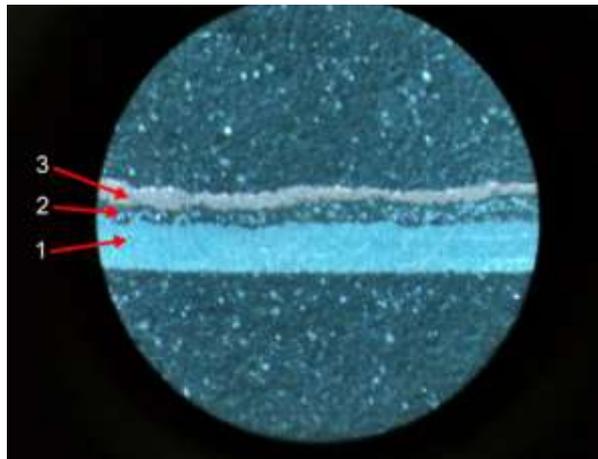


Рис. 6. Фотография микрошлифа фрагмента режущей кромки ножа после комбинированной обработки: 1 - нож; 2 – алюминий; 3 – медь

Фотография микрошлифа фрагмента режущей кромки ножа после микроплазменного легирования и последующего нанесения методом ХДН сначала медного, а затем алюминиевого покрытий представлен на рис. 7.

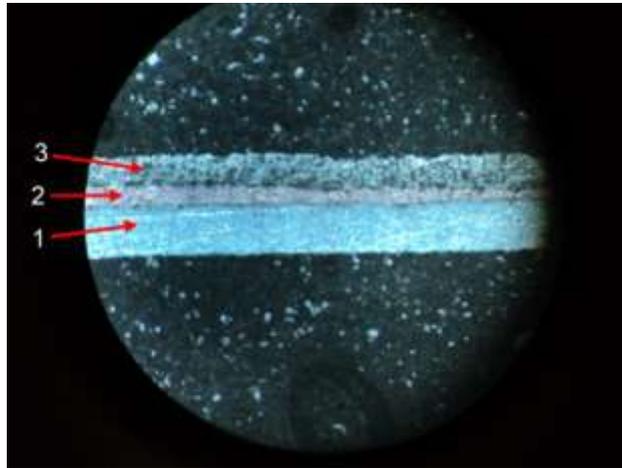


Рис. 7. Фотография микрошлифа фрагмента режущей кромки ножа после комбинированной обработки: 1 нож; 2 – медь; 3 –алюминий

Результаты триботехнических испытаний образцов из стали У7 без покрытий (№1), с покрытием Т15К6 (№2) и покрытием Т15К6 + медное покрытие (№3), нанесенное сверхзвуковым холодным напылением представлены на рис. 8.

Износ при этом происходит на уровне шероховатости обработанной поверхности и имеет меньшее значение при нанесении композиционного покрытия (до 6 раз), являющегося лучшей защитой от водородного износа.

На рис. 9 представлена динамика формирования шероховатости рабочей поверхности лезвийного инструмента в процессе применения разработанных технологий. Технология обработки осуществлялась в следующем порядке: электроискровое легирование стали У7 в режиме «амплитуда - 9», «режим - 3» (позиция 1); алмазное выглаживание (позиция 2); нанесение покрытия (Cu+Zn) и последующее повторное алмазное выглаживание (позиция 3).

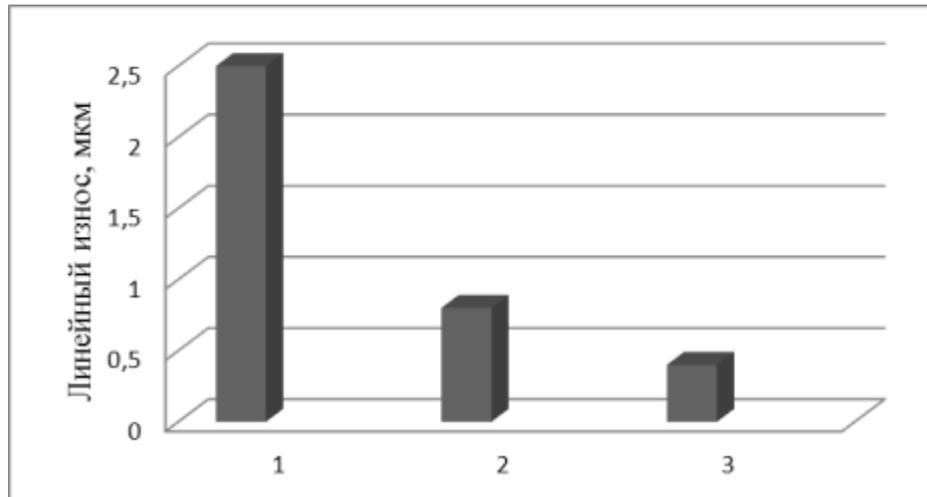


Рис. 8. Диаграмма линейного износа образцов из стали У7

в зависимости от вида нанесенного покрытия:

1 - без покрытия; 2 - с покрытием Т15К6;

3- с покрытием Т15К6 + медное покрытие, нанесенное сверхзвуковым  
холодным напылением

Установлено, что электроискровое легирование повышает начальную шероховатость обрабатываемой поверхности при данных режимах почти в 2 раза. Последующее алмазное выглаживание снижает шероховатость практически до первоначального значения. Дальнейшее нанесение методом холодного газодинамического напыления медно-цинкового покрытия и применяемое алмазное выглаживание снижает шероховатость по сравнению с исходной на 30...40 %.

При этом выявлено, что заполнение микронеровностей, образующихся в процессе электроискрового легирования методом газодинамического напыления мягких металлов, не требует нанесения «толстого» (более 15 мкм) слоя, т.к. это приводит к расслоению покрытия.

Предложенные автором разработки по повышению срока службы деталей оборудования и режущего инструмента кожевенно-обувных производств переданы для внедрения в производство.

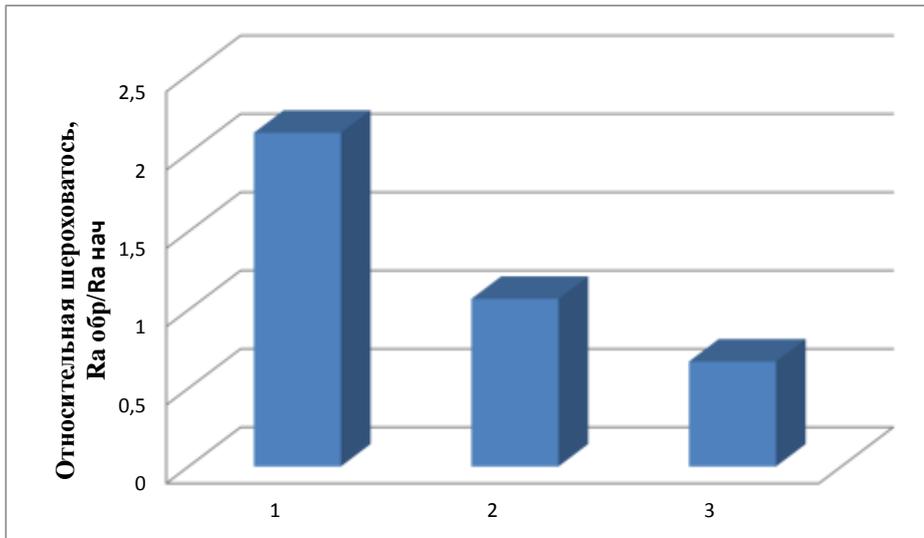


Рис. 9. Диаграмма результатов исследований шероховатости поверхности стали У7 после обработки относительно исходной:

- 1- электроискровое легирование;
- 2- алмазное выглаживание;
- 3- холодное газодинамическое напыление медно-цинкового покрытия и последующее алмазное выглаживание

Разработанные с участием автора настоящей диссертационной работы приборы для исследований, модернизированное оборудование и технологии используются в научных исследованиях, внедрены в учебный процесс многоуровневой подготовки специалистов по направлениям Московского государственного университета дизайна и технологии: «Машины и аппараты легкой промышленности», «Технология изделий легкой промышленности».

Результаты деятельности научного коллектива, в который входит автор, выполненные разработки, получили признание среди российских и зарубежных специалистов, неоднократно докладывались на конференциях и совещаниях

различного уровня, экспонировались на научно-технических выставках у нас в стране и за рубежом, где удостоивались Дипломов и медалей.

При использовании предложенных методов нанесения металлических покрытий на элементы конструкций с помощью предложенных технологий показана возможность передачи рельефа поверхности художественного изделия с сохранением геометрии и размеров его отдельных элементов.

Простота, экологическая безопасность, отсутствие значительных капитальных затрат в использовании, делает предложенные технологии доступными для специалистов, производящих элементы конструкций и выполняющих ремонтно-восстановительные работы.

Предполагаемая эффективность от внедрения композиционных многофункциональных покрытий на обувном предприятии для продления ресурса в 2 раза составит более 700 тыс. рублей в год.

Предложенные технологии рекомендованы к широкому применению на предприятиях легкой промышленности и при оказании платных услуг населению технического характера.

### **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ**

1. Проведенный анализ конструктивных особенностей, условий, режимов работы деталей оборудования и режущего инструмента кожевенно-обувных производств, позволил установить основные причины низкого ресурса быстроизнашивающихся деталей машин и режущего инструмента при изготовлении и ремонте обуви.

2. Разработаны теоретические основы повышения срока службы деталей машин и инструмента кожевенно-обувных производств экологически безопасными лакирующими технологиями, в том числе, с использованием «эффекта безыносного трения».

3. Предложены модели формирования композиционных многофункциональных покрытий на рабочих поверхностях деталей и режущих

инструментов с одновременным использованием микроплазменного легирования, газодинамического холодного напыления и фрикционной обработки в металлоплакирующих средах в различных сочетаниях и комбинациях.

4. Разработаны методика и прибор для триботехнических испытаний конструкционных и смазочных материалов с использованием современных цифровых методов сбора и обработки результатов экспериментальных исследований. Получен патент РФ на полезную модель № 136170 «Комплекс для измерения параметров трения при испытании конструкционных и смазочных материалов».

5. Предложены конструктивные решения режущей части инструмента для раскроя кожевенно-обувных материалов, обеспечивающие режим его самозатачивания. Поданы заявки на получение патентов РФ на полезную модель № 2012153738 и № 2012153742.

6. Обоснованы и экспериментально определены режимы формирования многофункциональных композиционных покрытий на рабочих поверхностях деталей и режущего инструмента, повышающих технические характеристики производственного кожевенно-обувного оборудования и потребительские свойства выпускаемой продукции.

7. Экспериментально подтверждена возможность формирования в потоках энергии на рабочих поверхностях деталей многослойных покрытий с различными эксплуатационными характеристиками и повышенной адгезией с обрабатываемым материалом.

8. Показана возможность повышения срока службы трущихся деталей машин не менее чем в 1,5...2,0 раза и режущих инструментов кожевенно-обувных производств до 7 раз.

9. Выполненные разработки неоднократно экспонировались на научно-технических выставках у нас в стране и за рубежом и награждались Дипломами и медалями.

10. Разработаны и переданы для внедрения на предприятия кожевенно-обувных производств рекомендации по повышению сроков службы деталей оборудования и режущих инструментов с использованием разработанных инновационных технологий.

11. Предполагаемая эффективность от внедрения композиционных многофункциональных покрытий на рабочих поверхностях оборудования обувного предприятия составит более 700 тыс. рублей в год.

**Основные положения диссертационной работы нашли отражение в  
следующих публикациях автора**

**Научные статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК**

1. Голубев А.П., Беляев В.И., Прокопенко А.К., Лохманов В.Н. Формирование поверхностного слоя на режущей кромке инструмента скользящего резания неметаллических материалов. Научно-технический и теоретический журнал «Электротехнические и информационные комплексы и системы» № 4, т. 8 № 4, 2012, С. 56-63.

2. Голубев А.П., Лохманов В.Н., Беляев В.И., Голубев А.А. Выбор критериев для установления допусков на входные параметры технологического процесса. «Сервис в России и за рубежом», 2013. № 1 (39). С. 174-181.

3. Голубев О.П., Голубев А.П., Лохманов В.Н., Беляев В.И. Определение оптимального интервала дискретизации при контроле округлости деталей. «Сервис в России и за рубежом», 2013. № 1 (39). С. 191-198.

4. Прокопенко А.К., Беляев В.И., Голубев А.П., Голубев О.П., Тюфтяев А.С., Мордынский В.Б. Перспективные методы повышения срока службы деталей оборудования и инструмента на предприятиях легкой промышленности и сферы обслуживания. «Сервис в России и за рубежом», №10 (48), 2013. DOI: 10.12737/2555.- 10 с.

### Статьи в сборниках научных трудов, конференций и семинаров

5. Федоров М.В., Лохманов В.Н., Беляев В.И. Формирование поверхностных слоев неметаллических деталей с заданными характеристиками плазменным напылением. Инновации и перспективы сервиса: Сборник научных статей VIII Международной научно-технической конференции, 7 декабря 2011 г. Ч. IV. – Уфа: Уфимская государственная академия экономики и сервиса, 2011. – 328 с. С. 291-294.

6. Прокопенко А.К., Беляев В.И., Голубев А.П. Предотвращение и устранение аварийных ситуаций технических систем жизнеобеспечения методами металлоплакирования. Техника и технология трибологических исследований: Трибология и проблемы МЧС: тезисы докладов III Международного семинара, Иваново, 18-19 октября 2012 г. – Иваново: Иван. Гос. Ун-т, 2012.-72 с.

7. Беляев В.И., Лохманов В.Н. Повышение срока службы трущихся деталей машин кожевенно-обувного и мехового производств плакирующими нанотехнологиями. Труды Всероссийской научно-технической конференции с участием иностранных специалистов «Проблемы машиноведения: трибология – машиностроению» в 2-х томах, 29-31 октября 2012 г, г. Москва, т.2, С. 11-13.

8. Прокопенко А.К., Волкодаева И.Б., Беляев В.И. Использование инновационных производственных технологий в многоуровневой подготовке специалистов в области дизайна среды. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну №5, Київ, 2013 С. 185-187.

9. Прокопенко А.К., Беляев В.И., Козлов А.С., Федоров М.В. Экологически безопасные инновационные технологии для предприятий легкой и текстильной промышленности. Материалы международной научной конференции «Новое в технике и технологии в легкой промышленности», Витебск, ноябрь, 2013 г.

10. Прокопенко А.К., Беляев В.И., Голубев А.П., Чабан В.В., Тюфтяев А.С., Мордынский В.Б.. Формирование поверхностей трения металлоплакирующими нанотехнологиями. Новые материалы и технологии их получения: материалы VII

Международ. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 15 октября 2013 г./ Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2013.- 36 с., С. 23-24.

11. Прокопенко А.К., Беляев В.И., Голубев А.П., Чабан В.В. Повышение срока службы оборудования предприятий легкой промышленности экологически чистыми нанотехнологиями» Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатронике: материалы XII Международ. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 19 нояб. 2013 г./ Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2013- 104 с., С. 60-64.

12. Патент на полезную модель № 136170 «Комплекс для измерения параметров трения при испытании конструкционных и смазочных материалов». Опубликовано 27.12.2013. Бюл. № 36.

13. Беляев В.И. Повышение срока службы деталей оборудования и режущего инструмента кожевенно-обувных производств инновационными технологиями. /Рекомендации/ М. МГУДТ. 2013, 60 с.

14. Прокопенко А.К., Беляев В.И., Голубев А.П., Тюфтяев А.С., Мордынский В.Б. Модернизированный мобильный комплекс для ускоренных испытаний конструкционных материалов в режиме пленкообразования. Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: материалы XIV Международ. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 28 сент. 2013 г./ Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2014.- 103 с., С. 71-73.

15. В.И. Беляев, А.П. Голубев, А.К. Прокопенко. Теоретические основы повышения ресурса оборудования и режущего инструмента предприятий легкой промышленности плакирующими нанотехнологиями: монография. – М.: РИО МГУДТ, 2014- 97 с.

БЕЛЯЕВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ

РАЗРАБОТКА И ИСЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ  
ПЛАКИРУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ  
ОБОРУДОВАНИЯ КОЖЕВЕННО-ОБУВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Бумага офсетная. Печать на ризографе  
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 130 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел МГУДТ  
117997, Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1  
Тел/факс ((495) 506-72-71  
e-mail: [rfrost@yandex.ru](mailto:rfrost@yandex.ru)

Отпечатано в РИО МГУДТ