

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 999.003.02 НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тольяттинский государственный университет» по диссертации

### НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.12.2015 № 10

О присуждении Зотову Алексею Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение износостойкости пар смешанного трения скольжения технологического оборудования путем плакирования гибким инструментом» по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения (технические науки)» принята к защите 22.10.2015, протокол № 7, объединенным диссертационным советом Д 999.003.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего профессионального образования (ВПО) «Ульяновский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32 и ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 445667, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14, приказ о создании диссертационного совета №123/нк от 17 февраля 2015 года.

**Соискатель** Зотов Алексей Викторович, 1980 года рождения. В 2003 году соискатель окончил ГОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет». В 2009 году окончил заочную аспирантуру по специальности 05.02.08 в ГОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет»; работает старшим преподавателем на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Оборудование и технологии машиностроительного производства» ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации

**Научный руководитель** – заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, Драчев Олег Иванович, ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства», профессор кафедры.

**Официальные оппоненты:**

Белевский Леонид Сергеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра «Проектирование и эксплуатация металлургических машин и оборудования», профессор кафедры.

Курочкин Антон Валерьевич, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», начальник управления научно-исследовательской работой дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** - ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара в своем положительном заключении, подписанном Ибатуллинским Ильдаром Дугласовичем (доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология машиностроения», заведующий кафедрой, профессор кафедры) и утвержденным Ненашевым Максимом Владимировичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» указала, что диссертация Зотова Алексея Викторовича «Повышение износостойкости пар смешанного трения скольжения технологического оборудования путем плакирования гибким инструментом», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения», является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития страны.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 16 работ, в том числе 5 - в научных журналах и изданиях, которые включены в пе-

речень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. Получены 2 патента РФ на изобретения, 2 свидетельства РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ. Общий объем работ по теме диссертации составляет 4,9 печатных листов, из них авторский вклад соискателя – 2,5 печатных листа.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Зотов, А. В. Методика расчета геометрических и силовых параметров зоны контакта при плакировании изделий гибким инструментом / А. В. Зотов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012. – № 3. – С. 85-88.

2. Платов, С. И. Модель формирования толщины плакированного слоя на деталях пар трения технологического оборудования / С. И. Платов, Р. Р. Дема, А. В. Зотов // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2013. – №1. – С. 69-72.

3. Зотов, А.В. Оценка износостойкости направляющих скольжения, подвергнутых плакированию / А. В. Зотов, О. И. Драчев // Металлообработка. – 2013. – № 3. – С. 5-10.

4. Зотов, А. В. Анализ напряженного деформированного состояния ворса проволочного инструмента / А. В. Зотов, О. И. Драчев, Н. В. Семенченко // Известия Волгоградского государственного технического университета : межвуз. сб. науч. ст. – 2013. – № 20. – С. 21-23.

5. Зотов, А. В. Оценка деформационных процессов при обработке проволочным инструментом / А. В. Зотов, О. И. Драчев, Д. А. Расторгуев, А. В. Святкин, В. С. Климов, Е. Д. Мерсон // Металлообработка. – 2014. – №6. – С. 34-40.

На диссертацию и автореферат поступили 16 отзывов:

**ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».** Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» Митрофановым В.Г. Отзыв положительный, замечание: из автореферата не ясно за счет чего скорость перемещения обрабатываемой поверхности относительно гибкого инструмента при обработке стали 18 ХГТ выше, чем при обработке серого чугуна СЧ 20 и какой конкретно параметр степени покрытия в подрисуночной подписи к рисунку 4, обозначен как  $a_{отп}$ . **ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».** Отзыв подписан

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Сварка и металлургия» Родионовым И.В. Отзыв положительный, замечание: отсутствие в автореферате обоснования выбора в качестве материала покрытия оловянной бронзы. **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Управление проектами» Тисенко В.Н. Отзыв положительный, замечания: 1. Согласно рисунку 6, автореферата затруднительно сделать заключение о степени влияния угла трения на силовые характеристики процесса плакирования гибким инструментом. 2. Спектрограмма покрытия, согласно рисунку 9 не позволяет оценить заявленное процентное содержание компонентов элемента материала покрытия. **ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет путей сообщения»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» Стихановским Б.Н. Отзыв положительный, замечания: 1. В качестве одного из основных геометрических показателей на участке скольжения используется максимальный прогиб ворса гибких элементов, однако не приведено никаких зависимостей его определения. 2. В заключении отмечено, что получены регрессионные зависимости, позволяющие спрогнозировать, в том числе, и толщину покрытия, но в автореферате приведена только одна регрессионная зависимость определения относительной износостойкости. **ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, зам. заведующего кафедрой «Инновационные технологии машиностроения» Макаровым В.Ф. Отзыв положительный, замечания: 1. В автореферате практически не приведена методика экспериментальных исследований. Как определялась износостойкость поверхности – по какому критерию, на каком оборудовании, какие применялись щетки, каков диапазон исследованных режимов, как анализировалась структура обработанной поверхности и др. 2. Из текста автореферата непонятно, как связаны равнозначные понятия – плотность распределения отпечатков ворса и степень покрытия отпечатков ворса, хотя формулы 1 и 2 различные. В формулах не приведены обозначения некоторых параметров. 3. При оценке характеристик зоны контакта на участке скольжения не учтено взаимодействие соседних нитей ворса, что повышает жесткость воздействия ворса и несколько изменяет картину зоны контакта на рис. 4. В

автореферате много доказательств приведено в виде ссылок на основной текст диссертации – голословно – например, снимки с микроскопа, скоростная видеосъемка, моделирование методом конечных элементов и др. **ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»**. Отзыв подписан к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «АПП» Лукьяновым А.Д.; д.т.н., профессором, заслуженным деятелем науки РФ, профессором кафедры «АПП» Заковоротным В.Л. Отзыв положительный, замечания: в автореферате не приводятся значения параметров, либо зависимостей, входящих в блок расчета адгезионных процессов, что затрудняет восприятие материала. Так, из автореферата не ясно, на основании чего установлены ограничения по энергии механической активации и коэффициенту относительной прочности сцепления частиц. **ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Прикладная механика» Букатым С.А. Отзыв положительный, замечания: из автореферата неясно, какое программное обеспечение использовалось при разработке программ для ЭВМ и насколько программа позволяет варьировать параметры режима обработки при плакировании. **ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Технология машиностроения» Полянчиковым Ю.Н., д.т.н.; профессором, профессором кафедры «Автоматизация производственных процессов» Плотниковым А.Л. Отзыв положительный, замечание: в главе второй автореферата (стр.9), где представлена математическая модель определения температуры основы обрабатываемой поверхности, используется величина коэффициента теплопроводности чугуна. На наш взгляд, было бы рациональным с точки зрения обеспечения точности расчёта, использование отношения коэффициентов теплопроводности чугуна и покрытия, переносимого гибким инструментом (бронзы Бр05Ц5С5). **ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Механика» Железковым О.С. Отзыв положительный, замечание: из автореферата не совсем ясно, каким образом был определен коэффициент эффективности в экспериментах при анализе износостойкости плакированных образцов. **ФГАОУ ВО «Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволж-**

ского) федерального университета». Отзыв подписан к.т.н., доцентом, доцентом кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Петровым С.М.; к.т.н., доцентом, доцентом кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Юрасовым С.Ю. Отзыв положительный, замечание: не ясно, рассматривался ли автором вопрос влияния на конечные параметры поверхностного слоя, формируемых при плакировании, свойств заложенных на предшествующих операциях. Также, на наш взгляд, целью научной работы должна быть разработка методов, методик и др. для решения практических, производственных задач. **ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева».** Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Коротковым А.Н. Отзыв положительный, замечания: 1. Из автореферата не ясно: каким образом сопрягается технология плакирования с устранением износа направляющих скольжения (например, в средней части станины). 2. Учитывается ли в разработанных автором математических моделях фактор возможного изменения эксплуатационных характеристик гибкого инструмента с течением времени в ходе работы (угол наклона и износ ворса, длина изгибающей части, силовые и тепловые параметры и др.). **ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».** Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Технология машиностроения» Марковым А.М., к.т.н., доцентом кафедры «технология машиностроения» Черданцевым П.О. Отзыв положительный, замечания: 1. Разработанный автором с целью формирования поверхностного слоя обрабатываемого изделия с требуемым уровнем эксплуатационных характеристик алгоритм выбора рациональных технологических параметров процесса ПГИ, учитывающий специфику обработки несомненно представляет практическую значимость, но вряд ли может быть отнесен к элементам научной новизны защищаемой работы, как это следует из автореферата; 2. Автор в диссертационной работе рассматривает плакирование серого чугуна СЧ 20 оловянной бронзой Бр05Ц5С5. Из автореферата неясна область применимости полученных результатов, разработанных моделей: только для этой пары материалов или эта пара материалов выбрана как пример эффективности полученных результатов. 3. В списке работ не приведены сведения о свиде-

тельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ, полученных автором. **ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, заслуженным работником высшей школы РФ, заведующим кафедрой «Станки и инструменты» Артамоновым Е.В. Отзыв положительный, замечания: плохо читаемые из-за мелкого шрифта индексы буквенных обозначений в схемах алгоритмов. **ФГБОУ ВПО «Курганский государственный университет»**. Отзыв подписан к.т.н., профессором, профессором кафедры «Инноватика и менеджмент качества» Орловым В.Н. Отзыв положительный, замечания: хотелось бы, чтобы на защите автор пояснил какой экономический эффект достигается от внедрения предложенной технологии. **Объединенный университет машиностроения НАН Беларуси**. Отзыв подписан д.т.н., доцентом, заведующим лабораторий газотермических методов упрочнения Белоцерковским М.А., к.т.н, доцентом, ведущим научным сотрудником Леванцевичем М.А. Отзыв положительный, замечания: отсутствие в автореферате сведений о величине прочности сцепления с основой покрытий, наносимых методом ПШИ, хотя на стр. 12 указано, что «разработана методика оценки ... адгезионной прочности сцепления покрытия с основой». **ФГОУ ВПО «ЗабГУ»**. Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Автоматизация производственных процессов» Свиным В.М. Отзыв положительный, замечания: 1. Не определено, в какой степени технология ремонта путем плакирования изношенных направляющих позволяет восстановить утраченную форму и размеры. 2. Отсутствуют сведения о шероховатости поверхности восстановленных направляющих и влиянии на нее предложенных режимов обработки. 3. Не описаны устройства для проведения плакирования.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научным и практическим опытом в области исследования по теме диссертации, подтверждаемыми публикациями по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** комплекс математических моделей, позволяющих определять: распределение отпечатков проволочного ворса, формирующихся при входе в контакт с обрабатываемым изделием и распределение соответствующих зон пластической деформации; геометрические, энергосиловые и тепловые характеристики при скольжении сжатоизогнутого ворса;

**предложен** алгоритм выбора рациональных технологических параметров процесса плакирования гибким инструментом, учитывающий специфику обработки, с целью формирования поверхностного слоя обрабатываемых изделий с требуемым уровнем эксплуатационных характеристик;

**доказаны** целесообразность и перспективность использования результатов диссертационной работы при повышении износостойкости пар смешанного трения скольжения технологического оборудования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказана** возможность повышения износостойкости направляющих скольжения пар смешанного трения путем плакирования гибким инструментом;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** положения технологии машиностроения, точной нелинейной теории изгиба упругих стержней, теории вероятности, теории математического моделирования;

**изложены** аргументы и основные этапы, связанные с возможностью применения гибких инструментов для повышения эксплуатационных характеристик поверхностей трения скольжения;

**раскрыто** влияние конструктивных особенностей инструмента, тепловых и энергосиловых параметров процесса плакирования на назначение эффективных технологических режимов обработки;

**изучено** влияние режимов процесса плакирования на параметры зоны контакта гибкого инструмента с обрабатываемой поверхностью;

**проведена модернизация** существующих технологий нанесения покрытий методом плакирования гибким инструментом с получением новых результатов, на основе обеспечения комплексного подхода на каждом из участков воздействия ворса на обрабатываемую поверхность.



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

**разработаны и внедрены** технология обработки направляющих скольжения смешанного трения металлорежущего оборудования методом плакирования гибким инструментом и техническая документация на установку деформационного плакирования на ООО «Лада-Инструмент» (ОАО «АвтоВАЗ») (патент на изобретение № 2360034);

**определены** регрессионные зависимости определения толщины формируемого покрытия и износостойкости обработанных изделий;

**создана** методика назначения эффективных технологических режимов плакирования гибким инструментом для получения изделий с заданными эксплуатационными характеристиками;

**представлены** рекомендации для расширения применения метода плакирования гибким инструментом для формирования поверхностных слоев с уровнем требуемых эксплуатационных характеристик.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** были использованы стандартизированные методики испытаний, экспериментальные работы проводились на сертифицированном оборудовании, что обеспечивает воспроизводимость результатов;

**теория** построена на известных экспериментально подтвержденных данных и положениях;

**идея базируется** на анализе практики применения гибких плакирующих установок в промышленности;

**использованы** сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике с привлечением программных пакетов, реализующих метод конечно-элементного анализа NX Advanced Simulation и математической обработки результатов Mathcad;

**установлено** качественное соответствие авторских результатов с результатами, представленными в литературных источниках по тематике диссертации;

**использованы** общепринятые методики статистической обработки данных, полученных в ходе экспериментов и анализа полученных результатов.

**Личный вклад** соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах выполнения диссертационного исследования, включая создание комплекса математических моделей, его исследования, постановке и проведении экспериментальных исследований; апробации результатов исследования на международных и всероссийских конференциях и выставках; подготовке всех основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием основной идейной линии, взаимосвязью поставленных задач и совокупностью полученных результатов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи повышения износостойкости направляющих скольжения пар смешанного трения технологического оборудования путем плакирования гибким инструментом, имеющей существенное значение для развития технологии машиностроения.

Работа соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 28 декабря 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Зотову Алексею Викторовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета  
д.т.н., профессор



Табаков  
Владимир Петрович

Ученый секретарь диссертационного совета  
д.т.н., доцент

Веткасов  
Николай Иванович