

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета 35.2.022.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от «15» мая 2026 г. № 12

О присуждении Пустоветову Алексею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологии упрочнения силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники дисперсным нанокompозитным покрытием на основе хрома» по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса принята к защите 13 марта 2026 года, протокол № 8, диссертационным советом 35.2.022.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101, утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 487/нк от 22.03.2023 года (с изменениями приказ № 897/нк от 25.04.2023 года, приказ № 2288/нк от 12.12.2023 года, приказ № 40/нк от 28.01.2025 года, приказ 1186/нк от 09.12.2025 года).

Соискатель Пустоветов Алексей Владимирович, 14.10.1977 года рождения. В 2000 году окончил с отличием Воронежский военный авиационный инженерный институт по специальности «Энергообеспечение предприятий» (диплом БВС 0881648, регистрационный номер-171).

Соискатель Пустоветов А.В. успешно сдал кандидатские экзамены по дисциплинам: «История и философия науки (технические науки)» на оценку «хорошо», «Иностранный язык (английский)» на оценку «отлично» (справка об обучении №0624 от 01 июля 2025 г.), «Технологии машины и оборудование для агропромышленного комплекса» на оценку «удовлетворительно» (справка об обучении №0626 от 01 июля 2025 г.)

В настоящее время соискатель работает в должности главного инженера в обществе с ограниченной ответственностью «ИНЖЕНЕР».

Диссертация Пустоветова А.В. на тему «Совершенствование технологии упрочнения силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники дисперсным нанокompозитным покрытием на основе хрома» выполнена на кафедре эксплуатации транспортных и технологических машин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Жачкин Сергей Юрьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин.

Официальные оппоненты:

Карцев Сергей Васильевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, лаборатория цифровых методов управления жизненным циклом изделий машиностроения, ведущий научный сотрудник

Задорожний Роман Николаевич, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», центр коллективного пользования «Нано-Центр», руководитель - дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, в своем положительном заключении, утвержденном проректором по науке и инновациям, доцентом, доктором технических наук Башкировым Алексеем Викторовичем, указала, что диссертационная работа Пустоветова Алексея Владимировича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком профессиональном уровне, обладающей научной новизной и практической значимостью, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения по упрочнению рабочих поверхностей силовых гидроцилиндров, направленных на повышение эксплуатационных характеристик гидроцилиндров сельхозмашин, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие технологий и средств технического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации. По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), а ее автор, Пустоветов Алексей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 5 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ, 1 патента на полезную модель, 2 свидетельства о государственной регистрации программы на ЭВМ. Общий объем публикаций составляет 5,56 п.л., из которых 4,1 п.л. принадлежат лично автору.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Пустоветов А.В. Аналитическое определение внутренних напряжений в гальванических покрытиях при восстановлении деталей / С.Ю.

Жачкин, И.Н. Кравченко, Г.И. Трифонов, Ю.А. Кузнецов, О.А. Сидоркин, А.В. Пустоветов // Новые огнеупоры. - 2024. - № 4. - С. 54-58.

2. Пустоветов А.В. Зависимость адгезии покрытия на цилиндрической поверхности детали от технологических режимов плазменного напыления / С.Ю. Жачкин, Г.И. Трифонов, А.В. Пустоветов // Электрометаллургия. - 2024. - № 6. - С. 26-32.

3. Пустоветов А.В. Повышение износостойкости композиционного покрытия на основе железа при восстановлении специального оборудования / С.Ю. Жачкин, Г.И. Трифонов, А.В. Пустоветов, П.В. Струнkin // Вестник ВСГУТУ. - 2024. - № 2(93). - С. 92-99.

4. Пустоветов А.В. Пластическая твердость композиционных покрытий на основе хрома / С.Ю. Жачкин, Г.И. Трифонов, О.А. Сидоркин, А.В. Пустоветов // Технический сервис машин. - 2024. - Т. 62.- №1. - С. 94 – 100.

5. Пустоветов А.В. Выбор режимов нанесения покрытий при гальваноконтактном методе / С.Ю. Жачкин, А.И. Завражнов, Г.И. Трифонов, А.В. Пустоветов // Технический сервис машин. - 2024. - Т. 62. - №3. - С. 103 – 108.

На диссертацию и автореферат поступило 9 положительных отзывов из следующих организаций: Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-р техн. наук, профессор Астахов М.В., замечания: 1. В автореферате диссертации не приведено описание кинематики движения инструментальной головки по обрабатываемой поверхности; 2. Требуется пояснения, за счет чего автор достигает такой высокой адгезии покрытия к основе; 3. На наш взгляд, предложенную автором технологию применения метода холодного гальванического наращивания нанокompозитных покрытий в производстве силовых гидравлических узлов сельскохозяйственной техники, которая составляет основу диссертации, следовало бы вынести на защиту в качестве самостоятельного результата; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д-р техн. наук, профессор Игнаткин И.Ю., канд. техн. наук, доцент Серов Н.В., замечания: 1. В автореферате следовало бы уточнить, какие предельные габариты можно восстанавливать предлагаемым методом; 2. В автореферате не представлено описание технологий изготовления инструмента; 3. Не совсем корреспондируются задачи и выводы работы; ФГБОУ ВО ТГТУ д-р техн. наук, доцент Коновалов Д.Н., замечания: 1. В работе автор использует в качестве материала второй фазы для получения нанокompозитных покрытий оксид алюминия. Чем обусловлен выбор этого вещества? 2. В приведенных в таблицах значениях отсутствует статистическая обработка результатов (доверительный интервал, среднеквадратичное отклонение и т.д.). Проводилась она?; ФГБОУ ВО «ВГЛУ», д-р техн. наук, доцент Кадырметов А.М., замечания: 1. Из диссертации не ясно, как именно инструмент настраивается на размер упрочняемой детали; 2. В работе отсутствует описание применения инструмента в зависимости от типоразмера упрочняемых деталей; ФГБОУ ВО «ВГУИТ», д-р техн. наук, профессор Егоров В.Г.: 1. В автореферате диссертации не представлено описание методов контроля времени окончания процесса упрочнения гидроцилиндров; 2. Не показан анализ распределения погрешностей

обработки деталей при осаждении покрытий по новому методу; 3. В автореферате недостаточно полно раскрыт алгоритм обработки экспериментальных данных; Московский политехнический университет, канд. техн. наук, доцент Латыпова Г.Р., замечания: 1. В автореферате не представлена детальная проработка системы контроля толщины наносимого покрытия; 2. В автореферате нет ясного описания используемых источников питания, несомненно, представляющих интерес для промышленности; ФГБОУ ВО «ВГУ» д-р физ.-мат. наук, профессор Шашкин А.И., замечания: 1. Из автореферата не понятно, какой перечень изделий силовой гидравлической аппаратуры из существующей номенклатуры может быть упрочнен предлагаемым методом; 2. Из автореферата не ясно, как именно инструмент настраивается на размер упрочняемой детали; ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА»», канд. техн. наук Комаров Я.В., замечания: 1. Из текста автореферата непонятно как осуществлялось перемешивание электролита в процессе нанесения покрытий с целью равномерного распределения температуры по объему; 2. В автореферате не представлено детальной проработки вопроса о выборе композиционного наполнителя в формируемой осадке; 3. Из автореферата не ясно, что автор подразумевает под термином «размерные» покрытия; ООО «Инновационный центр «КАМАЗ», канд. техн. наук, Антонян А.В., замечания: 1. Не полное в ряде случаев описание специальных источников питания, несомненно, представляющих интерес для промышленности; 2. Из текста автореферата непонятно как обеспечивалась необходимая геометрия инструментальных роликов для получения размерного композиционного покрытия.

Все отзывы положительны, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну, практическую значимость результатов работы и содержат заключение о том, что диссертация выполнена на высоком научном уровне и отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Пустоветов Алексей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная идея, обогащающая научную концепцию применения металлических нанокompозитных электролитических покрытий на основе хрома при упрочнении элементов силовой гидравлической аппаратуры, заключающаяся в теоретическом обосновании фракции и массового состава дисперсно-упрочняющего элемента, обеспечивающего повышение износостойкости покрытия;

предложена научная гипотеза повышения физико-механических свойств дисперсно-упрочненного электролитического нанокompозитного покрытия на основе хрома при введении в него наночастиц оксида алюминия;

доказана перспективность использования дисперсно-упрочненных электролитических нанокompозитных покрытий в качестве износостойкого слоя при упрочнении изношенных поверхностей силовых гидроагрегатов, подверженных распространенному дефекту – течи по хрому;

введено новое понятие – дисперсно-упрочненные электролитические нанокompозитные покрытия с наночастицами оксида алюминия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о повышении физико-механических свойств и обеспечении требуемой микрогеометрии упрочняемой поверхности путем нанесения электролитического хрома при введении в него наночастиц оксида алюминия без последующей механической обработки;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. дисперсионный и регрессионный анализы, известные и оригинальные экспериментальные методики, эксплуатационные испытания упрочненных деталей;

изложены доказательства повышения эксплуатационных характеристик электролитического хрома при введении в него нанодисперсного диэлектрического наполнителя, результаты экспериментальных исследований и регрессионные зависимости, включающие влияние режимных параметров на микротвердость покрытия, остаточные напряжения в нем, микрогеометрию поверхности и ее адгезию к основе;

раскрыты условия формирования дисперсно-упрочненных электролитических нанокompозитных покрытий на основе хрома и факторы, влияющие на их физико-механические и эксплуатационные свойства;

изучены возможности управления распределением напряжений в формируемом нанокompозитном покрытии на основе хрома; исследованы износостойкость, адгезия, микротвердость, фазовый состав и коррозионная стойкость формируемых осадков, что позволило повысить физико-механические и, как следствие, эксплуатационные свойства дисперсно-упрочненных электролитических нанокompозитных покрытий на основе хрома. Установлены рациональные режимы осаждения: катодная плотность тока 9...11 кА/м², температура электролита 53...55 °С, давление инструмента на восстанавливаемую поверхность $p = 0,9...1,1$ МПа, скорость главного движения 2,5...3,5 мин⁻¹, скорость вспомогательного движения 80...90 мин⁻¹;

проведена модернизация методики определения микрогеометрии поверхности покрытия, обеспечивающая получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработана и внедрена технология и экспериментальная установка в ООО «ВОРОНЕЖСЕЛЬМАШ» и «РОМАКС». Проведенные исследования представляют возможность рекомендовать состав композитного дисперсно-упрочненного гальванического покрытия и разработанную технологию его нанесения для упрочнения рабочих поверхностей силовой гидравлической

аппаратуры сельхозтехники, что значительно увеличивает ресурс гидроагрегатов. Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ при изучении дисциплин: «Современные технологии производства и восстановления деталей», «Новые композиционные материалы наземных транспортно-технологических средств», «Надежность технических систем»;

определены перспективы практического использования: научные учреждения по исследованию и разработке новых композитных материалов и технологий упрочнения и восстановления, вузы в учебном процессе по соответствующим дисциплинам, ремонтно-обслуживающие, сельскохозяйственные и перерабатывающие предприятия АПК для упрочнения и ремонта сельскохозяйственной техники и технологического оборудования;

создана система практических рекомендаций по повышению эффективности упрочнения силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники дисперсным нанокompозитным покрытием на основе хрома;

представлены технологические рекомендации производству.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением общеизвестных методов и методик исследований, достоверность результатов диссертационной работы обеспечена корректностью постановки и решения задач с использованием фундаментальных положений теории упрочнения материалов, обработкой экспериментальных данных общепринятыми методами с использованием многофакторного анализа, математических программных пакетов для ПЭВМ: «Microsoft Office Excel 2010», «Statistica-2010», «Mathcad-15». Показана воспроизводимость результатов исследования; достаточный уровень схождения теоретических, экспериментальных исследований и производственных испытаний;

теория построена на базе известных положений теории электрохимического осаждения металлов, теории микронеоднородных сред, теории пластичности и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации

идея базируется на обобщении передового научного и производственного опыта по теме диссертации;

использованы авторские данные и ссылки на литературные источники по направлению исследований;

установлено соответствие результатов полученных автором с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики получения и обработки исходной информации, современные стандартные и специальные методы исследований, обоснование выбора объектов и методов исследования, обеспечивающие воспроизводство результатов исследований.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии при подготовке заявки на получение патента и последующей разработке и изготовлении установки для нанесения дисперсно-упрочненных

электролитических нанокompозитных покрытий на основе хрома с целью упрочнения силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники, разработке научной гипотезы исследований, теоретическом обосновании повышения эффективности упрочнения поверхности нанесением нанокompозитных покрытий, анализе исходных данных, подготовке и проведении научных экспериментов, обработке и представлении результатов экспериментальных исследований, в апробации результатов исследования, которые представлены в 18 публикациях по выполненной работе, из них 3 международных научно-практических конференциях, подготовке, усовершенствовании методики исследования поверхности покрытия, получении регрессионных моделей и по их результатам определении влияния факторов на физико-механические свойства покрытий и усовершенствовании технологии упрочнения силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники дисперсным нанокompозитным покрытием на основе хрома.

Пустоветов А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с отдельными замечаниями и изложил свою аргументированную точку зрения.

На заседании 15 мая 2026 года диссертационный совет принял решение за научно обоснованные технические и технологические решения при разработке технологии упрочнения силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники дисперсным нанокompозитным покрытием на основе хрома, обеспечивающей повышение ресурса и снижение затрат на изготовление силовой гидроаппаратуры, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие технического сервиса сельскохозяйственной техники, присудить Пустоветову Алексею Владимировичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного
совета 35.2.022.02,
доктор технических наук, доцент

Учёный секретарь
диссертационного
совета 35.2.022.02,
кандидат технических наук, доцент



Ланцев Владимир Юрьевич

Криволапов Иван Павлович

15 мая 2026 г.