

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.252.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28 июня 2022 протокол № 19
о присуждении Почетухе Василию Витальевичу, гражданину РФ, ученой
степени кандидата технических наук.

Диссертация «Формирование структуры и свойств электроэрозионностойких покрытий на основе серебра и упрочняющих фаз методом электронно-ионно-плазменного напыления» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 19 апреля 2022 г., протокол № 11 диссертационным советом Д 212.252.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 654007, РФ, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный район, ул. Кирова, стр. 42, приказ № 1060-398 от 21.05.2010 г.

Соискатель Почетуха Василий Витальевич 1961 года рождения, в 1983 г. соискатель окончил Сибирский ордена Трудового Красного Знамени металлургический институт имени Серго Орджоникидзе по специальности «Обработка металлов давлением» со специализацией «Ковка и штамповка». С 2020 по 2022 год был прикреплен к Сибирскому государственному индустриальному университету для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

Работает старшим преподавателем кафедры транспорта и логистики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре естественнонаучных дисциплин им. проф. В.М. Финкеля ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Романов Денис Анатольевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории электронной микроскопии и обработки изображений ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Федоров Виктор Александрович – гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и экспериментальной физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»;

Фадин Виктор Вениаминович – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории физики упрочнения поверхности федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск в своем положительном заключении, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой – руководителем отделения материаловедения на правах кафедры Клименовым Василием Александровичем и ученым секретарем, доктором технических наук, доцентом Ковалевской Жанной Геннадьевной и утвержденном проректором по науке и трансферу технологий, доктором физико-математических наук Сухих Леонидом Григорьевичем указала, что диссертация Почетухи В.В. удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке при-

суждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 11.09.2021 г.)), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача выявления природы упрочнения контактов переключателей мощных электрических сетей путем электронно-ионно-плазменного напыления износостойких и электроэрозийноустойчивых покрытий составов Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N, имеющая существенное значение для физики конденсированного состояния. Автор диссертации Почетуа Василий Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликована 21 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ (6 статей в научных журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК, и 1 статья в зарубежных рецензируемых изданиях), а также 3 патента РФ на изобретения и 2 патента РФ на полезную модель и 9 докладов и тезисов на конференциях и других научных мероприятиях. В публикациях отражены основные научные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы. В публикациях, включенных в список основных по теме диссертации и подготовленных в соавторстве, вклад соискателя оценивается от 30 до 70 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Иванов, Ю. Ф. Структура и свойства покрытия Ag–Ni–N на меди, сформированного комбинированным методом, сочетающим электровзрывное напыление, облучение импульсным электронным пучком и последующее азотирование / Ю.Ф. Иванов, В.В. Почетуа, Д.А. Романов, В.Е. Громов // Физ. мезомех. – 2021. – Т. 24. – № 2. – С. 13–22 (Ivanov, Yu. F. Structure and Properties of Ag-Ni-N Coating Formed on Copper by Electroexplosive Spraying Combined with Pulsed Electron Beam Irradiation and Nitriding / Yu. F. Ivanov, V. V. Pochetukha, D. A. Romanov, V. E. Gromov // Physical Mesomechanics – 2022. – Vol. 25. – No. 1 – P. 18–25).

2. Иванов, Ю. Ф. Структура и свойства покрытия на основе серебра, никеля и азота, сформированного комбинированным методом на меди / Ю.Ф. Иванов, В.В. Почетуха, Д.А. Романов, В.Е. Громов // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. – 2021. – Т. 18 – № 1. – С. 68–73.

3. Иванов, Ю. Ф. Структура и свойства покрытия Ni-C-Ag-N, сформированного на меди комплексным методом / Ю.Ф. Иванов, В.В. Почетуха, Д.А. Романов, В.Е. Громов // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. – 2021. – Т. 18 – № 2. – С. 224–235.

4. Романов, Д. А. Фазовый состав, структура и свойства электровзрывного покрытия системы WC–Ag–N после электронно-пучковой обработки и азотирования / Романов Д. А., Почетуха В. В., Громов В. Е. и др. // *Известия Российской академии наук. Серия физическая*. – 2021. – Т. 85. – № 7. – С. 1044–1052 (Romanov, D.A. Phase Composition, Structure, and Properties of an Electroexplosive Coating on a WC–Ag–N System after Electron-Beam Processing and Nitriding / D. A. Romanov, V. V. Pochetukha, V. E. Gromov et al. // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. – 2021. – Vol. 85. – P. 810–817).

5. Романов, Д. А. Структура и свойства электроэрозионностойких покрытий системы WN-WC-W₂C_{0,84}-Ag, полученных комбинированным методом / Д. А. Романов, В. В. Почетуха, В. Е. Громов, Соснин К.В. // *Деформация и разрушение материалов*. – 2021. – № 8. – С. 8–12.

6. Иванов, Ю. Ф. Структура и свойства покрытия системы SnO₂-In₂O₃-Ag-N, сформированного на меди комплексным методом / Иванов Ю. Ф., Почетуха В. В., Романов Д. А. и др. // *Известия высших учебных заведений. Физика*. – 2022. – Т. 65. – № 1. – С. 96–102.

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов. Все отзывы – положительные, отмечена новизна и научно-практическая значимость работы.

Отзывы без замечаний:

1) К.т.н., доцента, доцента кафедры «Материалы, технологии и качество» Набережночелнского института (филиала) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Шафигуллина Ленера Нургалеевича;

2) Д.ф.-м.н., доцента, директора Института цифровых технологий, электроники и физики, профессора кафедры общей и экспериментальной физики ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» Макарова Сергея Викторовича;

- 3) Д.т.н., профессора, главного научного сотрудника управления научно-исследовательской деятельностью ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Муравьева Василия Илларионовича;
- 4) Д.ф.-м.н., доцента, главного научного сотрудника лаборатории плазменной эмиссионной электроники ФГБУН «Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук» (ИСЭ СО РАН) Иванова Юрия Федоровича;
- 5) Д.ф.-м.н., профессора, заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника, профессора кафедры физики ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» Старостенкова Михаила Дмитриевича;
- 6) Д.т.н., профессора, заведующего кафедрой материаловедения в машиностроении ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» Батаева Владимира Андреевича.

Отзывы с замечаниями:

- 1) Д.т.н., профессора, профессора кафедры литейных процессов и материаловедения ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» Емелюшина Алексея Николаевича: 1. Разделы автореферата «Научная новизна», «Научная и практическая значимость работы» сформулированы весьма расплывчато. 2. В автореферате не приведены методики определения износостойкости и модуля упругости исследованных покрытий, что затрудняет понимание обоснованности выбора внедренных покрытий.
- 2) Д.т.н., профессора, профессора кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» Смирнова Александра Николаевича и к.т.н., старшего преподавателя кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» Пимонова Максима Владимировича: 1. Хотелось бы отметить слишком длинное название диссертации. 2. На с. 16 в третьем выводе по работе указано «... снижают коэффициент трения в 0,7–0,9 раза...», как известно деление на число меньше единицы приводит к увеличению частного от деления, то есть присутствует ошибка при расчете степени снижения коэффициента трения после создания покрытий.
- 3) К.т.н., заместителя директора Института материаловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова Государственного научного центра ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» Ковалева Анатолия Ивановича: 1. В качестве замечания можно отметить, что текст автореферата недостаточно отредактирован, присутствуют неудачные термины («методом картирования», «характерная дифрактограмма», «представлено на рисунке»).
- 4) Д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой высшей математики, декана общеобразовательного факультета ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» Старенченко Владимира Александровича: 1. Автор ограничивается большим объемом экспериментальных результатов и мало внимания уделяет их обсуждению.
- 5) Д.ф.-м.н., профессора, ведущего научного сотрудника Проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов ФГАОУ ВО «Наци-

ональный исследовательский Томский политехнический университет» Гынгазова Сергея Анатольевича: 1. Восприятие содержания значительно улучшилось бы, если бы были введены дополнительные разделы «Объект исследования» и «Предмет исследования».

6) Д.т.н., доцента, профессора кафедры физики ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» Капуткина Дмитрия Ефимовича: 1. В тексте автореферата не описаны параметры многослойных материалов, которые подвергались электрическому взрыву. 2. В автореферате не указано, какая из изученных систем обеспечивает максимальные эксплуатационные характеристики.

7) Д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры общей и экспериментальной физики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Потекаева Александра Ивановича: 1. Из текста автореферата не понятно, в чем преимущество использования азотирования дополнительно к электровзрывному напылению и электронно-пучковой обработки.

8) Д.т.н., профессора, академика Академии инженерных наук РФ, заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры сопротивления материалов ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Багмутова Вячеслава Петровича и д.т.н., доцента, заведующего кафедрой сопротивления материалов ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Захарова Игоря Николаевича: 1. В качестве замечания хотелось бы отметить отсутствие каких-либо данных и расчетов, подтверждающих оптимальность выбранных режимов ионно-плазменного напыления покрытий. Также в качестве другого недостатка стоит отметить отсутствие каких-либо расчетов или примеров, подтверждающих утверждение автора об экономическом эффекте применения разрабатываемых электроэрозионностойких покрытий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научной квалификацией, достижениями в области исследований методами современного физического материаловедения по установлению влияния различных факторов на формирование структурно-фазовых состояний и свойств покрытий, полученных на поверхности металлов и сплавов различными методами, и последующей их обработки электронным пучком и азотированием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция формирования структурно-фазовых состояний, дефектной субструктуры электровзрывных композиционных электроэрозионно-стойких покрытий на основе серебра и упрочняющих фаз с применением электронно-пучковой обработки поверхности покрытий и азотирования. Выявлены режимы электронно-пучковой обработки и азотирования электровзрывных по-

крытий систем Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N, позволяющие формировать упрочненный поверхностный слой;

предложена оригинальная научная гипотеза повышения электроэрозионной стойкости электрических контактов, заключающаяся в формировании композиционной нанокристаллической структуры покрытий на основе серебра и упрочняющих фаз после модифицировании поверхностных слоев электровзрывных покрытий электронно-пучковой обработкой и азотированием;

доказано влияние электронно-ионно-плазменного напыления на формирование структуры и фазового состава покрытий систем Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N и установлены закономерности таких влияний.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений об увеличении электроэрозионной стойкости, износостойкости, твердости и модуля упругости первого рода медных контактов переключателей мощных электрических сетей при электровзрывном напылении, электронно-пучковой обработке и азотировании;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс взаимодополняющих методов современного физического материаловедения (методы световой (микроскоп METAM LB-42), электронной сканирующей микроскопии (микроскоп TESCAN MIRA GMU) и просвечивающей электронной микроскопии (микроскопы ЭМ 125 и JEOL JEM 2100 F));

изложены доказательства физической природы и механизмов повышения электроэрозионной стойкости, износостойкости, твердости и модуля упругости первого рода медных электрических контактов переключателей мощных электрических сетей, подвергнутых формированию покрытий систем Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N методом электронно-ионно-плазменного напыления;

раскрыто влияние электронно-ионно-плазменного напыления на образование различных уровней структуры композиционных покрытий на основе серебра и упрочняющих фаз серебра, никеля, углерода, вольфрама, индия, кислорода, их оксидов, нитридов и карбонитридов;

изучен комплексный характер формирования и изменения структуры, фазового состава, дефектной субструктуры и поверхности контактов переключателей мощных электрических сетей, подвергнутых электровзрывному напылению, электронно-пучковому воздействию и азотированию покрытий систем Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N.

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

разработаны и внедрены с ожидаемым экономическим эффектом 1,2 млн. рублей в год результаты работы, использованные для подбора режимов электронно-ионно-плазменного напыления медных электрических контактов различной номенклатуры на предприятиях Кемеровской области – Кузбасса; научные результаты диссертационной работы использованы в образовательной сфере при подготовке бакалавров и магистрантов, обучающихся по специальности 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов» (профиль «Наноматериалы и нанотехнологии») и аспирантов по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Оценка достоверности результатов исследования позволила заключить:

для экспериментальных работ применяется комплекс стандартных и современных методов исследования, результаты получены на сертифицированном оборудовании и имеют хорошую воспроизводимость;

теория влияния электронно-ионно-плазменного напыления покрытий систем Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N построена на данных о пластических и прочностных свойствах материалов, механизмах их формирования, опирается на достижения физики конденсированного состояния, физического материаловедения, хорошо согласуется с опубликованными экспериментальными данными других исследователей;

идея базируется на сравнительном анализе и обобщении данных о параметрах структуры, фазового состава, дефектной субструктуры и свойств медных электрических контактов мощных электрических сетей, упрочненных с использованием внешних энергетических воздействий;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике диссертации;

установлена согласованность авторских результатов с основными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методики измерений, сбора и обработки информации с обоснованием выбора объектов изучения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в подготовке плана исследований, анализе литературных данных, планировании и проведении экспериментов, обработке и анализе результатов экспериментальных исследований, написании статей и тезисов докладов по теме диссертации, формулировании основных выводов и положений, выносимых на защиту, апробации результатов в промышленных условиях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: о необходимости дополнительного анализа структуры и свойств покрытий в зависимости от изменения процентного состава формирующийся фаз; о необходимости выявления причин изменения нанотвердости покрытий в зависимости от толщины покрытий и широкого диапазона изменения нанотвердости; о механизмах разрушения покрытий при испытаниях на электроэрозионную стойкость.

Соискатель Почетуха В.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с критическими замечаниями, которые будут учтены в дальнейшей работе.

Представленная диссертация соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Она является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для физики конденсированного состояния и заключающейся в выявлении природы упрочнения контактов переключателей мощных электрических сетей путем электронно-ионно-плазменного напыления электроэрозионно-стойких покрытий составов Ni–Ag–N, Ni–C–Ag–N, WC–Ag–N и SnO₂–In₂O₃–Ag–N и ZnO–Ag.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. № 74 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. №475).

На заседании 28 июня 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Почетухе Василию Витальевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.07, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета
д.т.н., профессор



М.В. Темлянецв

Ученый секретарь диссертационного совета
д.х.н., профессор

В.Ф. Горюшкин

29.06.2022 г.