

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.9  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 21.09.2023 № 5

О присуждении Михайлову Андрею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологии поверхностного легирования хромоникелевыми комплексами из среды легкоплавких металлов с использованием печей с защитной атмосферой» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 17.07.2023 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом ГУ.9 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О, дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 10.03.2023 № 312 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм.

Соискатель, **Михайлов Андрей Владимирович**, 09 декабря 1995 года рождения, в 2019 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

С 2019 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры материаловедения и технологии художественных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения и технологии художественных изделий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения и технологии художественных изделий **Пряхин Евгений Иванович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

**Атрошенко Светлана Алексеевна**, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт проблем машиноведения Российской академии наук, лаборатория Физика разрушения, ведущий научный сотрудник;

**Дураков Василий Григорьевич**, кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью «Научно производственная компания Томские электронные технологии», технолог;  
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»**, г. Великий Новгород, в своем положительном отзыве, подписанном **Филипповым Дмитрием Александровичем**, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Промышленных технологий» и **Удальцовой Еленой Владимировной**, ведущим инженером той же кафедры, секретарем заседания и утвержденном **Ефременковым Андреем Борисовичем**, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе указала, что разработаны научные положения, обеспечивающие получение в обычных термических печах бездефектных, сплошных комплекснолегированных диффузионных слоев на поверхности изделий из углеродистых конструкционных сталей при осуществлении технологического процесса направленного массопереноса легирующих элементов из жидкометаллической среды с одновременным использованием для защиты от окисления высокотемпературных флюсов и инертных газов; определено, что совместное применение защитной инертной газовой среды в рабочем пространстве открытой термической печи и высокотемпературных флюсов позволяет исключить окисление обрабатываемых изделий, транспортной среды и технологического оборудования, тем самым обеспечивая получение качественных комплекснолегированных диффузионных слоев на поверхности обрабатываемых изделий

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень

ВАК, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 2 патента.

Общий объем – 3,5 печатных листа, в том числе 1,8 печатных листа - соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Михайлов, А.В. Разработка экспериментальной установки поверхностного легирования из среды легкоплавких металлических расплавов / А.В. Михайлов, А.В. Сивенков, Н.А. Сердюк, Е.И. Пряхин // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2020. – № 5 (107). – С. 9 – 14. (№1452 Перечня ред. 24.03.2020), (ссылки в диссертации на страницах 22, 28, 46, 47, 72).

*Соискателем проведен анализ существующих технологий, способов и устройств, предназначенных для осуществления процесса поверхностного легирования из среды расплавов легкоплавких металлов. Предложена принципиальная схема экспериментального стенда. Проведен комплекс работ по проектированию, изготовлению и апробации устройства.*

2. Михайлов, А.В. Связь физико-механических и технологических свойств двойных сплавов с качественными изменениями интервалов кристаллизации / А. В. Михайлов, К. Ю. Шахназаров // Информационно-технологический вестник. – 2020. – № 4(26). – С. 134-144. (№1127 Перечня ред. 24.03.2020) (ссылка в диссертации на странице 14).

*Соискателем проведен литературный анализ и патентный поиск по теме исследования, выполнен теоретический анализ связи физико-механических и технологических свойств с качественными изменениями интервалов кристаллизации.*

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Mikhailov, A.V. Development of flux for protection of the surface of liquid-metallic low-melting-point fusible melt / A.V. Sivenkov, O.S. Chirkova, D.A. Konchus, A. V. Mikhailov // Key Engineering Materials. – 2020. – Vol. 854 KEM. – P. 126-132. (Михайлов А.В. Разработка флюса для защиты поверхности жидкометаллического легкоплавкого расплава / А.В. Сивенков, О.С. Чиркова, Д.А. Кончус, А.В. Михайлов // Key Engineering Materials. – 2020. – том 854. – С. 126-132.) (ссылки в диссертации на страницах 35, 71, 72, 73, 74, 78).

*Соискателем предложена программа и методология исследований, проведен комплекс экспериментов по формированию поверхностно-легированных слоев на поверхности образцов из конструкционной стали с использованием для защиты от высокотемпературного окисления специальных флюсов.*

4. Mikhailov, A.V. Technological features of surface alloying of metal products with Cr – Ni complexes in the medium of low-melting metal melts / E.I. Pryakhin, A. V. Mikhailov, A.V. Sivenkov // *Chernye metally*. 2023. № 2. P. 58-65. (Михайлов А.В. Технологические особенности поверхностного легирования металлических изделий Cr-Ni комплексами в среде расплавов легкоплавких металлов / Е.И. Пряхин, А.В. Михайлов, А.В. Сивенков // *Черные металлы*. 2023. №2. С. 58-65) (ссылки в диссертации на страницах 29, 49, 52, 53).

*Соискателем проведен анализ эффективности применения Cr-Ni легирующих комплексов при осуществлении технологии поверхностного легирования из среды расплавов легкоплавких металлов с использованием защитных флюсов и инертного газа, предложена и осуществлена программа экспериментальных исследований, выполнен анализ полученных данных с последующими выводами.*

Публикации в прочих изданиях:

5. Михайлов, А.В. Актуальность применения метода поверхностного легирования из легкоплавких расплавов / Н. А. Сердюк, А.В. Михайлов, Г.Р. Шарафутдинова, Е.И. Пряхин, А.В. Сивенков // VII Международная научно – техническая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME 2020». – 2020. – С. 253–255. (ссылка в диссертации на странице 46).

*Соискателем проведен анализ существующих методов химико-термической обработки, выявлены основные преимущества предлагаемого способа упрочнения поверхности металлоизделий путем направленного массопереноса из среды расплавов легкоплавких металлов.*

6. Mikhailov, A.V. Development of the experimental device for surface alloying from the medium of fusible metal melts / A.V. Mikhailov, N.A. Serdiuk, A.V. Sivenkov, E.I. Pryakhin // XVI International forum-contest of students and young scientists «Topical issues of rational use of natural resources» - 2020 – Vol.2. – P. 175-176. (Михайлов А.В. Разработка экспериментальной установки для поверхностного легирования из среды расплавов легкоплавких металлов / А.В. Михайлов, Н.А. Сердюк, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин // XVI Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Главные темы рационального использования природных ресурсов» - 2020 = том 2 – С 175-176) (ссылка в диссертации на странице 46).

*Соискателем проведен анализ существующих технологий, способов и устройств, предназначенных для осуществления процесса диффузионной металлизации из среды расплавов легкоплавких металлов. Предложена*

*принципиальная схема экспериментального стенда. Проведен комплекс работ по проектированию, изготовлению и апробации устройства.*

7. Михайлов, А.В. Использование флюсов в технологии нанесения защитных покрытий из легкоплавких расплавов / Н.А. Сердюк, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин, А.В. Михайлов // II Всероссийская национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований». – 2019. – С. 177–179. (ссылка в диссертации на странице 19).

*Соискателем предложена программа проведения экспериментальных исследований, выполнен подбор составов высокотемпературных флюсов.*

8. Михайлов, А.В. Применение флюсов в химико-термической обработке из легкоплавких расплавов / Н.А. Сердюк, А.В. Михайлов, Д.А. Кончус // III Международный молодежный научно-практический форум «Нефтяная столица». – 2020. – С. 274–278. (ссылка в диссертации на странице 19).

*Соискателем проведены теоретические и экспериментальные исследования по определению влияния состава высокотемпературного флюса на качество поверхности металлоизделий, обработанных по технологии поверхностного легирования из среды расплавов легкоплавких металлов.*

9. Mikhailov, A.V. Surface alloying from the fusible metal melts / A.V. Mikhailov, N.A. Serdiuk, A.V. Sivenkov, E.I. Pryakhin // XII Russian-German Raw Material Forum: Youth Day. – 2019. – P. 101–102. (Михайлов А.В. Поверхностное легирования из среды расплавов легкоплавких металлов / А.В. Михайлов, Н.А. Сердюк, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин // XII Российско-Германский сырьевой форум: день молодых ученых. – 2019. – С 101-102) (ссылка в диссертации на странице 54).

*Соискателем проведен комплекс экспериментов по осуществлению технологии поверхностного легирования из среды расплавов легкоплавких металлов в условиях защиты высокотемпературным флюсом.*

Патенты:

10. Патент РФ № 2711701 Российская Федерация МПК F27B 1/10, C23C 10/18, C23C 2/08. «Установка для нанесения покрытий в среде легкоплавких материалов». Заявка № 2019127996. Дата приоритета: 03.04.2019. Дата регистрации: 21.01.2020. Авторы: Сивенков А.В., Михайлов А.В., Кончус Д.А., Пряхин Е.И. Заявитель: СПГУ. – 8 с. (ссылка в диссертации на странице 46, 47).

*Соискателем проведен патентный поиск, выполнено описание принципа работы устройства и формулы изобретения, а также подготовка графических материалов, схем и фигур.*

11. Патент РФ № 2792992 Российская Федерация МПК F27B 1/10, C23C 10/18, C23C 2/08, C23C 2/10. «Установка для нанесения покрытия на стальное изделие в легкоплавком металлическом растворе». Заявка № 2022119085. Дата приоритета: 13.07.2022. Дата регистрации: 28.03.2023. Авторы: Сивенков А.В., Михайлов А.В., Кончус Д.А., Житин И.В. Заявитель: СПГУ. – 9 с. (ссылка в диссертации на странице 49).

*Соискателем проведен патентный поиск, выявление недостатков аналогов и прототипа, выполнено описание принципа работы устройства и формулы изобретения.*

Апробация работы проведена на всероссийских и международных научно-практических мероприятиях, где обсуждались основные положения и результаты диссертационной работы:

1. XVI International forum-contest of students and young researchers «Topical issues of rational use of natural resources» breakout session «Innovations and Prospects for the developments of mining mechanical engineering» (г. Санкт-Петербург, 2020);

2. XVIII Всероссийской конференции-конкурсе "Актуальные проблемы недропользования" (г. Санкт-Петербург, 2020 г.);

3. Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2020» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.);

4. Международной выставке Hi-Tech в рамках Петербургской технической ярмарки (г. Санкт-Петербург, 2021 г.);

5. Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.);

6. Научной конференции студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и использование» (г. Санкт-Петербург, 2022 г.);

7. XVIII Международном форуме-конкурсе студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2022 г.);

8. XXV Московском салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед 2022» (г. Москва, 2022 г.).

В диссертации **Михайлова Андрея Владимировича** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заведующего лабораторией физики поверхностных явлений ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения» СО РАН, д.ф.-м.н., доцента **А.В. Панина** и старшего научного сотрудника лаборатории физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля, к.т.н. **Н.А. Наркевич**; начальника металлографической лаборатории ЦЗЛ АО «Северо-Западный региональный центра Концерна ВКО «Алмаз-Антей»-Обуховский завод», к.т.н. **С.А. Пескишева**; старшего научного сотрудника лаборатории материаловедения покрытий и нанотехнологий ФГБУН Института физики прочности и материаловедения СО РАН, к.ф.-м.н. **М.В. Федорищевой**; доцента Высшей школы «Механика и процессы управления» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», к.т.н. **С.А. Филиппова**; профессора кафедры «Технологии промышленной и художественной обработки материалов» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», д.т.н., профессора **М.М. Черных**; директора института прикладного искусства, заведующей кафедрой технологии художественной обработки материалов и ювелирных изделий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», д.т.н., профессора **Л.Т. Жуковой**; начальника сектора «Коррозионные испытания конструкционных сталей» ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», д.т.н. **С.Ю. Мушниковой**.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность, степень проработки проблемы, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований по разработанной технологии поверхностного легирования стальных изделий из среды легкоплавких металлов в условиях термических печей с одновременной защитой от высокотемпературного окисления специальным флюсом и продувом нагревательной камеры инертным газом, однако, имеется ряд замечаний и вопросов:

1. Глава 1 стр. 11 автореферата - отсутствует обоснование состава и соотношения компонентов расплава для диффузионной металлизации (к.т.н. **Н.А. Наркевич**, д.т.н. **С.Ю. Мушникова**);

2. В автореферате нет указаний на какую-либо подготовку поверхности сталей перед диффузионной металлизацией. Для «разработки технологии...» эта технологическая операция обязательна (**к.т.н. Н.А. Наркевич**);

3. В постановке задачи, экспериментальных данных и выводах отсутствуют данные, какому виду изнашивания подвергаются стальные изделия, для которых необходима предлагаемая автором диффузионная металлизация. В этой связи не понятно, для каких условий эксплуатации обработка призвана повысить износостойкость? Как эти условия соотносятся с испытаниями склерометрией, экспериментальные данные о которой в автореферате отсутствуют (**к.т.н. Н.А. Наркевич**);

4. Стр. 13 автореферата - оптические изображения структур после ХТО неудовлетворительного качества. По ним невозможно определить толщину покрытия и толщину диффузионного слоя. Полученный в работе результат о том, что «геометрия и габариты образцов (после легирования) остались без изменений» представляется сомнительным (**к.т.н. Н.А. Наркевич**);

5. Стр. 14 в автореферате отсутствуют графики распределения легирующих элементов (**к.т.н. Н.А. Наркевич, д.т.н. М.М. Черных, д.т.н. Л.Т. Жукова**);

6. Стр. 15 в автореферате автор не анализирует характер распределения микротвердости и причину ее повышения на глубине 15 мкм (**к.т.н. Н.А. Наркевич**);

7. Стр. 15 автореферата – автор, указанием на то, что «Истинная толщина поверхностнолегированного слоя, учитывающая видимую и диффузионную зону составила в среднем 25-30 мкм, при глубине диффузионной зоны 15-20 мкм», явно утверждает, что видимая зона не является диффузионной? Тогда что это, если не покрытие? (**к.т.н. Н.А. Наркевич**);

8. На мой взгляд, неудачно выбран метод измерения износостойкости склерометрией (царапанием). Он хорош для определения адгезионной прочности покрытий, склонности к хрупкому разрушению, но не сопротивлению износу (**к.т.н. Н.А. Наркевич**);

9. На рис. 2 автореферата представлен график зависимости распределения микротвердости от поверхности к центру изделия, на котором показано резкое падение значений в области 20 мкм от поверхности, с чем это связано? (**к.т.н. С.А. Пескишев**);

10. В тексте автореферата не оговариваются предельные габаритные размеры обрабатываемых изделий (**к.ф.-м.н. М.В. Федорищева**);



11. В автореферате не уделено внимания экономическому аспекту, а именно не представлена сравнительная оценка предлагаемой технологии поверхностного легирования из среды легкоплавких металлов и существующих методов химико-термической обработки (**к.т.н. С.А. Филиппов**);

12. В автореферате не приведены фотографии примеров изделий, обработанных по разработанной технологии поверхностного легирования (**д.т.н. М.М. Черных**);

13. В описании результатов коррозионных испытаний не указан характер коррозионных повреждений (**д.т.н. Л.Т. Жукова**);

14. В автореферате не указан метод определения распределения концентрации легирующих элементов по толщине диффузионного слоя (**д.т.н. С.Ю. Мушникова**)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационного исследования и их компетенцией в данной области науки.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** новая научная идея, заключающаяся в получении коррозионностойкого и износостойкого хромоникелевого диффузионного слоя на поверхности стальных изделий путем массопереноса из среды легкоплавких металлов в открытых термических печах с использованием для защиты от окисления высокотемпературных флюсов и защитной газовой атмосферы;

**предложены** оригинальные суждения по заявленной тематике, свидетельствующие о том, что для повышения стойкости поверхности обрабатываемых металлоизделий к коррозии и износу в технологическом процессе поверхностного легирования из жидкометаллической среды реализуется переход от вакуумного к открытому термическому оборудованию с одновременной защитой от высокотемпературного окисления флюсом и продувом термической камеры инертным газом, при этом в качестве легирующих элементов используются хромоникелевые комплексы на основе Cr-Ni.

**доказана** перспективность использования новой идеи на практике, заключающейся в получении коррозионностойкого и износостойкого слоя на поверхности стальных изделий посредством легирования хромо-никелевыми комплексами из жидкометаллической среды в открытых термических печах с использованием для защиты от окисления высокотемпературных флюсов и защитной газовой атмосферы.

**введены** изменённые трактовки старых понятий, в частности, о поверхностном легировании из жидкометаллической среды.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, вносящие вклад в расширение границы применимости полученных результатов, в частности, получения в обычных термических печах бездефектных, сплошных комплекснолегированных диффузионных слоев на поверхности стальных изделий при осуществлении технологического процесса направленного массопереноса легирующих элементов из жидкометаллической среды с одновременным использованием для защиты от окисления высокотемпературных флюсов и инертных газов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

**использован** комплекс существующих базовых методов исследований, включающий: теоретические и экспериментальные методы исследования в лабораторных условиях, в том числе исследование свойств полученных поверхностнолегированных слоев методами определения микротвердости, спектрометрии, склерометрии и стандартных испытаний на общую коррозию; анализ отечественных и зарубежных источников в области формирования диффузионных слоев методами, основанными на эффекте направленного массопереноса из среды легкоплавких металлов; патентный поиск;

**изложены** факты основных положений, направленных на получение качественных хромоникелевых диффузионных слоев на поверхности металлоизделий путем направленного массопереноса из среды расплавов легкоплавких металлов в условиях совместного применения высокотемпературного флюса и защитного инертного газа с целью защиты от окислительных процессов;

**раскрыты** существенные проявления теории, связанные с особенностями формирования хромоникелевых диффузионных слоев по технологии поверхностного легирования из среды расплавов легкоплавких металлов в условиях открытых термических печей;

**изучены** факты влияния состава легирующих комплексов на эксплуатационные характеристики поверхностного слоя металлоизделий, полученных по технологии поверхностного легирования из жидкометаллической транспортной среды с защитным инертным газом от высокотемпературного окисления флюсом;

**проведена модернизация** существующего алгоритма процесса формирования диффузионного покрытия из среды расплавов легкоплавких металлов, обеспечивающего получение новых результатов по теме диссертации.

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

**разработана и внедрена** технология поверхностного легирования хромоникелевыми комплексами из среды легкоплавких металлов с использованием печей с защитной атмосферой;

**определены** пределы и перспективы практического использования теории на практике при разработке технологии поверхностного легирования хромоникелевыми комплексами из среды легкоплавких металлов для повышения стойкости поверхности обрабатываемых металлоизделий к коррозии и износу;

**создана** система практических рекомендаций для повышения интенсивности процесса поверхностного легирования из жидкометаллической среды, обеспечивающая повышение скорости протекания процесса и увеличение глубины диффузии при меньших значениях основных параметров;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию процесса формирования диффузионных покрытий из среды расплавов легкоплавких металлов в условиях защиты от высокотемпературного окисления и с одновременным применением специальных флюсов и продува камеры печи инертным газом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

**теория** построена на известных проверяемых данных и фактах, согласующихся с опубликованными данными сторонних исследователей по теме диссертации;

**идея** базируется на анализе практики и обобщении передового опыта ранее полученных результатов сторонних исследователей и собственных экспериментальных работ для аналогичных условий;

**использованы** сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике, в том числе патентов, статей и отчетов лабораторных исследований;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит** в участии на всех этапах подготовки диссертационной работы, непосредственное участие соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах, личное участие в апробации результатов исследования, разработке экспериментальной установки, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания.

Соискатель **Михайлов А.В.** согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 21 сентября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить **Михайлову А.В.** ученую степень кандидата технических наук за новое научно обоснованное техническое и технологическое решение, связанное с повышением стойкости стальных изделий к коррозии и износу путем формирования на поверхности легированного хромоникелевого диффузионного слоя в условиях одновременной защиты от высокотемпературного окисления флюсом и продувом термической камеры инертным газом, имеющее значение для развития машиностроительной отрасли и страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Максаров  
Вячеслав Викторович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Ефимов  
Александр Евгеньевич

21.09.2023 г.