

**СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ
Плесовских Алексея Юрьевича
«Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих
покрытий, полученных газотермическим напылением»
по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов
и сплавов**

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 394
заседания диссертационного совета 24.2.352.01
от 19 марта 2026 г.

Заседание проводил председатель диссертационного совета – доктор технических наук, профессор Фот А.П.

Из 21 члена диссертационного совета присутствовали 17 человек (в том числе 4 члена совета в дистанционном режиме участия), из них 5 докторов наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов:

- 1) Фот Андрей Петрович (председатель) – д-р техн. наук, профессор, 2.6.1.
- 2) Рассоха Владимир Иванович (заместитель председателя) – д-р техн. наук, доцент, 2.9.5.
- 3) Хасанов Ильгиз Халилович (учёный секретарь) – канд. техн. наук, доцент, 2.9.5.
- 4) Грязнов Михаил Владимирович – д-р техн. наук, профессор, 2.9.5. (в удалённом режиме)
- 5) Дрючин Дмитрий Алексеевич – д-р техн. наук, доцент, 2.9.5.
- 6) Захаров Николай Степанович – д-р техн. наук, профессор, 2.9.5. (в удалённом режиме)
- 7) Кондусова Валентина Борисовна – д-р техн. наук, 2.3.3.
- 8) Крылова Светлана Евгеньевна – д-р техн. наук, профессор, 2.6.1.
- 9) Манакон Николай Александрович – д-р физ.-мат. наук, профессор, 2.6.1.
- 10) Пояркова Екатерина Васильевна – д-р техн. наук, доцент, 2.6.1.
- 11) Сергеев Александр Иванович – д-р техн. наук, профессор, 2.3.3.
- 12) Соловьев Николай Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, 2.3.3. (в удалённом режиме)
- 13) Султанов Наиль Закиевич – д-р техн. наук, профессор, 2.3.3. (в удалённом режиме)
- 14) Тугов Виталий Валерьевич – д-р техн. наук, доцент, 2.3.3.
- 15) Чирков Юрий Александрович – д-р техн. наук, доцент, 2.6.1.
- 16) Якунин Николай Николаевич – д-р техн. наук, профессор, 2.9.5.
- 17) Якунина Наталья Владимировна – д-р техн. наук, профессор, 2.9.5.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

публичная защита Плесовских Алексеем Юрьевичем диссертации на тему «Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

РЕШИЛИ:

По результатам публичной защиты присудить Плесовских Алексею Юрьевичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0.

Председатель
диссертационного совета
24.2.352.01
д-р техн. наук, профессор



Фот Андрей Петрович

Учёный секретарь
диссертационного совета
24.2.352.01
канд. техн. наук, доцент

Хасанов Ильгиз Халилович

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.352.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.А. БОНДАРЕНКО» МИНОБРНАУКИ
РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 19.03.2026 г. № 394

**О присуждении Плесовских Алексею Юрьевичу, гражданину
Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук**

Диссертация «Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением» по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов принята к защите 16.01.2026 г., протокол № 387, диссертационным советом 24.2.352.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Оренбургский государственный университет» Минобрнауки России, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, приказы о создании совета № 717/нк от 09.11.2012 г., с изменениями в соответствии с приказами Минобрнауки России от 20 декабря 2018 г. № 377/нк, от 17 апреля 2019 г. № 327/нк, от 11 июля 2019 г. № 667/нк, от 3 июня 2021 г. № 561/нк, от 12 октября 2022 г. № 1215/нк, от 23 мая 2023 г. № 1131/нк, от 12 декабря 2023 г. № 2298/нк, от 25 сентября 2024 г. № 889/нк, от 7 июля 2025 г. № 691/нк, от 21 октября 2025 г. № 1029/нк, от 26 января 2026 г. № 36/нк.

Соискатель Плесовских Алексей Юрьевич, 1996 года рождения. В 2018 г. с отличием окончил ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» по направлению 15.03.01 «Машиностроение» с присвоением квалификации «бакалавр»; в 2020 г. – с отличием обучение в магистратуре по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение»; в 2025 г. – очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов», профиль «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Свою трудовую деятельность Плесовских Алексей Юрьевич начал с 2018 г в должности инженера-технолога ООО «Технология» г. Оренбурга. В период с 2021 по 2023 гг. работал в должности начальника технологического бюро конструкторско-технологического отдела в ООО «Технология» г. Оренбурга. В период с 2024 по 2025 гг. занимал должность главного технолога, а с 2025 по февраль 2026 гг. – должность руководителя департамента подготовки производства и материально-технического снабжения ООО «ИРС Лазер Технолоджи», г. Березовский Свердловской области. По совместительству с основной трудовой деятельностью с 2021 по 2023 гг. работал в Университетском колледже ОГУ в должности преподавателя.

Диссертация выполнена на кафедре производственных технологий обработки материалов ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – Крылова Светлана Евгеньевна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры производственных технологий обработки материалов ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Официальные оппоненты:

1) Задорожный Владислав Юрьевич, доктор технических наук, профессор кафедры физического материаловедения» ГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;

2) Якимов Николай Сергеевич, кандидат технических наук, главный металлург ОАО «ЕПК Самара»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии имени академика Н.А. Ватолина Уральского отделения Российской Академии наук, г. Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном д-ром физ.-мат. наук, заместителем директора по научной работе ИМЕТ УрО РАН Рыльцевым Романом Евгеньевичем, д-ром физ.-мат. наук, руководителем отдела материаловедения ИМЕТ УрО РАН Гельчинским Борисом Рафаиловичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории порошковых и композиционных материалов ИМЕТ УрО РАН Ильиных Сергеем Анатольевичем и утвержденном директором ФГБУН Институт металлургии имени академика Н.А. Ватолина Уральского отделения Российской Академии наук, академиком РАН, профессором Ремпелем Андреем Андреевичем, указала, что «...Диссертационная работа Плесовских Алексея Юрьевича «Управление структурообразованием и свойствами вольфрамсодержащих покрытий, полученных газотермическим напылением», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе теоретических и экспериментальных исследований разработан новый подход к обоснованию составов, параметров нанесения и термической обработки композиционных порошковых покрытий системы Ni-Cr-B-Si-WC, применяемых для упрочнения методом ХГТН (холодного газопламенного напыления) высоконагруженных деталей компрессорного оборудования, работающих в условиях интенсивного изнашивания и контакта с коррозионно-агрессивными эксплуатационными средами. Тем самым сделан весомый вклад в область науки о материалах и методах их термообработки. Практическая значимость результатов исследования определяется успешным внедрением разработанной технологии для упрочнения штоков поршневых компрессоров, что позволило обеспечить импортозамещение и значительно сократить ремонтные простои дожимных компрессорных станций. На основе анализа содержания диссертации, актуальности ее темы, новизны научных положений, теоретической и практической значимости, полноты опубликования основных результатов,

установлено, что диссертация соответствует специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Работа отвечает критериям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Плесовских Алексей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Соискатель имеет по теме диссертации 20 опубликованных работ общим объемом 26,09 печатных листа, в числе которых 2 работы в рецензируемых научных изданиях из «Перечня ...» ВАК, 4 работы в изданиях, индексируемых в международных базах SCOPUS и Web of Science, 1 патент на изобретение. Авторский вклад соискателя составляет от 70 %; в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах; основные научные результаты диссертации и выносимые на защиту положения опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Плесовских А.Ю. Влияние термической обработки на структуру и свойства вольфрамсодержащего покрытия рабочей части нефтегазового оборудования / С. Е. Крылова, А. Ю. Плесовских, И. А. Курноскин, И. Ш. Тавтилов // Черные металлы, 2022. - № 12 (1092). – С. 36-42 (ВАК) (авторский вклад 60 %).

2. Плесовских А.Ю. Исследование структуры и свойств износостойкого газотермического покрытия с содержанием вольфрама / А. Ю. Плесовских, С. Е. Крылова // Frontier Materials & Technologies. – 2023. – № 2. – С. 89-101. (SCOPUS) (авторский вклад 70 %).

3. Plesovskikh, A.Y. Import-substituting technology for manufacturing parts of the oil and gas industry with the application of tungsten based wear-resistant coatings [Импортозамещающая технология изготовления деталей нефтегазовой отрасли с нанесением износостойких покрытий на основе вольфрама] / S.P. Oplesnin, S.E. Krylova, I.A. Kurnoskin // Materials Today: Proceedings, 2021. – Pp. 1595-1598. (SCOPUS) (авторский вклад 50 %).

4. Plesovskikh, A.Y. Technology of Obtaining and Mechanical Processing of Resistant Powder Coatings of Ni-Mo-AL System [Технология получения и механической обработки стойких порошковых покрытий системы Ni-Mo-AL] / A. Y. Plesovskikh, S. E. Krylova, V. I. Yurshev [et al.] // Key Engineering Materials. – 2022. – Vol. 910 KEM. – P. 464-471. (SCOPUS) (авторский вклад 65%);

5. Пат.2784024 РФ. Способ получения вольфрамсодержащего покрытия на металлических деталях нефтегазового машиностроения/ А.Ю. Плесовских, С.Е. Крылова, В.А. Завьялов и др.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Технология». – № 2022113804; заявл.24.05.2022; опубл. 23.11. 2022. (авторский вклад 70%);

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы.

В отзыве ведущей организации отражена значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки, а также содержатся конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов,

приведенных в диссертации.

Замечания в отзыве ведущей организации:

1) Какие именно характеристики покрытий (механические, трибологические, структурные) и параметры технологического процесса являлись целевыми функциями при оптимизации? Опишите, пожалуйста, последовательность итеративных шагов. Например, при снижении пористости с 3% до 1,5% какие управляемые факторы (состав, режимы напыления, подготовка подложки) подвергались целенаправленному варьированию?

2) Представьте, пожалуйста, спецификацию использованного газотермического оборудования и детализацию основных технологических режимов (скорость подачи порошка, параметры плазмообразующего/топливного газа, расстояние напыления и т.д.).

3) При анализе изменения пористости и плотности проводилось ли сравнение полученных значений не только с предыдущими этапами работ, но и с опубликованными литературными данными для аналогичных систем?

4) Каков предлагаемый механизм, объясняющий достигнутое снижение пористости? Связано ли оно, например, с изменением степени плавления частиц, скоростью их осаждения или фазовыми превращениями?

5) Проводился ли сравнительный анализ разработанной Вами технологии газотермического напыления с аналогами, предлагаемыми ведущими зарубежными производителями покрытий или установок? В чем заключаются основные технологические или экономические преимущества предложенного решения?

6) Ставилась ли в рамках исследования задача полного импортозамещения технологической цепочки, включая оборудование, материал подложки и порошковые композиции, российскими аналогами? Если да, то какие результаты были получены? Если нет, то почему?

В отзывах официальных оппонентов оценена актуальность избранной темы, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна, а также дано заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней».

Замечания в отзыве официального оппонента д-ра техн. наук, доцента Задорного Владислава Юрьевича:

1) Из текста диссертации остаётся не ясным, из каких соображений был выбран оптимальный состав покрытия Ni-Cr-B-Si-WC? И будет ли состав 59% Ni; 28,9% W; 5,4% Cr; 1,7% Fe; 1,2% B; 2,4% Si; 1,4% C, определённый спектральным методом, всегда соответствовать такому соотношению компонентов при каждом новом напылении? Есть ли повторяемость получения композиции оптимального состава при каждом новом эксперименте? Почему в заключении (первый вывод) значения по Cr и Si немного отличаются (на десятые доли процента) от тех значений, что получены спектральным анализом? В этой связи, вероятно соотношение компонентов (при обозначении оптимального состава) следует указывать, используя определённый интервал значений их концентраций, в том числе, и с учётом погрешности измерений?

2) Страница 91 диссертации (пункт 3.2.1. Изучение микроструктуры после

оптимизации технологических параметров напыления подслоя), не совсем понятно, почему в качестве подслоя был использован самофлюсующийся никель-алюминиевый порошок марки Castolin Ultra Bond 5100? Какие ещё варианты были исследованы и почему именно этот порошок и режимы его нанесения выбраны, как оптимальные?

3) На страницах 96-100 диссертационной работы отмечается, что при нанесении композиционного покрытия с содержанием 30% в объёме карбида вольфрама, количество усвоенного карбида вольфрама в покрытии в итоге не превышает 5,5% (при использовании частиц 30 мкм) и 1,5%, при использовании частиц 60 мкм. Возникает вопрос, куда исчезает карбид вольфрама в процессе напыления, если учесть, что изначально его содержание было 30%? На странице 100 также отмечено, что оптимальный диапазон карбидных частиц соответствует размерам 15-30 мкм, в этом случае наблюдается кратное увеличение объемной доли упрочняющей фазы WC в сечении покрытия. Но, к сожалению, не указано какая именно доля частиц карбидных частиц остаётся в покрытии в этом случае?

4) Из текста диссертационной работы (страница 140) не совсем понятно почему остаточные механические напряжения покрытого образца меньше, чем у оригинального зарубежного аналога (глава об оценке разности главных механических напряжений)? Каким образом нанесение покрытия и последующая термическая обработка делает напряжение меньше, чем у зарубежного аналога?

5) В автореферате и тексте диссертации встречаются некоторые неточности и опечатки оформительского характера, например:

- на некоторых графиках отсутствует обозначения осей, например, в литературном обзоре нет обозначения оси ординат для рисунков 1.12 и 1.17 (правая часть);

- в автореферате, страница 7, раздел «структура и объём работы» присутствует некоторая несогласованность падежей. например, «содержит 100 рисунка, 26 таблицы»;

- на некоторых микрофотографиях нет линейки масштаба и описания рисунков в подрисуночных подписях. Например, на рисунке 3.2 три картинки без конкретного описания каждой из них и без линейки масштаба. Это же касается рисунков 3.5, 3.6, 5.6, 5.10.

Замечания в отзыве официального оппонента кандидата технических наук Якимова Николая Сергеевича:

1) В первой главе не представлены альтернативные методы нанесения газотермического покрытия для нефтегазовой отрасли.

2) При представлении результатов микротвердости (HV) в первой главе рис. 2.5 и таблица 2.7, в третьей главе п. 3.3 стр.115 и в четвертой главе п. 4.1 стр. 121 не указывается нагрузка. Согласно требованиям нормативных документов и ГОСТ нагрузку принято указывать.

3) Почему в диссертационной работе не рассмотрены отечественные аналоги зарубежной стали AISI 4140? Также не рассмотрена возможность применения отечественных аналогов в нефтегазовой отрасли с применением газотермического напыления вольфрамсодержащего покрытия системы Ni-Cr-W-Si-WC.

4) При представлении графиков микрорентгеноспектрального анализа

покрытия системы Ni-Cr-B-Si-WC на рис. 3.12, 3.14, 3.16, 3.18, 4.5 не указаны по вертикальной шкале единица длины.

5) В диссертационной работе в главе пятой п.5.2 представлены данные экономического эффекта. Почему указаны значения только одного метода нанесения покрытий ХГТН? Не совсем понятно по каким критериям была произведена оценка экономического эффекта?

6) Вторая глава диссертационной работы перегружена. Зачем описывать подробно методику проведения испытаний на стр. 58-61 п.2.4 – 2.5 стр.62-69? Достаточно сослаться на нормативные документы. В главе есть рисунки, данные по оборудованию 2.9, 2.11, 2.15, которые дают формальную информацию, не относящуюся к проведению научных исследований.

7) Не совсем понятно почему во второй главе п.2.3. стр. 56, все составы опытных порошковых композиций содержат до 30% по массе упрочняющей карбидной фазы WC?

В 14-и отзывах из организаций подтверждается актуальность проведенных исследований, их научная новизна и практическая значимость:

1) ФГБУН «Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, подписан доктором технических наук, доцентом, директором Института машиноведения Уральского отделения Российской академии наук Швейкиным Владимиром Павловичем. Замечания: «1) По каким параметрам разработанное импортозамещающее покрытие превосходит зарубежные аналоги; 2) Согласно позиции №6 заключения срок ремонтный простоев за счет применения отечественной технологии нанесения покрытия сокращается с 270 до 45 дней, то есть более чем в 5 раз. С чем это связано?»;

2) ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» г. Екатеринбург, подписан доктором технических наук, профессором, Потехиным Борисом Алексеевичем. Вопросы и замечания по автореферату отсутствуют;

3) ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина» г. Москва, подписан доктором технических наук, профессором, заведующей кафедрой «Трибологии и технологии ремонта нефтегазового оборудования» Елагиной Оксаной Юрьевной. Замечания: «Из автореферата не ясно каким образом термическая обработка повлияла на состав карбидных фаз, которые согласно данным на стр.15 сохранили химический состав, соответствующий стехиометрическому соотношению»;

4) АО «Производственное объединение «Стрела», г. Оренбург, подписан кандидатом технических наук, начальником рентгеновской лаборатории АО «ПО «Стрела» Ромашковым Евгением Владимировичем. Замечания: «1) По результатам реверс-инжиниринга определена необходимость нанесения вольфрамсодержащих покрытий газотермическим методом при ремонтном производстве. Рассматривались ли другие методы упрочнения или восстановления поверхности? Почему выбран именно газотермический метод нанесения вольфрамсодержащего покрытия?; 2) Из автореферата не ясно, для отработки режимов газотермического напыления были использованы новые образцы из стали AISI 4140 (ASTM A331), или взяты с отработанного штока?»;

3) Нет сравнительной таблицы механических и эксплуатационных характеристик, требуемых для эксплуатации изделия, с реально достигнутыми свойствами при реализации разработанной технологии. То же касается сравнения упрочненного поверхностного слоя с исходным»;

5) ФГБУН Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН г. Екатеринбург, подписан кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией аддитивных технологий Ежовым Игорем Вячеславовичем. Замечания: «1) В разделе 2 сказано, что отработку режимов газотермического напыления проводили на термически обработанной стали AISI 4140. Чем обусловлен выбор этой стали и были ли рассмотрены отечественные аналоги?; 2) В чем заключается ключевое технологическое преимущество Вашей двух-стадийной технологии (ХГДН + высокотемпературная обработка) перед альтернативными одностадийными методами (например, HVOF-напылением готовых износостойких покрытий или лазерной наплавкой)?»;

6) ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» г. Тюмень, подписан доктором технических наук, профессором кафедры «Технология машиностроения», доцентом Овсянниковым Виктором Евгеньевичем. Замечания: «1) На рисунках 2 и 3 использована кодировка факторов в виде букв русского алфавита, что затрудняет понимание физического представленных величин; 2) В автореферате нет данных о том, с каким увеличением сделаны микрофотографии структур»;

7) ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Институт машиностроения, химии и энергетики г. Тольятти, подписан доктором технических наук, доцентом Ельцовым Валерием Валентиновичем и кандидатом технических наук, доцентом Гончаровым Виталием Степановичем. Вопросы и замечания по автореферату отсутствуют;

8) ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (Самарский филиал), г. Самара, подписан доктором технических наук, заведующим лабораторией лазерно-индуцированных процессов Ярьско Сергеем Игоревичем. Замечание: «1) При обсуждении многофакторного эксперимента (стр. 6, рис. 2) автор пишет: «В качестве результирующих параметров рассматривались износостойкость (y_1), пористость (y_2) и степень усвоения карбида вольфрама (y_3) покрытия, управляемыми параметрами были приняты размер фракции, морфология и процентное содержание вольфрама в исходной порошковой смеси». Отсюда два вопроса: 1) как морфология вольфрама (качественный параметр) может быть управляемым фактором при построении регрессионной модели? 2) пояснить термин: «степень усвоения карбида вольфрама». Не понятно проводилась ли оценка адекватности полученных моделей по соответствующим статистическим критериям? В приведенных на стр. 8 (рис. 2) и стр. 9 (рис. 3) уравнениях регрессии присутствуют квадратичные члены, означает ли это, что в работе построена квадратичная модель? При этом не обоснована неадекватность линейной модели. Ну и наконец, об оптимальности (по какому критерию? – это тоже вопрос?) позволяют судить специальные экспериментальные методы в выбранной области изменения факторов, например, градиентный метод «крутого восхождения». Поэтому

суждение об оптимальности состава покрытия и процесса напыления, скорее всего, преждевременно. И последнее: как результат убедительнее бы выглядели уравнения регрессии в натуральном выражении; 2) На стр.9 указано, что пористость снижена до 2,45% (по сравнению с чем?), при этом не приводятся данные о ее первоначальном значении; 3) В списке публикаций по теме диссертации под номерами 2 и 4 указана од-на и та же статья; 4) На стр. 10 автор пишет: «Фазовый состав покрытий, включая содержание карбидных фаз, определяли на минидифрактометре МД-10 при напряжении 25 кэВ». Скорее всего, здесь опечатка, следует читать: 25 кВ»;

9) ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» г. Новокузнецк, подписан кандидатом технических наук, доцентом, директором Центра коллективного пользования «Материаловедение» Симачевым Артемом Сергеевичем. Вопросы и замечания по автореферату отсутствуют;

10) ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» г. Белгород, подписан кандидатом технических наук, доцентом, заведующим лабораторией Объемных наноструктурных материалов Пановым Дмитрием Олеговичем и кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории Объемных наноструктурных материалов Наумовым Станиславом Валентиновичем. Замечания: «1) На рисунке 5 указан участок с размерной шкалой 0,5 мм, с которого снимается химический анализ, и этот участок представлен как часть снимка с размерной шкалой 200 мкм, масштабирование снимков требует корректировки; 2) На стр. 18 автореферата говорится о применении импортозамещающей технологии на предприятиях нефтегазового сектора. Под технологией подразумевается не только использование новых разработанных порошковых композиций, но и оборудования и автор в своих исследованиях использует зарубежные горелки. Если использовать другие конструкции горелок, изменится ли расстояние от сопла горелки до детали, скорость линейного перемещения, скорость вращения заготовок, угол установки сопла к напыляемой поверхности? 3) Чем обусловлено неравномерное распределение остаточных напряжений в оригинальном штоке от зарубежного производителя относительно штока с покрытием, полученным по оптимизированному режиму? 4) В заключении автореферата говорится о разработанном вольфрамсодержащем покрытии композиции Ni-Cr-B-Si-WC дисперсностью 15-30 мкм, что требует уточнения формулировки, поскольку фракционный состав порошковой композиции был 80-120 мкм, а WC в пределах 15-120 мкм.

11) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной микрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук (ИСМАН), г. Черноголовка, подписан кандидатом технических наук, ученым секретарем Института Петровым Евгением Владимировичем. Замечания: «1) В личном вкладе автора хотелось бы увидеть более конкретные результаты исследований, которые провел самостоятельно соискатель, а не использование общих формулировок. 2. В выводе 4 указано «Разработан оптимальный режим термической обработки ...», но, что подразумевается под оптимальным режимом из вывода не понятно, надо искать

в главе 4. Хотелось бы сразу понимать скорость нагрева, время выдержки и охлаждения в закалочных средах. 3. По автореферату встречаются рисунки с плохо читаемым масштабом, например: рисунок 1 - изображения 1 и 3; рисунок 4 изображения 6 и 8».

12) ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина", г. Екатеринбург, подписан доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры термообработки и физики металлов Окишевым Константином Юрьевичем. Замечания: «Основной вопрос, по которому хотелось бы получить от автора пояснения, заключается в том, как влияет термический цикл и при нанесении покрытия, и в особенности при его термообработке, на структуру и свойства сердцевины изделий? В автореферате этот вопрос не обсуждается».

13) ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» г. Магнитогорск, подписан доктором технических наук, профессором кафедры литейных процессов и материаловедения Копцевой Натальей Васильевной. Замечания: «1) В автореферате в некоторых случаях некорректно описаны результаты фазового анализа. Например, отмечается присутствие фазы Cr_7C_3 , но соответствующие рентгеновские пики на рентгенограмме, приведенной на рис. 7, на который ссылается автор, отсутствуют. В тексте на стр. 11 говорится о частицах вольфрама, в то время как, судя по приведенным рентгеновским спектрам, речь идет о частицах вольфрам-содержащих карбидов. Не приводятся вид микроструктуры с карбидами Cr_{23}C_6 , Cr_7C_3 , V_4C , присутствие которых показал рентгенофазовый анализ (стр. 12). В тексте «...соответствует сложным карбидам типа Cr_{23}C_6 ; Cr_7C_3 ; $\text{Cr}_3\text{W}_3\text{C}$; $\gamma\text{-Ni}$; Cr_5V_3 ; V_4C ...» (стр. 15) указаны фазы $\gamma\text{-Ni}$ и Cr_5V_3 , не являющиеся карбидами; 2) В автореферате не приведены данные о количественном содержании в напыленном покрытии упрочняющих карбидных и боридных частиц, в том числе – и после термического воздействия».

14) ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» г. Уфа, подписан доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки Российской Федерации, профессором кафедры «Технологические машины и оборудование» Кузеевым Искандером Рустемовичем. Замечания: «1) Сравнение опытного и оригинального изделия, проведенное в условных единицах на рисунке 13 (на который отсутствует ссылка в тексте) не является убедительным и требует объяснений; 2) Из текста автореферата не понятно как в программном комплексе ANSYS автор учитывал состав покрытия».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными учёными в области материаловедения, поверхностного упрочнения и термической обработки металлов и сплавов, имеющими публикации, близкие к сфере исследования А.Ю. Плесовских; ведущая организация широко известна своими достижениями в научной специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и способна определить научную и практическую ценность диссертации А.Ю. Плесовских.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных

соискателем исследований:

разработана научно обоснованная технология упрочнения поверхности деталей и изделий машиностроения, основанная на применении принципов микролегирования вольфрамсодержащих порошковых композиций карбидо- и боридообразующими элементами, обогащающая концепцию формирования структурно-устойчивого состояния рабочей поверхности методом газопламенного напыления;

предложены:

– вольфрамсодержащее покрытие системы Ni-Cr-B-Si-WC дисперсностью сферического карбида вольфрама 15-30 мкм, формирующее при нанесении армированную никелевую металлическую основу с равномерным распределением дисперсных карбидных включений WC и устойчивых карбидных и интерметаллидных фаз;

– оптимальные параметры газопламенного напыления, обеспечивающие содержание карбидной фазы WC в покрытии в пределах до 30 % и позволяющие достигнуть значений адгезионной прочности в пределах от 36 до 40 МПа;

– оригинальная методика термической обработки опытной порошковой композиции Ni-Cr-B-Si-WC, позволяющая обеспечить формирование уплотнённой lamellarной структуры металлической матрицы с равномерным карбидным упрочнением;

доказана перспективность использования разработанного технологического процесса нанесения вольфрамсодержащих порошковых покрытий на никелевой основе методом газотермического напыления в практику ремонтного производства насосно-компрессорного оборудования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказаны:

– зависимости структурных изменений в поверхностном слое деталей нефтегазового оборудования, расширяющие границы применимости рациональных вольфрамсодержащих покрытий для обеспечения стабильного фазового состава и эксплуатационных свойств;

– положения, расширяющие возможности обеспечения монолитной структуры и свойств поверхности деталей за счет применения последующей высокотемпературной термической обработки и реализации механизмов дисперсионного твердения;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы: современное исследовательское оборудование в сочетании с комплексом существующих базовых методов, в том числе, локальный элементный микрорентгеноспектральный анализ, электронная микроскопия, магнитоанизотропный анализ остаточных механических напряжений, трибологические и адгезионные испытания покрытий, обеспечившие достоверное установление структурно-фазовых характеристик, уровня остаточных напряжений и их влияния на эксплуатационные свойства;

изложен механизм структурообразования и формирования функциональных свойств износостойких вольфрамсодержащих покрытий на этапе напыления и последующего термического упрочнения рабочей поверхности;

раскрыто содержание технологии упрочнения штоков насосно-компрессорного оборудования газотермическим напылением вольфрамсодержащих порошковых материалов, базирующейся на научно обоснованном выборе составов порошковых легированных композиций на никелевой матрице и оптимальных параметров их нанесения;

изучены:

- влияние параметров газопламенного напыления на свойства поверхностного слоя и усваиваемость карбидных фаз;
- влияние легирующих элементов (хрома, бора и кремния) на структурное поведение многокомпонентных порошковых составов системы Ni-Cr-B-Si-WC на макро-, микро- и субкристаллическом уровнях;
- структурообразование и механизмы карбидного упрочнения в формируемом поверхностном слое, обусловленные использованием многокомпонентных порошковых композиций и применением режимов их последующей высокотемпературной обработки;
- распределение остаточных напряжений, формирующихся в поверхностном слое на этапе напыления и последующей термообработки.

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

достигнуто сокращение сроков ремонтных простоев с 270 до 45 рабочих дней для каждого элемента установки;

рекомендованы к использованию в качестве рациональных технологических приёмов упрочнения деталей нефтегазовой отрасли, выполненных из конструкционных сталей и сплавов: новый состав и способ нанесения покрытия Ni-Cr-B-Si-WC; оптимальные технологические параметры газотермического напыления; режимы финишной термической обработки рабочей поверхности с покрытием (**приняты к внедрению** в практику ремонтного производства и сервисного обслуживания объектов нефтегазовой отрасли на предприятиях ООО «Технология», «Оренбургский газоперерабатывающий завод», г. Оренбург);

представлены рекомендации:

- по повышению износостойкости вольфрамсодержащих покрытий, сформированных методом газопламенного напыления;
- по применению магнитоанизотропного метода для контроля остаточных напряжений изделия типа «шток компрессора» на стадиях изготовления, упрочнения и эксплуатации, обеспечивающего возможность непрерывного мониторинга напряжённого состояния при диагностике длинномерных деталей;
- по внедрению разработанного технологического процесса нанесения покрытий на основе вольфрамсодержащих порошковых композиций методом газопламенного напыления в практику ремонтного производства насосно-компрессорного оборудования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на современном оборудовании с использованием апробированных методов исследования и испытаний материалов, обеспечивших воспроизводимость и согласованность результатов с данными других авторов по рассматриваемой тематике;

теория построена на основополагающих закономерностях фазовых и структурных превращений, происходящих в процессе напыления и последующей высокотемпературной обработки порошковых композиций;

идея базируется на сравнительном анализе традиционных составов и способов нанесения покрытий и разработанных композиций системы Ni-Cr-B-Si-WC, применяемых для упрочнения деталей насосно-компрессорного оборудования, позволившем выявить их технологические и эксплуатационные преимущества;

установлена сходимость результатов экспериментальных и теоретических исследований, а также сопоставимость авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках в областях исследований, близких к теме диссертации;

использованы современные методы обработки и интерпретации исходной информации и результатов экспериментальных исследований.

Личный вклад соискателя состоит: в обосновании выбора направлений исследований, формулировании цели, постановке задач работы и выборе методов их решения, проведении теоретических и экспериментальных исследований, в анализе и научном обобщении результатов, формулировке выводов и защищаемых положений, а также в написании научных работ с изложением основных результатов исследования и их апробации.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание, заключающееся в том, что при статистической обработке данных не применялись методы, сокращающие объёмы экспериментальных исследований.

Соискатель Плесовских А.Ю. частично согласился с замечанием и привел собственную аргументацию.

На заседании 19.03.2026 г. диссертационный совет принял решение за научно обоснованные технические и технологические разработки в области поверхностного упрочнения конструкционных сплавов, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Плесовских А.Ю. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 17 человек (в том числе 4 человека участвовали дистанционно), из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0.

Председатель
диссертационного совета
24.2.352.01

д-р техн. наук, профессор

Учёный секретарь
диссертационного совета
24.2.352.01

канд. техн. наук, доцент



Фот Андрей Петрович

Хасанов Ильгиз Халилович

19.03.2026 г.