

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 26/22
решение диссертационного совета
от 22 декабря 2022 г. № 2

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Жирухину Денису Александровичу, представившего диссертационную работу на тему «Разработка процессов активации поверхности титана и химического нанесения никеля» по научным специальностям 2.6.17. Материаловедение и 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Принята к защите 11 ноября 2022 г., протокол № 1 диссертационным советом РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 14 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 267А от «08» июля 2022 г.

Соискатель Жирухин Денис Александрович 1992 года рождения,
В 2015 году окончил ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» диплом серия 107718 0608137номер 1097 от 1 июля 2015 года.

В 2019 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева»
диплом серия 107731 0177749 номер 563 от 2 июля 2019 года.

Соискатель работает специалистом по учебно-методической работе I категории на кафедре инновационных материалов и защиты от коррозии в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева».

Диссертация выполнена на кафедре инновационных материалов и защиты от коррозии в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева».

Научный руководитель доктор технических наук, профессор Ваграмян Тигран Ашотович.

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, профессор Гамбург Юлий Давидович, ФГБУН «ИФХЭ им А.Н. Фрумкина» РАН, ведущий научный сотрудник;

доктор технических наук, профессор Киреев Сергей Юрьевич, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», декан факультета промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта.

Ведущая организация - ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет".

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 10 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 1 публикации в издании, индексируемом в международных базах данных, и в 2 публикациях в рецензируемых изданиях. 7 тезисных докладах на международных конференциях. Получен 1 патент.

Опубликованные работы посвящены исследованию и разработке процессов активации поверхности титана и химического осаждения никелевых покрытий. Улучшению параметра величины адгезии осаждённого никелевого покрытия на активированной титановой подложке, исследованию процесса низкотемпературного осаждения никель-фосфорных покрытий. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют

Наиболее значительные работы:

1. **Zhiruhin D.** Method of treating OT4-1 titanium alloy used in severe climate conditions before applying chemical coatings / **Zhiruhin D.**, Kapustin Yu, Vagramyan T., Smirnov K., Odinkova I. // *Transportation Research Procedia*. 2021. Vol. 57, P.777-786. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.113. Вклад соискателя 50 %.

В периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Жирухин Д.А.** Применение композиции ЦКН-60Ti для никелирования титановых сплавов / **Жирухин Д.А.**, Смирнов К.Н., Одиноква И.В. и др. // *Гальванотехника и обработка поверхности*. – 2017. – Т. 25. – № 3. – С. 22-26. – DOI 10.47188/0869-5326_2017_25_3_22. – EDN ZGUJLN. Вклад соискателя 50 %.

2. **Жирухин Д.А.** Эксплуатация раствора химического никелирования ЦКН-111 при высоких плотностях загрузки / Смирнов К.Н., Архипов Е.А., **Жирухин Д.А.** и др. // *Гальванотехника и обработка поверхности*. – 2018. – Т. 26. – № 3. – С. 18-22. – DOI 10.47188/0869-5326_2018_26_3_18. – EDN UZKIQZ. Вклад соискателя 50 %.

В материалах тезисов докладов:

1. **Жирухин Д.А.** Раствор для автокаталитического осаждения композиционных покрытий Ni-P-C / **Жирухин Д.А.**, Абрашов А.А., Архипов Е.А., Ваграмян Т.А. и др. // *Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталитического осаждения металлов и сплавов : Тезисов докладов конференции, Москва, 28–29 ноября 2017 года / ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 2017. – С. 50. – EDN XZYSFF. Вклад соискателя 50 %.*

2. **Жирухин Д.А.** Низкотемпературный раствор химического никелирования / **Жирухин Д.А.**, Абрашов А.А., Архипов Е.А., Ваграмян Т.А. и др. // *Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталитического осаждения металлов и сплавов : Тезисов докладов конференции, Москва, 28–29 ноября 2017 года / ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 2017. – С. 49. – EDN UZYWKG. Вклад соискателя 50 %.*

3. **Жирухин Д.А.** Подготовка поверхности алюминиевых сплавов перед химическим никелированием / **Жирухин Д.А.**, Архипов Е.А., Ваграмян Т.А. и др. // *Современные достижения в области металловедения, технологии литья, деформации, термической обработки и антикоррозионной защиты легких металлов : Программа всероссийской научно-технической конференции ФГУП ГНЦ РФ ВИАМ, Москва, – 2017, С. 15 Вклад соискателя 50 %.*

4. **Жирухин Д.А.** Низкотемпературный электролит для нанесения покрытий сплавом никель-фосфор / **Жирухин Д.А.**, Архипов Е.А., Москвин В.И., Смирнов К.Н., Ваграмян Т.А. // *Успехи в химии и химической технологии : сб. науч. тр. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева – 2018. – Т. XXXII. – №13(209). – 143 С. Вклад соискателя 50 %.*

5. **Zhiruhin Denis** Influence of the Nature of Organic Additives on the Rate of Chemical Deposition of Nickel / Averina Julia, Kapustin Yuri, **Zhiruhin Denis**, Zhukov Dmitriy, Vagramyan Tigran // 28th International Conference on Metallurgy and Materials, May 22nd - 24th, proceedings. Ostrava TANGER Ltd., Ostrava, 2019, P. 979 – 984. Вклад соискателя 50 %.

6. **Жирухин Д.А.** Влияние состава активирующего раствора на структуру титанового электрода / **Жирухин Д.А.**, Капустин Ю.И., Ваграмян Т.А. // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35. – № 8(243). – С. 108-110. – EDN PMGJAQ. Вклад соискателя 50 %.

7. **Жирухин Д.А.** Подготовка поверхности титана перед нанесением покрытия сплавом никель-фосфор / **Жирухин Д.А.**, Капустин Ю.И., Графушин Р.В., Ваграмян Т.А. // Успехи в химии и химической технологии. – 2021. – Т. 35. – № 5(240). – С. 29-30. – EDN WYUSLN. Вклад соискателя 50 %.

Патент:

1. Пат. RU 2762733 С1 Российская Федерация, МПК С23С18/34 С23С18/36. Раствор для химического никелирования металлических изделий / **Жирухин Д.А.**, Ваграмян Т.А., Капустин Ю.И., Архипов Е. А., Арзамасов А. В., Алешина В.Х., Графушин Р.В., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО “РХТУ им Д.И. Менделеева” - №2021104077; заявл. 2021-02-18, опубл. 22.12.2021. Бюл. № 36 – 8 С.

В данных работах изложены основные результаты выполненных работ, рассмотрены зависимости параметров удельных скоростей растворения титана, влияния составов активирующих растворов на электродные потенциалы, величины адгезии никель-фосфорного покрытия на титане, на основании которых получен патент на низкотемпературный раствор химического осаждения никель-фосфорного покрытия.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

От официальных оппонентов:

Доктор технических наук, профессор **Киреев Сергей Юрьевич**, декан факультета промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта, ФГБОУ ВО “Пензенский государственный университет”

Замечания по диссертации: Квалификационная работа, выполненная Д.А. Жирухиным, производит благоприятное впечатление, однако следует обратить внимание автора на ряд представленных ниже моментов и вопросов:

1. Названия органических кислот необходимо приводить по международной номенклатуре ИЮПАК.
2. Не на всех экспериментальных графиках имеются доверительные интервалы (рис. 8, 10 диссертации и др.). Таким образом, не ясна точность приводимых данных и их воспроизводимость.
3. Снижение скорости растворения титана (стр. 56 диссертации) при увеличении концентрации молочной (2-гидроксипропановой) кислоты автор объясняет полимеризацией кислоты. Считаю, на основании результатов собственных исследований, что основной причиной этого является уменьшение степени диссоциации кислоты как слабого электролита при повышении концентрации.
4. В работе не приведен конкретный метод определения паяемости. В ГОСТ 28211-89 предлагается несколько методик. Нет количественных значений паяемости, что было бы особенно интересно при сравнении образцов после определенного срока хранения.
5. На стр. 47 диссертации (п 2.6.1) указано, что в качестве вспомогательного электрода применяли хлоридсеребряный электрод, который является электродом сравнения. В методике не указана какая ячейка применялась, каково было расположение электродов, с какой точностью задавалась и поддерживалась температура эксперимента?

6. На рис. 8 диссертации K_m – удельное количество растворенного титана ($г/м^2$), а далее в таблице 9 и на рисунках 9 и 10 K_m – это скорость растворения ($г/(м^2*ч)$). Общепринято, что K_m – это массовый показатель коррозии металла, определенный по убыли или увеличению массы образцов во время проведения эксперимента. Думаю, что следовало бы использовать иные обозначения для рассматриваемых величин.
7. Некорректно название раздела 3.2. («Сканирующая электронная микроскопия»). Наиболее правильно «Результаты исследований методом сканирующей электронной микроскопии».

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы. По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости работа **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Жирухин Денис Александрович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук, по специальностям 2.6.17 Материаловедение, 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор химических наук, профессор **Гамбург Юлий Давидович**, Ведущий научный сотрудник ФГБУН «ИФХЭ им А.Н. Фрумкина» РАН

Не имея существенных замечаний по основному тексту диссертации, которая вообще отличается исключительно деловым стилем изложения и практически не содержит сколько-нибудь сомнительных моментов, необходимо отметить **недостатки**, которые являются другой стороной достоинств.

1. Прежде всего, это излишняя лаконичность изложения. Например, довольно важные результаты исследований паяемости покрытий изложены всего в нескольких строчках.
2. Более подробно даны результаты измерений адгезии, в этой части не вполне ясно, почему увеличение адгезии может быть связано с формированием эластичной пленки (с. 86).
3. Наводороживание исследовано только косвенным методом (по испытанию на разрыв).
4. В тексте имеются неточные термины и выражения; так, оксиды названы окислами (с. 9), не отмечено, что реакция (9) выделения элементарного фосфора, взятая из литературы, может иметь место только в щелочных растворах, а в кислых скорее идет (13). Метанол назван метиловым спиртом (с. 21), сказано, что потенциал со временем увеличивается (с. 13), вместо того, чтобы указать, что он смещается в положительном направлении (увеличение может быть и по абсолютной величине).

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы. По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости работа **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Жирухин Денис Александрович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук, по специальностям 2.6.17 Материаловедение, 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Отзыв ведущей организации:

ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет", кафедра технологии керамики и электрохимических производств.

В качестве **замечаний и вопросов** по диссертационной работе и автореферату Жирухина Д.А. можно выделить следующее:

1. Количественную оценку прочности сцепления никелевого покрытия с титановой основой автор проводил «грибковым методом» (С. 46) по методике ГОСТ 32299-2013. Следует отметить, что данный стандарт разработан для оценки адгезии лакокрасочных покрытий. Неясно, насколько применима данная методика для металлических покрытий. Кроме того, непонятно, как на образцах размером 25x90 мм (С. 42) находили «три участка, отстоящих друг от друга на расстоянии не менее 100 мм и не менее 20 мм от края образца; на образцах – свидетелях – на расстоянии не менее 20 мм от краев образца и 40 мм от центров других участков» (С. 46).
2. Непонятно, почему в качестве базового раствора химического никелирования, с которым проводили сравнение, был выбран глицинатный раствор. В ГОСТ 9.305-84, на который ссылается автор, приведено пять составов растворов для химического осаждения покрытий никель-фосфор на титан, в том числе более близкий по составу раствор, содержащий молочную кислоту, который широко применяется на ряде предприятий приборостроения и обеспечивает содержание фосфора в покрытии в пределах 8-12 %.
3. Автор сравнивает адгезию покрытия Ni-P с титаном после обработки в растворе серной кислоты (540 г/л) и в разработанном лактатно-фторидном растворе. Это не вполне корректно, т.к. в том же ГОСТ 9.305-84 рекомендовано после травления титана в растворах сильных минеральных кислот проводить его активацию в растворе, содержащем хлорид никеля, хлороводородную кислоту и фторид аммония.
4. Из текста диссертации осталось неясным, проводилась ли термообработка осажденных покрытий. При этом известно, что термообработка покрытий никель-фосфор обеспечивает увеличение не только их адгезии, но и микротвердости.
5. На С. 49 приведена формула для расчета емкости двойного электрического слоя из данных, полученных при измерении электродного импеданса. Однако результаты расчета в тексте диссертации отсутствуют.
6. Для большинства экспериментальных методик не указана точность измерений. При этом содержание фосфора в покрытии, определенное методом рентгенофазового анализа, приведено с точностью 0,001 %.
7. На основании чего делается предположение о составе оксидов на поверхности титана?
8. На что влияет различие в морфологии при разной подготовке поверхности титана?
9. К сожалению, автор не приводит химических реакций, протекающих процессов.

Отмеченные недостатки не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация Жирухина Дениса Александровича «Разработка процессов активации поверхности титана и химического нанесения никеля» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены новые технологические решения по химической обработке поверхности титана, имеющие существенное значение для развития технологии химического осаждения металлических покрытий. По актуальности, объему материала, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Жирухина Д.А. **соответствует** требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции постановления Правительства РФ № 1168 от 01.10.2018 г.), а ее автор **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17. Материаловедение и 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Отзывы на автореферат:

Доктор химических наук **Александра Григорьевна Бережная**, ФГАОУ ВО "ЮФУ", заведующая кафедрой электрохимии химического факультета

Замечаний нет.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы. В целом работа

является завершённой, она оставляет хорошее впечатление, **удовлетворяет** всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Считаю, что ее автор Жирухин Денис Александрович **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17. Материаловедение и 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат технических наук, доцент **Тарасова Наталья Владимировна**, ФГБОУ ВО "Липецкий Государственный Технический Университет", доцент кафедры нанотехнологии.

Вопросы и замечания по работе:

1. Представлено сжатое объяснение выбора промышленного сплава ОТ4-1 в качестве объекта исследования и не приводится описания его исходного структурно-фазового состояния до активирования поверхности.
2. При рассмотрении влияния времени выдержки в растворах активации автором используется только параметр Rz, хотя целесообразно было бы использовать дополнительно параметр Ra с указанием доверительного интервала, позволяющего оценить значимость отличия полученных результатов в растворах серной и молочной кислот на начальных этапах процесса активации.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы. На основании изложенного считаю, что работа Жирухина Д. А., по содержанию и структуре **соответствует** требованиям, предъявляемым ВАК к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук и ее автор Жирухин Денис Александрович **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, профессор **Петрова Лариса Георгиевна**, ФГБОУ ВО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический институт", заведующий кафедрой технологии конструкционных материалов и кандидат технических наук **Демин Петр Евгеньевич**, ФГБОУ ВО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический институт", доцент кафедры технологии конструкционных материалов.

Вопросы и замечания по работе:

1. На странице 5 автореферата указана размерность удельного количества растворенного титана в $[г/м^2 \cdot ч]$, а на рисунке 1 $[г/м^2]$.
2. Названия органических кислот необходимо приводить по международной номенклатуре ЮИПАК.
3. Начальная шероховатость Rz при $\tau = 0$ мин должна быть одинаковой, в таблице 1 – опечатка.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы. По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости работа **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", утвержденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Жирухин Денис Александрович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук, по специальностям 2.6.17 Материаловедение, 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор технических наук, профессор **Белашова Ирина Станиславовна**, ФГБОУ ВО "Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)", профессор кафедры "Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения".

Вопросы и замечания по работе::

1. Названия органических кислот необходимо приводить по международной номенклатуре ЮИПАК.

2. Наводороживание титана ВТ1-0 и его сплава ОТ4-1 не совсем полно описано зависимостью на экспериментальных графиках 6,7, в работе было бы интересно сравнить данную методику с другими существующими методиками определения наводороживания титана и его сплавов.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы. По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости работа **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования “Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева”, утвержденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Жирухин Денис Александрович **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук, по специальностям 2.6.17 Материаловедение, 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат технических наук Кисиленко Павел Николаевич, директор НПП “Экологические технологии”.

Вопросы и замечания по работе:

1. В диссертации не приведены данные о стабильности во времени разработанного электролита активации поверхности титана.
2. Отсутствуют рекомендации по обезвреживанию отработанных электролитов, в которых может накапливаться большое количество фоновых примесей.

В целом, работа оставляет очень хорошее впечатление и по своей актуальности, научной и практической значимости, достоверности результатов и **соответствует** требованиям Положения ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических по специальности 2.6.17 – Материаловедение, 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат химических наук, доцент Новиков Василий Тимофеевич, ФГБОУ ВО “РХТУ им. Менделеева”, кафедра ТНВиЭП.

Вопросы и замечания по работе:

1. Следовало бы ввести некоторое обозначение раствора для активации при многократном его повторении
2. В автореферате недостаточно информации по результатам обработки сплава ОТ4-1.

Судя по изложенным в автореферате научным положениям и практической реализации результатов, диссертационная работа Жирухина Д.А. выполнена на высоком научном уровне и **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Жирухин Денис Александрович, заслуживает** присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17. Материаловедение и 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью, достижениями в научных исследованиях с близкой тематикой, наличием у оппонентов и ведущей организации публикаций в рецензируемых журналах и их высоким профессиональным уровнем: Гамбург Ю.Д., д.х.н. (02.00.05), профессор - активно работающий специалист в области электрохимии и защиты металлов; Киреев С.Ю., д.т.н. (02.00.05), профессор – активно работающий специалист в области электрохимии и защиты металлов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны технологии подготовки поверхности титана BT1-0 и его сплава OT4-1 к гальванохимической обработке, а также технология низкотемпературного химического никелирования указанных поверхностей, отличающиеся улучшенными технологическими характеристиками процесса и осаждающихся покрытий,

предложены раствор для активации поверхности титана, содержащий в своем составе 2-гидроксипропионовую кислоту и гидрофторид калия; раствор для низкотемпературного осаждения никель-фосфорных покрытий на основе органических солей никеля.

доказана перспективность использования разработанных растворов как на титане BT1-0, так и на сплаве титана OT4-1;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что образование на поверхности нестехиометрических оксидов титана (TiO_x , $x < 2$) и включение фторид-ионов в поверхностные слои способствует наибольшему сцеплению никель-фосфорного покрытия с титановой основой. Показано, что предложенный способ модификации поверхностной пленки на титане способствует химическому осаждению никеля при более низких температурах. Величина адгезии полученного никелевого покрытия к титановой основе после активации поверхности титана в разработанном растворе значительно выше, чем после активации в сернокислотном растворе, и составляет 9,2 МПа (1,2 МПа для раствора H_2SO_4).

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

использован комплекс электрохимических, гравиметрических и физико-механических методов, в том числе с использованием следующего оборудования: потенциостат IPC-Pro с электронным блоком IPC-FRA, разрывная машина Shimadzu AGS-X, конфокальный лазерный микроскоп Olympus LEXT 4100, эллипсомер SER-800, сканирующий электронный микроскоп LEO SUPRA 50VPM, прибор для рентгено-фотоэмиссионной спектроскопии OMICRON ESCA+ и др.;

изложены результаты исследования: строения и состава оксидных пленок на титане в зависимости от способа их активации, физико-механических и эксплуатационных свойств обработанного титана BT1-0 и сплава OT4-1; состава никель-фосфорных покрытий, осажденных на титан;

раскрыта взаимосвязь строения оксидной пленки на поверхности титана BT1-0 и его сплава OT4-1 на величину адгезии и качества получаемых никель-фосфорных покрытий;

изучены процессы происходящие при активации поверхности титана и химическом осаждении никель-фосфорного покрытия

проведена модернизация процесса исследования влияния различных факторов на величины адгезии осаждаемых никель-фосфорных покрытий на титановую подложку.

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

разработаны и внедрены процессы на ООО ПК "НПП СЭМ.М", г. Москва; ООО "Специальные покрытия", г. Королев.

определены дальнейшие перспективы к повышению производительности гальванических производств и дальнейшему исследованию широкого круга сплавов титана, применяемых в различных отраслях промышленности.

создана система практических рекомендаций по подготовке поверхности титана и осаждению никель-фосфорных покрытий с улучшенными свойствами;

представлен патент на раствор для химического никелирования титана, обеспечивающий высокую адгезию (патент № RU 2762733 C1).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ полученные данные хорошо и многократно воспроизводятся

на сертифицированном оборудовании;

идея и теории, выдвинутые автором, базируются на современных представлениях о коррозионных процессах на поверхности титана и химических процессах, происходящих при протекании автокаталитической реакции осаждения никель-фосфорного покрытия;

в работе использованы экспериментальные данные и теоретические воззрения, опубликованные в работах отечественных и зарубежных авторов;

использованы общепринятые методики статистической обработки экспериментальных данных;

установлено отсутствие противоречий результатов с литературными данными

Личный вклад соискателя: автором лично проведены эксперименты по разработке процесса активации титана перед нанесением химических покрытий, самостоятельно подготовлены образцы для коррозионных испытаний, физических и физико-химических исследований, осуществлена интерпретация полученных результатов. Принимал непосредственное участие в подготовке публикаций.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.07 РХТУ 22 декабря 2022 принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Жирухину Денису Александровичу.

Присутствовало на заседании _____ 12 _____,
в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации _____ 11 _____
в том числе в режиме видеоконференции _____ нет _____.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

«за» _____ 12 _____,
«против» _____ нет _____,
«воздержались» _____ нет _____.

Заместитель председателя диссертационного совета _____

д.х.н., профессор Кузнецов В.В.

Ученый секретарь диссертационного совета _____

к.т.н. Мазурова Д.В.

Дата «22» декабря 2022г.

