

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

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

аттестационное дело № 13/23
решение диссертационного совета
от 5 октября 2023г. № 4

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Махиной Вере Сергеевне, представившей диссертационную работу на тему « Разработка технологического процесса электролитического бронзирования» по научной специальности 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Принята к защите 29 июня 2023 г., протокол № 2 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 №67А от «08» июля 2022 г.
Соискатель Махина Вера Сергеевна 1995 года рождения,

В 2016 году окончила бакалавриат ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» диплом серия 107718 номер 0607415 от 22 июня 2016.

В 2018 году окончила магистратуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» диплом серия 107731 номер 0177522 от 25 июня 2018.

В 2022 году окончила аспирантуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» диплом серия 107731 номер 0505321 от 14 июня 2022.

Соискатель работает инженером в УНЦ ЭХМ.

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 Перельгин Юрий Петрович, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», заведующий кафедрой химии.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет МИСиС».

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 11 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 2 публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, и в 2 публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в 7 работах в материалах всероссийских и международных конференций. Получено 2 патента РФ.

Опубликованные работы посвящены исследованию процесса электроосаждения бронзы из электролита на основе НТФ (нитрилотриметилфосфоновой кислоты), а также процессам, протекающим на поверхности электрода в растворах на основе НТФ. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

*В изданиях, индексируемых в международных базах цитирования
Web of Science и Scopus:*

1. Serov A.N. A study of sorption phenomena on steel surface in solution of aminotris(methylenephosphonic acid)/ A.N. Serov, N.S. Grigoryan, **V.S. Makhina**, T.A. Vagramyan, A.A. Abrashov, V.E. Kasatkin, I.A. Arkhipushkin // International journal of corrosion and scale inhibition.–2021. – V. 10.– №3.– P.932-942. DOI: 10.17675/2305-6894-2021-10-3-7

2. Serov A.N. The possible use of tin ion discharge inhibition in bronze electroplating from an electrolyte based on nitrilotrimethylphosphonic acid / A.N. Serov, **V.S. Makhina**, T.A. Vagramyan, V.E. Kasatkin, N.A. Asnis // International journal of corrosion and scale inhibition. – 2022. – V.11. – №2.– P.594-605. DOI: 10.17675/2305-6894-2022-11-2-9

В периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Махина В.С.** Закономерности осаждения сплава медь-олово из щелочных электролитов / В.С. Махина, А.Н. Серов, Н.А. Аснис, Т.А. Ваграмян, В.В. Кузнецов // Химическая промышленность сегодня. – 2022.– №1.– С.36-43.

2. **Махина В.С.** Электролит бронзирования на основе гидроксокомплексов нитрилотриметилфосфоновой кислоты / В.С. Махина, К.А. Красавина, Н.А. Аснис, Т.А. Чуднова, Т.А. Ваграмян, А.П. Жуков // Химическая промышленность сегодня.– 2023.– №1.– С.39-44.

В материалах тезисов докладов:

1. **Махина В.С.**, Серов А.Н., Ваграмян Т.А. Электроосаждение сплава медь-олово из электролитов на основе фосфоновых кислот // Инновационные материалы и технологии: материалы международной научно-технической конференции молодых ученых. – Минск, 2021. – С.482-485.

2. **Махина В.С.**, Серов А.Н., Ваграмян Т.А., Французова Т.П. Щелочные бесцианидные электролиты бронзирования на основе фосфоновых кислот // Успехи в химии и химической технологии, Том XXXV, №5. – Москва, 2021. – С.70-71.

3. **Махина В.С.**, Серов А.Н., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Сорбционные явления на поверхности стали в растворах нитрилотриметилфосфоновой кислоты // Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы электрохимии, экологии и защиты от коррозии» – Тамбов, 2021. – С.113-117.

4. **Махина В.С.**, Серов А.Н., Французова Т.П., Ваграмян Т.А. Совершенствование щелочного бесцианидного электролита бронзирования // Инновационные материалы и технологии: материалы международной научно-технической конференции молодых ученых. – Минск, 2022. – С.347-350.

5. **Махина В.С.**, Серов А.Н., Ваграмян Т.А. Поведение стали в щелочных растворах нитрилотриметилфосфоновой кислоты // Инновационные материалы и технологии: материалы международной научно-технической конференции молодых ученых. – Минск, 2022. – С.359-362.

6. **Махина В.С.**, Серов А.Н., Французова Т.П., Ваграмян Т.А. Бесцианидный электролит для осаждения покрытий сплавом медь-олово на основе нитрилотриметилфосфоновой кислоты // Образование и наука для устойчивого развития: материалы XIV международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора Г.А. Ягодина. – Москва, 2022. – С.106-109.

7. **Makhina V.S.**, Serov A.N., Vagramyan T.A. Sorption phenomena on the surface of steel in solutions of nitrilotrimethylphosphonic acid // VII International scientific conference INDUSTRY 4.0, V.7., Issue 3. – Varna, 2022. – P.93-94.

Патенты:

1. Пат. 2762501 С1 Российская Федерация, С2D 3/58. Щелочной электролит для электролитического осаждения оловянной желтой бронзы / Махина В.С., Серов А.Н., Французова Т.П., Ильина А.К., Ветрова О.Б., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.;

заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева" - № 2021113837/05; заявл. 17.05.2021; опубл. 21.12.2021 . Бюл.№ 36. – 6 с.

2. Пат. 2775069 С1 Российская Федерация, С25D 3/58. Способ электролитического осаждения желтой оловянной бронзы / Махина В.С., Серов А.Н., Мазурова Д.В., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева" - № 2021135943/05; заявл. 07.12.2021; опубл. 28.06.2022. Бюл. № 19.– 7с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

От официальных оппонентов:

Доктор химических наук, профессор Гамбург Юлий Давидович, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина» Российской академии наук.

Вопросы и замечания по работе

1. К сожалению, на представленных диаграммах Найквиста не показаны конкретные частоты, соответствующие разным точкам диаграмм. Это затрудняет обсуждение результатов измерений импеданса.

2. По нашему мнению, разряд комплексов двухзарядной меди может происходить непосредственно, с высвобождением однозарядной меди на первой стадии процесса (то есть перенос первого электрона происходит к комплексному иону, а не к иону Cu^{2+}).

3. Не установлено, как соответствуют скорости вращения дискового электрода скоростям перемешивания магнитной мешалкой (это было бы важно для сопоставления данных, полученных методом ВДЭ, с практическими результатами). Не указано, как вычислены величины критерия Рейнольдса.

4. Данные рентгеновского анализа показывают, что покрытия представляют собой твердый раствор олова в меди (альфа-фаза), как правильно указано в диссертации. О концентрации этого раствора, кстати, можно судить по величине некоторого увеличения периода решетки, но, к сожалению, в работе такого расчета нет.

5. Сильная деполяризация выделения олова при образовании сплава связана не только с ролью пленки, но и с образованием твердого раствора (энтальпия и энтропия смешения), как справедливо пишет автор; меньшая деполяризация по меди, согласно теории, обусловлена ее высокой концентрацией в сплаве: сильнее всегда деполяризуется процесс выделения компонента с низкой концентрацией.

6. Имеется незначительное количество опечаток, несогласований падежей, неточностей пунктуации и т. д. (например, с. 14 строка 7 сн., с. 27 7 сн., с. 114 1 сн., 125 1 св.).

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Анализ диссертации и автореферата автора позволяет сделать вывод, что работа Махиной Веры Сергеевны «Разработка технологического процесса электролитического бронзирования» является законченным научным исследованием, соответствующим по своему научному уровню кандидатской диссертации.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, материалы неоднократно доложены на конференциях и опубликованы.

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», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание работы соответствует паспорту научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Считаю, что Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор технических наук, профессор **Перельгин Юрий Петрович**, заведующий кафедрой химии ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Вопросы и замечания по работе

1. Автор не исследовал влияние состава электролита и режима электролиза на катодный выход по току сплава;
2. Некоторые зависимости (например, рис. 20, 21, 64 и другие) можно было обработать с получением уравнения исследованной зависимости;
3. Поскольку в растворе одновременно присутствуют ионы меди и олова (IV), можно предположить, что возможно образование двухъядерного комплекса, который окажет влияние на сближение потенциалов осаждаемых металлов;
4. В рис. 29 имеется опечатка, а на рис. 28 отсутствует нумерация кривых.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Анализ диссертации и автореферата автора позволяет сделать вывод, что работа Махиной Веры Сергеевны «Разработка технологического процесса электролитического бронзирования» является законченным научным исследованием, соответствующим по своему научному уровню кандидатской диссертации. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

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», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук. Содержание работы соответствует паспорту научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Считаю, что Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Отзыв ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Национальный исследовательский технологический университет МИСИС**», кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов.

Вопросы и замечания по работе

1. Недостаточно обоснован механизм влияния поверхностной нанопленки на эффективность совместного разряда ионов меди и олова в присутствии на поверхности катода в растворах на основе нитрилотриметилфосфоновой кислоты.
2. В работе приведены экспериментальные данные по условным константам устойчивости комплексов нитрилотриметилфосфоновой кислоты с ионами меди и олова в щелочной среде, которые могут отличаться от термодинамических констант устойчивости, что вызывает трудность оценки достоверности результатов при сопоставлении с литературными данными.
3. Присутствуют небольшие неточности в формулировках. Например, на странице 8 указано, что диаграммы Найквиста были получены «для растворов, содержащих только четырехвалентное олово или только ионы меди», в то время как, судя по представленным результатам, указанные растворы содержали еще и нитрилотриметилфосфоновую кислоту.
4. Недостаточно уделено внимание влиянию плотности тока на физические свойства бронзовых покрытий.

Указанные замечания незначительно уменьшают большую научную и практическую

значимости данной диссертационной работы.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Диссертация Махиной Веры Сергеевны на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Все положения и выводы диссертации опубликованы в журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ и доложены на международных и всероссийских конференциях.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Представленная к защите диссертационная работа Махиной В.С. «Разработка технологического процесса электролитического бронзирования» по критериям актуальности, научной новизны и практической значимости **соответствует требованиям**, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Отзывы на автореферат:

Кандидат технических наук **Павел Николаевич Кисиленко**, директор ООО «НПП «Экологические технологии»»

Вопросы и замечания по работе

В автореферате приведены экспериментальные результаты получения бронзовых покрытий без сравнения с результатами из цианидных электролитов.

Не приведены данные по коррозионным и антифрикционным свойствам получаемых бронзовых покрытий.

В тексте автореферата не приведены данные о стабильности электролита во времени, а также в диапазоне температур, встречающихся на практике.

Отсутствуют рекомендации по обезвреживанию отработанных электролитов и промывных вод, с учетом того, что нитрилотриметилфосфоновая кислота образует хелатные соединения с ионами меди и олова.

Возможно, в тексте диссертации вышеперечисленные вопросы рассмотрены более подробно.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Диссертационная работа Махиной Веры Сергеевны является законченной научно-квалификационной работой. Несомненно, что результаты данной работы имеют научную и практическую значимость, они достаточно полно представлены в периодической печати и апробированы на конференциях международного уровня, достоверность их не вызывает сомнения.

Содержание автореферата отражает основное содержание работы и выводы, сделанные из нее. В целом работа оставляет очень хорошее впечатление и по своей актуальности, научной и практической значимости и достоверности результатов **соответствует требованиям** Положения ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат технических наук **Евгений Андреевич Архипов**, генеральный директор ООО ПК «НПП СЭМ.М»

По автореферату имеются незначительные вопросы и замечания:

1. В автореферате упоминается эквивалентная схема, однако не указано какая схема была выбрана и по какой причине.
2. Не приведена стоимостная оценка разработанного электролита по сравнению с существующими.

Отмеченные замечания не влияют на важность и достоверность полученных автором

результатов.

В целом автором проведена большая исследовательская работа по изучению совместного соосаждения меди и олова в сплав из разработанного щелочного бесцианидного электролита на основе НТФ. На основании изложенного считаю, что работа Махиной Веры Сергеевны на тему «Разработка технологического процесса электрохимического бронзирования» **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук, по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защиты от коррозии.

Кандидат технических наук **Ирина Вячеславовна Одинокова**, доцент кафедры «Детали машин и теория механизмов» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

По автореферату возникли некоторые вопросы замечания:

1. Проводились ли исследования электролитов для получения бронзы на основе фосфоновых кислот российскими исследователями?
2. Позволяет ли диаграмма Найквиста для растворов, содержащих фосфонатные комплексы меди, дать определение/ уточнение какая пленка сформировалась на поверхности (фазовая, адсорбционная, наноразмерная)?
3. Параметры технологического процесса желательно рассмотреть более подробно (корректировка электролита, условия нанесения покрытия).

Указанные замечания не снижают существенным образом научной и практической значимости полученных диссертантом результатов.

Диссертация «Разработка технологического процесса электролитического бронзирования», **соответствует** требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции от 11.09.2021 г.) и является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные решения по разработке технологического процесса электролитического бронзирования, а Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.9 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

Кандидат химических наук **Дудкин Андрей Викторович**, доцент кафедры химии Липецкого государственного технического университета.

В целом по содержанию автореферата все задачи исследования решены, и поставленная цель достигнута.

К замечаниям, затрудняющим восприятие работы, можно отметить следующие:

1. Не изучены константы устойчивости комплексов меди и олова при рекомендуемых для процесса электролиза температурах 55-65°C, в то же время уменьшение прочности этих комплексов с ростом температуры неизбежно влияет на соотношение Cu и Sn в получаемом покрытии.
2. Не предложен механизм электрохимического процесса, объясняющий влияние pH, температуры и возможного взаимодействия осажденной на поверхности меди и олова при образовании пленки.
3. Не указаны, во всяком случае в автореферате, состав индифферентного электролита для создания постоянной ионной силы и увеличения электропроводности.
4. Не указан состав буферного раствора для поддержания необходимого pH.
5. На графике 3 в автореферате неясно к чему относится первый прямоугольник гистограммы, если из электролита есть только НТФ, ведь концентрация меди и олова должна быть нулевой.

6. Не изучено влияние микрорельефа, химического и фазового состава стали на образование бронзового покрытия.

Однако, указанные выше замечания не влияют на общую высокую оценку работы. По актуальности, новизне и практической значимости работа Махиной Веры Сергеевны соответствует специальности 2.6.9. – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, **отвечает требованиям** п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановления №842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, а ее автор **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Кандидат технических наук **Олег Сергеевич Гиринов**, исполняющий обязанности начальника производственного управления АО «НИЦЭВТ».

По автореферату имеются незначительные **вопросы и замечания**:

1. Неясно разрабатывались ли ранее электролиты на основе фосфоновых кислот для электроосаждения сплавов.
2. Не приведены данные о константах устойчивости комплексов меди, образующихся в электролитах, в которых наблюдается или отсутствует контактное осаждения меди на стальную поверхность.

Отмеченные замечания не влияют на важность и достоверность полученных автором результатов.

На основании изложенного считаю, что работа Махиной Веры Сергеевны на тему «Разработка технологического процесса электрохимического бронзирования» **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук, по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защиты от коррозии.

Кандидат химических наук **Андрей Юрьевич Лучкин**, ведущий научный сотрудник лаборатории окисления и пассивации металлов и сплавов ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина и Доктор химических наук, профессор **Юрий Игоревич Кузнецов**, руководитель научного направления «Химическое сопротивление материалов, защита металлов и других материалов от коррозии и окисления» ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина.

В работе имеются некоторые **недочеты**:

1. К сожалению, из автореферата не ясно, влияет ли интенсивность перемешивания на качество получаемых покрытий.
2. Не ясно также использовали ли моделирование импеданса по какой-либо эквивалентной схеме или была только качественная оценка по радиусу годографа.

Вышеперечисленные замечания не снижают научной и практической ценности, полученных результатов. Считаю, что диссертация Махиной Веры Сергеевны по содержанию и объему экспериментальных данных, их научной и практической значимости, актуальности и новизне результатов **отвечает критериям**, установленным пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года, №842 (ред. от 01.10.2018). Автор работы – Махина В.С. – **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 2.6.9 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Кандидат технических наук **Вадим Владимирович Кувшинов**, генеральный директор ООО НПП «ФЛИКС».

По автореферату имеются незначительные **вопросы и замечания**:

1. Непонятно в чем заключается противоречие литературных данных по константам устойчивости комплексов НТФ с ионами меди.

2. Целесообразно было бы представить структуру формируемых комплексов НТФ с ионами меди.

По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа Махиной В.С. **соответствует** требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», учрежденным приказом ректора №1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Махина Вера Сергеевна **заслуживает** присвоения ученой степени кандидата технических наук, по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защиты от коррозии.

Доктор химических наук, профессор **Ирина Игоревна Реформатская**, профессор кафедры процессов горения и экологической безопасности Академии ГПС МЧС России.

По автореферату можно сделать следующие **замечания**:

1. Не указаны области применения покрытий из оловянистых бронз.

2. Не обоснован выбор интервала концентраций 8-14% Sn в составе покрытия.

3. В выводе №6 (с. 14 автореферата) отмечается, что микротвердость разработанных покрытий выше, чем металлургической бронзы БрОФ6,5-0,15, однако содержание Sn в покрытии выше, чем у металлургической бронзы – не 6,5%, а 8-14%. Корректно ли такое сравнение?

4. В тексте автореферата есть отдельные погрешности:

- не расшифровываются аббревиатуры ОЭДФ, НТФ, ДЭС (с.5, 6, 8 автореферата);

- на рис.4 (с. 12) не указано, относительно какого электрода сравнения приведен потенциал.

Высказанные замечания не снижают научной ценности выполненной работы. Судя по автореферату, диссертационная работа Махиной Веры Сергеевны **соответствует** требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 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; Перелыгин Ю.П., д.т.н. (05.17.03), профессор – активно работающий специалист в области электрохимии и защиты металлов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **Разработан** бесцианидный щелочной электролит на основе нитрилотриметилфосфоновой кислоты, из которого удается осаждать качественные желтые бронзовые покрытия с содержанием олова 8-14% в диапазоне плотностей тока 1-5 А/дм² при температуре 55-65°C и интенсивном перемешивании. Осаждение бронзовых покрытий возможно проводить непосредственно на сталь.

Установлено, что формирующаяся на поверхности электрода наноразмерная пленка оказывает положительное действие на процесс совместного разряда ионов меди и олова в сплав.

Показано, что не смотря на отсутствие сближения стационарных потенциалов при отдельном осаждении ионов меди и олова, удается получить желтые бронзовые покрытия типа твердый раствор. Установлено, что в растворах на основе НТФ в щелочной области pH на поверхности электрода формируется наноразмерная пленка толщиной 10-15 нм, способствующая совместному разряду меди и олова в сплав.

Введено понятие наноразмерной пленки, формирующейся на поверхности электрода в растворе НТФ и способствующей облегчению процесса соосаждения ионов меди и олова в сплав.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказано формирование пленки на поверхности стального электрода при его контакте с растворами, содержащими нитрилотриметилфосфоновую кислоту, и ее влияние на предотвращение контактного выделения меди на поверхности стали. Показано, что данная пленка включает ионы меди, азота и фосфора.

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: энергодисперсионном спектрометре Shimadzu EDX-7000, потенциостат IPC-ProMF, потенциостатический комплекс IPC-Pro MF с блоком FRA-2, спектрофотометры СФ-2000 и СФ-104, эллипсометр SENTECH SENreasech 4.0, спектрометр Scientia OMICRON ESCA+, рентгеновский дифрактометр Termo Scientific ARL EQUINOX 100, твердомер emcotest DuraScan 70, металлографический микроскоп SIAMS ICX41M, оптический 3D-профилометр CHOTEST TECH INC Superview W1 и др.

Изложены результаты исследования: по оценке условных констант устойчивости комплексов, формирующихся в нитрилотриметилфосфоновом электролите в щелочной среде с ионами меди(II) и олова (IV); по влиянию концентраций компонентов электролита на состав покрытий; по наличию пленки, формирующейся на поверхности электрода в щелочных растворах НТФ; по определению толщины и состава формирующихся на стальной поверхности пленок; по физико-механическим свойствам получаемых покрытий и др.

Раскрыты противоречия литературных данных о константах устойчивости комплексов нитрилотриметилфосфоновой кислоты с ионами меди.

Изучены процессы электроосаждения бронзы из электролита на основе нитрилотриметилфосфоновой кислоты и влияние на состав покрытий таких факторов как рН электролита, температура и скорость перемешивания раствора.

Проведена модернизация метода интерпретации оценочной модели, объясняющей сплавообразование в присутствии наноразмерной пленки с помощью спектроскопии электрохимического импеданса.

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

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) процессы на ООО ПК «НПП СЭМ.М», г. Москва, ООО НПП «ФЛИКС», г. Москва.

определены дальнейшие перспективы темы исследования, связанные с проведением промышленных испытаний на устойчивость электролита, отработкой процессов утилизации вод, с более детальным исследованием физико-механических свойств покрытий и микрораспределения бронзовых покрытий на сложнопрофильной поверхности.

создана система практических рекомендаций, обеспечивающих получение желтых бронзовых покрытий, близких по химическому и фазовому составу, а также физико-механическим свойствам к металлургическим деформируемым бронзам.

представлены два патента на электролит бронзирования и способ получения бронзовых покрытий (патент № RU 2762501 C1, патент № RU 2775069 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 процессах сплавообразования из комплексных электролитов, о способности НТФ

формировать сорбционные пленки на поверхности стали.

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

установлено отсутствие противоречий результатов с литературными данными;

использованы общепринятые методики статистической обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в: автором лично выполнены все эксперименты по получению образцов с разрабатываемыми покрытиями, по установлению рабочих параметров процесса электроосаждения бронзы, все исследования по определению элементного состава на энергодисперсионном спектрометре EDX-7000, исследования по кинетике разряда компонентов сплава методом поляризационных кривых, исследования процессов, протекающих на границе раздела фаз «электрод – раствор» методом спектроскопии импеданса, определение толщины пленки формирующейся на поверхности электрода эллипсометрическим методом с помощью спектроскопического эллипсометра SENreasech 4.0 фирмы SENTECH, а также обработка и интерпретация полученных результатов. Принимала непосредственное участие в подготовке публикаций.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева 05.10.2023, принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Махиной Вере Сергеевне.

Присутствовало на заседании _____ 11 _____,
количество присутствующих членов совета

в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации _____ 6 _____, в том числе в режиме видеоконференции _____ 2 _____.

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

«за» _____ 11 _____,
«против» _____ нет _____,
«воздержались» _____ нет _____.

Заместитель председателя
диссертационного совета

5 _____ профессор, д.т.н. Кузнецов В.В.

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета
Дата «5» октября 2023 г.

Ут. _____ д.х.н. Андреев Н.Н.