



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева,

доктор химических наук

А. Г. Мажуга

А. Г. Мажуга

« 12 » 05 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Разработка процесса электрохимического кадмирования в присутствии универсальной композиции органических добавок» по научной специальности 05.17.03 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» выполнена в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», кафедра ИМиЗК.

В процессе подготовки диссертации Архипов Евгений Андреевич, 15 сентября 1979 года рождения, был прикреплен к аспирантуре (соискателем) в период 2016-2020 г. и с 2021 г. по настоящее время.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдана ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» в 2021 году.

Научный руководитель: д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ИМиЗК ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», Ваграмян Тигран Ашотович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Разработка процесса электрохимического кадмирования в присутствии универсальной композиции органических добавок» принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что кадмиевое покрытие все еще остается основным противокоррозионным покрытием в судо-, авиа- и машиностроительной технике и некоторых других областях промышленности. Это обусловлено сочетанием таких свойств кадмиевых покрытий, как высокая эластичность, антифрикционные свойства, способность к пайке после длительного хранения, но самое главное преимущество по сравнению с другими гальваническими покрытиями – это высокие защитная способность и коррозионная стойкость в условиях морского климата.

В настоящее время гальванические предприятия кадмируют изделия, в основном, по специальным заказам, и обязаны применять электролиты в соответствии с ГОСТ 9.305-84 (или иными отраслевыми стандартами), при этом наиболее широкое применение нашли цианидные, серноокислые, хлоридно-аммонийные и сульфатно-аммонийные электролиты кадмирования.

Цианидные электролиты характеризуются высокой рассеивающей способностью, стабильностью работы и хорошим качеством осадков, но также и значительным наводороживанием покрываемых в них изделий. Вместе с тем, применение таких электролитов крайне ограничено в связи с наличием в их составе цианида натрия – сильнодействующего ядовитого вещества.

Хлоридно-аммонийный электролит, который характеризуется низким наводороживанием, применяется в основном для нанесения кадмия на

m

высокопрочные и пружинные стали. Серноокислый или сульфатно-аммонийный электролиты, используют чаще всего для кадмирования углеродистых сталей.

Перечисленные кислые электролиты кадмирования (серноокислые, сульфатно-аммонийные и хлоридно-аммонийные) содержат в своем составе поверхностно-активные вещества (ПАВ) различной природы, которые позволяют получать покрытия удовлетворительного качества. Однако применение указанных добавок сопряжено с некоторыми особенностями:

- хлоридно-аммонийный электролит в своем составе содержит мездровый клей, который характеризуется плохой растворимостью, нестабильным качеством, сложностью введения в электролит и коротким сроком службы из-за биоразложения;

- в состав сульфатно-аммонийного электролита входят диспергатор НФ, также имеющий нестабильное качество, и смачиватели ОС-20 или ОП-7, обладающие склонностью к коагулированию при высоком солесодержании раствора и являющиеся биологически жесткими веществами;

- серноокислый электролит кадмирования содержит добавку «Лимеда БК-10А» импортного производства.

Еще одним недостатком указанных электролитов является узкий диапазон рабочих плотностей тока.

В связи с этим, разработка новых добавок, которые смогут одинаково успешно применяться во всех типах электролитов кадмирования, позволят существенно расширить интервал рабочих плотностей тока, при которых осаждаются качественные компактные покрытия, а также увеличить ресурс и стабильность электролитов и отказаться от применения импортной продукции является актуальной научно-технической задачей.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Впервые установлено, что кадмирование высокопрочной стали (60С2А) в сульфатно-аммонийном электролите не влияет на прочностные характеристики стальной основы, в то время как при кадмировании в хлоридно-аммонийном электролите, использование которого регламентируется отраслевыми стандартами для минимизации ухудшения прочностных характеристик высокопрочной стали при кадмировании, прочность на разрыв снижается.

2. Впервые установлено, что последующая термообработка образцов, кадмированных в сульфатно-аммонийном электролите, снижает прочность на разрыв стальной основы.

3. Впервые исследована равномерность распределение покрытия по поверхности резьбовых изделий при кадмировании насыпью во вращающейся установке:

- наилучшим распределением характеризуется стандартный сульфатно-аммонийный электролит – разница между толщинами на плоской наружной поверхности и в углублении резьбы при обработке деталей насыпью составляет 40% (по сравнению с 62% в стандартном хлоридно-аммонийном электролите).

Практическая ценность работы состоит в следующем:

1. Разработана универсальная композиция органических добавок для применяемых хлоридно-аммонийного, сульфатно-аммонийного и сернокислого электролитов кадмирования, позволяющая существенно улучшить технологические характеристики электролитов и функциональные свойства осаждающихся покрытий.

2. Показано, что при использовании новой композиции добавок по совокупным характеристикам сульфатно-аммонийный электролит кадмирования превосходит коррозионно-активный хлоридно-аммонийный электролит, что позволяет отказаться от применения последнего.

3. Разработана новая методика количественной оценки кроющей способности электролитов с помощью ячейки Хулла, позволяющая оптимизировать состав электролита, а также объективно сравнивать и осуществлять выбор лучшего из сопоставимых электролитов для осаждения металлических покрытий (в т. ч. электролитов кадмирования) по этому технологически значимому параметру.

4. Разработан способ регенерации хроматных растворов пассивирования кадмиевых покрытий, позволяющий предотвратить образование токсичных отходов и ликвидировать потери соединений хрома и кадмия.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 9-ти статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях, в том числе две статьи, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на 11-й и 12-й Международной конференциях «Покрытия и обработка поверхности. Последние достижения в технологиях и оборудовании» (Москва 2014, 2015 г.), на Азиатско-Тихоокеанской конференции по производству и технологиям (Сингапур, 2014 г.), на Международной научно-практической конференции «Гальванические, лакокрасочные и комбинированные покрытия в современной технике и технологиях» (Москва, 2016 г.), на Международной научно-технической конференции «Современные электротехнические технологии и оборудование» (Минск, 2019 г.)

Публикации по теме диссертации:

Статьи в журналах перечня Web of Science и Scopus:

1. **Архипов Е.А.**, Смирнов К.Н., Ваграмян Т.А., Жирухин Д.А., Шувалов Д.А., Одиноква И.В. Влияние кадмирования стали 60С2А в бесцианидных электролитах на ее прочностные характеристики и некоторые свойства кадмиевых покрытий // Технология металлов. 2020. №8. с. 8-12.

2. **Архипов Е.А.**, Алешина В.Х., Смирнов К.Н., Ваграмян Т.А. Электролиты кадмирования с улучшенной рассеивающей способностью для обработки углеродистых сталей // Черные металлы. 2020. №10. с. 33-37.

Статьи в журналах перечня ВАК:

3. Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., **Архипов Е.А.** Кроющая способность электролитов кадмирования// Гальванотехника и обработка поверхности. 2013. №4. с. 30-32.

4. Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., **Архипов Е.А.** К вопросу о кроющей способности электролитов// Гальванотехника и обработка поверхности. 2015. №3. с. 30-34.

5. Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., **Архипов Е.А.** Безаммонийный электролит кадмирования// Гальванотехника и обработка поверхности. 2015. №4. с. 20-24.

6. Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., **Архипов Е.А.** Добавки для сульфатно-аммонийного электролита кадмирования. Практика применения// Гальванотехника и обработка поверхности. 2016. №2. с. 35-38.

7. Никифоров А.А., Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., **Архипов Е.А.**, Закирова Л.И., Виноградов С.С. Применимость сульфатно-аммонийного электролита кадмирования с добавкой ЦКН-04 для авиационной промышленности// Труды ВИАМ. 2016. № 12(48). с. 93-102.

8. Смирнов К.Н., **Архипов Е.А.**, Кравченко Д.В. Наводороживание в бесцианистых электролитах кадмирования// Гальванотехника и обработка поверхности. 2017. №4. с. 10-15.

9. **Архипов Е.А.**, Смирнов К.Н., Григорян Н.С., Шувалов Д.А., Жирухин Д.А., Ваграмян Т.А. Универсальная добавка для кислых электролитов кадмирования // Гальванотехника и обработка поверхности. 2018. №4. с. 21-30.

Тезисы докладов на международных конференциях:

10. **Архипов Е.А.**, Жирухин Д.А., Смирнов К.Н. Бесцианистое кадмирование из сульфатно-аммонийного электролита // Тезисы докладов Международной научно-практ. конф. «Гальванические, лакокрасочные и комбинированные покрытия в современной технике и технологиях». – Москва, ВДНХ, 2016. с. 16.

11. **Архипов Е.А.**, Григорян Н.С., Шувалов Д.А., Жирухин Д.А., Смирнов К.Н., Ваграмян Т.А. Новая добавка для электролитов кадмирования. // Успехи в химии и химической технологии (тезисы докладов всероссийской конференции «Защита от коррозии», посвященной 120 летней годовщине РХТУ им. Д. И Менделеева, 25 октября). 2018. Т. 32. № 13. С. 17-19.

12. Шувалов Д.А., **Архипов Е.А.**, Григорян Н.С., Жирухин Д.А., Смирнов К.Н., Ваграмян Т.А. Исследование процессов электроосаждения кадмиевых покрытий. // Успехи в химии и химической технологии (тезисы докладов всероссийской конференции «Защита от коррозии», посвященной 120 летней годовщине РХТУ им. Д. И Менделеева, 25 октября). 2018. Т. 32. № 13. С. 42-43.

13. **Архипов Е.А.**, Смирнов К.Н., Григорян Н.С., Шувалов Д.А., Жирухин Д.А., Ваграмян Т.А. Универсальная органическая композиция добавок для процесса кадмирования в бесцианидных электролитах // Материалы международной научно-технической конференции «Современные электротехнические технологии и оборудование» - Минск, 2019. с. 66-69.

14. **Архипов Е.А.** Передовые решения в области гальванических технологий. // Материалы международной научно-технической конференции «Современные электротехнические технологии и оборудование» - Минск, 2019, с. 413-416.

Патенты:

15. **Архипов Е.А.**, Смирнов К.Н., Жирухин Д.А., Володин И.А., Калинкина А.А., Ваграмян Т.А. Патент № 2644639 С1 - «Способ электроосаждения защитных кадмиевых покрытий (варианты)», приоритет 06.07.2017 г., регистрация 13.02.2018 г.

16. Колесников В.А., Губин А.Ф., Кругликов С.С., Некрасова Н.Е., Тележкина А.В., Кузнецов В.В., Филатова Е.А., Капустин Е.С., Волков М.А., **Архипов Е.А.** Патент № 2691791 С1 - «Способ регенерации хроматных растворов пассивирования», приоритет 07.09.2018 г., регистрация 18.06.2018 г.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.03 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

в части:

- электрохимическое и химическое осаждение различных материалов;
- коррозия и противокоррозионная защита конструкционных материалов.

Области исследований:

- электрохимические, химические и физические методы нанесения металлических, неметаллических и комбинированных покрытий, гальванопластика;

- электрохимические, химические, физические, биологические и комбинированные методы защиты конструкционных материалов от коррозии.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Архипова Евгения Андреевича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Архипову Е.А.; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разработка процесса электрохимического кадмирования в присутствии универсальной композиции органических добавок» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры ИМиЗК, состоявшемся 14 05 2021 года, протокол № 10. В обсуждении приняли участие: Ваграмян Т.А. (зав.каф.), Григорян Н.С. (проф.), Жуков А.П. (проф.), Капустин Ю.И.

(проф.), Коршак Ю.И. (проф.), Абрашов А.А. (доц.), Василенко О.А. (доц.), Колесников А.В. (доц.), Комарова С.Г. (доц.), Мазурова Д.В. (доц.).

Принимало участие в голосовании 19 человек. Результаты голосования: «За» - 19 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 10 от « 11 » 05 2021 г.

Руководитель структурного
подразделения



Т.А. Ваграмян, зав.кафедрой

Секретарь заседания



Д.В. Мазурова, доцент

ПРОТОКОЛ

заседания кафедры ИМиЗК РХТУ им. Д.И. Менделеева

от « 11 » мая 2021 г. № 10

Присутствовали: Ваграмян Т.А. (зав.каф.), Григорян Н.С. (проф.), Жуков А.П. (проф.), Капустин Ю.И. (проф.), Коршак Ю.И. (проф.), Абрашов А.А. (доц.), Аверина Ю.М. (доц.), Богомолов Б.Б. (доц.), Василенко О.А. (доц.), Колесников А.В. (доц.), Комарова С.Г. (доц.), Мазурова Д.В. (доц.), Невмятуллина Х.А. (доц.), Графушин Р.В. (ст.препод.), Алешина В.Х. (асс.), Зубарев А.М. (асс.), Калинин А.А. (асс.), Курбатов А.Ю. (асс.), Ветрова О. Б. (доц.).

Всего присутствовало: 19 человек.

ПОВЕСТКА ДНЯ

Предварительное рассмотрение диссертационной работы Архипова Евгения Андреевича, соискателя, на тему: «Разработка процесса электрохимического кадмирования в присутствии универсальной композиции органических добавок». Работа выполнена в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева».

Тема диссертационной работы Архипова Е.А. и научный руководитель профессор, д.т.н., заведующий кафедрой ИМиЗК РХТУ им. Д.И. Менделеева Ваграмян Тигран Ашотович утверждены на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», факультет цифровых технологий и химического инжиниринга 28 апреля 2021 г. (протокол № 9).

СЛУШАЛИ:

Сообщение Архипова Евгения Андреевича, изложившего основное содержание своей диссертационной работы.

Архипову Е.А. были заданы следующие вопросы:

(Ваграмян Т.А.): Обоснуйте необходимость введения термина «Кроющая способность», т.к. уже есть термин «Рассеивающая способность». Какие отличия?

(Григорян Н.С.): Вы упоминаете, что цианидные электролиты являются токсичными и предлагаете бесцианидные составы. Но кадмий также является токсичным металлом. Нет ли противоречия?

(Капустин Ю.И.): Почему Вы выбрали именно эти составы добавок?

(Абрашов А.А.) Какая практическая ценность в определении природы площадок предельного тока?

(Мазурова Д.В.) Каким методом Вы проводили ускоренные коррозионные испытания? Этот метод входит в ГОСТ?

В обсуждении приняли участие: Ваграмян Т.А. (зав.каф.), Григорян Н.С. (проф.), Жуков А.П. (проф.), Капустин Ю.И. (проф.), Коршак Ю.И. (проф.), Абрашов А.А. (доц.), Василенко О.А. (доц.), Колесников А.В. (доц.), Комарова С.Г. (доц.), Мазурова Д.В. (доц.).

ПОСТАНОВИЛИ:

Заслушав и обсудив диссертационную работу Архипова Е.А., принять следующее заключение: работа «Разработка процесса электрохимического кадмирования в присутствии универсальной композиции органических добавок» соответствует специальности 05.17.03 на звание кандидата технических наук. Работу рекомендовать к защите на диссертационном совете РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Председатель заседания



Т.А. Ваграмян, зав.кафедрой

Секретарь заседания



Д.В. Мазурова, доцент