

## **Отзыв**

**официального оппонента на диссертацию Кравченко Дмитрия Владимировича «Разработка процесса электроосаждения кадмиевых покрытий из сульфатно-аммонийного электролита в присутствии ЦКН-04 и ЦКН-04с», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.**

### **1. Актуальность темы.**

Традиционным способом защиты стальных изделий от коррозионного разрушения является нанесение покрытий. Электроосажденное кадмиевое покрытие обеспечивает повышенные защитные свойства и в этом плане имеет преимущества перед цинкованием, никелированием, покрытием сплавами. При осуществлении процесса кадмирования предъявляются особые требования к технике безопасности, повышению экологичности производства. В настоящее время активно ведутся работы по замене кадмиевых покрытий на сплавы. Однако полная альтернатива еще не найдена, а востребованность покрытий с повышенными защитными свойствами в космической, авиа- и кораблестроении, военной технике велика. Поэтому работы, направленные на совершенствование технологии кадмирования, уменьшение токсичности производства являются востребованными. Таким образом, диссертационное исследование Кравченко Д.В., ставившее целью разработку технологического процесса кадмирования из сульфатно-аммонийного электролита с новой композицией ПАВ, позволяющей получать покрытия, свойства которых не уступают покрытиям, осажденным из цианидных электролитов, является актуальным.

### **2. Общая характеристика работы.**

Диссертация включает в себя введение, 3 главы, выводы, список литературных источников, 5 приложений. Работа изложена на 115 страницах

машинописного текста, содержит 19 таблиц и 28 рисунков. Библиографический список цитируемой литературы включает 71 наименование публикаций.

Диссертация Кравченко Д.В. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой разработан сульфатно-аммонийный электролит с новой композицией ПАВ, обеспечивающий равномерное электроосаждение кадмия на сложнопрофилированные стальные детали.

Во введении сформулирована цель, поставлены задачи, обоснована актуальность работы, показаны научная новизна, практическая значимость результатов исследования. Представлена информация об апробации полученных данных.

В первой главе приведен обзор литературных источников по электролитам кадмирования. Показана целесообразность введения добавок ПАВ, обеспечивающих повышение рассеивающей способности электролита, изменение структуры и свойств формирующегося осадка. Отмечены достоинства и недостатки применяемых электролитных систем. Сделано обоснованное заключение об актуальности разработки новых ПАВ, совершенствовании электролита кадмирования.

Во второй главе приведены объекты исследования, методы и методики, позволяющие решить поставленные задачи. Изучены выход по току кадмия, кроющая способность (КС) электролита с использованием ячейки Хулла (Яу-270), рассеивающая способность раствора, механические свойства стальных изделий с нанесенным кадмиевым покрытием, наводораживание изделий, коррозионная стойкость образцов. Изучение кинетики кадмирования осуществлялось путем снятия катодных потенциодинамических зависимостей. Автор использовал методы исследования, позволяющие получить максимальную информацию о возможности использования разрабатываемого электролита в промышленных условиях.

В третьей главе представлены экспериментально полученные результаты:

- синтез добавки ЦКН-04. Синтезированная добавка относится к 3 классу опасности по степени воздействия на организм человека (раздел 3.1);
- выбор концентраций компонентов сульфатно-аммонийного электролита, диапазона рН раствора и температуры (раздел 3.2);
- изучение катодного процесса при нанесении кадмиевого покрытия (раздел 3.3):
  - выхода по току (раздел 3.3.1). Обоснована целесообразность использования электролита состава:  $\text{CdSO}_4 \cdot 8/3\text{H}_2\text{O}$  – 50 г/л +  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -200 г/л + ЦКН-04 – 10 мл/л + ЦКН-04с – 7 мл/л (электролит 2), рН=3-5 при  $t=18-35$  °С;
  - в разделах 3.3.2, 3.3.3 представлены результаты по рассеивающей и кроющей способности разрабатываемого электролита. Показано, что электролит 2 конкурентно способен цианидному электролиту;
  - раздел 3.4 посвящен изучению кинетики электроосаждения кадмия из разработанного состава электролита. Установлен адсорбционный механизм действия вводимых добавок;
  - исследован процесс наводороживания кадмиевого покрытия и стальной основы образцов. Показано, что использование разработанного электролита способствует снижению наводороживания как стальной подложки, так и кадмиевого покрытия и не влияет на механические свойства стали 30ХГСА (раздел 3.5);
  - представлены результаты производственных испытаний сульфатно-аммонийного электролита с композицией добавок ЦКН-04 и ЦКН-04с в ваннах автооператорной гальванической линии (раздел 3.6);
  - оценена коррозионная стойкость кадмиевых покрытий (раздел 3.7);
  - представлены мероприятия, обеспечивающие очистку сточных вод (раздел 3.8).

**3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Полученные автором результаты обоснованы и достоверны, так как базируются на использовании комплекса физико-механических и электрохимических методов исследования, согласуются с результатами исследований других авторов в данной области, подтверждены при испытаниях в производственных условиях.

Научные положения, выводы и рекомендации содержательны и отражают существо полученных результатов при решении научной проблемы.

#### **4. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, состоит в следующем:**

- синтезирована и использована при электроосаждении кадмиевого покрытия добавка ПАВ- ЦКН-04 (3 класс опасности);

- впервые изучена кинетика процесса кадмирования из сульфатно-аммонийного электролита с композицией ЦКН-04 и ЦКН-04с. Показан адсорбционный механизм действия синтезированной добавки ЦКН-04;

- установлено, что наличие в сульфатно-аммонийном электролите композиции добавок ЦКН-04 и ЦКН-04с способствует значительному снижению наводораживания стальной основы (высокопрочной рессорно-пружинной стали 65С2ВА, углеродистой стали средней прочности 30ХГСА) и кадмиевого покрытия, что обеспечивает стабильность механических свойств изделий;

- предложена методика количественного определения кроющей способности электролита с использованием ячейки Хулла (Яу – 270).

#### **5. Практическая значимость и рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Практическая ценность рекомендаций и выводов работы заключается в следующем:

- разработана композиция добавок ЦКН-04 и ЦКН-04с в сульфатно-аммонийный электролит кадмирования, позволяющая осуществлять нанесение покрытия на детали сложной конфигурации при использовании автоматизированного и неавтоматизированного оборудования;

- установлено, что разработанный состав электролита по кроющей способности не уступает цианидному электролиту;

- проведен цикл промышленных испытаний разработанного состава электролита кадмирования, показывающий перспективность его применения;

- разработаны технические условия на сульфатно-аммонийный электролит кадмирования с композицией добавок ЦКН-04 и ЦКН-04с ТУ2499-010-18261586-15 совместно с фирмой НПП «СЭМ.М»;

- совместно с ФГУП ВИАМ проведена работа по включению сульфатно-аммонийного электролита в присутствии добавок ЦКН-04 и ЦКН-04с в состав нормативных отраслевых справочников. Разработана технологическая инструкция ТР1.2.2504-2015 «Процесс кадмирования деталей из углеродистой стали средней прочности»;

- на основании технологической инструкции ТР1.2.2504-2015, на АО «Корпорация «Тактическое Ракетное Вооружение» разработан и внедрен в производство типовой технологический процесс «Кадмирование сульфатно-аммонийное» (акт внедрения типового техпроцесса ТТП №59-I-V от 25.10.2016).

Результаты и выводы диссертации используются и могут быть еще востребованы на предприятиях специализирующихся на выпуске военной техники, авиа- и кораблестроении.

#### **6. Апробация работа.**

Основные результаты работы опубликованы в 6 статьях, в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, обсуждены на международной конференции.

#### **7. Соответствие диссертационной работы и автореферата критериям о присуждении ученых степеней.**

Диссертация Кравченко Дмитрия Владимировича «Разработка процесса электроосаждения кадмиевых покрытий из сульфатно-аммонийного электролита в присутствии ЦКН-04 и ЦКН-04с» соответствует паспорту

специальности 05.17.03 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии:

1) формуле паспорта специальности, так как в диссертации изучается электрохимическое осаждение кадмия из сульфатно-аммонийного электролита с композиций добавок ПАВ;

2) областям исследований, указанным в паспорте специальности, а именно:

1. «Электрохимические, химические и физические методы нанесения металлических, неметаллических и комбинированных покрытий и гальванопластика», так как в работе представлены экспериментальные результаты по влиянию состава электролита, режима электролиза на процесс формирования кадмиевого покрытия на простых и сложнопрофилированных деталях;

2. «Структура, защитные, механические и декоративные и другие свойства коррозионно-стойких и защитных материалов», так как в работе изучено влияние наводораживания на механические свойства стальных изделий при электроосаждении кадмия из разработанного сульфатно-аммонийного электролита.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в разрабатываемую научную проблему.

Автореферат по своему содержанию, актуальности, степени разработки темы исследования, цели, задачам, научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует диссертации.

## **8. Замечания по диссертации.**

1. Литературный обзор содержит излишнюю справочную информацию, имеются повторы, касающиеся характеристик электролитов кадмирования, и в то же время мало современных литературных источников.

2. Проводилась ли статическая обработка экспериментальных результатов? В главе 2 информация отсутствует.

3. В главе 3 приведена таблица с результатами тестирования электролитов кадмирования. Тестировали все электролиты в выбранном Вами диапазоне плотностей тока? В таблице приведены полученные Вами экспериментальные данные?

4. Каким методом установлено, что добавка ЦКН-04 расходуется в процессе кадмирования электрохимически? Что понимается под электрохимическим расходом?

5. Чем подтверждается, что при потенциале отрицательнее  $-0,9\text{В}$  происходит десорбция добавок? Увеличение плотности тока может быть следствием усиления выделения водорода.

6. На основании каких результатов говорится о многослойной совместной адсорбции композиции добавок ЦКН-04 и ЦКН-04с (стр. 9 автореферата)?

7. Как определялась пластичность кадмиевых покрытий? Информация об определении данного свойства в методике отсутствуют.

Замечания по оформлению:

- в работе имеются опечатки (стр. 24, 108), дублирование результатов (таблица 3.6 стр. 69 и рис. 3.4 стр. 70);

- ряд литературных источников оформлен не по ГОСТ (позиции 12, 13, 15, 16, 21-24, 26-30 и др.).

Приведенные замечания не носят принципиального характера и не снижают достоинств проведенного диссертационного исследования как в научном, так и в практическом аспектах.

#### **9. Общее заключение по диссертационной работе.**

Диссертация Кравченко Дмитрия Владимировича «Разработка процесса электроосаждения кадмиевых покрытий из сульфатно-аммонийного электролита в присутствии ЦКН-04 и ЦКН-04с» является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены новые научно-

обоснованные результаты, позволяющие использовать сульфатно-аммонийный электролит, содержащий композицию синтезированной добавки ЦКН-04 и ЦКН-04с, и соответствующий ему режим электролиза для электроосаждения равномерного кадмиевого покрытия на сложнопрофилированные стальные изделия.

Полученные результаты имеют существенное значение для обеспечения потребностей стратегически важных отраслей промышленности: космической, авиа- и кораблестроения, военной техники.

Диссертация Кравченко Дмитрия Владимировича соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Кравченко Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Технология и оборудование  
химических, нефтегазовых и пищевых производств»  
Энгельсского технологического  
института (филиала) ФГБОУ ВО  
«Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
(научная специальность 02.00.05)

Соловьева Нина Дмитриевна  
27.08.2018

Подпись д.т.н., профессора Соловьевой Н.Д. заверяю.

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «Саратовский  
государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»  
кандидат исторических наук



Малова Наталья Анатольевна

Почтовый адрес: 410054  
г. Саратов, ул. Политехническая  
тел. (8452) 95-35-33  
E-mail: tepeti@mail.ru