

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Хакимова Искандара Бозоровича на тему: «Анодное поведение и окисление цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al, легированного хромом, марганцем и никелем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Актуальность темы диссертации. Один из эффективных и реальных путей повышения анодной устойчивости цинково-алюминиевого сплава – покрытия с целью защиты углеродистых стальных изделий от коррозии является увеличение склонности покрытия к пассивации и повышение стабильности пассивного состояния. Увеличение стабильности пассивного состояния цинкового покрытия при помощи их легирования подходящим металлом является важнейшим средством достижения цели.

Целью исследования является изучение анодного поведения и окисления цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al, легированного хромом, марганцем и никелем в различных коррозионных средах и разработка оптимального состава новых сплавов, которые предназначены в качестве анодных покрытий для защиты углеродистых стальных изделий, конструкций и сооружений от коррозионно-эрозионного разрушения.

Задачи исследования:

- исследование анодного поведения цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al, легированного хромом, марганцем и никелем, в кислых, нейтральных и щелочных растворах электролитов HCl, NaCl и NaOH от pH коррозионной среды;
- изучение влияния легирующих добавок хрома, марганца и никеля на микроструктуру цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al;
- исследование процесса окисления цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al, легированного хромом, марганцем и никелем, в твёрдом состоянии, в воздушной среде;
- определение фазовых составов продуктов окисления указанных сплавов и установление их роли в механизме коррозионного процесса;
- оптимизация состава тройных сплавов на основе установления их структуры, коррозионно-электрохимических и физико-химических свойств и определение возможных областей их применения.

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которой она представляется к защите:

Диссертация Хакимова И.Б. соответствует паспорту научной специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (технические науки). В частности, коррозия и противокоррозионная защита конструкционных материалов; разработка новых материалов с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава, структуры и других факторов на свойства материалов.

Научный аспект работы наиболее полно отражен в положениях, выносимых на защиту. Отметим лишь основные и принципиально важные для **научной специальности 05.17.03** (согласно пунктам 1; 2; 4; 6), по которой выполнена диссертация:

- впервые установлены общие закономерности изменения коррозионно-электрохимических характеристик и микроструктуры цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al, легированного хромом, марганцем и никелем. В частности, установлено, что добавки хрома, марганца и никеля в пределах концентрации 0.01?0.1 мас.% в 2–3 раза уменьшают скорость коррозии сплава Zn₂₂Al, в кислых (pH=1: 0.1н; 2: 0.01н; 3: 0.001н), нейтральных (pH=7: 3%; 0.3%; 0.03%) и щелочных (pH=10: 0.001н; 11: 0.01н; 12: 0.1н) средах электролитов HCl, NaCl и NaOH. При этом наблюдается смещение потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов в область положительных значений. Определено, что при переходе от легированных хромом сплавов к сплавам с никелем скорость коррозии сплавов снижается, а далее к сплавам с марганцем несколько растёт. Установлено, что повышение анодной устойчивости цинково-алюминиевого сплава Zn₂₂Al достигается его легированием хромом, марганцем и никелем в диапазоне pH коррозионной среды от 3 до 10. Среди легирующих металлов хром и никель более эффективно повышают коррозионной стойкости анодного сплава Zn₂₂Al;

- роль природы и концентрации легирующего компонента (Cr, Mn, Ni) в формировании кинетических и энергетических параметров газофазного окисления кислородом сплава Zn₂₂Al; по данному направлению получен ряд новых результатов; установлен гиперболический механизм окисления сплавов; получены данные по значениям эффективной энергии активации процесса окисления сплавов; показано, что добавки хрома и никеля (по 0.01?0.1 мас.%) значительно уменьшают окисляемость сплава Zn₂₂Al; выявлено, что при переходе от легированных никелем сплавов к сплавам с

хромом и марганцем наблюдается уменьшение значения эффективной энергии активации процесса окисления;

- данные о химическом и фазовом составе продуктов окисления цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, легированного хромом, марганцем и никелем, особенно при высоких температурах; найден фазовый состав продуктов окисления сплавов и показано, что кинетика их окисления полностью определяется физико-химическими параметрами оксидных фаз и природой добавки.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа Хакимова И.Б. на тему: «Анодное поведение и окисление цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, легированного хромом, марганцем и никелем» состоит из введения, общая характеристика работы, обзора литературы, экспериментальные результаты исследований, заключение, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 119 страниц компьютерного набора, включая 43 рисунков, 36 таблицу и 88 наименование литературных источников. В приложении диссертации приведены копии патентов Республики Таджикистан, которые получены автором на составы разработанных сплавов.

Научная новизна исследования. На основании проведённых экспериментальных исследований установлено закономерности в изменении коррозионных и электрохимических характеристиках цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, легированного хромом, марганцем и никелем различной концентрации, в кислых, нейтральных и щелочных средах электролитов HCl, NaCl и NaOH при различных значениях pH коррозионной среды. Выявлена влияния легирующих добавок (Cr, Mn, Ni) на микроструктуру и анодное поведение сплава Zn22Al. Установлены кинетические и энергетические параметры процесса окисления цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, легированного хромом, марганцем и никелем различной концентрации, в твёрдом состоянии. Определены фазовые составляющие продуктов окисления исследуемых сплавов и показаны их роль в механизме коррозионного процесса. Показана повышения анодной устойчивости цинково-алюминиевого сплава Zn22Al легированием хромом, марганцем и никелем в различных средах.

Практическая ценность исследования. На основании выполненных коррозионно-электрохимических и физико-химических исследований установлены оптимальные концентрации хрома, марганца и никеля в цинково-алюминиевом сплаве Zn22Al, отличающихся высокой коррозионной

стойкостью. Разработанные оптимальные составы новых сплавов защищены 2 малыми патентами Республики Таджикистан. Разработанные сплавы рекомендуются в качестве анодных защитных покрытий для повышения коррозионной стойкости и увеличения срока службы углеродистых стальных изделий, конструкций и сооружений.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задачи исследования, проведение анализа литературных данных по теме диссертации, интерпретация и обработке экспериментальных результатов исследований, формулировке выводы диссертации. Все экспериментальные данные, включенные в диссертацию, получены лично соискателем или при его непосредственном участии, оформлены в виде публикаций.

По теме диссертации опубликованы 9 научных статей, в том числе 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан «Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук», «Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук», «Наука и инновация. Серия геологических и технических наук» (ТНУ), «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» (Scopus) и 5 статьи в материалах международных и республиканских конференций. Получено 2 малых патентов Республики Таджикистан (ТJ № 1081, 1116) на составы разработанных сплавов.

Достоверность диссертационных результатов. Достоверность результатов исследований обеспечена современными методами исследований и приборов, качественным соответствием полученных диссертационных результатов с имеющимися в литературе экспериментальными данными и теоретическими представлениями. Математическая и статистическая обработка экспериментальных результатов выполнялась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Исследования выполнены с помощью современных приборов: сканирующего электронного микроскопа SEM серии AIS 2100; импульсной потенциостат ПИ-50.1.1; металлографического микроскопа ERGOLUX АМС; термогравиметрических весов и прибора ДРОН-3.0.

Заключение, сформулированные Хакимовым И.Б. вполне соответствуют основным положениям диссертации и вносят определённый вклад в развитии технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии углеродистых стальных изделий, конструкций и сооружений.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Какова взаимосвязь между эффективностью модифицирующего воздействия легирующего компонента и анодной устойчивости исходного сплава – основа защитного покрытия?
2. С какой целью коррозионные исследования сплавов соискателем проведены в кислой, нейтральной и щелочной среде?
3. Диссертационная работа местами не лишена отдельных грамматических и стилистических ошибок.

Отмеченные вопросы и замечания, возникшие в ходе ознакомления с диссертации, направлены на уточнение частных вопросов и не влияют на оценки результаты диссертации.

Структура, оформление диссертации и автореферата. Структура, содержание и оформление автореферата и диссертации Хакимова И.Б. соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан «Инструкция о порядке оформления диссертации на соискание ученых степеней доктора философии (PhD), доктора по специальности, кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации».

Судья по научным выводам диссертации, опубликованным научным трудам следует отметить, что научная квалификация Хакимова И.Б. вполне соответствует искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Возможность практического использования результатов работы

С практической точки зрения ценность выполненного Хакимовым И.Б. исследования связана с научным обоснованием выбора легирующего компонента и установлением его оптимальной концентрации. Разработанные оптимальные составы новых сплавов Zn₂₂Al с хромом, марганцем и никелем рекомендуются в качестве анодных защитных покрытий для повышения коррозионной стойкости и увеличения срока службы изделия, сооружения и конструкция из углеродистой стали.

Результаты исследования могут быть использованы предприятиями подведомственными Министерству промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, Государственным научным учреждением Центра исследования инновационных технологии при НАН Таджикистана, ВУЗаами металлургического и химического профилей в учебных процессах.

Заключение

Диссертация Хакимова И.Б. на тему: «Анодное поведение и окисление цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, легированного хромом, марганцем и никелем» является законченной научно-исследовательской работой. В ней на основании самостоятельно выполненных соискателем экспериментальных исследований решена актуальная научная проблема в области технологии электрохимических процессов и защита от коррозии, связанная с существенным повышением эффективности действия защитных анодов из цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, легированного хромом, марганцем и никелем.

Публикации автора отражают содержание диссертационной работы, которая опубликована в научных рецензируемых журналах и апробирована в ходе выступлений соискателя на международных и республиканских конференциях.

Диссертация Хакимова И.Б. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан №505 от 26.11.2016г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертационной работы – Хакимов Искандар Бозорович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Официальный оппонент:

**кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Гидротехническое
строительство и общетехнических дисциплин»
Института энергетики Таджикистана**



Назарзода Х.Х.

Подпись к.т.н., доцента Назарзода

Хайрулло Холназар заверяю

Начальник ОК и СР ИЭТ



Каримов З.А.

Адрес: 735162, Таджикистан, Хатлонская область, Кушонийёнский район.

Пгт. Бохтариён, ул. Н. Хусрава, 73.

Телефон: (+992) 918-74-85-22.

E-mail: nazarov-h2013@mail.ru