

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Государственного научного  
учреждения центр исследований  
инновационных технологий  
при АН Республики Таджикистан,

д.т.н., доцент Эшов Б.Б.



2019 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Сафаровой Фарзоне Раджабалиевны на тему: «Влияние элементов подгруппы галлия на коррозионное поведение сплавов Zn5Al и Zn0.5Al», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии

**Актуальность темы диссертации.** Коррозия морских, атмосферных и подземных металлических изделий, сооружений и конструкций наносит огромный материальный ущерб. Поэтому большое внимание уделяется созданию и применению анодной и протекторной защиты, которая является одним из наиболее надежных и эффективных средств борьбы с химической и электрохимической коррозией.

Актуальность широкого применения анодной защиты обусловлена рядом достоинств, присущих только данному методу, это: высокая эффективность, доступность, простота в использовании и экономичность на длительный срок службы (благодаря тому, что она может осуществляться без вывода конструкций из эксплуатации), а также безопасность для окружающей среды, экономного использования легированных металлов взамен дефицитных и дорогостоящих материалов.

Таким образом, решение фундаментальной проблемы целенаправленного выбора и подбора наиболее эффективных анодных

защитных покрытий требует проведения коррозионно-электрохимических исследований анодного поведения синтезированных сплавов в различных средах, приближенных к природным.

**Соответствие содержания диссертации  
заявленной специальности и отрасли науки**

Диссертационная работа Сафаровой Ф.Р. вполне соответствует паспорту специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии (в частности, коррозия и противокоррозионная защита конструкционных материалов; электрохимические, химические, физические и комбинированные методы обработки поверхности материалов и т.д.), которые в значительной степени отражены в главе 1 «Коррозионное поведение цинк-алюминиевых сплавов в различных средах», главе 2 «Коррозионно-электрохимическое поведение цинк-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn0.5Al, легированных галлием, индием и таллием, в среде электролита NaCl» и главе 3 «Высокотемпературное окисление цинк-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn0.5Al, легированных галлием, индием и таллием, в твёрдом состоянии», что даёт основание присудить соискателю ученую степень кандидата технических наук по заявленной специальности.

**Личный вклад автора** заключается в анализе литературных данных, постановке и решении задач исследований путём проведения экспериментальных исследований, их обработке и анализе, формулировке основных выводов и положений диссертации. В диссертационной работе автором решены следующие задачи:

- исследованы влияния элементов подгруппы галлия на коррозионно-электрохимическое поведение цинк-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn0.5Al, в среде электролита NaCl;
- изучена влияния добавок галлия, индия и таллия на микроструктуру и свойства цинк-алюминиевых сплавов;
- исследованы влияния элементов подгруппы галлия на кинетику высокотемпературного окисления сплавов Zn5Al и Zn0.5Al, в твердом состоянии;
- определён фазовый состав продуктов окисления сплавов и установлен их роль в механизме окисления;

- оптимизирован состав цинк-алюминиевых сплавов ( $Zn_{5Al}$  и  $Zn_{0.5Al}$ ), легированных элементами подгруппы галлия (Ga, In, Tl) по комплексу критерию качеств для использования их как протекторов и покрытий при анодной защите стальных конструкций от коррозионного разрушения.

### *Оценка содержания диссертации и её завершенность*

Диссертация Сафаровой Ф.Р. состоит из введения, обзора литературы, трёх глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 146 страницах компьютерного набора, включает 43 таблиц, 73 рисунков. Список литературы включает 120 наименований.

*Во введении* изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность темы диссертации.

*В первой главе* «Коррозионное поведение цинк-алюминиевых сплавов в различных средах» приведен анализ имеющихся литературных данных по коррозионной стойкости цинк-алюминиевых сплавов в кислых, нейтральных и щелочных средах; высокотемпературная и электрохимическая коррозия цинк-алюминиевых сплавов.

*Вторая глава* посвящена исследованию коррозионно-электрохимического поведения цинк-алюминиевых сплавов  $Zn_{5Al}$  и  $Zn_{0.5Al}$ , легированных галлием, индием и таллием, в среде электролита NaCl.

*В третьей главе* диссертации приведены результаты исследования кинетики высокотемпературного окисления сплавов систем  $Zn_{5Al}$ -Ga (In, Tl) и  $Zn_{0.5Al}$ -Ga (In, Tl), в твердом состоянии.

Диссертационная работа завершается общими выводами, списком цитированной литературы и приложения.

### *Научная новизна и практическая значимость работы*

На основе проведённых исследований потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме (скорость развёртки потенциала 2мВ/с) показано, что добавки (0.01-0.1 мас.%) элементов подгруппы галлия в 2-5 раза повышают коррозионную стойкость сплавов  $Zn_{5Al}$  и  $Zn_{0.5Al}$  используемые при анодной защите от коррозии стальных изделий, конструкций и сооружений. Установлены закономерности изменения

основных коррозионно-электрохимических характеристик (потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации) сплавов от концентрации легирующих компонентов и хлорид-иона.

Методом термогравиметрии показано, что с ростом температуры и содержания галлия, индия и таллия в сплавах Zn5Al и Zn0.5Al скорость окисления незначительно увеличивается. Установлены закономерности изменения кинетических и энергетических характеристик процесса высокотемпературного окисления сплавов, в твёрдом состоянии.

Методом рентгенофазового анализа определено, что при окислении исследованных сплавов образуются оксиды – ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Tl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Установлена роль легирующих элементов в формировании фазового состава продуктов окисления сплавов и в механизме процесса окисления.

Таким образом, на основе проведённых исследований установлены оптимальные концентрации галлия, индия и таллия в сплавах Zn5Al и Zn0.5Al, отличающихся коррозионной стойкостью. Сплавы могут использоваться как эффективных анодных протекторов и покрытий для защиты стальных изделий, конструкций и сооружений от коррозионного разрушения.

#### ***Степень обоснованности и достоверности результатов исследования***

Результаты исследования влияние элементов подгруппы галлия на коррозионное поведение сплавов Zn5Al и Zn0.5Al, которые обобщены и представлены в диссертации являются новыми, так как согласно обзору литературы сведения о них не обнаружено. Использование прибора импульсного Потенциостата ПИ-50-1.1 для исследования коррозионно-электрохимических свойств обеспечивает высокий уровень достоверности полученных результатов. Новизна данного аспекта работы подтверждена наличием патента Республики Таджикистан № ТД 793 для сплавов определенного состава.

Сафаровой Ф.Р. выполнена большой объём работы, в результатах работы имеются как теоретическое, так и практические сведения. Тем не менее, при чтении диссертационной работы и автореферата возникли некоторые замечания и пожелания:

1. Как показало ознакомление с авторефератом и диссертации, высокотемпературное окисление сплавов исследовано в твердом состоянии. Было бы интересно с научной точки зрения, если бы были проведены исследования окисляемости сплавов в жидком состоянии и сопоставлены с кинетической и энергетической характеристикой для двух состояний.

2. Не ясно, почему соискатель проводить исследования коррозионно-электрохимического поведения сплавов только в нейтральной среде, ведь и существуют кислый и щелочной средах, можно и проводить исследования в широком интервале рН среды.

3. В работе не изучена механические свойства сплавов, так как разработанные анодные и протекторные сплавы, могут использоваться для защиты стальных материалов от коррозии.

4. В списке использованной литературы встречаются старые литературные источники (стр. 136, №33 и стр. 133, №3).

5. В тексте автореферата и диссертации встречаются технические и орфограмматические ошибки.

Однако, возникшие в ходе ознакомления с работой замечания и пожелания нисколько не снижают достоинства работы и не влияют на главные научные и практические результаты диссертации.

**Публикации автора.** Установленные диссертантом научные положения являются новыми и опубликованы в 18 работы, в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан; в 10 материалах международных и республиканских конференций и получен 1 малый патент Республики Таджикистан на составы разработанных сплавов.

**Соответствие автореферата содержанию диссертации.** В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведении исследования, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные данные. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

**Структура, оформление диссертации и автореферата.** Структура содержания и оформление автореферата и диссертации за исключением

небольших погрешностей, соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан «Инструкция о порядке оформления диссертации на соискание ученых степеней доктора философии (PhD), доктора по специальности, кандидата или доктора наук, автореферат и публикаций по теме диссертации».

***Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую она претендует***

Судья по научным выводам диссертации, сформулированные Сафаровой Ф.Р. вполне, соответствуют основным положениям диссертации и вносят определённый вклад в развитии технология электрохимических процессов и защиты металлических конструкций от коррозии, что соответственно её научная квалификация соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

***Рекомендации по использованию результатов исследования***

Результаты исследования, приведённые в диссертационной работы Сафаровой Ф.Р. могут быть использованы предприятиями подведомственными Министерству промышленности и инновационных технологий Республики Таджикистан, Государственном научном учреждении Центра исследования инновационных технологий при АН Республики Таджикистан, ВУЗ-ами металлургического и химического профилей в учебных процессах.

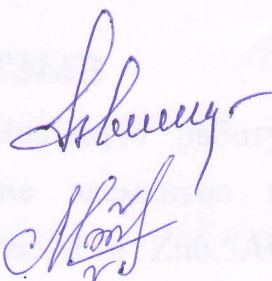
***Заключение***

Диссертационная работа Сафаровой Ф.Р. «Влияние элементов подгруппы галлия на коррозионное поведение сплавов  $Zn_5Al$  и  $Zn_{0.5}Al$ » отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016г. №505, предъявляемым к кандидатским диссертациям: содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, которые можно квалифицировать как новое научное достижение, имеющее важное значение для развития технологии электрохимических процессов и защита от коррозии.

Диссертационная работа имеет внутреннее единство, в ней отражены личный вклад автора в науку, а её автор – Сафарова Фарзона Раджабалиевна заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Отзыв обсуждён на научно-техническом совете Государственного научного учреждения центр исследований инновационных технологий при АН Республики Таджикистан, протокол № 3 от «01» август 2019 г.

Председатель, директор ГНУ ЦИИТ  
при АН Республики Таджикистан,  
доктор технических наук, доцент



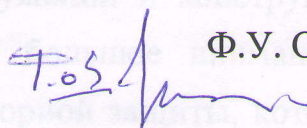
Эшов Б.Б.

Ученый секретарь, к.х.н.



Муллоева Н.М.

Эксперт, заведующий лабораторией  
«Проблем материаловедения» Государственного  
научного учреждения центр исследований  
инновационных технологий при АН Республики  
Таджикистан, кандидат технических наук



Ф.У. Обидов

Почтовый адрес: 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе,  
ул. Айни 299/3, ГНУ ЦИИТ при АН Республики Таджикистан  
Рабочий тел.: (+992 37) 225-80-91, Моб. Тел.: 919-01-63-40  
E-mail: mavod@rambler.ru

Подлинность подписи д.т.н., доцента Эшова Б.Б.,  
к.т.н. Обидова Ф.У. и к.х.н. Муллоева Н.М.

ЗАВЕРЯЮ:

Ст. инспектор ОК ГНУ ЦИИТ при АН РТ



Назарова М.И.