

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Джобирова Умеда Рустамовича
на тему: «Анодное поведение и окисление цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$,
легированного скандием, иттрием и эрбием», представленной на соискание
ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности
6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Развитие народного хозяйства в значительной степени определяется производством металлов и сплавов. В современной технике применяются материалы с высокой прочностью, коррозионной стойкостью и т.д. На производственной практике доказано, что горячее цинкование изделий занимает второе место по объёму производству.

На сегодняшнее время стали широко применять Zn-Al покрытия. В данном исследовании Джобировым У.Р. уделено внимание на разработке нового класса защитных покрытий из цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного скандием, иттрием и эрбием, рекомендуемых для анодной защиты углеродистых стальных конструкций и изделий от коррозии.

Автором проведены комплексные экспериментальные исследования анодной устойчивости сплавов систем $Zn_{0.5}Al-Sc(Y,Er)$ к воздействию разновидности коррозии в тестовых коррозионно-активных средах; установлены закономерности изменения микроструктуры и коррозионно-электрохимических потенциалов от состава образцов сплава; показаны значительные воздействия концентраций гидроксид и хлорид-ионов, присутствующих в растворах NaOH, HCl и NaCl; установлены особенности влияния скандия, иттрия и эрбия на анодную стойкость цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$ к высокотемпературному окислению; определены способность легирующих элементов (Sc, Y, Er) сплава $Zn_{0.5}Al$ в формировании фазового состава продуктов окисления тройных сплавов; оказаны возможности повышения анодной устойчивости сплава $Zn_{0.5}Al$ в 2-3 раза при легировании его с редкоземельными металлами в количествах $0.01 \div 0.1\%$ Sc, Y и Er, соответственно при $pH=3 \div 10$.

В качестве пожелания можно отметить, что анодные характеристики тройных сплавов исследованы в различных коррозионно-активных средах при

комнатной температуре. Необходимо было провести исследования и при более высоких температурах.

Практическая ценность исследования, выполненного Джобировым У.Р. не вызывает сомнений, так как некоторые результаты внедрены в производство (ООО «Нокили ТалКо» г.Душанбе), а некоторые являются потенциальными техническими материалами с определенной областью использования. Автором получено 2 малых патентов на составы разработанных тройных сплавов.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются комплексным подходом к научному исследованию, адекватностью методов исследования, её цели и задачам, научной апробацией основных идей. Автором опубликовано 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК и 5 статей в материалах международных и республиканских конференциях.

Диссертационная работа на тему: «Анодное поведение и окисление цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного скандием, иттрием и эрбием» по своему содержанию, объему и научному уровню отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским (PhD) диссертациям. Автор диссертация, Джобиров Умед Рустамович заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

Доктор технических наук, доцент, главный специалист, Отдела науки, инноваций, международных связей и издательской деятельности Филиала Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в городе Душанбе



Умарова Т. М.

Тел.: (+992) 550-05-88-84

E-mail: umarova04@mail.ru

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,

г. Душанбе, ул. Бохтар 35/1

Подпись д.т.н., доцента Умарова Т. М. заверяю:

Начальник ОКП и СР

Филиала МГУ имени М. В. Ломоносова



С. М. Пирназаров

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Джобирова Умеда Рустамовича
на тему: «Анодное поведение и окисление цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного скандием, иттрием и эрбием», представленной на соискание
ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности
6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Одной из ряда ключевых задач, которые вытекают из производственного решения применительно к наиболее эффективным способам употребления производимых продукции из углеродистых сталей, является обоснованного максимального сокращения потерь продукции от разрушения вследствие коррозии. При интенсивной эксплуатации различных углеродистых стальных изделий в области машиностроения требуется надежная противокоррозионная защита. Уровень развития машиностроения определяет производительность труда в целом, качество продукции других отраслей промышленности, темпы развития технического прогресса.

Целью настоящего диссертационного исследования явилось установление механизма и закономерностей изменения анодных и кинетических характеристик цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$ со скандием, иттрием и эрбием в различных коррозионно-активных средах и разработка на их основе новых составов тройных сплавов как защитных покрытий стальных конструкций и изделий для использования в машиностроении.

Как с точки зрения разработки научных основ метода, так и в практическом отношении работа является актуальной и своевременной. Цель и решенные в работе задачи имеют фундаментальную направленность в области материаловедения металлических систем, и способствует созданию новых защитных покрытий или усовершенствованных материалов.

С поставленными задачами автор успешно справился. В работе:

- установлено, что скандий и иттрий более эффективно повышают анодную устойчивость сплава $Zn_{0.5}Al$, чем эрбий;
- показано, что потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации сплава $Zn_{0.5}Al$ с редкоземельными металлами (Sc, Y, Er) сдвигаются в область положительных значений от pH коррозионно-активной среды;
- установлено, что легирующих добавок скандия, иттрия и эрбия (по $0.01 \div 0.1$ мас.%) в 2-3 раза уменьшают скорость коррозии сплава $Zn_{0.5}Al$;
- установлено, что добавки по $0.01 \div 0.1\%$ скандия и иттрия при 523, 573 и 623 К значительно понижают окисляемость сплава $Zn_{0.5}Al$, а добавки по $0.01 \div 1.0\%$ эрбия несколько повышают его склонность к окислению;
- определено, что в процессе окисления образуются защитные пленки ZnO , Al_2O_3 , Sc_2O_3 , Y_2O_3 , Er_2O_3 и смеси упорядоченной шпинели $ZnAl_2O_4$, $Sc_2O_3 \cdot Al_2O_3$, $Y_2O_3 \cdot Al_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot ZnO$;

- показано, что скандий и иттрий более эффективно измельчают литую структуру сплава $Zn_{0.5}Al$, чем эрбий.

Результаты исследований представлены в 14 научных работ, в том числе 8 статей опубликованы в журналах, включенных в перечень ВАК. Материалы исследований докладывались на международных и республиканских конференциях. Разработанные составы анодных цинковых сплавов защищены 2 малыми патентами Республики Таджикистан.

На предприятии ООО «Нокили ТАЛКО» г. Душанбе по монтажу и прокладке кабельно-проводниковой продукции внедрены новые Zn-Al сплавы, разработанные в качестве антикоррозионных покрытий для стали. Результат составляет 9,4\$ на $1m^2$ защищаемой поверхности за счет снижения в 2-3 раза скорости коррозии стальной кабельных лотков.

Вместе с тем, имеется следующее пожелание к автореферату: изучение кинетики окисления цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$ со скандием, иттрием и эрбием в жидком состоянии и сравнение его результатов с полученными в твердофазном состоянии данными повысило бы научную ценность работы.

Диссертация Джобирова У.Р. по объему и научному уровню отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.06.2023г. №295, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам. Полученные результаты диссертации вносят значительный вклад в развитии фундаментальных физико-химических основ цинковых сплавов и способствуют более широкому и эффективному применению, а её автор, Джобиров Умед Рустамович заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

**Доктор технических наук, профессор
кафедры прикладной химии
Таджикского национального университета**

 Рузиев Дж.Р.

Почтовый адрес: 734025, Республика Таджикистан,
г. Душанбе, пр. Рудаки – 17а., ТНУ
Тел.: (+992) 917-36-15-13, E-mail: gyra71@mail.ru

Подпись д.т.н., профессора
Рузиева Дж.Р. заверяю:
Начальник УК и СР ТНУ



 Тавкиев Э.Ш.

14.11.2023

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Джобирова Умеда Рустамовича на тему: «Анодное поведение и окисление цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного скандием, иттрием и эрбием», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

До сегодняшнего времени основной материальной базой машиностроения служит черная металлургия, производящая стали и чугуны. Эти материалы имеют много положительных качеств и в первую очередь обеспечивают высокую конструкционную прочность деталей машин и изделий. Однако эти классические материалы имеют такие недостатки, как большая плотность, низкая коррозионная стойкость. Потери от коррозии составляют 20% годового производства изделий из стали и чугуна. По данным научных исследований, через 20-40 лет все развитые страны перестроятся на массовое использование металлических сплавов специального назначения.

Машиностроение – комплекс отраслей тяжелой промышленности, изготавливающих орудия труда, а также предметы потребления. Огромная роль принадлежит машиностроению в деле создания материально-технической базы всемирного общества. Большая роль в повышении качества, надежности и долговечности углеродистых стальных изделий машиностроительной промышленности принадлежит цинковым покрытиям, которые защищают этих изделий от коррозии.

Диссертационная работа способствует решению четвертой стратегической задачи по развитию металлургической и машиностроительной промышленности на основе местного сырья. Результаты диссертационной работы направлены на решении отдельных задач «Национальной стратегии развития Таджикистана на период до 2030 года» и её начального этапа, включенные в «Программу среднесрочного развития Республики Таджикистан на 2016-2020 годы».

В автореферате диссертации отражены результаты исследований двойных и тройных сплавов цинка с алюминием и редкоземельными металлами. Комплексом современных методов исследования установлены анодные характеристики сплава $Zn_{0.5}Al$ от содержания в нем скандия, иттрия и эрбия в различных коррозионно-активных средах. Изучены кинетические и энергетические характеристики сплавов во времени протекания их высокотемпературного окисления.

Отражение в автореферате списка публикаций и апробации (8 в журналах ВАК, 5 в материалах конференций, 2 патентов) результатов

исследования свидетельствует о весомом личном вкладе диссертанта в современную техническую науку.

Содержание автореферата диссертации Джобирова У.Р. подтверждает фундаментальность обсуждаемой научной работы, в нем изложены основные выполненные автором результаты исследования, общая сущность и совокупность которых является существенным научным достижением и решением научной проблемы, имеющей важное теоретическое и практическое значение. Полученные результаты вносят значительный вклад в дальнейшее развитие физической химии, материаловедении и металлургии металлических систем.

Содержание автореферата свидетельствует, что диссертация Джобирова У.Р. является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой, имеющей большое значение для понимания и управления металлургических процессов, разработке в перспективе новых защитных покрытий стальных материалов, отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.06.2023г. №295, предъявляемым к докторским (PhD) диссертациям по техническим наукам. Докторант (PhD) Джобиров Умед Рустамович заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

**Кандидат физико-математических наук,
доцент, и.о. зав. кафедры «Энергоэффективных
и ресурсосберегающих технологий»**

**Филиала Национального исследовательского
технологического университета «МИСиС»
в городе Душанбе**

М.Б. Акрамов

E-mail: metallurgia10@mail.ru

тел.: (+99237) 222-20-12

адрес: 734042, г. Душанбе, ул. Назаршоева 7

**Подпись М.Б. Акрамова
заверяю:**

Начальник отдела кадров

Филиала НИТУ «МИСиС» в г. Душанбе



М.А. Зарипова

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Джобирова Умеда Рустамовича
на тему: «Анодное поведение и окисление цинкового сплава $Zn_{0.5}Al$,
легированного скандием, иттрием и эрбием», представленной на соискание
ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности
6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов**

Развитие народного хозяйства в значительной степени определяется производством металлов и сплавов. Примером служит информация о том, что помимо воздействия активных газов сплавы, используемые в промышленных средах, особенно содержащих продукты сгорания природных топлив, испытывают определенное воздействие, связанное с образованием солевого осадка особенно сульфатного, на поверхности металла или оксида. Глубина воздействия горячей коррозии, которая может быть катастрофической, чувствительна к ряду параметров, включая состав осадка, атмосферу, температуру и термоциклирование, эрозию, состав сплава и его микроструктуру. Если только на поверхности сплава образовался осадок, степень его влияния на коррозионную стойкость сплава будет зависеть от того, плавится или нет, этот осадок, насколько прочно он держится на поверхности, в какой мере он смачивает эту поверхность. Изделия, подверженные поверхностному разрушению при повторном нагреве, могут быть защищены либо путем регулирования состава среды с целью сведения к минимуму или устранения поверхностного разрушения либо путем нанесения сплавных покрытий для защиты изделия от воздействия среды.

Автором потенциостатическим методом установлено, что скандий и иттрий более эффективно повышают анодную устойчивость сплава $Zn_{0.5}Al$, чем эрбий. Показано, что потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного Sc, Y и Er сдвигаются в область положительных значений. Установлено, что легирующих добавок редкоземельных металлов (0.01÷0.1%) в 2-3 раза уменьшают скорость коррозии сплава $Zn_{0.5}Al$.

Диссертантом термогравиметрическим методом установлено, что добавки по 0.01÷0.1% скандия и иттрия при температурах 523, 573 и 623 К значительно понижают окисляемость сплава $Zn_{0.5}Al$, а добавки по 0.01÷1.0% эрбия несколько повышают его склонность к окислению. Показано гиперболической зависимости окисления сплавов. Выявлено, что с возрастанием порядкового номера вводимого элемента в сплаве ($Zn_{0.5}Al$) из группы редкоземельных металлов (Sc, Y, Er) наблюдается незначительное снижение энергии активации процесса окисления.

Анализ приведенных в автореферате данных свидетельствуют о том, что представленная диссертационная работа в полной мере соответствует таким критериям, как актуальность, научная новизна, практическая значимость, обоснованность и достоверность результатов, полнота их опубликования.

Автором установлено, что окисление тройных сплавов в твердом состоянии в целом подчиняется линейно-гиперболическим зависимостям. Реакция на начальном этапе протекает в кинетической области с переходом в диффузионную,

которая затем становится доминирующей. Показано, что добавки редкоземельных металлов, особенно скандий и иттрий, в качестве легирующего элемента сплава Zn0.5Al являются более перспективным по сравнению с легированием цинкового сплава эрбием. Установлено, что независимо от состава для двойных и тройных сплавов характерно увеличение скорости окисления с ростом температуры. Определена роль легирующих элементов в формировании продуктов окисления сплавов и их антикоррозионной способности. Легирующие элементы при малых концентрациях участвуют в образовании защитной оксидной пленки.

Джобировым У.Р. опубликованы 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 5 статей в материалах конференций и получены 2 малых патентов. Некоторые результаты исследования внедрены на предприятии ООО «Нокили ТалКо» г.Душанбе в качестве анодных защитных покрытий углеродистой стали.

Диссертационная работа Джобирова У.Р. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится информации, как для теории, так и для практики в области материаловедения в машиностроении. Считаю, что представленная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским (PhD) диссертациям: содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутренне единство, в ней отражен личный вклад автора в науку, а её автор, Джобиров Умед Рустамович заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

**Кандидат технических наук, доцент
кафедры естественных наук, Филиала
Национального исследовательского
университета Московского энергетического
университета в городе Душанбе**

С. Ш. Миррахматов

Тел.: (+992) 935-33-19-61

E-mail: mirrahmatov61@mail.ru

Адрес: 734002 Республика Таджикистан,
г. Душанбе, ул. Мирзо Турсунзода д. 82.

**Подпись С. Ш. Миррахматова заверяю:
Начальник отдела кадров
Филиала НИУ МЭУ в городе Душанбе**



Ашурова Р. Д.