

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фирузи Хамрокула на тему: «Анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного церием, празеодимом и неодимом», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Вопросы защиты от коррозии конструкций, сооружений и изделий из углеродистых сталей и чугунов путем нанесения на их поверхности защитных покрытий являются ключевыми в современном материаловедении и имеют огромное значение для металлургической, машиностроительной, приборостроительной, химической и строительной промышленности.

В диссертации Ф.Хамрокула предложены принципы легирования применительно к новым цинк-алюминиевым сплавам с основным легирующим элементом – церием, празеодимом и неодимом. В разрезе создания новых литейных сплавов на основе эвтектоидного сплава $Zn_{0.5}Al$, то элементов подгруппы церия образует с алюминием диаграмму эвтектического типа, что предполагают высокие литейные свойства $Zn-Al$ сплавов как защитных покрытий. Именно рассмотрение церия, празеодима и неодима как основного легирующего элемента в сочетании с цинком и алюминием определяет актуальность диссертационной работы Фирузи Хамрокула.

В работе использованы современные методики, включая просвечивающую и сканирующую электронную микроскопию, а также физико-химическое поведение новых сплавов. Количество приготовленных образцов сплавов и обработанный массив данных, изученных как в литом состоянии, так и в различных коррозионно-активных средах, весьма внушительно.

Главным научным результатом работы, безусловно, является обоснование возможных границ концентрационных диапазонов легирующих элементов (Ce, Pr, Nd) в сплаве $Zn_{0.5}Al$, что особенно ценно для создания новых цинк-алюминиевых сплавов. Следует отметить, что полученные результаты могут быть использованы при создании металлических защитных покрытий ответственного назначения, в частности для использования сплавов в литом состоянии.

Практическая значимость выполненной работы состоит в разработке новых цинк-алюминиевых сплавов. Особый интерес представляют сплавы на базе систем $Zn_{0.5}Al-Ce$ и $Zn_{0.5}Al-Pr$ по сравнению сплавов системы $Zn_{0.5}Al-Nd$, которые показали хорошую технологичность при нанесении равномерного

покрытия стальной кабельных лотков с плотным слоем легированных Zn-Al сплавов, что существенно снижает стоимость конечного изделия без потери остальных эксплуатационных характеристик.

Результаты проведенных исследований были представлены на множестве конференций, в том числе международных, отражены в 8 статей журналов, входящих в базы цитирования Web of Science, Crossref, Ulrichsweb, EBSCO и РИНЦ, а также в перечень ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

По данной работе имеется следующее пожелание: применительно к материалам для использования в литом состоянии полезным было бы показать эффективность при использовании новых материалов по сравнению с другими сплавами, используемыми с механической обработкой.

В диссертационной работе Ф.Хамрокула приведены научные результаты, позволяющие их классифицировать как решение крупномасштабной задачи обоснования принципов легирования новой группы сплавов систем Zn_{0.5}Al-Ce, Zn_{0.5}Al-Pr и Zn_{0.5}Al-Nd. Работа является законченной и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Республики Таджикистан от 26.06.23 г. №295), предъявляемым к докторским (PhD) диссертациям, а ее автор, Фирузи Хамрокул, заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

**Доктор технических наук, доцент, директор
Государственного учреждения «Центр по
исследованию инновационных технологий»
Национальной академии наук Таджикистана**

Б.Б. Эшов

Тел.: (+992) 93-488-48-76

E-mail: ishov1967@mail.ru

Адрес: 734063, Республика Таджикистан,

г. Душанбе, ул. Айни 299/3

Подпись Эшова Б.Б. заверяю

Старший инспектор ОК

ГУ ЦИИТ НАНТ



Назарова М.И.

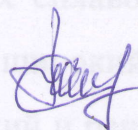
неодима, обеспечивающими эффект дисперсионного твердения без использования операции закалки, сформулировал технологические рекомендации по получению из новых цинк-алюминиевых сплавов анодных защитных покрытий. Наибольший интерес представляет церий и празеодимсодержащий сплав, разработанный на основе сплава $Zn_{0.5}Al$ эвтектоидного типа, из которого рекомендован анодных покрытий для защиты от коррозии углеродистых стальных изделий, сооружений и конструкций.

В процессе ознакомления с авторефератом возникло следующее пожелание: исследования продуктов окисления сплавов диссертантом в основном выполнены методом РФА. Возможно, было бы использовать метод ИКС.

По материалам диссертации написано 14 статей, 8 из которых опубликовано в республиканских и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, получены 2 патента и 1 акта о внедрении результатов на предприятии ООО «Нокили ТАЛКО», г. Душанбе.

Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне и по объему экспериментальных данных, теоретических обобщений, актуальности и полученным научным результатам удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским (PhD) диссертациям, а ее автор Фирузи Хамрокул заслуживает присвоения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

**Доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой технологии
химических производств
Таджикского национального университета**



Самихов Ш.Р.

Почтовый адрес: 734025, Республика Таджикистан,
г. Душанбе, пр. Рудаки – 17а., ТНУ
Тел.: (+992) 93-338-02-04, E-mail: samikhov72@mail.ru

Подпись Самихова Ш.Р.
заверяю:
Начальник УК и СР ТНУ



Тавкиев Э.Ш.

05.01.24

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Фирузи Хамрокула**
на тему: «Анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного
церием, празеодимом и неодимом», представленной на соискание
ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности
6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Современная техника предъявляет возрастающие требования к качеству и свойствам металлических сплавов, а также надежности изготавливаемых из них механизмов. Непрерывно создаются новые композиции сплавов, разрабатываются новые и совершенствуются существующие технологические режимы, обеспечивающие получение заданных свойств. Эти сплавы должны обладать высоким сопротивлением окислению и защищать вышеуказанных изделий от коррозии. На сегодняшнее время стали широко применять $Zn-Al$ сплавов в качестве защитных покрытий углеродистой стали.

Диссертационное исследование было выполнено в период 2020-2023 гг. по следующим этапам: синтез сплава $Zn_{0.5}Al$ с церием, празеодимом и неодимом различной концентрации; исследование анодного поведения легированных тройных сплавов в различных коррозионно-активных средах; изучение влияния добавок церия, празеодима и неодима на кинетику окисления сплава $Zn_{0.5}Al$; исследование микроструктуры и продуктов коррозии при высокотемпературном окислении тройных сплавов систем $Zn_{0.5}Al-Ce(Pr, Nd)$.

Информационной базой настоящей диссертации являются научные труды – патенты, монографии, диссертации, периодические научные журналы, материалы симпозиумов, конференций и интернет портал, посвященных цинковым и цинково-алюминиевым сплавам (глубина поиска более 25 лет).

Изучение влияния церия, празеодима и неодима на анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$ выполнено с использованием оборудования SEM (AIS2100); импульсного потенциостата ПИ-50.1.1; микроскопа LEITS ERGOLUX АМС; термогравиметрические весы; прибора ДРОН-2.0.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задачи исследования, сборе и анализе литературных данных по теме диссертации, проведении экспериментов по изучению различных свойств сплавов цинка с алюминием и элементов подгруппы церия и их обработке, формулировке выводов диссертации и публикации результатов исследования.

Комплексные проведенные экспериментальные исследования по изучению анодного поведения и окисления сплава $Zn_{0.5}Al$ с церием, празеодимом и неодимом и установление возможности повышения их анодной устойчивости в коррозионно-активных средах обоснованы и достоверны. Результаты исследований обсуждались на (5) научных конференциях и публиковались в (8) ведущих рецензируемых журналах, получены 2 патента (№ ТЖ 1079, 1081).

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Фирузи Хамрокула**
на тему: «Анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного
церием, празеодимом и неодимом», представленной на соискание
ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности
6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Современная техника предъявляет возрастающие требования к качеству и свойствам металлических сплавов, а также надежности изготавливаемых из них механизмов. Непрерывно создаются новые композиции сплавов, разрабатываются новые и совершенствуются существующие технологические режимы, обеспечивающие получение заданных свойств. Эти сплавы должны обладать высоким сопротивлением окислению и защищать вышеуказанных изделий от коррозии. На сегодняшнее время стали широко применять $Zn-Al$ сплавов в качестве защитных покрытий углеродистой стали.

Диссертационное исследование было выполнено в период 2020-2023 гг. по следующим этапам: синтез сплава $Zn_{0.5}Al$ с церием, празеодимом и неодимом различной концентрации; исследование анодного поведения легированных тройных сплавов в различных коррозионно-активных средах; изучение влияния добавок церия, празеодима и неодима на кинетику окисления сплава $Zn_{0.5}Al$; исследование микроструктуры и продуктов коррозии при высокотемпературном окислении тройных сплавов систем $Zn_{0.5}Al-Ce(Pr, Nd)$.

Информационной базой настоящей диссертации являются научные труды – патенты, монографии, диссертации, периодические научные журналы, материалы симпозиумов, конференций и интернет портал, посвященных цинковым и цинково-алюминиевым сплавам (глубина поиска более 25 лет).

Изучение влияния церия, празеодима и неодима на анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$ выполнено с использованием оборудования SEM (AIS2100); импульсного потенциостата ПИ-50.1.1; микроскопа LEITS ERGOLUX АМС; термогравиметрические весы; прибора ДРОН-2.0.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задачи исследования, сборе и анализе литературных данных по теме диссертации, проведении экспериментов по изучению различных свойств сплавов цинка с алюминием и элементов подгруппы церия и их обработке, формулировке выводов диссертации и публикации результатов исследования.

Комплексные проведённые экспериментальные исследования по изучению анодного поведения и окисления сплава $Zn_{0.5}Al$ с церием, празеодимом и неодимом и установление возможности повышения их анодной устойчивости в коррозионно-активных средах обоснованы и достоверны. Результаты исследований обсуждались на (5) научных конференциях и публиковались в (8) ведущих рецензируемых журналах, получены 2 патента (№ ТЖ 1079, 1081).

Диссертационная работа соответствует формуле специальности 6D071000 – раздел науки и техники, занимающаяся разработкой новых материалов с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и других факторов на свойства материалов.

Основные положения, выносимые на защиту: опытные результаты микроструктурного и рентгеноспектрального анализов сплавов систем Zn0.5Al-Ce(Pr, Nd); экспериментальные результаты исследования анодного поведения тройных сплавов Zn0.5Al-Ce, Zn0.5Al-Pr и Zn0.5Al-Nd в коррозионно-активных средах HCl, NaCl и NaOH; экспериментальные результаты исследования кинетики окисления сплава Zn0.5Al, легированного церием, празеодимом и неодимом; опытные результаты физико-химического анализа продуктов окисления легированных тройных сплавов.

Рецензируемая диссертационная работа выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровне, полученные результаты являются новыми и имеют научную и практическую значимости. Достоверность результатов не вызывает сомнений и подтверждается их согласованностью с литературными данными. Это позволяет утверждать, что обозначенные в работе цели и задачи исследования достигнуты, а положения, выносимые на защиту, экспериментально доказаны.

Диссертационная работа «Анодное поведение и окисление сплава Zn0.5Al, легированного церием, празеодимом и неодимом», представленная на соискание ученой степени доктора (PhD) наук, соответствует требованиям ВАК «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.06.2023 г. № 295.

Соискатель Фирузи Хамрокул заслуживает присвоения 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

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



Ашурова Р. Д.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фирузи Хамрокула на тему: «Анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного церием, празеодимом и неодимом», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Диссертационная работа Фирузи Хамрокула «Анодное поведение и окисление сплава $Zn_{0.5}Al$, легированного церием, празеодимом и неодимом» посвящена исследованию нового класса цинк-алюминиевых сплавов эвтектоидного состава $Zn_{0.5}Al$, в которых в качестве основных легирующих элементов выступают церий, празеодим и неодим.

На сегодняшний день наиболее распространенными в промышленности металлическими защитными покрытиями является цинковое покрытие. Однако в условиях возрастающих требований к коррозионностойким материалам-покрытиям продолжается поиск сплавов с более высоким комплексом физико-химических свойств по сравнению с цинковым покрытием при сохранении их технологичности и коррозионной стойкости. Высоким уровнем эксплуатационных параметров обладают сплавы на основе $Zn_{0.5}Al$, легированные церием, празеодимом и неодимом, но эти легирующие элементы являются дорогостоящими. С этой точки зрения исследование цинк-алюминиевых сплавов новых систем легирования с целью разработки технологичных, недорогих углеродистых стальных материалов с повышенным уровнем коррозионностойких свойств представляется весьма актуальной и практически важной задачей.

В диссертационной работе Ф.Хамрокула церий, празеодим и неодим впервые рассматривается как основной легирующий элемент эвтектоидного сплава $Zn_{0.5}Al$, и по результатам микрорентгеноспектрального анализа доказана перспективность разработки новых тройных сплавов систем $Zn_{0.5}Al-Ce(Pr, Nd)$ с улучшенным комплексом свойств на основе двойного сплава $Zn_{0.5}Al$.

В работе продемонстрирована принципиальная возможность эффективного упрочнения литого сплава на $Zn_{0.5}Al$ основе за счет добавление в нём третьего элемента. Установлены оптимальные концентрации церия, празеодима и неодима в сплаве $Zn_{0.5}Al$. Изучено высокотемпературное и низкотемпературное окисление образцов сплава в твердом состоянии. Проведена оптимизации состава и оценка способности сплава оптимального состава к специфической разновидности коррозии. Показано, что в коррозионно-активных средах сплавы обладают устойчивыми анодными характеристиками на уровне высокопрочных коррозионностойких сплавов.

По теме диссертации опубликованы 8 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК и 5 статей в материалах международных и республиканских конференций. Получено 2 малых патента Республики Таджикистан.

Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследования. Достоверность результатов подтверждена применением различных взаимодополняющих методов исследования и статистической обработкой полученных результатов. Выводы подкреплены соответствующими экспериментальными данными.

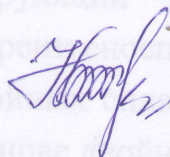
В целом, диссертация Ф.Хамрокула представляет собой законченную работу, отвечающую требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан о соответствии с Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.06.23 г. №295 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Докторант (PhD) Фирузи Хамрокул заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

К.т.н., доцент, заведующего кафедрой
«Технология, черчения и дизайн» Таджикского
государственного педагогического
университета им. С. Айни



Убайдов С.О.

К.х.н., доцент, заведующего кафедрой
«Общетехнических дисциплин и
машиноведения» Таджикского
государственного педагогического
университета им. С. Айни



Олимов Н.С.

Тел.: (+992) 93-592-86-90

E-mail: nasriddin-o@mail.ru

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,

г. Душанбе, пр. Рудаки 121

Подлинность подписей к.т.н., доц.

Убайдова С.О. и к.х.н., доц. Олимова Н.С.

заверяю:

Начальник УК и СР ТГПУ им. С. Айни



Мустафозода А.