

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Эмомова Исмоила Абдумаликовича

на тему: «Физико-химические свойства алюминиевого сплава AlBe-1 с магнием, цинком и кадмием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17- Материаловедение (технические науки)

Актуальность и необходимость проведения исследований. Изделия конструкций и сооружения из металлов и их сплавов составляют наиболее значительную и ценную часть основных производственных фондов любой промышленно развитой страны. Их долговечность и надёжность напрямую определяют эффективность производственных процессов, безопасность сооружений и экономическую стабильность предприятий. Однако металлические материалы подвержены воздействию окружающей среды и коррозии, что приводит к снижению их эксплуатационных характеристик, увеличению затрат на ремонт и замену, а также к потенциальным аварийным ситуациям.

В последние десятилетия во всём мире стремительно расширяется ассортимент новых материалов и изделий, главным образом на основе полимерных композиций. Однако металлы и их сплавы были и остаются основными конструкционными материалами при производстве машин, оборудования, приборов, строительных сооружений, транспортных средств и средств связи.

Среди используемых металлов особое место занимают алюминий и его сплавы, которые применяются практически во всех отраслях промышленности. В качестве конструкционных материалов различные алюминиевые сплавы широко используются в авиастроении, атомной, ракетно-космической технике, а также в электронике и электротехнике.

Введение различных легирующих добавок в алюминий существенно изменяет его свойства, а в ряде случаев придаёт ему новые специфические

характеристики. Поэтому алюминий и сплавы на его основе продолжают занимать ведущие позиции в различных областях промышленности. Кроме того, данный лёгкий металл обладает значительными природными запасами и характеризуется рядом ценных физико-химических и технологических свойств.

К числу наиболее перспективных современных материалов относятся алюминиевые сплавы с добавками бериллия, поскольку они отличаются малой плотностью ($2,0\text{--}2,4\text{ г/см}^3$), высоким модулем упругости ($140\text{--}220\text{ ГПа}$) и высокой прочностью ($450\text{--}600\text{ МПа}$). Для них характерна низкая чувствительность к надрезам и циклическим нагрузкам. В связи с этим такие сплавы эффективно применяются в самолётостроении и при создании конструкций летательных аппаратов.

В рецензируемой работе автором исследовано влияние магния, цинка и кадмия как легирующих добавок на теплоёмкость, процессы окисления, термодинамические функции и электрохимическое поведение алюминиевого сплава AlBe-1 с целью разработки высокомодульного лёгкого сплава, обладающего улучшенными свойствами и перспективного для промышленного применения.

Цель исследования заключается в разработке состава высокомодульного легкого алюминиево-бериллиевого сплава AlBe-1 с магния, цинка и кадмия на основе установления их термодинамических, кинетических и анодных свойств.

Научная новизна исследования заключается в:

– определение особенности изменения теплоёмкости, энтропии, энтальпии и энергии Гиббса от содержания легирующих добавок (Mg, Zn и Cd), а также в зависимости от температуры;

– исследование механизмы и кинетика твердофазного окисления сплава AlBe-1 с добавками Mg, Zn и Cd. Установлены зависимости интенсивности газовой коррозии от состава сплава и температуры рабочей среды. Определены наиболее эффективные концентрации легирующих элементов,

среди всех синтезированных сплавов;

– показано, что образование оксидных слоёв на поверхности образцов из алюминиево-бериллиевых сплавов, определяется как температурным режимом, так и концентрацией отдельных элементов в составе сплава;

– исследовано влияние легирующих добавок магния, цинка и кадмия на электрохимическую коррозионную стойкость сплава AlBe-1. Определены составы сплавов из числа разработанных, которые демонстрируют повышенную устойчивость к химической и электрохимической коррозии. Установлены закономерности изменения скорости электрохимической коррозии в зависимости от химического состава сплавов и концентрации хлорид-ионов в исследуемой среде.

Теоретические основы исследования.

Исследование охватывает теоретические положения, объясняющие, влияние структурных особенностей материалов на кинетические и энергетические параметры окисления, а также на температурное поведение теплоёмкости и соответствующих термодинамических функций. Проведён анализ коррозионно-электрохимических свойств сплава AlBe-1, модифицированного Zn, Cd и Mg. Показано, что устойчивость материала к коррозии определяется как содержанием легирующих металлов, так и составом или агрессивностью используемой электролитической среды.

Практическая ценность проведенного исследования заключается в определении оптимального состава сплава синтезированного на основе сплава AlBe-1, легированного металлами Mg, Zn и Cd, которые характеризуются устойчивостью к окислению при высокой температуре, устойчивостью к электрохимической коррозии и имеющими улучшенные показатели механических свойств, что делает его перспективным для применения в современной технике.

Установлены кинетические и энергетические характеристики процесса высокотемпературного окисления трёхкомпонентных сплавов в твёрдом состоянии. Идентифицированы фазовые составы окисных продуктов, а также

определена их роль в формировании механизма окисления при повышенных температурах.

Анализ показал, что легирование малыми добавками Mg, Zn и Cd оказывает влияние на формирование микроструктуры, что обуславливает соответствующее изменение свойств сплава. Установлена зависимость анодных характеристик сплава от природы и содержания легирующих компонентов, при исследовании в нейтральной среде (NaCl), при различных значениях pH среды.

Проведенные научные исследования и полученные по их результатам итоги стали основой для получения малого патента Республики Таджикистан (TJ №1276 от 04.02.2022 года).

Основные положения и результаты, выносимые на защиту:

– результаты проведённых исследований по определению температурной зависимости теплоёмкости, а также изменений термодинамических характеристик сплава AlBe-1, легированного металлами Zn, Mg, Cd;

– определённые в результате исследований кинетические и термодинамические параметры твердофазного, высокотемпературного окисления сплава AlBe-1, легированного металлами Zn, Mg, Cd. Структурно-фазовый анализ образовавшихся оксидных плёнок и установлена их функциональная роль в развитии механизма окисления;

– влияние добавок Zn, Mg, Cd на коррозионно-электрохимические характеристики сплава AlBe-1, а также влияние концентрации хлорид ионов в жидкой исследовательской среде на скорость коррозии синтезированных сплавов;

– состав среди синтезированных сплавов, характеризующийся наилучшими свойствами и стойкостью к коррозионному разрушению при различных влияниях.

Достоверность диссертационных результатов подтверждается использованием современных экспериментальных методов исследований и

синтеза алюминиевых сплавов на модернизированных и усовершенствованных приборах, установках, достаточной воспроизводимостью и сравнением результатов с данными других авторов. Достоверность полученных научных результатов подтверждается самыми современными методами исследования рентгенофазовым анализом.

Личный вклад автора заключается в проработке и анализе научнотехнической литературы по теме диссертационной работы, обосновании актуальности, постановке цели и задач, выбора методов исследований, планировании и выполнении экспериментов, анализе, обработке и систематизации результатов исследований.

Апробация результатов и публикации: Результаты проведенных исследований доложены и опубликованы в материалах различных международных и республиканских научных симпозиумах, конференциях и семинарах: VII international scientific-practical conference «International forum: Problems and scientific solutions», (Melbourne, Australia, 2021); IV межд. научной конф. «Вопросы физической и координационной химии» (Душанбе, 2019); межд. науч.-практ. конф. «Preceding the international symposium on innovative development of science» Research center of innovative technologies NAST (Dushanbe, Tajikistan, 2020); науч.-практ. конф. «Применение инновационных технологий в преподавании естественных дисциплин в средних общеобразовательных школах и высших учебных заведениях», посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева (Душанбе, 2019); I-ой межд. науч.-практ. конф. «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений и аспекты их применений» (Душанбе, 2022); и других.

Публикации. По результатам проведенных научно-практических исследований опубликованы 22 работы, из них 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК Российской Федерации и 16 работ в материалах конференций различного уровня. Получен 1 малый патент Республики Таджикистан (ТJ №1276 от 04.02.2022 года).

Структура, содержание и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка использованной литературы из 197 наименований и приложения. Работа изложена на 171 страницах компьютерного набора, включает 60 рисунков и содержит 39 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, изложены цель и основные задачи, проблемы исследования, раскрыта структура диссертации.

В первой главе представлен обзор литературных данных по теплоёмкости и термодинамическим функциям алюминиевых сплавов с магнием, цинком, кадмием и другими металлами. Показаны особенности высокотемпературного окисления алюминиевых сплавов, влияние переходных металлов на их анодное поведение. Установлено, что теплофизические и термодинамические свойства, кинетика окисления, анодное поведение алюминий-бериллиевых сплавов с щелочными и щелочноземельными металлами изучены хорошо. Свойства сплава AlBe-1 с такими металлами, как магний, цинк и кадмий не изучены, для данной группы сплавов имеются лишь скудные, отрывочные сведения. Поэтому, автором для сплавов системы AlBe-1 с такими легирующими компонентами были взяты в качестве объектов исследования.

Во второй главе приведены результаты исследования теплофизических свойств и изменений термодинамических функций алюминиевого бериллиевого сплава AlBe1 с добавками магния, цинка и кадмия.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию кинетики окисления алюминиевого бериллиевого сплава AlBe1 с легирующими металлами.

В четвертой главе приведены результаты потенциостатического исследования влияния магния, цинка и кадмия на анодное поведение алюминиевого бериллиевого сплава AlBe-1 в среде NaCl.

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертационной работы. Результаты работы доложены и обсуждены на конференциях различного уровня. Диссертационная работа

завершается общими выводами, списком цитированной литературы и приложением.

Выполняя диссертационную работу Эмомов И.А. показал хорошую квалификацию, умение правильно ставить вопросы и решать поставленные задачи. Диссертационная работа написана хорошим языком, достаточно полно и четко иллюстрирована, но не лишена некоторых недостатков:

1. Для предложенных составов сплава следовало бы изучить коррозионные свойства в зависимости от среды во всём интервале рН. Это позволило бы установить зависимости скорости и характера коррозии от рН среды, глубже понять механизмы коррозионного разрушения и предложить более эффективные методы защиты.

2. В работе изучены только процессы окисления твердых алюминиевых сплавов с добавками магния, цинка и кадмия. Сравнительное исследование процессов в твёрдом и жидком состояниях сплавов позволило бы получить более полную информацию о свойствах и закономерностях поведения материалов.

3. Из результатов диссертации и автореферата не ясно, почему процессы коррозии изучались только в среде NaCl?

4. В диссертации и автореферате встречаются стилистические и грамматические ошибки.

Отмеченные замечания несколько не умоляют достоинства диссертационной работы Эмомов И.А.

Общая оценка работы. Диссертационная работа Эмомова Исмоила Абдумаликовича на тему: «Физико-химические свойства алюминиевого сплава AlBe-1 с магнием, цинком и кадмием» является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Проведен большой объем экспериментальных работ, достоверность полученных результатов и выводы обоснованы. По актуальности, поставленной цели и задачам, объёму проведённых исследований, новизне полученных результатов, их научной и практической значимости работа вполне соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых

степеней» Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. за №824, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Эмомов И.А. за разработку физико-химических основ синтеза алюминиево-бериллиевых сплавов с легирующими добавками магния, цинка и кадмия заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 - Материаловедения (технические науки).

Официальный оппонент,

кандидат химических наук, доцент

кафедры технология химических производств

Таджикского технического университета им.

академика М.С. Осими



Амонова Азиза Валиевна

Адрес: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10.

Телефон: +992927613856; E-mail: aziza_amonova@inbox.ru

Подлинность подписей ~~и~~ доцента Амоновой А.В. заверяю:

Начальник отдела кадров и специальных работ

ТТУ им. акад. М.С. Осими



Кодирзода Н.Х.

« 10 » 03 2026