

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу **Эмомова Исмоила Абдумаликовича** на тему: «Физико-химические свойства алюминиевого сплава AlBe-1 с магнием, цинком и кадмием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Актуальность темы диссертации. Металлические изделия и конструкции являются основой машиностроения, строительства, энергетики и транспортной отрасли. Они составляют значительную часть основных производственных фондов, то есть долгосрочных материальных активов предприятий. Замена или ремонт металлических конструкций требует значительных материальных затрат, поэтому разработка эффективных методов повышения их долговечности и защиты от коррозии имеет важное экономическое значение.

Особое место среди конструкционных материалов занимают алюминиевые сплавы, которые широко применяются в машиностроении, авиационной и автомобильной промышленности, строительстве и других отраслях техники. Их широкое использование обусловлено сочетанием высокой прочности, малой плотности, технологичности и сравнительно высокой коррозионной стойкости.

Известно, что алюминий обладает естественной способностью образовывать на поверхности защитную оксидную плёнку, препятствующую дальнейшему разрушению металла. Однако в ряде эксплуатационных условий, особенно в агрессивных средах, защитные свойства данной плёнки могут снижаться. В связи с этим важной научной и практической задачей является разработка новых алюминиевых сплавов, обладающих повышенной устойчивостью к коррозионному разрушению и высокотемпературному окислению.

Одним из эффективных способов повышения эксплуатационных характеристик алюминиевых сплавов является их легирование различными элементами, позволяющее изменять микроструктуру, фазовый состав и

физико-химические свойства материалов. В этой связи исследование влияния легирующих элементов магния, цинка и кадмия на физико-химические свойства алюминиевого сплава AlBe-1 является актуальной научной задачей материаловедения.

Таким образом, тема диссертационной работы, посвящённая исследованию физико-химических свойств алюминиевого сплава AlBe-1, легированного магнием, цинком и кадмием, а также изучению закономерностей процессов высокотемпературного окисления и электрохимической коррозии данных сплавов, является актуальной и представляет значительный научный и практический интерес.

Диссертация Эмомова И.А. соответствует паспорту специальности 2.6.17 –Материаловедение (технические науки) по пунктам:

- пункту 1. «Разработки новых металлических, неметаллических и композиционных материалов в том числе, капиллярно-пористых, с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния дисперсности, состава, структуры технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов»;

- пункту 2. «Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих в гетерогенных и композиционных структурах»;

- пункту 3. «Разработка научных основ выбора металлических, неметаллических и композиционных материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации деталей, изделий машин и конструкций»;

- пункту 4. «Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых металлических, неметаллических и композиционных материалов»;

- пункту 10. «Разработка способов повышения коррозионной стойкости металлических, неметаллических и композиционных материалов в различных условиях эксплуатации».

Научный аспект работы наиболее полно отражен в положениях, выносимых на защиту. Отметим лишь основные и принципиально важные для специальности 2.6.17 –Материаловедение, по которой выполнена диссертация:

- роль природы и концентрации легирующего компонента (Mg, Zn, Cd) в формировании кинетических и энергетических параметров газового окисления кислородом промышленных алюминиевых сплавов AlBe-1; по данному направлению получен ряд новых результатов; установлен гиперболический механизм окисления сплавов; получены данные по значениям эффективной энергии активации процесса окисления сплавов;

- данные о химическом и фазовом составе продуктов окисления промышленных алюминиевых сплавов AlBe-1, легированных магнием, цинком и кадмием, 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;

-впервые установлены общие закономерности изменения коррозионно-электрохимических характеристик алюминиевых сплавов AlBe-1, легированных Mg, Zn, Cd. В частности, установлено, что потенциал свободной коррозии, как для нелегированных, так и для легированных сплавов во времени смещается в положительную область по мере выдержки в среде электролита NaCl различной концентрации. Определено, что увеличение концентрации хлорид-иона способствует уменьшению величины потенциала свободной коррозии данных сплавов; выявлено, что потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации алюминиевых сплавов AlBe-1, содержащих 0,01-0,5мас.%, легирующего компонента (Mg, Zn, Cd) смещаются в область положительных значений, что свидетельствует о

повышении коррозионной сплавов, соответственно в среде 0.03; 0.3 и 3.0%-ного электролита NaCl; установлено, что легирование алюминиевых сплавов AlBe-1 с магнием, цинком и кадмием (до 1,0 мас.%) имеют устойчивость к коррозионному разрушению превышающую устойчивость исходного сплава на 30-50% в жидкой среде электролита хлорида натрия.

Предложено, что в результате добавок металлов Mg, Cd и Zn были получены новые составы на основе сплава AlBe-1, имеющие улучшения в механических, коррозионно-электрохимических и эксплуатационных свойств. Разработанные составы защищены малым патентом Республики Таджикистан (ТЖ № 1002 от 01.03.2022 г.).

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа Эмомова И.А. на тему: «Физико-химические свойства алюминиевого сплава AlBe-1 с магнием, цинком и кадмием», состоит из введения, общая характеристика работы, обзора литературы, четыре главы, выводов, списка использованной литературы и приложения. Диссертация изложена на 170 страницах компьютерного набора, включая 39 таблицы, 49 рисунков и 195 библиографических наименований. В приложении диссертации приведены копии патента Республики Таджикистан полученного автором по теме диссертации.

Личный вклад соискателя состоит 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.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

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

Практическая ценность проведённого исследования заключается в определении оптимального состава 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.

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

Научная новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнения.

Замечания по диссертационной работе:

1. В диссертационной работе фазовый состав продуктов высокотемпературного окисления исследуемых сплавов определён преимущественно методом рентгенофазового анализа. Для более детального изучения структуры и химического состава оксидных слоёв целесообразно было бы дополнительно использовать современные методы физико-химического анализа, такие как инфракрасная спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия и энергодисперсионный микроанализ.
2. В работе показано влияние легирующих элементов Mg, Zn и Cd на кинетику окисления и коррозионно-электрохимические свойства сплава AlBe-1. Однако представленный анализ носит преимущественно экспериментальный характер. Представлялось бы целесообразным более подробно рассмотреть влияние электронного строения легирующих элементов и их термодинамических характеристик на процессы формирования защитных оксидных плёнок.
3. Коррозионно-электрохимические исследования выполнены методом потенциодинамической поляризации при скорости развёртки потенциала 2 мВ/с. Для более полного анализа кинетики электрохимических процессов представляло бы интерес проведение аналогичных исследований при различных скоростях развёртки потенциала.

4. Коррозионные испытания проводились в растворах хлорида натрия различной концентрации. Вместе с тем для более полной имитации морской среды целесообразно было бы использовать многокомпонентные модельные электролиты, содержащие ионы Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^{+} и SO_4^{2-} .
5. В работе отмечено влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость сплавов. Однако было бы полезно более подробно представить результаты исследования микроструктуры полученных сплавов, что позволило бы установить взаимосвязь между структурными особенностями материалов и их эксплуатационными свойствами.
6. В диссертации показана перспективность применения разработанных сплавов. Вместе с тем представляется целесообразным более подробно рассмотреть возможные области практического применения данных материалов и провести сопоставление их свойств с существующими промышленными алюминиевыми сплавами.
7. В тексте диссертации встречаются отдельные стилистические и грамматические неточности, которые не оказывают существенного влияния на научное содержание работы.

Следует отметить, что указанные замечания носят в основном дискуссионный и рекомендательный характер и не снижают научной ценности выполненного исследования.

Заключение

Диссертационная работа **Эмомова Исмоила Абдумаликовича** на тему «Физико-химические свойства алюминиевого сплава AlBe-1 с магнием, цинком и кадмием» является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной на современном научном уровне.

Полученные автором результаты обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью.

По своему содержанию и объёму диссертационная работа соответствует требованиям пунктов **9–14 Положения о присуждении ученых степеней**, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации, Эмомов Исмоил Абдумаликович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент кафедры
«Естественных наук» Хужандский международный
университет туризма и предпринимательства
Таджикистана

 М.М. Саидзода

Адрес: 734063, Республика Таджикистан, г. Худжанд, 27- микрорайон

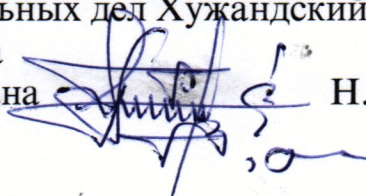
Телефон: (+992) 931270607

E-mail: masrur.saidzoda.88@mail.ru

Подпись д.т.н., доцента М.М. Саидзода **заверяю:**

Начальник отдела кадров и специальных дел Хужандский
международный университет туризма
и предпринимательства Таджикистана



 Н.И. Рахимов

14.03.2026