ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Курбоновой Мукадас Завайдовны «Физико-химические свойства модельного алюминиевого сплава AlBe1 с щелочными металлами, элементами II группы, титаном, ванадием и ниобием», представленную на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия (химические науки)

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Курбоновой Мукадас Завайдовны посвящена исследованию закономерностей изменения физико-химических свойств модельного алюминиево-бериллиевого сплава AlBe1 при легировании щелочными металлами, элементами II группы, а также титаном, ванадием и ниобием.

Актуальность исследования не вызывает сомнений и обусловлена возрастающими требованиями к конструкционным материалам, применяемым в авиационной и космической технике, атомной энергетике, электронной промышленности и других высокотехнологичных отраслях. Современное материаловедение ориентировано на создание легких сплавов с повышенными эксплуатационными характеристиками, высокой коррозионной стойкостью, термической стабильностью и оптимальными теплофизическими свойствами. В этой связи комплексное исследование влияния легирующих элементов на свойства алюминиево-бериллиевых сплавов представляет несомненный научный и практический интерес.

Работа выполнена на современном научном уровне и представляет собой завершенное исследование, имеющее существенное значение для развития физической химии металлических систем и материаловедения алюминиевых сплавов.

Одним из наиболее перспективных направлений является совершенствование алюминиево-бериллиевых сплавов путем их комплексного легирования. Несмотря на многочисленные исследования алюминиевых сплавов, влияние щелочных металлов, элементов II группы и

переходных металлов (Ti, V, Nb) на комплекс теплофизических, термодинамических, коррозионных и окислительных свойств системы AlBe1 изучено недостаточно.

Поэтому выполненная работа направлена на решение актуальной научной проблемы и представляет значительный интерес как для фундаментальной физической химии, так и для практического материаловедения.

Степень обоснованности научных положений. Диссертация отличается логичным построением и последовательным изложением материала. Поставленные автором задачи полностью соответствуют сформулированной цели исследования. Экспериментальная часть выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследования:

- термогравиметрического анализа;
- определения теплоемкости методом охлаждения;
- потенциостатических исследований;
- рентгенофазового анализа;
- инфракрасной спектроскопии;
- математической обработки экспериментальных результатов.

Объем выполненных исследований является весьма значительным. Полученные результаты хорошо согласуются между собой и подтверждаются современными представлениями физической химии металлических систем.

Цель исследования заключается в установление закономерностей и механизма изменения физико-химических свойств модельного алюминиево-бериллиевого сплава AlBe1 при легировании щелочными металлами, элементами II группы, а также переходными металлами (титаном, ванадием, ниобием), с последующей разработкой на их основе новых композиций сплавов.

В рамках исследования для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

– исследовать влияния температуры и концентрации легирующих компонентов – щелочных металлов, элементов II группы, а также титана (Ti), ванадия (V) и ниобия (Nb) – на изменение теплоёмкости и коэффициента теплоотдачи модельного алюминиево-бериллиевого сплава AlBe1;

– выполнять расчёты термодинамических характеристик (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) для сплава AlBe1, легированного указанными элементами, при различных температурах и вариациях состава;

– изучить закономерности кинетики и выявлять механизмы процессов окисления исследуемого сплава в твёрдом и жидком состояниях с учётом введения щелочных, щелочноземельных элементов, а также представителей II группы, включая Ti, V и Nb;

– проанализировать влияние продуктов окисления на интенсивность и характер протекания окислительных процессов в легированных алюминиево-бериллиевых сплавах;

– осуществить комплекс исследований основных электрохимических характеристик легированных сплавов на основе системы AlBe1 с целью оценки их устойчивости к воздействию агрессивных сред.

Состав и объём диссертационной работы. Диссертация включает введение, четыре главы основного содержания, заключение, сводные выводы, перечень использованной литературы, насчитывающий 231 наименование, и приложения. Общий объём работы составляет 360 страниц машинописного текста, включает 107 иллюстраций и 87 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определены объёмы исследований, обоснован выбор методов, сформулированы цель и изложены основные положения, выносимые на защиту результаты.

В первой главе приведены литературные сведения по структурообразованию и свойствам алюминия, бериллия, щелочных металлов, магния, цинка, кадмия, титана, ванадия, ниобия характеристики и области их

использования, о взаимодействии сплавов систем алюминий-бериллий с ЩМ, ЩЗМ и переходными металлами с кислородом, а также по анодному поведению алюминиевых сплавов с этими металлами. В связи с отсутствием в литературе сведений о физико-химических свойствах промышленных алюминиево-бериллиевых сплавов AlBe1 с ЩМ, элементами II подгруппы, титаном, ванадием и ниобием сделан вывод о необходимости выполнения исследований по данной теме.

Во второй главе приведены результаты исследования механической, температурной зависимости теплоемкости и термодинамических функций модельного алюминиевого сплавов AlBe1 с щелочными металлами, элементами II подгруппы, титаном, ванадием и ниобием.

Третья глава посвящена исследованию кинетики высокотемпературного окисления модельного алюминиевого сплавов AlBe1 с щелочными металлами, элементами II подгруппы, титаном, ванадием и ниобием.

В четвёртой главе приведены результаты исследования коррозионно-электрохимического поведения модельного алюминиевого сплава AlBe1 с щелочными металлами, элементами II подгруппы, титаном, ванадием и ниобием, в нейтральной среде раствора NaCl различной концентрации.

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

Научная новизна работы:

– впервые установлены закономерности изменения теплоёмкости и коэффициента теплоотдачи модельного алюминиево-бериллиевого сплава AlBe1, легированного щелочными металлами, а также элементами II группы (Mg, Zn, Cd) и переходными металлами (Ti, V, Nb) в зависимости от температуры и количественного состава сплавов.

– установлено отсутствие фазовых превращений и фазовых переходов в исследуемых сплавах в пределах изученного температурного диапазона, что указывает на их структурную стабильность при нагреве.

– показано, что независимо от природы легирующих элементов наблюдается общее увеличение теплоёмкости исследуемых сплавов с ростом температуры.

– выявлено, что увеличение содержания щелочных, щелочноземельных и переходных металлов приводит к снижению теплоёмкости сплавов. Также установлено, что при фиксированной температуре и неизменной массовой доле легирующего элемента, варьирование его химической природы сопровождается снижением теплоёмкости.

– на основе проведённых термодинамических расчётов установлено, что при переходе от базового сплава AlBe1 к легированным системам с добавлением щелочных и переходных металлов наблюдается снижение значений энтальпии и энтропии, при одновременном увеличении энергии Гиббса, что свидетельствует о повышении термодинамической устойчивости образующихся фаз.

– определены закономерности изменения кинетических и термодинамических характеристик процессов окисления в твёрдом состоянии. Установлено, что процессы окисления протекают в соответствии с линейно-параболическим и гиперболическим законами, отражающими комплексный механизм взаимодействия компонентов сплава с кислородом. В начальной стадии процесс характеризуется кинетическим контролем с последующим переходом в диффузионную область, которая становится преобладающей. Легирование переходными металлами оказывает более выраженное влияние на коррозионостойкость сплава по сравнению с добавками щелочных элементов.

– выявлена функция легирующих компонентов в процессе формирования оксидных слоёв. Установлено, что даже при малом содержании добавки участвуют в образовании защитных оксидных плёнок, входя в состав основного оксида на основе Al и Be. Вторым фазообразующим компонентом выступают металлы щелочной группы (Li, Na, K), элементы II группы (Ca, Sr,

Ba, Mg, Zn, Cd), а также переходные металлы (Ti, V, Nb), которые, помимо комплексных оксидов, формируют и самостоятельные фазы.

– установлена степень влияния различных легирующих элементов на электрохимическую стойкость модельного алюминиево-бериллиевого сплава при содержании легирующих добавок до 1.0 мас. %. Показано, что введение щелочных и переходных металлов способствует повышению коррозионной устойчивости сплавов, что обусловлено особенностями их электронного строения. Кроме того, выявлено, что увеличение концентрации хлорид-ионов в растворе (на примере раствора NaCl) приводит к росту скорости коррозии вне зависимости от элементного состава сплава.

– полученные результаты существенно расширяют существующие представления о процессах структурообразования и физико-химических свойствах алюминиево-бериллиевых сплавов.

Практическая значимость работы заключается в:

– разработке новых составов алюминиево-бериллиевых сплавов, содержащих щелочных, элементами II группы и переходных металлов, с определенными физико-химическими характеристиками, которые могут быть рекомендованы для использования в промышленности;

– использовании полученных результатов как научной основы для разработки новых по составу и качеству сплавов;

– разработке состава сплавов на основе алюминия, защищённых патентами Республики Таджикистан: Патент РТ №TJ1002. «Сплав на основе алюминия с бериллием», от 01.03.2019г.; Патент РТ №TJ1123. «Алюминиевый сплав с бериллием» от 13.04.2020г.; Патент РТ №TJ1276. «Сплав алюминий с бериллием» от 04.02.2022г. и акт испытания в ОАО «ТАлКо» г. Турсунзаде.

Публикации. Основные результаты отражены в 60 научных работах, в том числе, 2 монографиях, 15 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации и в материалах 41 международных и республиканских конференций, а также получено 3 малых патента Республики Таджикистан и одного акта испытания.

По работе имеются следующие замечания. При общей положительной оценке диссертации следует отметить отдельные замечания, которые носят преимущественно дискуссионный характер.

1. В работе недостаточно подробно обсуждены атомные механизмы влияния отдельных легирующих элементов на изменение теплоемкости исследуемых сплавов.
2. При анализе процессов высокотемпературного окисления было бы целесообразно привести количественное сравнение полученных кинетических параметров с аналогичными промышленными алюминиевыми сплавами.
3. В разделе, посвященном электрохимическим исследованиям, желательно было бы дополнительно обсудить механизм образования пассивных пленок на поверхности легированных сплавов.
4. Практическую значимость результатов усилило бы проведение длительных коррозионных испытаний в условиях, приближенных к реальной эксплуатации.
5. В тексте диссертации встречаются отдельные стилистические неточности и повторения, не влияющие на содержание исследования.

Перечисленные замечания не носят принципиального характера и не снижают научной и практической ценности выполненной работы.

Заключение

Публикации автора отражают содержание диссертационной работы, которая опубликована в научных рецензируемых журналах и апробирована в ходе выступлений соискателя на международных и республиканских конференциях.

Диссертация Курбоновой Мукадас Завайдовны «Физико-химические свойства модельного алюминиевого сплава AlBe1 с щелочными металлами, элементами II группы, титаном, ванадием и ниобием» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научная

задача, имеющая важное значение для развития физической химии металлических систем.

По актуальности темы, научной новизне, степени обоснованности результатов, теоретической и практической значимости диссертационная работа Курбонова Мукадас Завайдовна на тему «Физико-химические свойства модельного алюминиевого сплава AlBe1 с щелочными металлами, элементами II группы, титаном, ванадием и ниобием», соответствует паспорту специальности 1.4.4 – Физическая химия (химические науки) по п.1; п.2; п.3; п.6 и отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Автор диссертации, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия (химические науки).

Официальный оппонент: доктор химических наук,
профессор кафедры фармацевтической и
токсикологической химии ГОУ «Таджикский
государственный медицинский университет
имени Абуали ибн Сино» Умарали Раджабов

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, район Сино, улица Сино, 29-31, ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино», Веб-сайт: www.tajmedun.tj, E-mail: info@tajmedun.tj, Тел./Факс: (+992) 44 600-36-77, 235-34-96.

Подлинность подписи
д.х.н., проф. Раджабова У. «**Заверяю**»
Начальник управления развития кадрового потенциала ГНУ «Таджикского государственного медицинского университета
имени Абуали ибн Сино», к.м.н. Б.И. Сафаров

«28» 08 2026