

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСиС» в г. Душанбе
доктор химических наук, профессор
Каримов М.Б.



_____ 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Саидзода Рахимджона Хамро (Саидова Рахимджона Хамрокуловича), выполненную на тему «Структурообразование и физико-химические свойства лёгких алюминиевых сплавов с редкоземельными и щелочноземельными металлами», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – «Материаловедение (в машиностроении)»

1. Актуальность для науки и практики.

Развитие цветной металлургии определяется качеством алюминиевых лёгких сплавов, учитывая ряд уникальных их свойств. В настоящее время разработано множество конструкционных легких алюминиевых сплавов, которые нашли широкое применение в авиации, атомной промышленности, космической технике и в электронике как в виде конструкционных, так и в виде акустодемпфирующих и звукоизолирующих материалов. Учитывая уникальные свойства РЗМ и ЩЗМ, использовано в качестве легирующих добавок к алюминиевым сплавам.

Таким образом, на основании приведённых аргументов можно утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной в настоящее время, в её рамках существует проблемное поле, разработка которого может дать новые научные результаты, важные для развития промышленности Республики Таджикистан.

Тема исследований по своему содержанию отвечает потребностям Республики Таджикистан, в исследовании физико-химических свойств алюминиевых сплавов и их использованию в различных промышленных областях.

Для наиболее полного раскрытия заявленной темы автором сформулирована цель диссертации и её задачи. В частности, целью исследования является выявление механизмов формирования структуры и определение физико-химических и теплофизических свойств легких алюминиевых сплавов с РЗМ и ЩЗМ в широком интервале температур.

Достижение этой цели автором осуществляется решением 10 задач исследований, которые рассматриваются поэтапно и в каждой из глав своей работы диссертант проводит определенные исследования, позволяющие выйти на комплексный результат, содержащий научную новизну.

2. Краткое содержание работы.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, списка использованной литературы из 284 наименований и 8 приложений. Общий объём диссертационной работы состоит из 293 страниц компьютерного набора. Основной текст диссертации изложен на 280 страницах, включая 124 рисунков и 53 таблиц.

Во **введении** обоснована актуальность работы, чётко сформулированы цель и задачи исследований, отражена научная новизна и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту, приведены данные об апробации работы, обоснована достоверность полученных результатов и дано описание структуры диссертации.

В **главе 1** приведен подробный обзор литературы, посвящённый легким алюминиевым сплавам, структуре и свойствам сплавов систем РЗМ; структуре и свойствам сплавов систем Ве-РЗМ; тройным системам алюминий-бериллий-РЗМ; теплофизическим свойствам алюминия и его сплавов; температурной зависимости термодинамических свойств Sc, Y, Pr, Nd и Eu; теории теплоёмкости металлов и сплавов; температурным зависимостям теплоёмкости алюминия, меди, кремния и цинка и сравнению с теорией Дебая.

В **главе 2** рассмотрены: объекты исследования для получения сплавов систем Al-Ве-РЗМ; объекты исследования для измерения теплофизических свойств сплавов АК1, АК1М2, легированных РЗМ; аппаратура и методика исследований физико-химических свойств объектов исследования; методы РФА и ДТА; установка для измерения теплоёмкости твёрдых тел в режиме «охлаждения»; подробно описана методика обработки экспериментальных данных, позволившая автору определить релаксационный характер процесса охлаждения с двумя временами релаксации, температурная зависимость коэффициента теплоотдачи меди, алюминия и цинка; аппаратура и методика исследований акустодемпфирующих свойств объектов исследования.

В **главе 3** анализируется диаграмма состояния системы алюминий-бериллий-празеодим; диаграмма состояния системы алюминий-бериллий-неодим; диаграмма состояния системы алюминий-бериллий-самарий; приводится обсуждение результатов исследования систем алюминий-бериллий-РЗМ.

В **главе 4** проводится анализ влияние фазового состава сплавов систем Al-Ве-Pr (Nd, Sm) на их демпфирующие свойства; температурная зависимость теплоёмкости и термодинамических функций алюминия марки А5N и АК1, сплава АК1М2, легированного РЗМ.

В **главе 5** приведены результаты исследования влияния добавок различных элементов на кинетику окисления Al_4Sr ; стабильность и влагоём-

кость Al_4Ba , легированного Si, Mg и Ti; модифицирование алюминиево-кремниевых сплавов стронцием и разработка новых литейных алюминиевых сплавов с гарантированной структурой; влияния модифицирования алюминиево-стронциевой лигатурой на активность кислорода в силуминовом расплаве; коррозионно-электрохимическое поведение силуминов, модифицированных стронцием; модифицирование стронцием силуминов с добавками магния, меди, цинка и марганца; исследование модифицирующих свойств стронция в сплавах системы алюминий-германий; модифицирование литейных алюминиевых сплавов барием.

В **заключении** сформулированы основные выводы по результатам работы диссертанта, свидетельствующие о решении поставленных перед соискателем задач исследования. Заключительные выводы диссертации, в целом, достоверны и соответствуют полученным результатам и их анализу.

Список цитируемой литературы вполне отражает ситуацию в области исследования. Следует отметить, что список литературы оформлен грамотно, и позволяет получить полное представление о цитируемом источнике.

Таким образом, содержание диссертационной работы Саидзода Рахимджона Хамро отвечает требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к содержанию докторских диссертаций.

Стиль и оформление. Диссертация написана грамотным техническим языком, снабжена очень большим количеством рисунков, графиков и таблиц.

Тема диссертации соответствует профилю заявленной специальности 05.02.01 – Материаловедение (в машиностроении).

Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объеме. Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важных прикладных проблем в сфере металлургии. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Диссертационная работа в целом производит впечатление цельного самостоятельного исследования, основные научные положения, выводы, предложения и рекомендации достаточно логичны и аргументированы. Их можно считать значимыми для национальной экономики Таджикистана и имеющими научную новизну.

3. Научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Научная новизна результатов диссертации:

1). Впервые построены диаграммы фазовых равновесий систем Al-Be-Pr (Nd, Sm) и определены значения температур плавления тройных интерметаллидов $Al_{57}Be_{23}Pr_{20}$, $Al_{57}Be_{23}Nd_{20}$ и $Al_{57}Be_{23}Sm_{20}$.

2). Построены квазибинарные разрезы Al-D_n, Al-PЗMBe₁₃, PЗMBe₁₃-D_n, PЗMBe₁₃-PЗMAl₂, PЗMAl₂-D_n, произведена сингулярная триангуляция исследуемых систем, построены проекции поверхностей ликвидуса сплавов систем Al-Be-Pr (Nd, Sm), в области 0-33,3 ат.% PЗM, а также определены

составы новых алюминиево-бериллиевых сплавов, легированных микродобавками РЗМ (0,01-0,5 вес.%), обладающих высокими акустодемпфирующими свойствами.

3). Установлена температурная зависимость термодинамических свойств (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) исследованных металлов и сплавов на основе проведенных систематических исследований теплофизических характеристик алюминия марки А5N и его сплавов в широком интервале температур.

4). Впервые определены на усовершенствованной действующей экспериментальной установке коэффициенты теплоотдачи металлов - алюминия марки А5N, меди, цинка и сплавов АК1 и АК1М2, а также теплоёмкости сплавов АК1 и АК1М2, легированных РЗМ, в интервале температур 293÷873 К и выявлено влияние концентрации Sc, Y, Pr и Nd на теплофизические характеристики сплава АК1М2.

5). Определено влияние добавок РЗМ, кремния, титана и магния на кинетику окисления сплавов Al_4Ba и Al_4Sr на основе метода термогравиметрии. Показано, что легирование сплавов указанными металлами уменьшает его окисляемость. Методом ИКС определены продукты окисления исследуемых сплавов и показана доминирующая роль оксидов РЗМ, а также SrO в протекании процесса окисления.

Научно-практическая значимость работы заключается в том, что:

1). Определенные для сплавов систем Al-Be-Pr (Nd, Sm) температуры фазовых превращений и проекции поверхностей ликвидуса могут быть использованы для термообработки и литья изделий, изготовленных из данных сплавов.

2). Выявленные высокие демпфирующие свойства сплавов алюминия с бериллием, легированные РЗМ, могут служить основой для разработки новых сплавов, в качестве справочного материала для специальных технологических расчётов.

3). Усовершенствована действующая экспериментальная установка по методу охлаждения, позволяющая выполнять измерение зависимости температуры образцов от времени охлаждения в широком интервале температур, применена компьютерная фиксация результатов измерений и их обработка.

4). Экспериментально полученные данные по температурной зависимости коэффициента теплоотдачи, теплоёмкости и термодинамических функций сплавов АК1М2 - Sc(Y, Pr, Nd) пополнят банк справочных информации и могут служить основой для развития макроскопической теории твёрдых тел.

5). Разработан способ введения алюминиево-стронциевых лигатур в условиях промышленного производства при плавке в печах типа ИАТ-2,5/1, предусматривающий переход на легкоплавкие лигатуры, содержащие 5-10 мас.% Sr и полученные закономерности позволяют осуществить более обоснованный подход к выбору перспективных металлических композиционных материалов с заданными технологическими свойствами.

Практическое значение работы определяется тем, что результаты диссертационной работы апробированы и внедрены:

- в ДМЗ г. Душанбе проведены опыты по улучшению свойств алюминиевых сплавов, содержащих 0,01-0,5% бериллия с добавками РЗМ (празео-дима, неодима и самария) для установления их демпфирующих свойства, также использования их для корпусов многоцелевого двигателя внутреннего сгорания с объёмом рабочего цилиндра 50 см³;

- в ГУПО «Таджиктекстильмаш» Министерства энергетики и промышленности РТ проведены испытания материалов на основе деформируемых алюминиевых сплавов для внедрения в производство слоистых металлических композиций;

- в ТТУ имени академика М.С. Осими при разработке комплексного модуля НИР по новым материалам, конструкциям и технологиям.

Новизна полученных экспериментальных результатов напрямую определяет их практическое значение, связанное, в основном, с применением в областях металлургии и машиностроительной промышленности.

4. Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации обеспечивается применением современных физико-химических методов исследования, высокой точностью и воспроизводимостью эксперимента, теоретической обоснованностью результатов работы, согласованностью полученных результатов с данными других авторов и диаграммами состояния исследованных систем. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объёме. Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованную разработку, обеспечивающую решение важных проблем промышленного производства легированных легких алюминиевых сплавов.

Представленные в работе исследования достоверны, что обеспечивается корректностью постановки задач работы, высоким уровнем используемой экспериментальной техники в сочетании с профессиональным применением современных программных комплексов, выводы и рекомендации обоснованы. Для научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, характерна внутренняя непротиворечивость и согласованность с общепризнанными физико-химическими положениями, и результатами имеющихся работ. Результаты исследований прошли апробацию на научных конференциях и в публикациях. По данным РИНЦ коэффициент Хирша у Саидзода Р.Х. составляет 3, что свидетельствует о высокой цитируемости его работ.

5. Публикации. Результаты работы нашли отражение в 3 монографиях и 62 статьях, в т.ч. 30 в ведущих рецензируемых журналах из перечня ВАК при Президенте РТ, 19 - в материалах научных конференций, 3 малых патентах Республики Таджикистан на изобретение. Публикации автора в полной мере отражают основные результаты исследований. Основные

результаты диссертации достаточно хорошо апробированы. Имеются ссылки на авторов и источники заимствования материалов. Использованные в диссертации результаты научных работ, выполненных Саидзода Р.Х. лично и в соавторстве, нашли отражение в диссертации в полном объёме.

6. Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации заключается в анализе научных источников по проблемам рассматриваемой тематики с целью выявления закономерностей, проведении большого объёма сложных экспериментальных исследований и их компьютерной обработки, систематизации и обобщении результатов, участия в обсуждениях, формулировке основных выводов и подготовке публикаций.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты работы можно рекомендовать к использованию в экспериментальных лабораториях при проведении испытаний материалов, причём не только в областях, затрагиваемых в диссертации, а также в инженерных расчётах при разработке новых металлических композитов с заданными физико-химическими свойствами. Полученные результаты могут быть включены в учебные курсы для подготовки специалистов в области металлургии, а также использованы в научных исследованиях, проводимых в Институте химии им. В.И. Никитина и ФТИ им. С.У. Умарова АН РТ, ТТУ им. акад. М.С. Осими, НИИ ТНУ, Научно-исследовательском институте металлургии ГУП «ТалКо».

Считаем целесообразным продолжить автору работы исследования по вопросам создания новых алюминиевых сплавов для внедрения в производство.

8. Замечания по диссертационной работе:

1. Выясненные механизмы структурообразования разработанных сплавов включают в себя различные химические связи, тщательно и скрупулезно исследованные в диссертационной работе. Однако, желательнее было бы более расширенно и подробно уточнить именно какие химические связи имеют доминирующее значение при формировании двойных систем Ве-РЗМ и тройных систем Al-Ве-РЗМ.

2. На рис. 1.18, стр. 59 диссертации приведён график сравнения температурной зависимости теплоёмкости тел согласно теориям Дебая и Энштейна. Однако, не делается вывод, какой из этих теорий даётся привилегия в исследовании на рассматриваемых в диссертации объектах исследований.

3. Объяснение автора на стр. 176 диссертации (рис. 4.26-4.27) и стр. 26 автореферата (рис. 9) о том, что «для сплавов АК1М2, легированного скандием и празеодимом, повышение значений теплоёмкости во всем интервале концентрации можно объяснить растворимостью легирующего компонента в исходном сплаве» является спорным.

4. Согласно заключению к главе 4, пункта 4.3 (стр. 188 диссертации и стр. 26 автореферата), которое стало основой для 3-го общего вывода (стр. 258 диссертации и стр. 36 автореферата) автором предложен новый метод исследования теплофизических свойств металлов и сплавов в условиях охлаждения - способ автоматической регистрации температуры образца от времени охлаждения. Здесь следовало бы указать не на разработку, а на совершенствование метода определения «темпа охлаждения» по известной теории В.М. Кондратьева.

5. В работе недостаточно уделено внимания вопросу долговечности исследуемых композиционных сплавов. Не проведены исследования разработанных сплав по определению таких параметров, как «предел огнестойкости» и уровень выделения токсичных газов при их изготовлении, а также и при воздействии высокой температуры.

6. В диссертационной работе оценены преимущества алюминиевых сплавов, содержащих 0,01-0,5% бериллия с добавками РЗМ (Pr, Nd, Sm) для корпусов многоцелевого двигателя внутреннего сгорания с объёмом рабочего цилиндра 50 см³. Однако не ясно, какова трудоёмкость изготовления корпусов этих двигателей на основе разработанных сплавов.

7. Диссертационная работа местами не лишена отдельных грамматических и стилистических ошибок.

Следует отметить, что данные замечания не умаляют достаточно высокий уровень диссертационной работы.

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы и некоторые из них имеют рекомендательного характера и являются напутствием на дальнейшее исследования в данном направлении.

Диссертация Саидзода Рахимджона Хамро представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решена важная народнохозяйственная проблема. Основное содержание работы отражено в авторских публикациях и изложено в автореферате. Основные выводы работы обоснованы, исследования выполнены с применением современных экспериментальных и вычислительных методов.

9. Заключение.

Диссертационная работа Саидзода Р.Х. «Структурообразование и физико-химические свойства лёгких алюминиевых сплавов с редкоземельными и щелочноземельными металлами» является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Работа написана литературным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры, подробные расчёты. По каждой главе и в целом имеются выводы. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат

соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует, на наш взгляд, требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. (№505) предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук. Задачи, решенные диссертантом, имеют существенное значение для машиностроительной и металлургической отрасли народного хозяйства Республики Таджикистан. Таким образом, диссертация отвечает требованиям, предъявляемым ВАК при Президенте Республики Таджикистан к докторским диссертациям, а её автор Саидзода Рахимджон Хамро (Саидов Рахимджон Хамрокулович) заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в машиностроении).

Отзыв обсуждён и одобрен на расширенном заседании кафедры металлургии филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», протокол № 2 от 28 сентября 2017 года.

Заместитель директора по учебной и научной работе
доктор технических наук, профессор

И.А. Саидаминов

Заведующий кафедрой «Металлургия»
кандидат технических наук, доцент

И.Р. Бобоев

Подписи докт. техн. наук, проф. Саидаминова Исохона Абдулфайзовича и канд. техн. наук, доц. Бобоева Икромджона Рахмоновича заверяю.

Начальник ОК ДФ НИТУ «МИСиС»



Бердиева М.А.

Почтовый адрес организации: 734042, Таджикистан, г.Душанбе, ул. М. Назаршоева 7, ДФ НИТУ «МИСиС». Тел. +(992) 372-222-20-08. E-mail: misis.tj@mail.ru