

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор ТАУ имени Ш.Шотемур
д.с.-х.н. профессор Махмадёрзода У.М.

« 26 » _____ 2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТАДЖИКСКОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА имени ШИРИНШОХ ШОТЕМУР

по диссертационной работе Ахмедова Ш.А. на тему: «Теплофизические свойства интерметаллидов и эвтектических сплавов систем алюминий – лантаниды (в области богатых лантанидом), моделирование закономерности их изменения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, выполненной на кафедрах электрификации и автоматизации сельского хозяйства ТАУ имени Ш. Шотемур и общей и неорганической химии Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Ахмедов Шарафджон Абдухалилович, гражданин Республики Таджикистан в 2012 году окончил факультет механизации сельского хозяйства, Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, по специальности - электрификация и автоматизация сельского хозяйства. С 2017 г. по 2021 год он являлся соискателем в аспирантуре Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, по специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – отрасль машиностроения).

В период исследовательской деятельности, он одновременно работал в должности ассистента, а затем старшего преподавателя кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства на факультете механизации сельского хозяйства вышеуказанного вуза.

Диссертационные исследования проводились под руководством научного руководителя Мирзоева Шамсулло Изатовича, кандидата технических наук, доцента, декана факультета механизации сельского хозяйства Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур.

Научным консультантом является Бадалов Абдулхайр, доктор химических наук, член-корр. НАН Таджикистана, профессор кафедры общей и неорганической химии, Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы. Научно – технический и технологический прогресс требует создания новых материалов с особыми эксплуатационными характеристиками, превосходящих используемых.

Создание таких материалов основывается на фундаментальном исследовании свойств каждого компонента поликомпонентных систем. Установление закономерности изменения прикладных характеристик материалов, в зависимости от влияния отдельных компонентов и параметров - внутренних и внешних, приобретает особое значение для поликомпонентных металлических систем, являющимися основными конструкционными материалами. Полученные сведения позволяют создать новые материалы с заданными, «запрограммированными» характеристиками.

Алюминий и его сплавы, легированные лантанидами, проявляют важные прикладные характеристики и широко применяются, в качестве конструкционных и технологических материалов, в современных областях техники и технологии: атомной энергетики, полупроводниковой, лазерной, люминофорной сферах и военных отраслях производства, для получения конструкционных, магнитных и сверхпроводящих материалов; в медицине и аграрной промышленности.

Настоящая работа посвящена получению металлических соединений, образующихся в системах алюминий – лантаниды (в области богатых лантанидом), определению их состава, структуры и физико-химических свойств – структуры, температуры плавления интерметаллидов и эвтектических составов, энтальпии плавления; установлению закономерности изменения свойств сплавов в зависимости от природы содержания лантанидов.

Диссертационная работа выполнена на базе кафедр: общей и неорганической химии, Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими; электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур и утверждена советом учёных ТАУ им. Ш. Шотемур, пр. №10 от 25 февраля 2017 года.

Степень разработанности работы. Алюминиевые сплавы с легирующими добавками лантанидов проявляют важные, порой уникальные, прикладные характеристики и широко применяются в современных отраслях техники и технологий.

Интересы исследователей и практиков многих стран мира привлечены к поиску рациональных методов получения новых алюминиевых сплавов с моно- и поликомпонентными добавками, изучению их характеристик. Такие исследования успешно проводятся отечественным учёным академиком НАНТ Ганиевым И.Н. со своими учениками, д.х.н., профессор Джураевым Т.Дж. и другие. Наличие достоверных сведений о теплофизических свойствах алюминиевых сплавов, легированных лантанидами, позволяют установить закономерности их изменения под воздействием различных

внешних и внутренних факторов. Появляется возможность получения сплавов с заранее заданными, «запрограммированными» свойствами.

Целью настоящей работы является получение сплавов систем алюминий (Al) - лантаниды (Ln), богатых лантанидом, определению их состава, структуры, твердости, изучение теплофизических свойств – температуры и энтальпии плавления интерметаллидов (ИМ), эвтектических сплавов, установлению закономерности их изменений, в зависимости от природы и содержания лантанидов.

Объектами исследования являются сплавы систем алюминий – лантаниды, где лантаниды - La, Ce и Pr, интерметаллиды и эвтектические сплавы, образующиеся в системах алюминий – лантаниды, богатых лантанидом, в том числе изучение их теплофизических и термодинамических характеристик.

Методология и методы исследования. При проведении исследований; применены расчётно-теоретические и экспериментальные методы изучения характеристик полученных сплавов систем алюминий – лантаниды (лантаниды - La, Ce и Pr), интерметаллидов и эвтектических составов, богатых лантанидом.

Химический состав и структура сплавов были установлены методом сканирующего электронного микроскопа (SEM серии AIS 2100 (Корея) и Canon (Япония)). Твёрдость сплавов определена по стандартной методике на приборе COUPAL (Иран).

Удельная теплоемкость сплавов определена методом охлаждения, совместно с сотрудниками Таджикского национального университета. Обработка результатов экспериментов произведена с помощью программы MS Excel. Графики закономерности изменения температуры охлаждения (Т) образца от времени (t): $T=f(t)$ построены по программе Sigma Plot.

Методом термогравиметрии изучена кинетика процесса окисления сплавов. Методом калориметрии растворения с изотермической оболочкой определена энтальпия растворения сплавов.

Системный анализ теплофизических характеристик сплавов систем алюминий – лантаноиды, богатых лантанидом, проведён полуэмпирическими и расчётными методами. Математическое моделирование закономерности изменения теплофизических характеристик сплавов проведено методом регрессионного анализа.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели работы, были решены следующие задачи:

- разработка оптимальных условий получения сплавов систем Al-La, Al-Ce и Al-Pr, определение их состава, структуры и твёрдости;
- изучение теплофизических свойств сплавов – температура плавления, теплоемкость и их термодинамические характеристики;

- исследование кинетики процесса окисления полученных сплавов и определение их энергетических характеристик;
- измерение энтальпии растворения сплавов в кислотах, составление термохимического цикла, с целью определения энтальпии образования сплавов;
- определение и/или уточнение теплофизических свойств лантанидов и их сплавов – эвтектик, и интерметаллидов систем Al-Ln, богатых лантанидом;
- установление закономерности изменения теплофизических свойств сплавов, в зависимости от природы и содержания лантанидов, и их математическое моделирование.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии на всех этапах выполнения работы: формулировки темы, в сборе, обработке и анализе литературных сведений по теме диссертации, в проведении опытов по получению и изучению теплофизических свойств сплавов систем Al-Ln, богатых лантанидом. В применении расчётных методов, обработке и анализе экспериментальных и расчётных данных; разработке математической модели закономерности изменения характеристик сплавов, составлении выводов и опубликовании материалов диссертации. Им сформулированы выводы и предложения.

Степень достоверности результатов исследований. Обоснованность выбора темы, результаты экспериментов и их достоверность обеспечена достаточным объемом исследованных материалов. Обработка экспериментальных данных и материалов обеспечена применением независимых, современных прецизионных методов исследования, согласованностью результатов, также полуэмпирическими и расчётными термодинамическими методами. Выводы и рекомендации сделаны на основе научного анализа и обработки теоретических, и экспериментальных материалов, с использованием современных средств вычислительной техники и цифровизации.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- установлении морфологии поверхности сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr), имеющая направленность, мелкодисперсность и однородность, которые указывают о повышении их механических свойств;
- определении удельной теплоёмкости, её температурной зависимости и термодинамических свойств сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr);
- определении энтальпии растворения и образования сплавов систем Al-Ce, Al-Pr, составлении термохимического цикла;
- определении кинетических и энергетических характеристик процесса окисления полученных сплавов. Окисление сплавов протекает в

- диффузионной области. Сплавы, с добавками лантаном быстрее подвергаются коррозии, по сравнению с чистым алюминием;
- определении и/или уточнении теплофизических характеристик – температуры и энтальпии плавления эвтектик и ИМ систем Al-Ln, богатых лантанидом. Закономерности изменения теплофизических свойств сплавов, в зависимости от природы лантанидов, имеют сложный характер с проявлением «тетрад-эффект»-а;
 - математическим моделированием, методом регрессионного анализа по стандартной программе MICROSOFT EXCEL, получены уравнения, которые с высокой достоверностью описывают установленные закономерности изменения теплофизических свойств эвтектик и ИМ систем Al-Ln, богатых лантанидом.

Теоретическая значимость работы заключается в определении:

- теплофизических свойств - удельной теплоёмкости, её температурной зависимости и термодинамических характеристик сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr);
- кинетических, энергетических характеристиках и механизма процесса окисления сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr), в зависимости от природы лантанидов;
- теплофизических характеристик – температуры и энтальпии плавления эвтектик и ИМ систем Al-Ln, богатых лантанидом, закономерности их изменения, в зависимости от природы лантанидов, составлении математической модели установленных закономерностей.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты по теплофизическим параметрам и коррозии сплавов систем Al-Ln, богатых лантанидом, имеют справочный характер и могут быть использованы при расчётах теплофизических свойств сплавов и тепловых режимов эксплуатации металлических конструкций, и изделий. Сведения о теплоте и энтальпии плавления эвтектик и ИМ систем Al-Ln, богатых лантанидом, пополнят банк термодинамических величин систем сплавов на основе алюминия новыми данными.

Математические модели установленных закономерностей изменения теплофизических характеристик сплавов, в частности, для систем Al-Ln, являются основой для получения материалов с заранее заданными, «запрограммированными» свойствами.

Ценность научных работ соискателя. Сведения о теплофизических характеристиках полученных сплавов являются справочным материалом, которые пополнят банк термодинамических величин систем Al-Ln, богатых лантанидом, новыми данными. Полученные сведения могут быть использованы в учебном процессе для студентов химико-технологических, металлургических, энергетических и машиностроительных специальностей.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основное содержание диссертационной работы отражено в 19 публикациях, которые достаточно полно отражают ее содержание, из них 10 в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Минобрнауки РФ.

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Минобрнауки РФ:

1. **Ахмедов, Ш.А.** Установление закономерности изменения термохимических характеристик интерметаллидов систем алюминий – лантаноиды составов $Al_{11}Ln_3$ и Al_3Ln / М.Ч. Чаманова, Ш.А. Ахмедов, Ш.З. Нажмутдинов, А. Бадалов // Горные науки и технологии. Россия, Москва, МИСиС, нац. иссл. технол. универс. 2018. – №2. – С. 42-50. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2018-2-42-50>
2. **Ахмедов, Ш.А.** Моделирование закономерности изменения температуры и энтальпии плавления интерметаллидов систем алюминий – лантаниды, богатых алюминием / М.Ч. Чаманова, Ш.А. Ахмедов, Б.Б. Эшов, А.Б. Бадалов // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2018. – Т. 22. – №12 (143). – С. 221-230. ISSN 1814-3520. DOI:10.21285/1814-3520-2018-12-221-230.
3. **Ахмедов, Ш.А.** Моделирование закономерности изменения температуры плавления интерметаллидов систем магний-лантаноиды, богатых магнием / И.Р. Исмоилов, Ш.А. Ахмедов, Х.А. Зоиров, А.Б. Бадалов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования, ТТУ им. акад. М.С. Осими, – Душанбе, 2018. – №1 (41). – С. 104-113. ISSN 2520-2227.
4. **Ахмедов, Ш.А.** Температуры плавления интерметаллидов систем магний – лантаниды / Ш.А. Ахмедов, И.Р. Исмоилов, Ш.И. Мирзоев, А. Бадалов // Теоретический и научно – практический журнал «Кишоварз», Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур – Душанбе, 2018. – №4 (80), – С. 147-151. ISSN 2074-5435.
5. **Ахмедов, Ш.А.** Закономерность изменения температуры плавления эвтектики систем алюминий-лантаноиды и их моделирование / Б.Б. Эшов, М.А. Бадалова, Ш.А. Ахмедов, М.Ч. Чаманова, Ш.И. Мирзоев // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования, ТТУ им. акад. М.С. Осими, – Душанбе 2019. – №3 (47). – С. 70-74. ISSN 2520-2227.
6. **Ахмедов, Ш.А.** Уточнение и закономерности изменения температуры плавления эвтектики систем алюминий – лантаниды, богатых лантаноидом / Ш.А. Ахмедов, М.А. Бадалова, Ш.И. Мирзоев, Б.Б. Эшов, А. Бадалов // Теоретический и научно – практический журнал «Кишоварз», Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур – Душанбе, 2019. – №3 (83), – С. 99-102. ISSN 2074-5435.

7. **Ахмедов, Ш.А.** Моделирование закономерности изменения энтальпии плавления эвтектики систем алюминий-лантаноиды, богатых лантаном / Ш.А. Ахмедов, Ш.И. Мирзоев, Б.А. Гафуров, А. Бадалов // Вестник Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрав (науч. журн.) Серия естест. наук. 1/1 (66), 2020. – С. 73-77.

8. **Ахмедов, Ш.А.** Получение теплофизических свойств и окисление сплавов систем алюминий-церий / Ш.И. Мирзоев, Б.Б. Эшов, Ш.А. Ахмедов, А. Бадалов // Теоретический и научно – практический журнал «Кишоварз», Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур – Душанбе, 2020. – №3 (88), – С. 129-133. ISSN 2074-5435.

9. **Ахмедов, Ш.А.** Механические, теплофизические свойства и термодинамические функции сплавов системы алюминий – празеодим / Ш.И. Мирзоев, Б.Б. Эшов, Ш.А. Ахмедов, М.С. Исломова, А. Бадалов // Научно-практический журнал “Вестник Технологического университета Таджикистана”, ТУТ, – Душанбе, 2020. – №2 (41) . – С. 28-34. ISSN 2707-8000.

10. **Ахмедов, Ш.А.** Системный анализ теплофизических свойств сплавов эвтектического состава систем алюминий-лантаниды, богатых лантанидом и их моделирование / Ш.А. Ахмедов // Теоретический и научно – практический журнал «Кишоварз», Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур – Душанбе, 2021. – №3 (92), – С. 11-15. ISSN 2074-5435.

Согласно отзывам независимых оппонентов и результатам обсуждения, диссертационная работа Ахмедова Ш.А. на тему: «Теплофизические свойства интерметаллидов и эвтектических сплавов систем алюминий – лантаниды (в области богатых лантанидом), моделирование закономерности их изменения», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работы, который впервые достаточно исследовано и по своему объёму, структуре, научных положений, теоретической и практической значимости, публикациям отвечает требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней и присуждения ученых званий», утвержденной Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30.06.2021 г. №267 и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – отрасль машиностроение).

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание и соответствует паспорту специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – отрасль машиностроения) (технические науки).

Заключение принято на заседании расширенного внеочередного заседания совета учёных факультета механизации сельского хозяйства Таджикского аграрного университета имени Ш.Шотемур, согласно которому диссертационная работа Ахмедова Шарафджона Абдухалиловича на тему: «Теплофизические свойства интерметаллидов и эвтектических сплавов систем алюминий – лантаниды (в области богатых лантанидом), моделирование закономерности их изменения» рекомендуется к представлению для публичной защиты в Диссертационный совет 6D.KOA-028 при Таджикском техническом университете им. акад. М.С. Осими.

Присутствовали на заседании 21 человек, из 22 членов совета ученых.

Результаты голосования: «за» - 21 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол №1, от 26.08.2022 г.

Зам. председателя совета учёных
факультета механизации сельского хозяйства
ТАУ им. Ш.Шотемур, к.п.н., доцент

Курбанов А.М.

Секретарь совета учёных факультета
механизации сельского хозяйства
ТАУ имени Ш. Шотемур

Зарипов А.А.

Независимый оппонент:

к.х.н., доцент кафедры металлургия
Таджикского технического университета
имени академика М.С. Осими

Муслимов И.Ш.

Подпись доцента *Муслимова И.Ш.* заверяю:
Начальник ОК *М.С. Осим*
ТТУ им. акад. М.С. Осими

Шарипова Д.А.

Независимый оппонент:

д.т.н., профессор кафедры
прикладной химии Таджикского
национального университета

Рузиев Дж.

Подпись профессора *Рузиева Дж.* заверяю:
Начальник управления кадров
и спецчасти ТНУ

Тавкиев Э.Ш.

подпись тов. *Зарипов А.А.*

к.п.н. к.д. *Курбанов А.М.*