

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**на диссертационное исследование Абдухалилзода Шарафа Абдухалила 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 по специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – машиностроительная промышленность). – Душанбе, 2025. – 5 стр.**

### **1. Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертационная работа Абдухалилзода Ш.А. по направленности и содержанию соответствует паспорту научной специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – машиностроительная промышленность) по следующим пунктам: 1, 2, 3, 6 и 7 из 11. п.1 - Закономерности формирования структуры материалов с заданным комплексом эксплуатационных характеристик, в зависимости от их состава, а также при механическом и термическом; п.2 - Закономерности изменения механических, физико-химических свойств материалов и взаимосвязь этих изменений с изменением их фазового и химического состава; п.3 - Механизмы фазовых и структурных превращений в материалах при их получении термическим воздействиям, модификации поверхностных слоев; п.6 - Закономерности и критерии оценки разрушения структуры; современные методы исследования макроструктуры материалов; методы испытания и определения физико-механических и физико-химических характеристик и эксплуатационных свойств материалов; п.7 - Математические модели физико-химических, гидродинамических, тепловых превращений при производстве, обработке, переработке и эксплуатации различных материалов. Компьютерный анализ и оптимизация процессов получения и эксплуатации материалов.

### **2. Актуальность темы исследования.**

Разработка эффективных способов получения новых материалов и сплавов с улучшенными эксплуатационными характеристиками возможна при наличии фундаментальных сведений о типах взаимодействия участвующих в них компонентов и их свойствах. В связи с этим, тема представленной диссертационной работы Абдухалилзода Шарафа Абдухалила, посвященной получению, изучению физико-химических свойств, определению термодинамических характеристик сплавов систем алюминий (Al) – лантаниды (Ln) и установлению закономерностей их изменения в зависимости от природы и содержания лантаноидов, является актуальной.

### **3. Степень научной новизны результатов диссертации и положения, выносимые на защиту.**

Научная новизна диссертации заключается в определение теплофизических свойств - удельной теплоёмкости и термодинамических свойств некоторых сплавов систем Al-Ln, (где Ln – La, Ce и Pr), кинетических и энергетических характеристик процесса окисления сплавов. Определено и уточнено термические характеристики - температура и энталпия плавления интерметаллидов и сплавов эвтектического состава (в области богатой лантанидом) систем Al-Ln для всей группы лантаноидов. Установлено, что закономерности изменения их изменения в зависимости от природы лантаноидов имеет сложный характер с проявлением «тетрад-эффект»-а.

**4 Степень изученности научной темы.** Сплавы на основе алюминия с моно- или поликомпонентными легирующими добавками широко применяются широко применяются во многих областях промышленности. Сплавы алюминия с добавками редкоземельных металлов, в частности с лантаноидом проявляют важные характеристики для научно-технических и высокотехнологических отраслей промышленности. Поэтому разработке новых сплавов систем алюминий – лантаноиды, определение их эксплуатационных свойств привлекают интересы исследователей и практиков многих стран мира. Такие исследования успешно проводятся отечественным учёными: профессором Вахобовым А.В., академиком НАНТ Ганиевым И.Н. со своими учениками; д.х.н., профессором Джураевым Т. Дж. и другими.

### **5. Объем и структура диссертации.**

Диссертационная работа соискателя Абдухалилзода Ш.А. состоит из введения, четырёх глав, заключения, выводов, списка использованной литературы из 212 библиографических наименований и приложения. Работа включает 155 страниц машинописного текста, иллюстрирована 42 рисунками и содержит 34 таблицы.

**Во введении** обосновано актуальность темы, выбор объектов исследования, сформулированы цели и задачи работы, отражена её новизна, научная и практическая значимость.

**В первой главе** изложен результаты анализа литературных сведений по объектам работы: - электронное строение лантаноидов и диаграммы состояния сплавов алюминием с лантаноидами. На основе анализа имеющихся сведений сделано заключение и поставлены задачи диссертационной работы.

**Во второй главе** приведены сведения об использованных методах получения сплавов Al-La, Al-Ce и Al-Pr, к которым относятся сканирующая электронная микроскопия, термогравиметрия, рентгенофазовый анализ,

калориметрия растворения и др. Описаны расчётные и полуэмпирические методы системного анализа теплофизических характеристик сплавов.

**В третьей главе** диссертации приведены сведения по определению состава, типа взаимодействия, твёрдости сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr) и их теплоты растворения, а также приведены результаты изучения кинетических и энергетических характеристик процесса окисления.

**В четвёртой главе** рассматриваются результаты системного анализа литературных и полученных соискателем теплофизических свойств – температуры и энталпии плавления эвтектик и интерметаллидов систем Al-Ln. Составленные математические модели закономерности их изменения в зависимости от природы лантаноидов указывают на характер присутствия «тетрад-эффекта».

В заключение обобщены выводы из восьми пунктов, рекомендацией по использованию результатов работы, списком цитированной литературы и приложением.

## **6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость диссертации.**

**Теоретическая значимость работы** заключается в получение сведений по термодинамическим и механическим свойствам сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr), в определении кинетических и энергетических характеристик изучения процесса окисления этих сплавов. Полученные наиболее полные сведения по температуре и энталпии плавления интерметаллидов и сплавов эвтектического состава систем Al-Ln (в области богатой лантаноидом) и установленные закономерности их изменения в зависимости от природы лантаноидов имеют фундаментальный характер и пополнят банк термодинамических величин металлических сплавов новыми данными.

**Практическая ценность работы.** Результаты работы могут быть использованы при разработке новых сплавов на основе алюминия с добавками лантана, церия и празеодима применены в ГУП «Коргохи мошинасози», в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН (имеются акты внедрения). Данные по установленным закономерностям по изменению свойств сплавов на основе алюминия в зависимости от легирующих добавок – лантаноидов рекомендованы для внедрения в учебный процесс при чтении лекций, проектировании курсовых и выпускных работ инженерных специальностей высших учебных заведений республики.

**Социально-экономическая значимость работы** заключается в решении четвёртой стратегической задачи – индустриализации страны путём более полной переработки местного сырья – алюминия для получения сплавов

с улучшенными эксплуатационными свойствами, в подготовке высококвалифицированных научных кадров.

### **7. Публикация результатов исследования по теме диссертации.**

Основные результаты диссертации опубликованы в 25 научных трудов, в том числе 9 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 2 - в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и в материалах научных конференций.

### **8. Соответствие диссертации по требованиям Комиссии.**

Автореферат диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267.

При чтении диссертации и автореферата отмечены некоторые ошибки:

1. При изложении литературных сведений можно было привести сведения о интерметаллидов и эвтектических сплавов во всём интервале состава систем алюминий – лантаноиды.

2. В работе встречаются непринятые в материаловедении терминологии, например: «допинирование», «симбатные», «тренд линии» и др. Они ставят читателя в затруднение.

3. При математическом моделировании для достоверности результатов полученную модель проверяют на адекватность по одному из статистических критериев и определяют доверительный интервал и уровень значимости. Только тогда можно рассуждать о точности этой модели. Однако такой проверки в представленной работе соискатель не проводил.

4. При определении теплоемкости методом охлаждения в расчетах необходимо учитывать существование аллотропных модификаций лантанидов, т.к. они вносят существенный вклад в ее значение. В диссертации соискатель не обратил на это внимание. Почему?

5. В работе встречаются неудачные выражения, грамматические и стилистические ошибки.

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертации.

Отмеченные замечания никак не умаляют научный уровень диссертационной работы. Диссертация является логически завершённой научно-исследовательской работой, поставленные задачи полностью решены и цель достигнута.

В целом, диссертация Абдухалилзода Шарафа Абдухалила 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 по специальности 05.02.01 – Материаловедение

(05.02.01.02 – машиностроительная промышленность), выполнена на высоком научно-методическом уровне, соответствует требованиям п. 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённом постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по указанной специальности.

**Официальный оппонент:**

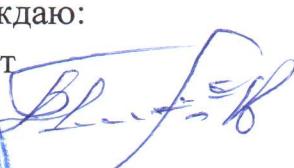
профессор кафедры высшей математики  
и естественных наук Таджикского  
государственного университета коммерции  
доктор технических наук, профессор  
03 июня 2025 г.



Назарзода Х.Х.

Адрес: 734061, Республика Таджикистан,  
город Душанбе, район Фирдавси,  
улица Борбад, зд. 48/11, кв. 2.  
Тел.: (+992) 777 07-65-00  
E-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Подпись профессора Назарзода Х.Х. подтверждаю:  
Начальник отдела кадров и специальных работ  
ТГУК



Пирзода С.С.

Адрес: 734061, Республика Таджикистан,  
город Душанбе, район Фирдоуси  
улица Дехоти 1/2  
Тел.: (+992-37) 234-83-46  
E-mail: mail@ddtt.tj  
03 июня 2025 г.

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертационное исследование Абдухалилзода Шарафа Абдухалила 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 по специальности**  
**05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – машиностроительная**  
**промышленность). – Душанбе, 2025. – 5 стр.**

**1. Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертационная работа Абдухалилзода Шарафа Абдухалила на тему: «Теплофизические свойства интерметаллидов и эвтектических сплавов систем алюминий – лантаниды (в области богатых лантанидом), моделирование закономерности их изменения» соответствует паспорту научной специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – машиностроительная промышленность) по следующим пунктам: 1, 2, 3, 6 и 7 из 11.

**2. Актуальность темы исследования.** 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 энергетике, полупроводниковой, лазерной, люминофорной и военной отраслях производства, для получения конструкционных, магнитных и сверхпроводящих материалов, в медицине и аграрной промышленности.

Представленная диссертационная работа посвящена фундаментально значимой проблеме - исследованию термических и термодинамических свойств алюминиевых сплавов с добавками лантанидов, установлению закономерности изменения свойств сплавов от природы и содержания лантанидов, и разработке математической модели этих закономерностей, что и определяет актуальность выбранной диссертационной темы. Полученные результаты позволяют подобрать легирующую добавку лантанида, его концентрацию и технологические условия для создания алюминиевых сплавов с заданными характеристиками, соответствующими прикладным требованиям.

**3. Степень научной новизны результатов диссертации и положения, выносимые на защиту.** Научная новизна диссертации заключается в получении сплавов систем Al-Ln, (где Ln – La, Ce и Pr) с улучшенной структурой и определении их теплофизических свойств – удельной теплоёмкости, термодинамических свойств и их температурной зависимости, в определении механизма, кинетических и энергетических характеристик процесса окисления полученных сплавов. Определены или уточнены важные характеристики – температура и энталпии плавления интерметаллидов систем Al-Ln и сплавов эвтектического состава в области богатой лантанидом, установлено, что закономерности их изменения в зависимости от природы

лантанидов имеют сложный характер с проявлением «тетрад-эффекта». Получены математические уравнения этих закономерностей.

**Основные положения, выносимые на защиту.** Зависимость структуры и механическая прочность сплавов систем Al-Ln, где Ln – La, Ce и Pr, от природы и содержания легирующей добавки; теплоёмкость, её температурная зависимость и термодинамические свойства полученных сплавов. Кинетические и энергетические характеристики этих сплавов. Наиболее полные сведения по температуре и энталпии плавления интерметаллидов систем Al-Ln и эвтектических сплавов в области, богатой лантанидом. Закономерности изменения указанных характеристик в зависимости от природы лантанидов.

**4. Степень изученности научной темы.** Сплавы на основе алюминия проявляют важные эксплуатационные характеристики и находят широкое применение во многих областях народного хозяйства. Сплавы алюминия с добавками лантанидов имеют свойства, соответствующие требованиям высокотехнологических и научноёмких отраслях промышленности. Поэтому возрастаёт интерес исследователей и практиков к этим соединениям. В диссертации на основе критического анализа сведений по свойствам сплавов систем Al-Ln сделано обоснованное заключение о недостаточности данных по важным характеристикам – коррозионной и термической устойчивости, и их зависимость от природы лантанидов.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов обеспечивается применением современных, апробированных методов исследования, достаточной точностью и воспроизводимостью эксперимента, значительным количеством исследованных систем, теоретической обоснованностью результатов работы, их сравнением с известными (из независимых источников) экспериментальными данными, а также научной апробацией на конференциях и при публикации материалов в научной печати.

**5. Объем и структура диссертации.** Данная диссертационная работа состоит из введения, четырех основных глав, где приведены экспериментальные и расчётные результаты работы и сделаны на их основе выводы, заключения. В конце диссертации приводится список использованных литературных источников (212 наименования), и приложения, включающие 2 акта по внедрению результатов работы. Объём описания работы включает в себя 155 страниц машинописного текста, 34 таблицы различного характера и 42 графиков и схем установок.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, степень её разработанность, сформулированы цели и задачи работы. Отмечается научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, методы

исследования, выносимые на защиту положения; проведена оценка степени достоверности, приведены результаты апробации работы.

**В первой главе** диссертации приводится обзор литературных сведений об электронном строении минералов и способов получения лантанидов и их сплавов с алюминием. Приведены сведения о физико-химических и термодинамических свойствах ИМ систем Al-Ln, также задачи диссертации.

**В второй главе** приведены сведения о методе получения сплавов Al-La, Al-Ce и Al-Pr, о применённых экспериментальных методах – сканирующем электронном микроскопе, методе охлаждения, термогравиметрии, РГА и калориметрии растворения. Описаны расчётные и полуэмпирические методы системного анализа теплофизических характеристик сплавов.

**В третьей главе** приведены экспериментальные результаты по определению состава, морфологии поверхности и твёрдости сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr) и теплоты растворения полученных сплавов, определённой методом калориметрии. Приведены результаты экспериментов по определению кинетических и энергетических характеристик процесса окисления сплавов.

**Четвертая глава** посвящена анализу и обобщению результатов системного анализа литературных и полученных термодинамических характеристик – температуры и энталпии плавления интерметаллидов систем Al-Ln и эвтектических сплавов, богатых лантанидом. Составлены математические модели закономерности их изменения в зависимости от природы лантанидов.

Заключение состоит из восьми пунктов.

**6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость диссертации.** Научно-практическая значимость диссертации заключается в получении фундаментальных сведений по важнейшим теплофизическим свойствам – удельной теплоёмкости, энталпии, энтропии и энергии Гиббса сплавов систем Al-Ln (где Ln – La, Ce и Pr) и их зависимости от температуры, изучении механизма процесса окисления в зависимости от температуры и от природы лантанидов. Получены наиболее полные сведения по температуре плавления интерметаллидов систем Al-Ln и сплавов эвтектического состава для всего ряда лантанидов, установлены закономерности их изменения в зависимости от природы лантанидов.

Полученные результаты работы применены в ГУП «Коргохи мошинасози», Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН (имеются акты внедрения) и при подготовке инженерных специальностей высших учебных заведений республики.

**Социально-экономическая значимость диссертации** заключается в разработке способов получения модернизированных сплавов алюминия с лантанидами на основе местного сырья, в укреплении научно – технического потенциала страны и в подготовке научных кадров страны.

**7. Публикация результатов исследования по теме диссертации.**

Опубликованные автором 25 работ, из которых 9 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК-ом при Президенте Республики Таджикистан, 2 - в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в материалах научных конференций различного уровня – 14, полностью отражают содержание диссертации.

**Личный вклад автора** состоит в анализе литературных сведений по теме диссертации, в подборе методологии исследования, в разработке алгоритмов решений поставленных задач, в проведении экспериментов, интерпретации и обобщении данных, применении расчётных методов, формулировании выводов, подготовке и публикации научных статей.

**8. Соответствие диссертации по требованиям Комиссии.**

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертации и соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267.

Вместе с высоким научным уровнем в выполненной диссертационной работе имеются некоторые недостатки, спорные положения и пожелания, из которых можно выделить:

1. В Периодической таблице Д.И. Менделеева лантаниды относятся к побочной подгруппе III группы и входят в подгруппу скандия, к которой относят иттрий, лантан и др. лантаниды. Их всего 17, а в работе рассматриваются только 14 элементов этой подгруппы. Почему?

2. Приведенные в литературном обзоре сведения о фазах Цинтля считаю лишними, т.к. указанные соединения Ca, Eu и Yb с сурьмой не имеют никакого отношения к лантанидам алюминия, рассматриваемым соискателем.

3. Почему в установленных закономерностях изменения теплофизических свойств сплавов систем Al-Ln, богатых алюминием, от природы лантанидов наблюдается отклонение для сплавов европия и иттербия?

4. Для полноты сведений, кроме приведённых значений термодинамических характеристик – температуры и энталпии плавления, можно было привести и другие функции – энтропия сплавов систем Al-Ln.

5. В тексте диссертации и автореферата встречаются грамматические и стилистические ошибки.

Данные замечания не снижают научный уровень диссертационной работы и не влияют на общее положительное впечатление от представленных в ней результатов исследований, так как не затрагивают смысл полученных автором научных результатов и выносимых на защиту положений.

Диссертационная работа Абдухалилзода Ш.А. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года (№267), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертационной работы Абдухалилзода Шараф Абдухалил заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (05.02.01.02 – машиностроительная промышленность).

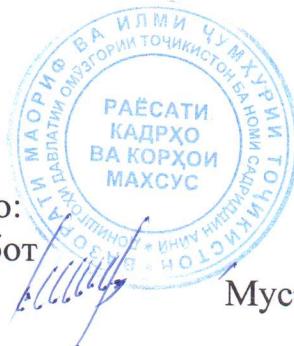
**Официальный оппонент:**

Доцент кафедры экспериментальной физики  
Таджикского государственного педагогического  
университета имени С. Айни,  
кандидат химических наук, доцент  
31 мая 2025 г.

 Нуров К.Б.

Адрес: 734064, Республика Таджикистан,  
город Душанбе, район Сино,  
улица А. Навои, зд. 57/1, кв. 17.  
Тел.: (+992) 804 04 04 08,  
E-mail: nurov-58@mail.ru,

Подпись к.х.н., доцента Нурова К.Б. подтверждаю:  
Начальник управления кадров и специальных работ  
ТГПУ имени С. Айни



Мустафозода А.

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,  
город Душанбе, район Исмоили Сомони,  
проспект Рудаки 121.  
Тел.: (+992-37) 224-18-01  
E-mail: info@tgpu.tj  
31 мая 2025 г.