

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Исозода Диловаршох Тарика на тему «Синтез и термодинамические характеристики энергоёмких веществ-гидридов элементов IA, IIA и лантаноидных групп на основе минерального сырья Таджикистана», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия (отрасль науки техническая)

**Актуальность.** Степень изученности научно – прикладных аспектов проблемы в области энергоёмких веществ - боро- и алюмогидридов металлов является недостаточной и существующие способы их синтеза является трудоёмким и требует дорогостоящих исходных веществ. В этой связи, разработка новых источников и способов получения энергоёмких веществ из минерального сырья Таджикистана, разработка технологии переработки местных минеральных руд определяют прикладное значение диссертационной работы Исозода Диловаршох Тарика. В теоретическом аспекте, определение и уточнение термодинамических свойств гидридных соединений имеют фундаментальный характер, которые пополняют банк термодинамических свойств неорганических веществ новыми данными, позволят установить закономерности изменения характеристик гидридов в зависимости от природы катионов в пределах групп и периодов Таблицы химических элементов.

**Структура, содержание и объем диссертации.** Диссертационная работа Исозода Диловаршох Тарика состоит из введения, общей характеристики, четырех глав, выводов, списка использованных литературных источников, включающий 352 наименований и приложение. Содержание диссертации изложено на 283 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 81 рисунками 70 таблицами.

Во введение обоснована актуальность проблемы, степень разработанности, изложены цели, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая ценность диссертации, апробации и публикации материалов.

**В первой главе** охарактеризованы боро- и алюмосиликатные руды, как исходные материалы для синтеза энергоёмких веществ путём хлорирующего

обжига. Приведены сведения о физико-химических и термических свойствах боро- и алюмогидридов s-, d- и f-элементов ТХЭ.

**Вторая глава** (экспериментальная часть) посвящена способам получения исходных соединений хлоридов бора, алюминия и редкоземельных металлов из боро- и алюмосиликатных руд Таджикистана для синтеза энергоёмких веществ. Приведены сведения по получению борогидридов натрия и элементов IIА группы ТХЭ. Рассмотрены возможные способы получения важных для металлургии и ядерной энергетики продуктов – гексаборидов IIА группы ТХЭ и редкоземельных металлов из энергоёмких веществ.

Проведено термодинамическое обоснование процессов получения боро- и алюмогидридов элементов IА-группы ТХЭ из местных руд Таджикистана.

**В третьей главе** обобщены результаты исследования по получению, анализу, описанию экспериментальных методов и термолизу гидридных соединений элементов IA, IIА и лантаноидных групп ТХЭ. Приведены результаты калориметрического исследования по определению энтальпии образования алюмогидридов калия и борогидрида стронция. Проведён системный анализ величин энтальпии образования и энергии кристаллической решётки боро- и алюмогидридов элементов IA и IIА ТХЭ от их порядкового номера. Определены химическая схема и термодинамические характеристики процесса термического разложения борогидридов лантаноидов.

**Четвёртая глава диссертации** посвящена системному анализу термодинамических и энергетических характеристик бинарных, комплексных боро- и алюмогидридов элементов IA, IIА и лантаноидных групп ТХЭ. Такой выбор объектов исследования обусловлен ионной природой гидридов и высокой химической активностью катионов. Лантаноиды по своей химической активности сравнимы с элементами IIА группы ТХЭ, особенно с подгруппой кальция.

Представляет научный интерес сравнительный анализ термодинамических характеристик бинарных гидридов и установление закономерности их изменения в пределах IA, IIА групп и между гидридами элементов с внешней электронной конфигурацией  $(IA) ns^1 \rightarrow (IIA) ns^2 \rightarrow (La) 6s^2 2d^1 \rightarrow (Ce) 6s^2 4f^2$ .

Исходя из простоты по составу и природе химической связи автором с

помощью полуэмпирических и расчётных методов определены термодинамические характеристики бинарных гидридов элементов IA, IIA групп и лантаноидов (Ln) (II) и (III). На их основе проведён системный анализ термодинамических свойств бинарных гидридов в пределах IA, IIA групп и лантаноидов. Составлены математические модели установленных закономерностей изменения термодинамических свойств гидридов в пределах групп ТХЭ.

### **Научная новизна и практическая значимость работы**

- впервые боро- и алюмосиликатные руды Таджикистана использованы в качестве исходных веществ для синтеза энергоёмких веществ – боро- и алюмогидридов элементов IA, IIA и лантаноидных групп ТХЭ;

- установлен механизм протекания процессов получения комплексных боро – алюмогидридов гидридов элементов IA, IIA и лантаноидных групп ТХЭ, разработана принципиальная технологическая схема процессов и их термодинамическое обоснование;

- методом калориметрии определена теплота растворения и энтальпия образования некоторых боро – и алюмогидридов элементов IA и IIA групп ТХЭ;

- установлена химическая схема процессов термического разложения комплексных борогидридов и гидридоалюминатов элементов IA, IIA групп ТХЭ и борогидридов лантаноидов. Определены термодинамические характеристики процессов термоллиза указанных энергоёмких соединений;

- проведён системный анализ бинарных и комплексных боро – и алюмогидридов элементов IA, IIA и лантаноидных групп ТХЭ.

Определены наиболее полные сведения термодинамических характеристик указанных гидридов. Установлено закономерность изменения термодинамических характеристик сходных по составу гидридов лантаноидов в пределах группы, которое имеет сложный характер с проявлением «тетраэффе́кт»-а. Составлены математические модели закономерностей.

**Практическая ценность исследования** заключается в новом подходе синтеза энергоёмких веществ с применением исходных соединений, полученных из местных минеральных руд Таджикистана. Приведённые в работе сведения о термодинамических свойствах гидридных соединениях элементов IA, IIA и

лантаноидных групп ТХЭ носят справочный характер и пополняют банк термодинамических величин новыми данными.

Выявленные закономерности изменения свойств энергоёмких веществ в пределах групп ТХЭ и их математические модели позволят подобрать соответствующий гидрид с заранее заданными, «запрограммированными» характеристиками, отвечающими прикладным условиям применения.

Получено два малых патента Республики Таджикистан.

**Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций сформулированных в диссертации** подтверждаются параллельными экспериментами и химическими анализами нескольких образцов исходных веществ, полученных из местного сырья. Обработка экспериментальных данных и материалов обеспечена применением независимых, современных прецизионных методов исследования, согласованностью результатов, также полуэмпирическими и расчётными методами. Выводы и рекомендации сделаны на основе научного анализа и обработки теоретических, и экспериментальных материалов, с использованием современных средств вычислительной техники и цифровизации.

**Реализация результатов исследований** заключается в новом подходе синтеза энергоёмких веществ с применением исходных соединений гидридов бора и алюминия, полученных из местных минеральных руд Таджикистана. Приведённые в работе сведения о термодинамических свойствах гидридных соединениях элементов IA, IIA и лантаноидных групп ТХЭ носят справочный характер и пополняют банк термодинамических величин новыми данными.

**Полученные диссертантом** основные результаты прошли нужную апробацию на международных и республиканских семинарах и научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликованы 82 научных публикаций, в том числе 2 патента и монография, которые достаточно полно отражают её содержание, из них 15 статей в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан и 64 в материалах научных конференций различного уровня.

**Общая оценка работы.** Диссертационная работа Исозода Диловаршох Тарика является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровнях, определены оптимальные параметры для процессов хлорного разложения (температурный режим, время протекания процесса и соотношение реагентов), исследованы термодинамические свойства процессов термического разложения комплексных боро- и алюмогидридов и индивидуальных гидридных соединениях элементов IA, IIA и лантаноидных групп ТХЭ. Установлены закономерности изменения термодинамических свойств гидридных соединений в зависимости от природы катионов в пределах групп ТХЭ.

**Соответствие автореферата основному содержанию диссертации и соответствие диссертации заявленной специальности и отрасли наук.**

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертации. Структура, содержание, а также оформление списка цитируемой литературы соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. -М.: Стандартинформ, 2012».

Диссертационная работа Исозода Д.Т. соответствует паспорту специальности 02.00.01 – неорганическая химия (отрасль науки -технические).

### **Недостатки диссертационной работы**

Следует отметить, что выполненная научно - исследовательская работа не лишена некоторых недостатков, которые были замечены в процессе ознакомления с материалом диссертации и автореферата. К этим недостаткам относятся:

1. По термодинамическому разделу диссертации следует указать отличии и новизну результатов термодинамических расчётов работы от предыдущих по данной тематике.
2. Почему проведены процессы получения боридов элементов, в частности три и гексаборидов лантаноидов. Мнение диссертанта не понятно.
3. Следует привести более детальное объяснение явления «тетрадэфект»-а.
4. Исследования проведенные в данной работе, имеют прикладной характер, однако при переработки боро- и алюмосиликатных руд хлорным методам не



приведены технико-экономические расчеты.

5. Нужно более подробно раскрыть разный характер закономерности в изменении свойств гидридных соединений элементов IA, IIA групп.

Отмеченные недостатки не умаляют научную и практическую ценность, и не снижают актуальность выполненной диссертационной работы. Полученные результаты отражены в авторских научных публикациях. Автореферат вполне отражает идеи и выводы, приведенные в диссертационной работе.

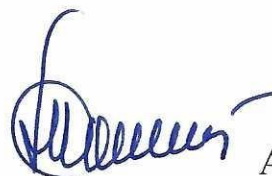
### **Заключение**

Диссертация Исозода Д.Т. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан 30 июня 2021 года №267, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Автор диссертационной работы – Исозода Диловаршоҳ Тарика - заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Официальный оппонент:

д.т.н., доцент, ректор Технологического университета Таджикистана



Амонзода Илхом Темур

Адрес: 734061, Таджикистан, г. Душанбе,  
ул. Н.Карабаева 63/3

E-mail: [ilhomamonov@mail.ru](mailto:ilhomamonov@mail.ru)

Телефон: +992918687921

Подпись д.т.н., доцента Амонзода И.Т. подтверждаю:

Заведующий ОК и СР ТУТ



Н.А. Бухориев

Дата: «30» 08 2023г.