

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. В последние десятилетия водородная энергетика считается одним из важнейших направлений реализации программ достижения углеродной нейтральности и декарбонизации.

С выходом на мировой рынок, Таджикистан имеет значительные конкурентные преимущества в развитии водородной энергетике по сравнению с потенциальными государствами-участниками этого рынка – в Таджикистане имеются значительные водные ресурсы и значительный энергетический потенциал.

Необходимо указать, что при всей неопределённости развития мирового рынка водорода Республика Таджикистан формирует свои проектные позиции и стратегические планы в области водородной энергетике.

Для успешного развития водородной энергетике поддержка от государства является одним из основных компонентов этой сферы. Более 30 стран уже разработали в этой отрасли собственные национальные стратегии.

В нашей стране имеются все компоненты для развития водородной энергетике через энергоёмкие вещества.

Начиная с 1970 г., в Таджикистане выполнены фундаментальные исследования в области энергоёмких веществ – водородсодержащих реагентов, открыты основные закономерности, определены характеристики взаимодействия водорода с лёгкими металлами.

Энергоёмкие вещества – борогидриды металлов – MBH_4 и алюмогидриды металлов в своём составе содержат большое количество водорода. Например, $LiBH_4$ содержит 19% водорода, который является

надёжным источником водорода и при разложении можно использовать, как компонент ракетного топлива.

Кроме того, комплексные гидриды являются энергоёмкими веществами и поиск перспективных методов синтеза комплексных гидридов, как источников водорода, является актуальной задачей.

В настоящей работе приведены результаты получения энергоёмких веществ - водородсодержащих реагентов из минерального сырья Таджикистана, а также физико-химические свойства синтезированных комплексных гидридов.

Целью исследования является разработка эффективного метода получения энергоёмких веществ на основе местного сырья, изучение их физико-химических свойств, определение термодинамических характеристик боро- алюмогидридов элементов IA и IIA групп, а также лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ). Определение закономерностей изменений термодинамических характеристик сходных гидридных соединений в пределах групп и их математические модели.

Задачи исследования:

- синтез энергоёмких веществ - боро- и алюмогидридов элементов IA и IIA групп, лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ) с использованием исходных веществ, полученных из минеральных руд Таджикистана, также составление их принципиальной технологической схемы и термодинамическое обоснование;
- изучение процессов термического разложения и определение термодинамических характеристик синтезированных бинарных и комплексных боро- и алюмогидридов элементов IA и IIA групп и лантаноидов таблицы химических элементов (ТХЭ);
- определение теплоты растворения и энтальпии образования алюмогидридов калия и борогидрида стронция;
- системный анализ бинарных гидридов элементов IA и IIA групп и лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ) с определением их термодинамических характеристик. Установление закономерности их изменения в пределах групп;
- системный анализ термодинамических характеристик комплексных алюмо- и борогидридов элементов IA и IIA групп и лантаноидных групп

таблицы химических элементов (ТХЭ). Установление закономерности их изменения в пределах групп;

- определение энергии кристаллической решётки комплексных энергоёмких веществ;

- моделирование закономерности изменения термодинамических характеристик бинарных и комплексных алюмо- и борогидридов элементов IА и IIА групп и лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованных литературных источников, включающих 352 наименований, и приложение. Работа изложена на 283 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 81 рисунками, 70 таблицами.

Во введении 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 таблицы химических элементов (ТХЭ).

Вторая глава (экспериментальная часть) посвящена способам получения исходных соединений из боро- и алюмосиликатных руд Таджикистана для синтеза энергоёмких веществ.

Третья глава посвящена получению, анализу, описанию экспериментальных методов и термолизу энергоёмких веществ элементов IА, IIА и лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ). В работе получены образцы борогидридов и алюмогидридов элементов IА и IIА группы таблицы химических элементов (ТХЭ) по разработанному нами методу, синтез этих энергоёмких веществ осуществлён через минеральное сырьё. Исследования свойств комплексных гидридов проведены методами: тензиметрии с мембранным нуль-манометром, калориметрии растворением, рентгенофазного анализа

и газовой вольфрамметрии.

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

Теоретическая ценность исследования. Выявлены механизмы протекания процессов получения энергоёмких веществ – гидридных соединений на основе местного сырья и проведено их термодинамическое обоснование. Определены и уточнены термодинамические характеристики комплексных и бинарных алюмо- и борогидридов элементов IA, IIA групп и лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ). Эти сведения имеют фундаментальное значение и способствуют углублению знаний в теории химической связи в гидридных соединениях.

Установлено, что изменение свойств бинарных гидридов элементов типовой аналогии подгруппы калия (IA) и – кальция (IIA) от природы катионов имеет определённые закономерности, заключающиеся в отклонении от принятого прямолинейного характера для гидридов рубидия и стронция, соответственно.

Закономерность изменения термодинамических характеристик сходных по составу бинарных и комплексных гидридов лантаноидов в пределах группы чётко разделены по подгруппам – цериевой и иттриевой с проявлением тетрад-эффекта.

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 групп и лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ) имеют справочный характер и дополняют имеющиеся в литературных справочниках термодинамические

величины химических элементов новыми данными.

Выявленные закономерности изменения свойств энергоёмких веществ в пределах групп таблицы химических элементов (ТХЭ) и их математические модели позволяют подобрать соответствующий гидрид с заранее заданными, “запрограммированными” характеристиками, отвечающими прикладным условиям применения.

Достоверность диссертационных материалов подтверждается параллельными экспериментами и химическим анализом 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.

Личный вклад соискателя охватывает постановку задач исследования, сбор, обработку и анализ литературных источников, определение методов, с помощью которых будут решены поставленные задачи, сборку экспериментальных установок, проведение экспериментов на всех этапах исследования, обработку полученных экспериментальных и расчётных данных. Им разработана математическая модель закономерности изменения термодинамических характеристик решётки гидридов элементов IA, IIA групп и лантаноидов в пределах таблицы химических элементов (ТХЭ), опубликованы материалы диссертации и сформулированы выводы и предложения.

Опубликованные результаты диссертации. Основное содержание диссертационной работы отражено в 82 научных публикациях, в том числе 2 патентах и монографии, которые достаточно полно отражают её содержание. Из них 15 статей опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК Республики Таджикистан и Российской Федерации, а также 64 - в материалах научных конференций различных уровней.

В целом, диссертация выполнена на современном научно-

техническом уровне. Однако при ее анализе возникли следующие замечания.

1. Нужно более детальное рассмотрение процесса хлорирующего обжига в экологическом аспекте.

2. Отсутствуют сведения о кинетике процесса хлорной переработки минеральных руд.

3. Нужно более подробно раскрыт разный характер закономерности изменения термодинамических свойств гидридных соединений от природы катионов.

4. Приведённые в диссертации некоторые ссылки литературы имеют давности пятидесятих годов прошлого века. Желательно в литературном обзоре привести более свежие источники.

5. В диссертации (стр. 186-210, табл. 3.25-4.5) и в автореферате диссертации (стр. 19-30, табл. 12-21) при расчете значений термодинамических функций по уравнению Гиббса-Гельмгольца пропущен знак Δ перед энтропией (ΔS_{298}) и в некоторых местах не указывается предел погрешности.

6. В диссертации встречаются технические ошибки и повторения текста.

Отмеченные недостатки не умаляют научную и практическую ценности, и не снижают актуальность выполненной диссертационной работы.

Автореферат и опубликованные научные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Диссертация Исозода Д.Т. соответствует научной специальности 02.00.01 – неорганическая химия (отрасль науки - технические).

В заключение можно сформулировать следующее:

Диссертационная работа Исозода Диловаршох Тарика является законченным научным исследованием, выполненным на современном научно-техническом уровне, в котором изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения в области синтеза энергоёмких веществ с применением исходных соединений, полученных из местных минеральных руд Таджикистана, внедрение которых вносит значительный вклад в социально – экономический потенциал страны.

Диссертационная работа Исозода Д.Т. соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК при Президенте Республики Таджикистан, утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года №267, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук. Соискатель Исозода Д.Т. за разработку способа синтеза энергоёмких веществ на основе местного сырья, за составление принципиальной технологической схемы переработки сырья, определение и уточнение термодинамических свойств гидридных соединений элементов IA, IIА и лантаноидных групп таблицы химических элементов (ТХЭ), установление закономерности их изменения в зависимости от природы катионов заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия (отрасль науки техническая).

Официальный оппонент:

Доктор химических наук, профессор
кафедры фармацевтической
и токсикологической химии
ГОО «Таджикского государственного
медицинского университета
имени Абуали ибни Сино»



Раджабов Умарали

Адрес: 734026. Республика Таджикистан,
г. Душанбе, район Сино,
улица Сино 29-31
e-mail: umarali55@mail.ru
Телефон: (+992) 907 46 48 29

Подпись д.х.н., профессора У. Раджабова удостоверяю:

Начальник управления
кадрового развития ТГМУ



Сафаров Б.И.

Дата: « 25 » 08 2023г.