

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »

Ректор Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни,
доктор исторических наук, профессор



Ибодуллозода А.И.

« 27 » 12 2025 г.

О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Й О Т З Ы В

ведущей организации на диссертационную работу

Исозода Акрама Мухибулло

на тему: «Хлорное разложение бор- и алюмосиликатных руд Таджикистана»,
представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD),
доктора по специальности 6D060600 – Химия
(6D060601 - Неорганическая химия)

Актуальность работы

Рациональное освоение местных запасов низкокачественных алюминиевых руд, характеризующихся повышенным содержанием кремнезёма и сложным минеральным составом, является одним из приоритетных направлений развития минерально-сырьевой базы Республики Таджикистан. Несмотря на относительно низкое содержание целевых компонентов, данные виды сырья при использовании современных физико-химических методов переработки могут рассматриваться как перспективный источник получения алюминия и сопутствующих ценных элементов. Ключевой научно-технической задачей при этом является разрушение устойчивых алюмосиликатных и боросиликатных структур с последующим переводом компонентов в химически активные и технологически доступные формы, что позволяет вовлечь в промышленный оборот ранее неиспользуемые ресурсы.

Современные исследования в данной области направлены на оценку технологической пригодности различных типов минерального сырья, а также на установление закономерностей протекания химических процессов, сопровождающих его переработку. Особый интерес представляют хлорные методы воздействия на алюмосиликатные породы, в том числе хлорирование аргиллитов, которые демонстрируют высокую эффективность при извлечении алюминия и ряда сопутствующих элементов из труднообогащаемых минеральных систем. Выявление термодинамических и кинетических закономерностей данных процессов позволяет научно обосновать выбор оптимальных параметров переработки и повысить её технико-экономическую эффективность.

В связи с этим в настоящей диссертационной работе рассматриваются вопросы комплексной переработки алюмо- и боросиликатных руд хлорными методами с использованием хлора и хлорсодержащих реагентов, что определяет актуальность проведённого исследования с позиций как неорганической химии, так и практических задач химической технологии.

Основное содержание работы, новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Диссертация включает четыре главы, охватывающие введение, обзор литературы, методику и результаты экспериментов, а также обсуждения результатов. Общий объём рукописи составляет 175 страницы компьютерного набора и содержит 59 графических элементов, 16 таблиц и 129 источников литературы.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования в контексте рационального использования минерально-сырьевых ресурсов, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, определены объект и предмет исследования, а также раскрыта научная новизна и практическая значимость полученных результатов

В первой главе выполнен систематизированный анализ литературных данных, посвящённых процессам хлорирования бор- и алюмосиликатных руд. Рассмотрены основные механизмы взаимодействия хлорсодержащих реагентов с минералогическими фазами сырья, проанализированы преимущества и ограничения существующих технологических подходов, что позволило выявить нерешённые вопросы и обосновать направление собственных исследований.

Во второй главе приведены физико-химические и минералогические характеристики исследуемых бор- и алюмосиликатных руд, описаны применённые методы химического и инструментального анализа. Существенное внимание уделено термодинамической оценке процессов разложения боро- и алюмосиликатного сырья, что позволило установить принципиальную возможность и температурные границы протекания реакций и определить наиболее энергетически выгодные направления процессов

В третьей главе детально изучены особенности хлорирования борного и алюмосиликатного сырья в различных технологических режимах. Разработаны и научно обоснованы технологические схемы хлорного метода переработки, проведена оценка эффективности получения смешанного коагулянта из низкокачественного минерального сырья. Кроме того, исследованы кинетические закономерности процесса спекания с использованием хлорида натрия, выявлены лимитирующие стадии и определены основные факторы, влияющие на скорость и полноту протекания процесса.

В заключительной, *четвёртой главе* выполнено обобщённое обсуждение результатов исследования, в рамках которого сопоставлены экспериментальные и расчётные данные, проанализированы закономерности хлорирования бор- и алюмосиликатного сырья и сформулированы выводы о механизме и эффективности предложенного подхода. На основе проведённого анализа разработаны практические рекомендации по

применению хлорного метода переработки низкокачественных бор- и алюмосиликатных руд.

Научная новизна

В диссертационной работе получен комплекс новых научных результатов, расширяющих представления о физико-химических основах переработки боро- и алюмосиликатных руд хлорным методом:

- выполнена комплексная термодинамическая оценка процессов разложения боро- и алюмосиликатных руд в условиях хлорирования с учётом фазового и минералогического состава сырья, что позволило определить энергетическую направленность и температурные области протекания основных реакций;

- экспериментально и теоретически обоснованы оптимальные параметры процесса переработки исходного сырья, включая температурные режимы, состав и концентрацию реагентной среды, а также продолжительность отдельных стадий процесса; установлены механизмы протекания ключевых физико-химических превращений и выявлены лимитирующие факторы, определяющие эффективность хлорирования;

- разработаны и экспериментально апробированы технологические схемы переработки сложных алюмосиликатных и боросиликатных руд, обеспечивающие повышение степени извлечения целевых компонентов; показано, что предложенные схемы способствуют интенсификации и оптимизации производственного цикла и могут быть адаптированы к переработке сырья с близким минеральным и химическим составом.

Теоретические основы и научно-практическая значимость исследования

В диссертационной работе сформированы теоретические основы хлорного метода переработки боро- и алюмосиликатного сырья, базирующиеся на комплексном анализе физико-химических закономерностей взаимодействия хлорсодержащих реагентов с минералогическими фазами исследуемых руд. В ходе исследования установлены механизмы протекания

процессов образования хлорных соединений, а также последующего получения из них энергоёмких веществ, представляющих практический интерес для химической и смежных отраслей промышленности.

С использованием термодинамического анализа определены вероятности протекания основных хлоридообразующих реакций при разложении боро- и алюмосиликатных руд, что позволило обосновать энергетическую целесообразность исследуемых процессов и выявить температурные области их наибольшей устойчивости и эффективности. Полученные данные уточняют существующие представления о направленности и последовательности фазовых превращений в системе «минеральное сырьё – хлорсодержащая реагентная среда».

Научно-практическая значимость работы заключается в разработке и обосновании нового подхода к процессу хлорирования с использованием элементарного хлора и хлорсодержащих соединений, ориентированного на селективное взаимодействие с отдельными минералами сырья. Установленные механизмы хлорирования отдельных минеральных фаз позволяют целенаправленно регулировать технологические параметры процесса, повышать степень извлечения целевых компонентов и снижать энерго- и материалоёмкость переработки. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и оптимизации промышленных технологий переработки сложных боро- и алюмосиликатных руд.

Достоверность диссертационных результатов

Надёжность полученных данных подтверждена серией параллельных экспериментов, а также химическим анализом нескольких образцов, что позволило исключить случайные отклонения. Обработка результатов проводилась с применением специализированного программного обеспечения, предназначенного для статистической и графической интерпретации экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя. Соискатель самостоятельно сформулировал цели и научные задачи исследования, определив направление

и структуру работы с учётом актуальности темы и существующих научных пробелов. Проведён систематический анализ отечественных и зарубежных источников литературы, собрана и адаптирована экспериментальная установка для проведения процессов хлорного разложения минерального сырья.

Автор реализовал цикл лабораторных экспериментов с варьированием параметров процесса, регистрацией показателей и контролем условий проведения. Полученные данные подвергнуты математической обработке, статистическому анализу и интерпретации, что позволило выявить закономерности протекания процессов и подтвердить рабочие гипотезы.

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите

Диссертационная работа охватывает химические аспекты процесса хлорирования сырья. Область исследования диссертации соответствует следующим положениям паспорта специальности 6D060600 – Химия (6D060601 - Неорганическая химия):

-пункт 1. Фундаментальные основы получения объектов исследования и материалов на их основе.

-пункт 4. Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях;

-пункт 5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.

Публикации и патенты. Результаты диссертационной работы нашли отражение в 30 публикациях, в числе которых 1 монография, 8 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан, 19 материалов, представленных на международных и республиканских научных конференциях. Получен 1 малый патент Республики Таджикистан и Акт о внедрении НИР

Соответствие автореферата содержанию диссертации

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные данные. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Судья по научным выводам диссертации, опубликованным научным трудам следует отметить, что научная квалификация Исозода А.М. соответствует ученой степени доктора философии (PhD), доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060601 - Неорганическая химия).

Замечания по диссертационной работе

В процессе ознакомления с текстом диссертации и автореферата были выявлены отдельные замечания, носящие уточняющий и рекомендательный характер:

1. Литературный обзор выполнен на высоком уровне и охватывает значительный массив источников. В то же время аналитическая составляющая обзора могла бы быть усилена за счёт более развернутого сравнительного анализа подходов различных научных школ.
2. Формулировка научной новизны представлена в общем виде. Рекомендуется конкретизировать, какие результаты получены впервые, а какие являются развитием известных подходов.
3. Недостаточно подробно описаны условия проведения экспериментов, в частности состав газовой среды при хлорировании, скорость подачи хлора и контроль атмосферы.
4. В разделе обсуждения результатов основное внимание уделено описанию выявленных закономерностей. Представляется целесообразным в большей степени раскрыть интерпретацию полученных данных с позиций механизмов протекающих процессов и их сопоставления с литературными данными.

5. В текст диссертации имеются отдельные терминологические неточности, например, смешение понятий хлорирование и хлорное разложение.
6. Некоторые рисунки и таблицы перегружены информацией и требуют более чётких пояснений

Несмотря на указанные замечания, которые носят частный характер и могут быть учтены в последующих публикациях автора, диссертационная работа отличается высокой степенью научной обоснованности, актуальностью, экспериментальной и прикладной значимостью.

Представленное исследование является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и свидетельствует о способности соискателя к самостоятельному научному поиску и решению прикладных задач в области технологии неорганических веществ.

Соответствие диссертации требованиям

Диссертационная работа Исозода Акрама Мухибулло представляет собой завершённое и всестороннее научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная научно-техническая задача — разработка физико-химических и технологических основ переработки боро- и алюмосиликатного сырья Таджикистана с целью получения хлорных соединений бора, алюминия, железа и других ценных продуктов. Работа охватывает полный цикл исследования: от постановки целей и формулировки научных задач до проведения экспериментальных исследований, обработки полученных данных и формирования обоснованных выводов.

Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 6D060600 – Химия (6D060601 – Неорганическая химия). В работе реализован системный подход к изучению процессов хлорного разложения минерального сырья, выполнена термодинамическая оценка, разработаны оптимальные технологические режимы, апробированы

экспериментальные установки и методы анализа, что обеспечивает высокий уровень научной достоверности результатов.

По своей актуальности, научной новизне, практической ценности и уровню выполненных исследований диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» и заслуживает присуждения Исозода Акрама Мухибулло учёной степени доктора философии (PhD), доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060601 - Неорганическая химия).

Отзыв обсуждён и единогласно одобрен на расширенном заседании кафедры «Общая и неорганическая химия» (Протокол №5 от 27.12.2025 г).

На заседании кафедры присутствовали: 14 человек.

Результаты голосования:

За - 14;

Против - нет;

Воздержавшихся - нет.

Председатель расширенного
заседания кафедры «Общая и
неорганическая химия»
Таджикского государственного
педагогического университета
им. С. Айни, к.х.н., доцент



Низомов И. М.

Эксперт: к.т.н., доцент кафедры
«Общая и неорганическая химия»
Таджикского государственного
педагогического университета
им. Садриддина Айни



Мусоджонзода Дж. М.

Секретарь заседания,

доктор философии (PhD) по
специальности 6D060600 – Химия
(6D060601 - Неорганическая химия),
и. о. доцент кафедры «Общая и неорганическая
химия» Таджикского государственного
педагогического университета
им. Садриддина Айни



Махмадов Х.Р.

Адрес: 734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 121,
Таджикский государственный педагогический университет (ТГПУ) им.
С. Айни, химический факультет.

E-mail: info@tgpu.tj Тел: +992 (37) 224-13-83;

E-mail: isokhon@mail.ru Тел: +992-877-07-07-45.

Подписи председатель расширенного заседания кафедрой «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни, к.х.н., доцента Низомова Исохон Мусоевича, к.х.н., доцента Мусоджонзода Джамила Мансур и (PhD) по специальности химии, и.о. доцента этой же кафедры Махмадова Хафизулло Рахматуллоевича

заверяю:

Начальник управления кадров и специальных работ Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни



Кодирзода С.