

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета 6D.KOA-042 в составе председателя – д.т.н., профессор, Шарифов А., членов комиссии – д.х.н., проф. Бадалова А.Б., д.т.н., проф. Назарова Х.М., и созданной решением диссертационного совета 6D.KOA-042, протокол №31 от 04.06.2025 г. по диссертации Гафорзода Сулаймони Мусулмон на тему: «Технологические основы переработки алюмосиликатных руд Таджикистана кислотными и спекательными методами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.00-Химическая технология (05.17.01-Технология неорганических веществ) и 02.00.00-Химия (02.00.01-Неорганическая химия).

Рассмотрев диссертационную работу Гафорзода Сулаймони Мусулмон на тему: «Технологические основы переработки алюмосиликатных руд Таджикистана кислотными и спекательными методами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.00-Химическая технология (05.17.01-Технология неорганических веществ) и 02.00.00-Химия (02.00.01-Неорганическая химия), комиссия диссертационного совета ГНУ при Институт химии им. В.И. Никитина НАНТ и Агентстве по ХБРЯ безопасности НАНТ представляет следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы. Диссертационная работа посвящена разработке эффективных методов переработки низкосортного алюмосиликатного сырья различных месторождений Таджикистана, таких как аргиллитовые руды, нефелин-сиенитовое сырьё, каолиновые и зелёные глины. Указанные виды сырья характеризуются содержанием Al_2O_3 на уровне около 20%, однако технологические подходы к их переработке в настоящее время либо недостаточно изучены, либо полностью отсутствуют.

Сохраняющаяся в последние десятилетия тенденция к исчерпанию традиционных источников глинозёма стимулирует исследовательские усилия в направлении освоения местных нетрадиционных сырьевых ресурсов. В этом

контексте разработка спекательных и кислотных методов разложения алюмосиликатного сырья приобретает не только теоретическое, но и важное практическое значение, поскольку позволяет получать стратегически важный продукт — глинозём — из местных минеральных ресурсов.

Использование кислотных методов основано на их селективной способности удалять кремнезём уже на начальных стадиях технологического процесса, что способствует оптимизации материальных потоков и повышению общей эффективности переработки. Тем не менее, кислотные методы имеют определённые ограничения, включая образование кремнезёмистого шлама и трудности в разделении алюминиевых и железосодержащих соединений в продуктивных растворах.

Спекательные методы, в свою очередь, позволяют достичь глубокой деструкции минеральной основы сырья за счёт высокотемпературного воздействия, что способствует увеличению степени извлечения целевых компонентов. Особый интерес представляет использование активаторов (NaOH , CaCl_2), повышающих эффективность взаимодействия между фазами в процессе спекания.

Актуальность темы усиливается необходимостью создания технологических решений, направленных на снижение себестоимости производства глинозёма и рациональное использование местных минеральных ресурсов. Полученные в ходе исследования результаты могут быть использованы при разработке промышленных технологий переработки алюмосиликатного сырья, а также в производстве коагулянтов, применяемых для очистки природных и сточных вод.

Таким образом, работа решает важную научно-техническую задачу по освоению альтернативных источников алюминиевого сырья и разработке ресурсосберегающих технологий, что определяет её высокую степень актуальности.

Степень научной разработанности изучаемой проблемы. В условиях растущего промышленного спроса на глинозём и сопряжённые продукты

переработки алюмосиликатного сырья актуализируется необходимость комплексного освоения минеральных ресурсов, таких как аргиллиты, нефелин-сиениты и каолиновые глины. Современные технологические подходы к их переработке, включающие кислотные и спекательные методы, всё чаще ориентируются не только на извлечение оксида алюминия (Al_2O_3), но и на рациональное использование других ценных компонентов минеральной матрицы — оксида кремния (SiO_2), а также щелочных компонентов, таких как оксид натрия (Na_2O) и оксид калия (K_2O). Принципиально важной задачей становится реализация селективного извлечения указанных компонентов с максимальной степенью утилизации сырья и минимизацией отходов.

Научно обоснованная концепция комплексного извлечения ценных компонентов из алюмосиликатных руд получила отражение в ряде отечественных и зарубежных исследований, охватывающих как теоретические основы, так и прикладные аспекты переработки сложных минеральных систем. В частности, в работах таких таджикских и российских учёных, как Мирсаидов У.М., Сафиев Х.С., Мирзоев Б., Рузиев Дж.Р., Безукладников А.Б., Запольский А.К., представлены различные подходы к переработке алюмосиликатного сырья с применением как кислотных, так и спекательных методов. В этих исследованиях подробно рассматриваются механизмы разложения алюмосиликатов с участием хлоридов, сульфатов и других солеобразующих агентов, а также влияние термодинамических и кинетических факторов на процессы селективного извлечения компонентов.

Зарубежные учёные, включая U. Mussina, Tsai W.T., Lee S.Y., а также исследовательские коллективы из Германии, Китая, Турции и Казахстана, сосредоточили внимание на разработке экстрактивных и гидрометаллургических технологий, ориентированных на эффективную переработку низкокачественного алюмосиликатного сырья. Эти технологии предполагают использование органических и неорганических кислот, комплексообразующих агентов и методов тонкой очистки

продуктов, а также включают аспекты экологической безопасности и ресурсосбережения. Кроме того, зарубежные исследования активно развивают направление получения сопутствующих продуктов — таких как трихлорид алюминия (AlCl_3), силикаты, коагулянты и катализаторы — с использованием как природного сырья, так и техногенных отходов.

Таким образом, как отечественный, так и зарубежный опыт подчёркивает перспективность комплексной переработки алюмосиликатных руд с целью максимального вовлечения компонентов сырья в технологический цикл. Однако при этом сохраняется потребность в дальнейшей научной проработке селективных методов извлечения алюминия, кремния, щелочных металлов и валидации полученных результатов в условиях реальных производственных процессов.

Особый интерес с точки зрения фундаментальной и прикладной химии представляет возможность получения трихлорида алюминия (AlCl_3) из комплексных алюмосиликатных систем. Этот продукт является ценным промежуточным соединением для дальнейшего получения металлического алюминия, катализаторов кислотного типа и коагулянтов, применяемых в системах водоподготовки.

Однако следует отметить, что степень изученности процессов селективного извлечения полезных компонентов из алюмосиликатного сырья, включая пути получения AlCl_3 , в том числе с учётом влияния минерального состава, режимов термообработки и кислотности среды, остаётся недостаточной. Особенно актуален данный пробел в контексте сырьевой базы Таджикистана и аналогичных регионов, где требуются адаптированные технологические решения.

Кроме того, представляет интерес развитие направлений, связанных с получением смешанных коагулянтов на основе алюминия и железа. Эти соединения обладают высокой эффективностью в процессах очистки природных и сточных вод. Современные исследования в этой области охватывают как химическую модификацию коагулянтов, так и их синтез из местного техногенного и природного сырья, что делает данный вектор

особенно перспективным в рамках устойчивого развития и экономики замкнутого цикла.

Таким образом, несмотря на наличие отдельных публикаций и экспериментов, обобщённые и систематизированные исследования по комплексному извлечению Al, Si, Na, K, а также синтезу высокоэффективных продуктов из алюмосиликатного сырья остаются ограниченными, что определяет необходимость дальнейших научных изысканий в данном направлении.

Целью диссертационной работы. Целью диссертационного исследования является научное обоснование и разработка эффективных методов переработки алюмосиликатного сырья Таджикистана — включая нефелин-сиенитовое, аргиллитовое, каолиновое и зелёное глинистое сырьё — с использованием кислотных и спекательных технологий.

Для достижения поставленной цели предусматривается:

- исследование процессов кислотного разложения алюмосиликатных материалов с применением различных минеральных кислот, направленное на установление оптимальных условий селективного извлечения алюминия;
- разработка спекательного способа активации сырья с применением реагентов-активаторов, таких как гидроксид натрия (NaOH) и хлорид кальция (CaCl_2);
- определение термодинамических и кинетических параметров процессов кислотного и термического разложения;
- выявление механизмов фазовых и химических преобразований в исследуемых системах;
- создание обобщённых технологических схем переработки, обеспечивающих высокую степень извлечения целевых компонентов при соблюдении критериев ресурсосбережения, технологической эффективности и экологической безопасности.

Объектом исследования являются технологические основы переработки алюмосиликатного сырья различных типов (включая нефелин-сиенит,

аргиллит, каолиновые и зелёные глины), характерных для месторождений Таджикистана, методами кислотного и спекательного разложения с применением минеральных кислот и реагента-активатора CaCl_2 .

Предметом исследования выступают процессы химической переработки указанного сырья с использованием отдельных минеральных кислот и их композиций, а также механизмы спекания с реагентами NaOH и CaCl_2 , направленные на активацию алюмосиликатной матрицы и повышение эффективности извлечения целевых компонентов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- впервые проведено комплексное исследование процессов кислотного и термического разложения алюмосиликатного сырья, типичного для минерально-сырьевой базы Таджикистана, с целью интенсификации извлечения алюминия;
- экспериментально обоснованы условия селективного разложения алюмосиликатов различного состава с применением минеральных кислот и щелочных/солевых активаторов;
- установлены кинетические закономерности и механизмы фазовых превращений, протекающих в условиях кислотной и спекательной активации;
- достоверность полученных данных подтверждена результатами анализа, выполненного с применением современных инструментальных методов — рентгенофазового анализа (РФА), дифференциально-термического анализа (ДТА), а также химического и спектрального анализа;
- разработаны и предложены обобщённые технологические схемы переработки алюмосиликатного сырья, учитывающие требования к эффективности, ресурсо- и энергосбережению.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем:

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии научных основ переработки алюмосиликатного сырья кислотными и спекательными методами. Установлены термодинамические и кинетические

закономерности процессов разложения аргиллитов, нефелин-сиенитов, каолиновых и зелёных глин, характерных для месторождений Таджикистана. Обоснованы механизмы фазовых превращений и селективного извлечения компонентов, включая Al, Si, Na и K, при воздействии минеральных кислот и активаторов (NaOH, CaCl₂). Разработаны научные подходы к комплексному использованию алюмосиликатной матрицы с минимизацией отходов.

Практическая значимость работы состоит в разработке эффективных технологических схем переработки местного алюмосиликатного сырья с высоким извлечением оксида алюминия и сопутствующих компонентов. Результаты исследования могут быть использованы при создании малоотходных производств по получению глинозёма, коагулянтов и жидкого стекла, а также для вовлечения неосвоенных минеральных ресурсов Таджикистана в промышленную переработку. Разработанные решения способствуют снижению себестоимости продукции и обеспечивают экологическую безопасность технологического процесса.

Диссертационная работа на тему «Технологические основы переработки алюмосиликатных руд Таджикистана кислотными и спекательными методами» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к научным исследованиям по специальностям 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – Технология неорганических веществ) и 02.00.00 – Химия (02.00.01 – Неорганическая химия), и представляет собой существенный вклад в развитие научных основ переработки минерального сырья и неорганических отходов.

Работа охватывает актуальные направления современной химической технологии, включая разработку новых подходов к переработке низкосортного алюмосиликатного сырья, утилизацию побочных и техногенных продуктов, получение ценных неорганических соединений, а также рациональное использование природных ресурсов с целью создания устойчивых и экологически безопасных технологических процессов.

Структура диссертации логична и соответствует требованиям к научным квалификационным работам. Исследование изложено на 152

страницах компьютерного набора, включает введение, три главы, раздел с обсуждением результатов, выводы, а также список использованной литературы, содержащий 151 источник. Материал иллюстрирован 44 рисунками, 24 таблицами и приложением, что свидетельствует о высокой степени наглядности и полноты представления научных результатов.

В автореферате представлены основные положения и результаты исследования, изложенные на двух языках — русском и таджикском, что обеспечивает доступность научной информации для широкой аудитории. По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, в том числе 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 2 малых патента, а также 13 публикаций в материалах научных конференций различного уровня, что подтверждает признание результатов исследования научным сообществом.

Уровень оригинальности основного текста диссертации составляет 77,33%, что свидетельствует о высокой степени самостоятельности проведённого научного исследования. Это подтверждает, что большая часть диссертационного материала является результатом собственных научных изысканий автора и отражает разработанные им оригинальные подходы, методы и технологические решения.

Оформление ссылок, заимствований и цитат выполнено в строгом соответствии с действующими научными стандартами и нормами академической этики. Все использованные материалы снабжены корректными библиографическими указаниями, что обеспечивает прозрачность источниковой базы исследования и исключает нарушения принципов добросовестного научного цитирования.

Следует также отметить, что все научные публикации, выполненные соискателем в соавторстве, оформлены с указанием полного состава авторов, что подтверждает соблюдение норм научной добропорядочности и корректного распределения авторства.

На основании представленного объёма выполненных исследований, структуры и содержания работы, её оригинальности и опубликованных результатов можно сделать вывод, что диссертация отвечает всем критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и заслуживает положительной оценки.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности (формуле и области исследования). Диссертационная работа выполнена на стыке двух научных специальностей и охватывает междисциплинарную тематику, включающую как технологические, так и химические аспекты переработки минерального сырья:

05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – Технология неорганических веществ) — составляет около 55 % от общего объёма диссертации;

02.00.00 – Химия (02.00.01 – Неорганическая химия) — более 45 % объёма исследования.

Соответствие паспорту специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ

Диссертация соответствует следующим пунктам формулы специальности:

Пункт 1. Производственные процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты, щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические вещества, катализаторы, сорбенты и др. (в работе разработаны методы получения неорганических соединений, включая сульфаты и хлориды алюминия и железа, а также силикатные соединения (жидкое стекло), что соответствует данному направлению).

Пункт 2. Технологические процессы (химические, физические и механические) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья и материалов в производстве неорганических продуктов (проанализированы процессы кислотного и термического воздействия на алюмосиликатное сырьё, включая измельчение, спекание и кислотное

выщелачивание, что привело к изменению его фазового и химического состава).

Пункт 3. Способы и процессы защиты окружающей среды от выбросов производств неорганических продуктов, утилизация и обезвреживание неорганических производственных отходов (предложена безотходная технологическая схема переработки алюмосиликатных руд, при которой побочные продукты используются в качестве исходного сырья, что соответствует задачам рационального природопользования и утилизации отходов).

Пункт 4. Способы и средства разработки, технологических расчётов, проектирования, управления технологическими процессами и качеством продукции применительно к производственным процессам получения неорганических продуктов (разработаны технологические схемы кислотного и спекательного разложения алюмосиликатного сырья, проведены технико-экономические расчёты, что подтверждает соответствие указанному пункту паспорта).

Соответствие паспорту специальности 02.00.01 – Неорганическая химия

Область исследования диссертации соответствует следующим положениям паспорта специальности:

Пункт 1. Фундаментальные основы получения объектов исследования и материалов на их основе (проведено изучение химического и фазового состава алюмосодержащих руд - нефелин-сиенитов месторождения Трупы, каолинов и зелёных глин месторождения Чашма-Санг, с целью их последующего химико-технологического использования).

Пункт 4. Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях (выполнен термодинамический, кинетический и термогравиметрический анализ реакций кислотного и высокотемпературного разложения алюмосиликатного

сырья, включая фазовые превращения в условиях нагрева и действия кислотных агентов).

Пункт 5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы (раскрыты закономерности между минеральным составом алюмосиликатного сырья и эффективностью его разложения. Обоснованы научные подходы к переработке и получению ценных продуктов на основе неорганических соединений).

После анализа соответствия диссертационной работы Гафорзода С.М. требованиям паспорта научной специальности, можно констатировать, что исследование полностью удовлетворяет всем установленным нормативам и критериям, закреплённым в «Положении о порядке присуждения учёных степеней», утверждённом постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года № 267. Диссертация прошла всестороннюю экспертную оценку и признана соответствующей действующим научным стандартам.

Автор представил всесторонне проработанную рукопись, охватывающую ключевые аспекты научного поиска — от теоретических основ до практической реализации результатов. Результаты работы свидетельствуют о существенном личном вкладе соискателя в развитие научной области химической технологии и переработки химических отходов.

Высокий уровень оригинальности и научной значимости материалов диссертации подтверждает, что выдвинутые в ней научные положения базируются на глубоком анализе существующих методологических подходов и внедрении инновационных методов утилизации промышленных побочных продуктов. Полученные выводы представляют собой важный вклад в области экологии, рационального использования минерально-сырьевых ресурсов и устойчивого развития химической промышленности.

Экспертная комиссия выражает положительное заключение по диссертационной работе Гафорзода Сулаймони Мусулмон на тему

«Технологические основы переработки алюмосиликатных руд Таджикистана кислотными и спекательными методами», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.00 – Химическая технология (05.17.01 – Технология неорганических веществ) и 02.00.00 – Химия (02.00.01 – Неорганическая химия).

Рекомендация комиссии базируется на всестороннем и объективном анализе научного исследования, его практической значимости, а также высоком уровне оригинальности и самостоятельности выполненной работы. Автором разработана детальная технологическая схема переработки алюмосиликатных руд с применением кислотного метода и спекания, включающая комплексные процессы получения неорганических продуктов из минерального сырья, отходов и побочных материалов. В диссертации подробно описаны этапы получения смешанных коагулянтов на основе соединений железа и алюминия.

Полученные результаты свидетельствуют о глубоком теоретическом понимании исследуемой проблематики, а также о практической применимости разработанных технологий в химической промышленности для производства ценных химических соединений. Экспертная комиссия отмечает значительный вклад автора в развитие области химической технологии и переработки химических отходов, что подтверждается новизной и практической направленностью темы исследования.

Учитывая изложенное, экспертная комиссия единогласно рекомендует диссертацию Гафурзода С.М. принять к защите и присудить автору ученую степень кандидата технических наук по вышеуказанным специальностям.

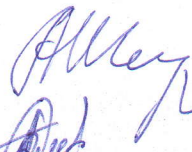
Назначить официальными оппонентами:

Бердиева Асадкула Эгамовича - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Химии и биологии» Российско-Таджикского (Славянского) университета.

Садриддинзода Сабур Садриддин – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство и архитектура» Дангаринского государственного университета.

Назначить в качестве ведущей организации Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни.

Председатель комиссии: д.т.н., профессор



Шарифов А.

Члены комиссии:

д.х.н., профессор



Бадалов А.Б.

д.т.н., профессор



Назаров Х.М.

Подписи верны:

Старший инспектор

ОК ГНУ Института химии

им. В.И. Никитина НАНТ



Рахимова Ф.

Дата: 25 июня 2025 года

