

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ИНСТИТУТ ХИМИИ ИМ. В.И. НИКИТИНА**

УДК: 546.6 (575.3)

ББК: 24.1 (2 тадж)

Г-24

На правах рукописи



ГАФОРЗОДА Сулаймони Мусулмон

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ
АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД ТАДЖИКИСТАНА КИСЛОТНЫМИ И
СПЕКАТЕЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной 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)

Душанбе – 2025

Диссертация выполнена в лаборатории «Комплексная переработка минерального сырья и промышленных отходов» ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» Национальной академии наук Таджикистана (НАН Таджикистана).

Научный руководитель: **Мирсаидов Улмас Мирсаидович** - доктор химических наук, профессор, академик Национальной академии наук Таджикистана, главный научный сотрудник Агентство по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана.

Официальные оппоненты: **Бердиев Асадкул Эгамович** - 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.

Ведущая организация: Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни

Защита состоится: «01» октября 2025 года в 09⁰⁰ часов на заседании объединенного диссертационного совета 6D.KOA-042 при Институте химии им. В.И. Никитина НАНТ и Агентство по ХБРЯ безопасности НАНТ по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни 299/2. E-mail: f.khamidov@cbrn.tj. +992934366463.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина НАНТ» www.chemistry.tj

Автореферат разослан « ____ » _____ 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Хамидов Ф.А.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и необходимость проведения исследования. В данной диссертационной работе изучена проблематика, касающаяся переработки низкосортных глинозёмных материалов, представленных в различных месторождениях Таджикистана – это аргиллитовые руды, нефелин-сиенитовое сырьё, каолиновые глины и некоторые другие, для которых исследовались возможности и технологические процедуры спекательной и кислотной переработки. Последние десятилетия сохраняется тенденция переработки местных нетрадиционных сырьевых ресурсов с получением важнейшего компонента для алюминиевого производства - глинозёма, в связи с тем, что запасы традиционного глинозёмного сырья заканчиваются и усилия исследователей в основном направляются на поиск новых видов сырья для нужд алюминиевой промышленности, поэтому спекательная и кислотная переработка нетрадиционных видов глинозёмного сырья представляет практический и теоретический интерес и актуальность. Кроме того, использование местных сырьевых ресурсов позволит значительно снизить стоимость конечного продукта – глинозёма.

Переработка местного сырья - аргиллитовых руд, нефелин-сиенитового сырья, каолиновых глин в настоящее время приобретает актуальность, так как в составе этих местных сырьевых материалов содержания Al_2O_3 находятся на уровне примерно 20%, но методики и технологические процедуры разложения указанных материалов разработаны недостаточно или вообще не разработаны. Сложность переработки этого вида глинозёмного сырья заключается в том, что по сравнению с бокситосодержащим сырьём указанное сырьё является низкосортным, с более низкими (2.0-2.5 раз) содержаниями глинозёма и кремнезёма.

Данное исследование направлено на переработку аргиллитовых руд, нефелин-сиенитового сырья, каолиновых глин спекательными и кислотными способами, кислотные способы переработки выбраны исходя из соображений, что кислотные методы позволяют удалять кремнезём из технологических циклов селективно и на начальных стадиях технологии, при этом происходит экономия материальных потоков для каждой из технологических процедур. Однако помимо положительных сторон, кислотные методы не лишены отдельных недостатков, в частности, отделение кремнезёмистого шлама при промывке, разделение в продуктивных растворах оксидов алюминия и оксидов железа.

Спекательный способ разложения указанных видов глинозёмных материалов также показал положительные результаты. У спекательного способа имеются положительные характеристики – он позволяет в процессе спекания разрушать структуры минералов сырья, что, соответственно позволяет получать большие объёмы конечных запланированных продуктов, в частности, глинозёма.

В рамках проведённого исследования была поставлена задача изучения процессов разложения алюминийсодержащего сырья с применением выбранных минеральных кислот, а также его переработки методом спекания с использованием активирующих веществ, таких как гидроксид натрия ($NaOH$) и хлорид кальция ($CaCl_2$). В качестве исходных материалов использовались породы, добытые на различных месторождениях Таджикистана – аргиллиты, каолиновые глины и нефелин – сиенитовые породы, отличающиеся высоким содержанием ценных компонентов, представляющих интерес для ключевых отраслей национальной экономики.

Степень изученности научной проблемы. Настоящее время в технологические процессы аргиллитовых руд, нефелин-сиенитового сырья, каолиновых глин спекательными и кислотными способами необходимо включать возможности извлечения кроме глинозёма других ценных материалов, то есть селективно получать как глинозём, так и другие ценные материалы состава перерабатываемого сырья - SiO_2 , K_2O , Na_2O . Значительную перспективность представляет получение из указанных исходных материалов $AlCl_3$ - трихлорида алюминия, из которого в дальнейшем можно

получать большой перечень продуктов. Степень изученности выделения полезных продуктов из алюмосиликатных руд изучена недостаточно.

Особое значение имеет производство смешанных коагулянтов на основе соединений железа и алюминия.

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационное исследование выполнено в лаборатории переработки минерального сырья и отходов Института химии им. В. И. Никитина НАН Таджикистана на основе двух проектов: «Разработка селективных методов разложения высококремнистых бор- и алюмосодержащих руд Таджикистана» - номер Гос. регистрации 0116 TJ 00541 и «Физико-химические и технологические основы получения соединений бора, алюминия, минеральных удобрений, коагулянтов, фарфоровых и строительных материалов» - номер Гос. Регистрации 0121 TJ 1147.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования – изучение процессов разложения и активации различного алюмосиликатного сырья Таджикистана, включая нефелин-сиенитовое сырьё, аргиллитовые руды, каолиновые и зелёные глины кислотными способами при варьировании минеральных кислот, а также разработать для переработки местных алюмосодержащих материалов спекательный способ с различными активаторами процесса, в качестве активаторов-реагентов выбраны $NaOH$ и $CaCl_2$, определить оптимальные параметры технологических процедур спекания и кислотного разложения, изучить кинетику спекательных и кислотных способов, разработать обобщённые схемы технологий указанных способов с учётом рациональности, экономичности и экологичности.

Задачами исследования являются:

- проведение анализа химического и минералогического состава глинозёмистого сырья, распространённого на территории Таджикистана, включая аргиллитовые руды, каолиновые и зелёные глины, а также нефелин – сиенитовые породы;
- изучение процессов переработки алюмосиликатного сырья методом кислотного разложения с использованием различных минеральных кислот, а также спекательного метода с применением активирующих реагентов, таких как гидроксид натрия ($NaOH$) и хлорид кальция ($CaCl_2$);
- исследование влияния спекательных условий на извлечение целевых компонентов из аргиллитов, нефелин – сиенитов и каолинов, включая воздействие предварительной термической обработки на эффективность разложения сырья;
- анализ кинетических характеристик взаимодействия алюмосиликатных материалов как при кислотной переработке, так и при спекании с участием реагента – активатора $CaCl_2$, включая изучение поведения промежуточных продуктов – спёков – в кислотной среде;
- формирование методологических подходов к кислотной переработке аргиллитов, каолинов и нефелин – сиенитов с использованием выбранных неорганических кислот;
- разработка обобщённых технологических решений и схем переработки алюмосиликатного сырья с применением спекательного метода на основе $CaCl_2$, с последующей водной и кислотной обработкой термически активированных продуктов.

Объект исследования – технологические основы переработки алюмосиликатного сырья кислотными (минеральными кислотами) и спекательным методом при активации реагентом $CaCl_2$

Предметом исследования является разработка эффективных методов для разложения алюмосиликатного сырья отдельными минеральными кислотами, их смесями и спеканием с реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$.

Научная новизна работы.

Исследовано разложение алюмосиликатного сырья отдельными минеральными кислотами, их смесями и спеканием с реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$, изучены механизмы при протекании процессов кислотной переработки и процессов.

Изучены процессы переработки алюмосиликатных руд кислотным методом и спеканием, а также механизмы, протекающие при разложении и спекании с реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$, достоверность которых подтверждается современными усовершенствованными методами анализа – химические, ДТА, РФА. Разработаны обобщённые технологии по разложению глинозёмистого сырья способами спекания и кислотными способами.

Теоретическая ценность исследования. 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 ($NaOH$, $CaCl_2$). Разработаны научные подходы к комплексному использованию алюмосиликатной матрицы с минимизацией отходов.

Практическая значимость работы.

Результаты, которые получены в диссертационном исследовании, можно использовать при получении различных ценных соединений из алюмосиликатного сырья, для разработки технологий переработки алюмосиликатных руд, получения коагулянтов для очистки вод различной степени загрязнённости.

Основные положения, выносимые на защиту:

- представлены данные, полученные в результате химико – минералогического анализа процессов разложения глинозёмистого сырья Таджикистана, включая аргиллитовые породы, каолиновые и зелёные глины, а также нефелин-сиенитовые материалы. Рассмотрены особенности разложения входящих в их состав минералов, промежуточных фаз и конечных продуктов, сформированных в ходе обработки, с применением физико-химических методов исследования;

- приведены результаты переработки алюмосиликатного сырья с использованием различных минеральных кислот, а также данные по спекательным методам с участием активирующих реагентов – гидроксида натрия ($NaOH$) и хлорид кальция ($CaCl_2$).

- наиболее приемлемые оптимальные параметры переработки глинозёмистого сырья отдельными кислотами, оптимальные параметры разложения глинозёмных материалов спекательным способом с активаторами-реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$ при варьировании минеральных кислот, температуры, времени и реагентов-активаторов;

- результаты изучения кинетики разложения глинозёмных материалов кислотными и спекательными способами;

- результаты разработанных обобщённых технологических схем и процедур по переработке глинозёмистого сырья кислотными способами с отдельными минеральными кислотами и спекательными способами с активаторами-реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$.

Достоверность диссертационных результатов. Доказывается химическими анализами по нескольким параллельностям (не менее 3-х) и сертифицированным оборудованием, на котором получены экспериментальные результаты. Экспериментальные данные и материалы обрабатывались с применением компьютерных программ и приложений.

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).

02.00.00 – Химия (02.00.01 – Неорганическая химия).

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 химии. 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).

Вклад автора соискателя заключается в постановке исследовательских задач, анализе литературных источников по теме диссертационного исследования, определении методов решения поставленных задач и обработке экспериментальных данных.

Апробация диссертации и информация об использовании её результатов. Основные положения исследования были изложены, обсуждались и получили одобрение в докладах и тезисах на следующих международных и республиканских научно-практических конференциях: Международной научно-практической конференции “Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий”, посвященной 25-летию государственной независимости Республики Таджикистана (Душанбе, 2016 г.); Республиканской научно-практической конференции, “Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан” (Душанбе, 2016 г.); VIII Международной научно-практической конференции “Перспективы развития науки и образования”, посвященной 25-летию государственной независимости Республики Таджикистан и 60-летию Таджикского технического университета им. акад. М. С. Осими (Душанбе, 2016 г.); XIII Нумановских чтений “Достижения химической науки за 25 лет государственной независимости Республики Таджикистана”, посвященной 70-летию образования Института химии им. В. И. Никитина НАНТ (Душанбе, 2016 г.); II Международной научно-практической конференции “Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий” (Душанбе, 2017 г.); XIV Нумановских чтений “Вклад молодых учёных в развитие химической науки”, посвященной Году молодёжи (Душанбе, 2017 г.); Международной научно-практической конференции “Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистана” (Душанбе, 2018 г.); XV Нумановских чтений “Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистана” (Душанбе, 2019 г.); XVIII Нумановских чтений “Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты” (Душанбе, 2023 г.).

Публикации по теме диссертации. По результатам исследований опубликованы 20 работ, в том числе 7 статей в журналах, рекомендованных ВАК РТ, а также в 13 материалах международных и республиканских конференций, получен 2 Малый патент Республики Таджикистан.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает три главы, состоит из введения, литобзора, экспериментальной части, заключения и выводов, представляет собой рукопись, изложенную на 152 страницах компьютерного набора, включает 44 рисунка, 24 таблицы и 151 литературных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта научная и прикладная значимость выбранной тематики, обоснована её актуальность, а также сформулированы цель исследования и поставлены основные задачи.

Первая глава содержит анализ литературных источников по вопросам необходимости вовлечения в переработку малоценных алюмосиликатных руд. Рассматриваются возможные направления и технологии получения целевых компонентов из данного вида сырья, что позволило обосновать выбор вектора собственных экспериментальных исследований.

Во второй главе представлены методики физико – химических исследований, определены химический и минералогический составы исследуемых алюмосиликатных руд. С использованием дифференциального термического анализа (ДТА) зафиксированы изменения, происходящие в структуре руды. Также приведены термодинамические расчёты разложения алюмосиликатов с применением серной и соляной кислот, а также рассчитан материальный баланс процессов, протекающих при обработке сырья как индивидуальными кислотами, так и их смесями, включая комбинацию HNO_3 и H_2SO_4 .

Третья глава посвящена изучению кислотного и термического (спекательного) методов переработки алюмосиликатного сырья. Рассмотрена кинетика процессов при различных способах обработки, предложены базовые технологические схемы разложения руд с использованием минеральных кислот, а также выполнен сравнительный анализ их эффективности.

В четвертой главе приведена заключительная часть работы, где объясняется значение полученных результатов, сравниваются их с другими исследованиями, выделяются ограничения и предлагаются направления для дальнейшего исследования.

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД -АРГИЛЛИТОВ И КАОЛИНОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗИДДЫ И ЧАШМА-САНГ ТАДЖИКИСТАНА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Каолиновые и зелёные глины месторождения Чашма-Санг.

Алюминийсодержащее сырьё – каолиновая и зелёная глина имеют значительные содержания кремния в своём составе, в связи с чем указанные виды сырья в последние десятилетия стали широко применяться в различных отраслях народнохозяйственного комплекса Таджикистана, их спектр достаточно различен и востребован - это сорбенты, огнеупорные материалы, исходные материалы для получения железо- и алюмосодержащих соединений и многое другое.

Изученные нами химико-минералогические составы каолиновой глины и зелёной глины, которые представлены в глинистого сырья Чашма-Санг и Зидды, практически совпадают с литературными источниками (табл. 1 и 2).

Входящие в состав зелёной глины минералы определялись снятием её штрих-диаграммы (рис. 1). Согласно рисунку 1, на штрих-диаграмме присутствуют пики, характерные для минералов гётита, кварца, иллита, каолинита, монтмориллонита и других слоистых глинистых минералов, а также с включением карбонатных или песчаных частиц.

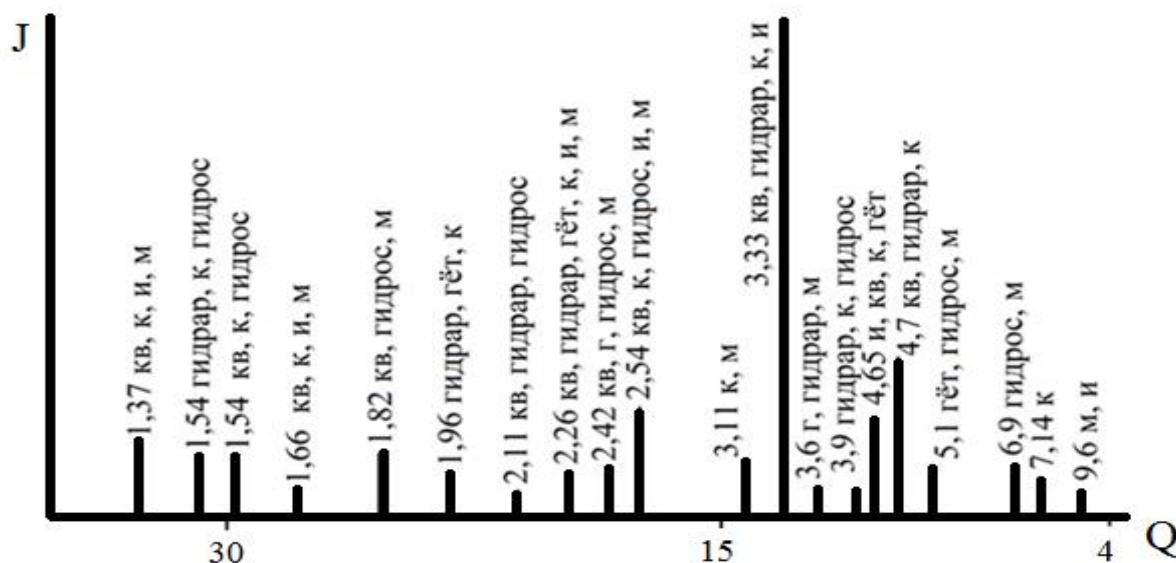


Рисунок 1. -Штрих-диаграмма исходной зелёной глины: кв – кварц; к – каолинит; и – иллит; м – монтмориллонит; гёт – гётит; г – гематит; гидрос – гидрослюда; гидрар – гидраргиллит

Дифференциально-термический анализ, проведённый нами на дериватографе Q-1000 системы Паурлик-Эрдей со скоростью нагрева 5°/мин, показал, что наши полученные данные соответствуют данным, приведённым в литературных источниках. Конкретно, на термограмме каолиновой глины месторождения Чашма-Санг видно проявление эндотермического эффекта, который проявляется в температурном диапазоне 400-700°С. Проявленные эндоэффекты в температурном диапазоне 550-600°С свидетельствуют о том, что в минерале каолините происходят изменения его структуры (рисунок 2.).

Таблица 1. - Химические характеристики аргиллитовых пород Зидды и Чашма-Санг, каолина и зелёной глины Чашма-Санг

Месторождения	Порода	Компоненты (%)															
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Ti	Pb	Ba	Cu	Cr	Ni	V	Zn	П.п.п
Зидды	Аргиллит	19.75	4.99	60	0.1	1.2	1	1	0.62	-	0.3	0.01	0.03	0.001	0.01	0.3	10
Чашма-Санг	Аргиллит	31.61	8.74	42.87	0.1	2.95	1	1	0.61	0.001	0.3	0.01	0.03	0.003	0.01	0.6	10.54
Чашма-Санг	Каолиновая глина	24.82	10.98	49.92	0.3	2.66	1	1.1	1.8	-	-	0.01	-	-	0.01	0.01	8.42
Чашма-Санг	Зелёная глина	20.38	11.97	51.33	1	2.46	0.52	1	1.8	-	0.3	0.03	0.003	-	0.01	0.03	8.44

Таблица 2. - Минералогические характеристики аргиллитовых пород Зидды и Чашма-Санг, каолина и зелёной глины Чашма-Санг

Зидды	Аргиллит	Каолинит	Гематит	-	Кварц	Монтмориллонит	Иллит	-	-
Чашма-Санг	Аргиллит	Каолинит	Гематит	-	Кварц	Монтмориллонит	-	-	-
Чашма-Санг	Каолиновая глина	Каолинит	Гематит	Гётит	Кварц	Монтмориллонит	Иллит	Гидраргиллит	Гидрослюда
Чашма-Санг	Зелёная глина	Каолинит	Гематит	Гётит	Кварц	Монтмориллонит	Иллит	Гидраргиллит	Гидрослюда
		Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·nH ₂ O	Fe ₂ O ₃	FeO(OH)	SiO ₂	M(OH)Si ₈ Al ₄ O ₂₀ ·nH ₂ O (M=Na, K, Ca)	KAl ₂ (OH) ₂ ·[AlSi ₃ O ₁₀]·nH ₂ O	Al(OH) ₃	(Na)Al ₂ (AlSi ₃)·O ₁₀ [(OH) ₂ ·H ₂ O]

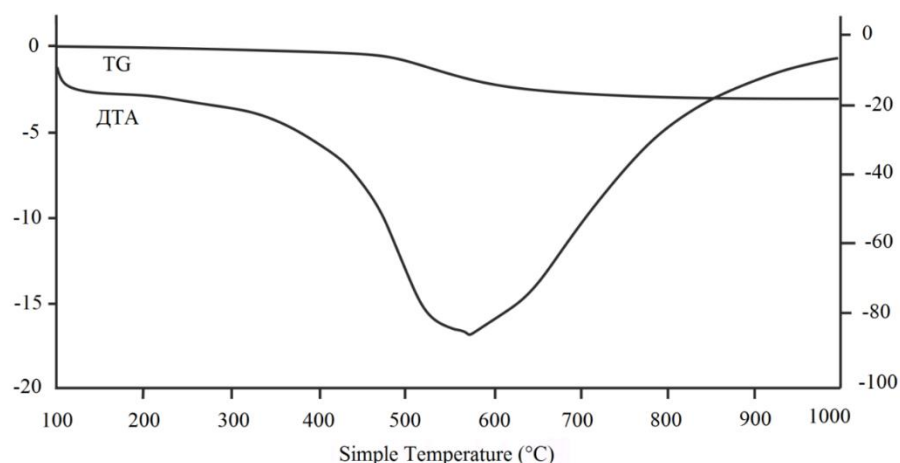


Рисунок 2. -Термограмма каолиновой глины Чашма–Санг

Термограммы, которые были сняты для зелёной глины, имеют существенные отличия от литературных данных по этому сырью. Как видно из термограмм зелёной глины, здесь имеют место несколько эндозффектов, свидетельствующих о полиморфных изменениях в составе минералов, кроме того, между минералами зелёной глины происходят химические взаимодействия (рисунок 3).

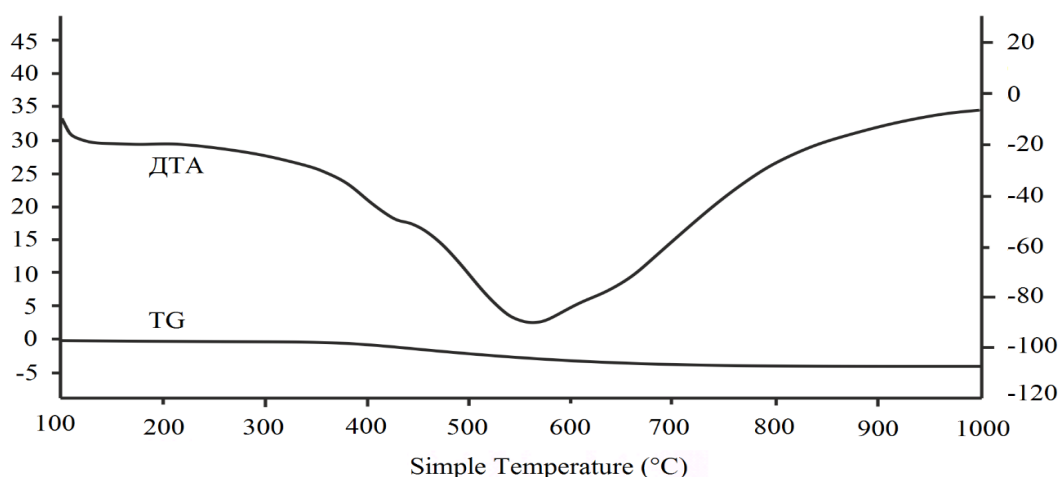
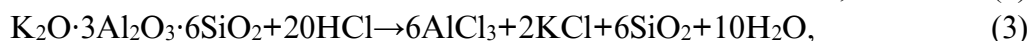
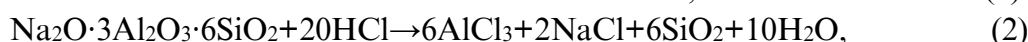
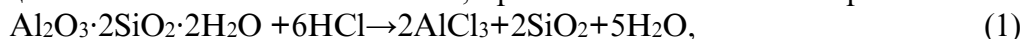


Рисунок 3. - Термограмма зелёных глин Чашма-Санг

Термодинамический анализ процессов при солянокислотном разложении каолиновых глин.

В значительном количестве научных работ, утверждается, что каолиновое сырьё месторождения Чашма-Санг имеет следующий минералогический состав: гидрослюда ($3\text{NaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$), каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), гидраргиллит ($\text{Al}(\text{OH})_3$), иллит ($\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$), монтмориллонит ($(\text{OH})_4\text{Si}_8\text{Al}_4\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), кварц (SiO_2), гематит (Fe_2O_3), гётит ($\text{FeO}(\text{OH})$).

Нами определены химреакции, которые возможны при разложении минералов, входящих в состав каолиновой глины, при их солянокислотном разложении:



Проведено определение зависимости энергии Гиббса/температуры при разложении минералов каолинового сырья при взаимодействии с HCl, опыты проведены в широком интервале температур - 318, 338, 358, 378, 398, 418, 438 К (табл. 3, рис. 4) и показано что при увеличении температуры солянокислотного разложения минералов каолинового сырья процесс разложения значительно ускоряется, то есть можно утверждать, что увеличение температуры оказывает положительное воздействие на процедура деструкция минералов и сам процесс значительно ускоряется.

Таблица 3. - Энергии Гиббса (ΔG_{318}^0 , кДж/моль) реакций, осуществляющихся процессов при разложении минералов каолиновой глины с помощью соляной кислоты при T=318-438 К

Реакции	ΔG_{318}^0	ΔG_{338}^0	ΔG_{358}^0	ΔG_{378}^0	ΔG_{398}^0	ΔG_{418}^0	ΔG_{438}^0
(1.1)	-104.63	-97.2	-89.77	-82.34	-74.9	-64.47	-60.04
(1.2)	324.16	350.9	377.78	404.59	431.4	458.21	485.02
(1.3)	-287.37	-264.88	-242.39	-219.9	-197.4	-174.9	-152.4
(1.4)	-36.65	-27.47	-18.29	-9.12	0.058	9.23	18.41
(1.5)	-33.67	-23.77	-13.87	-3.98	5.91	15.81	25.71
(1.6)	-2719.3	-2722.5	-2725.74	-2728.96	-2732.17	-2735.39	-2738.6

Соответственно, разложение каолинового сырья при взаимодействии с HCl необходимо проводить в температурном интервале 318-438 К, в этом случае достигаются максимальные извлечения ценных соединений.

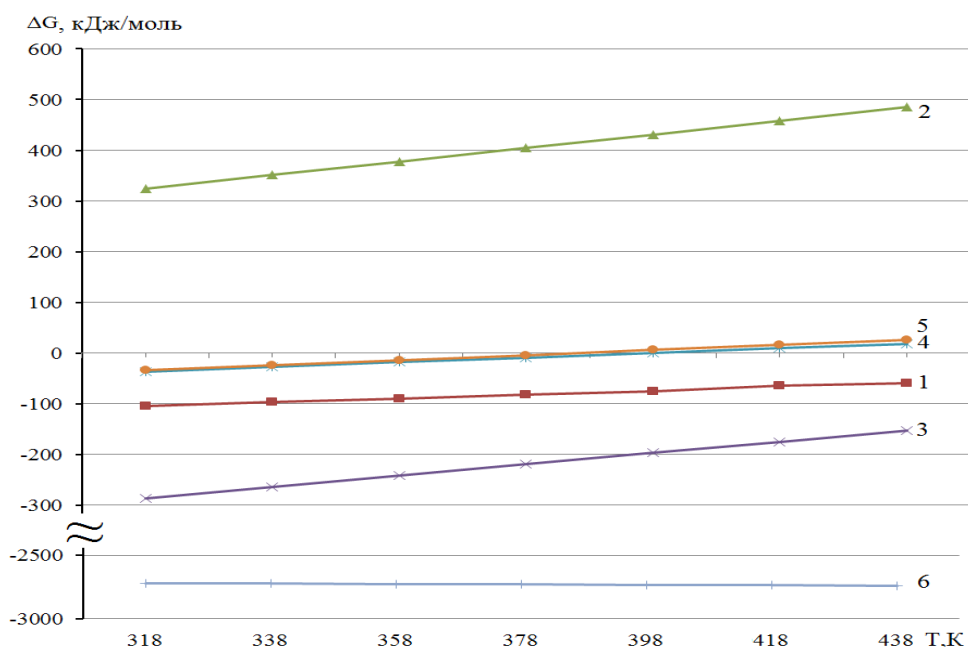


Рисунок 4. - Изменения энергии Гиббса/температуры для химические превращения, протекающих при деструкции минералов каолиновой глины с помощью соляной кислоты

КАОЛИНОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАШМА-САНГ И ЗИДДЫ

Солянокислотное разложение каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан

Данный раздел посвящён разложению каолиновой глины месторождения Чашма-Санг с использованием соляной кислоты – HCl .

Для каолинового алюмосиликатного сырья исследована температурная зависимость степени экстракции оксидов алюминия (Al_2O_3) и железа (Fe_2O_3) (3а), зависимость извлечение/время разложения (3б) и зависимость извлечение/концентрация HCl (3в).

На основании проведённых экспериментов по разложению каолинового сырья месторождения Чашма-Санг с применением соляной кислоты были установлены оптимальные технологические параметры: температура процесса - 95°C , продолжительность - 60 минут, концентрация раствора HCl - 20%. Придерживание указанных условий обеспечивает максимально эффективное извлечение целевых компонентов из каолиновой глины, в частности оксида алюминия (Al_2O_3) - до 22.0% и оксида железа (Fe_2O_3) - до 40.0%.

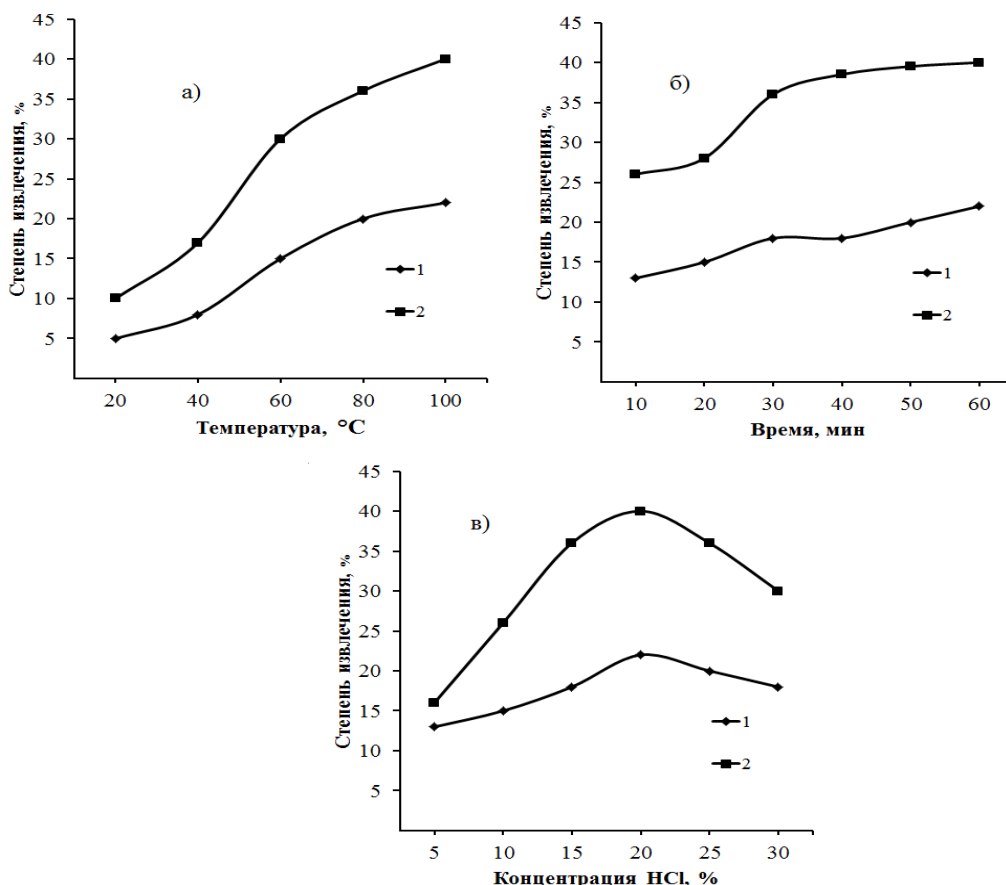


Рисунок 6. - Зависимости извлечения оксидов алюминия (Al_2O_3)(1) и железа (Fe_2O_3)(2): извлечение/температура (а), извлечение/время разложения (б) и разложение/концентрация HCl (в) при разложении каолинового сырья с помощью HCl

Кинетика солянокислотного разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг

По изменению кинетических кривых линий при разложении каолинового сырья с помощью HCl (рисунок 7а) при извлечении в продуктивный раствор Fe_2O_3 сделано заключение, что при параметрах - температура - 98°C и время - 60 минут разложение

каолинового сырья с извлечением Fe_2O_3 происходит достаточно эффективно, составляя при 60 минут 39.0-40.0%, а при 80°C из состава сырья извлекается только 35% Fe_2O_3 .

Расчёт значений констант скорости разложения каолиновой глины проводился на основе кинетического уравнения первого порядка.

Для процесса солянокислотного разложения каолинового сырья с извлечением оксида железа определена константа скорости данного разложения в зависимости от температуры, и определено, данное разложение соответствует закону Аррениуса, этот факт подтверждается преломлением линий на графике между 40 и 60°C при зависимости $\lg K_{\text{ср}}$ от $1/T \cdot 10^3$ (рисунок 7в).

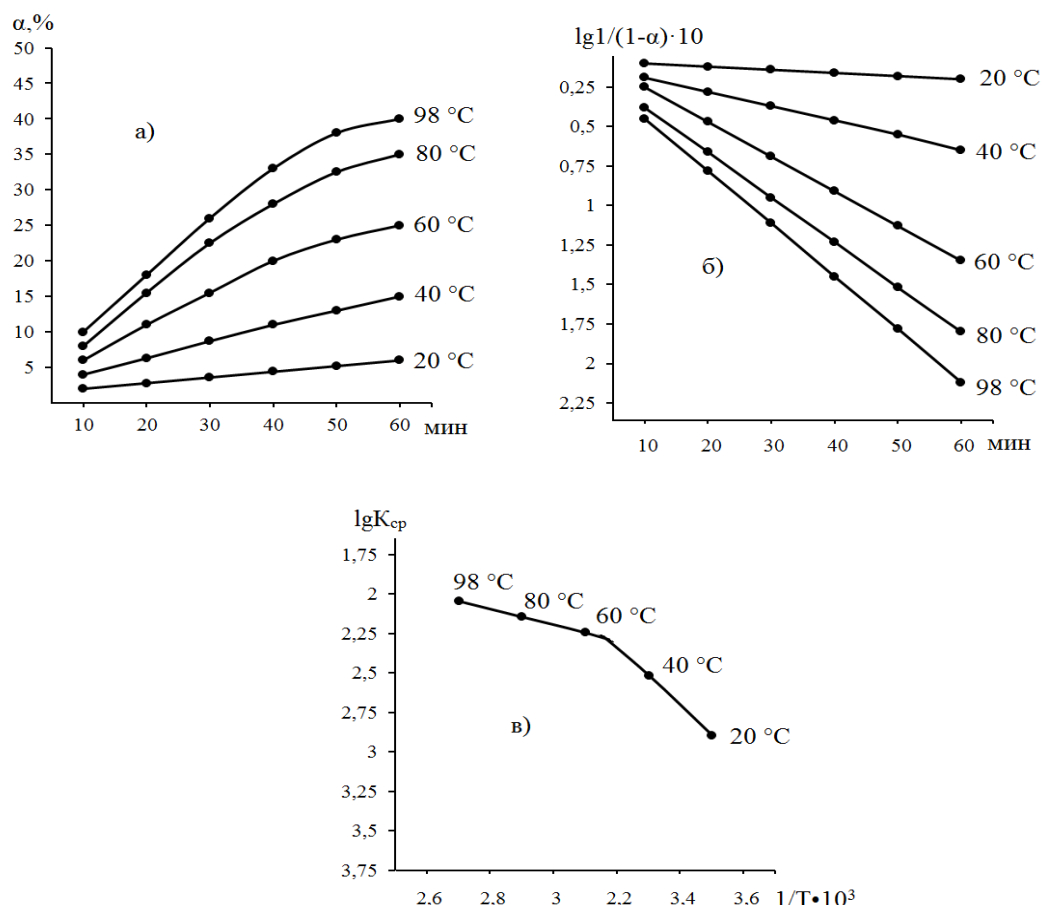


Рисунок 7. – Зависимость извлечения Fe_2O_3 от продолжительности разложения (а), от соотношения $\lg[1/(1-\alpha)] \cdot 10$ ко времени (б), а также от логарифма средней константы скорости ($\lg K_{\text{ср}}$) в функции от величины $1/T \cdot 10^3$ (в) при обработке каолинового сырья месторождения Чашма – Санг 20% - ной соляной кислотой представлен на соответствующих графиках

С целью определения характеристик кислотного разложения каолинового сырья и извлечения оксида железа (III) (Fe_2O_3) была рассчитана энергия активации процесса на основе уравнения Аррениуса. В температурном диапазоне 20 - 40°C значение активационной энергии составило 33.56 кДж/моль, что указывает на протекание процесса в зоне перехода между режимами, ограниченными кинетикой и диффузией. При повышении температуры до 60 – 98 °C наблюдалось снижение этого показателя до 17.14 кДж/моль, что свидетельствует о преобладании диффузионного механизма массопереноса на данном этапе кислотной обработки.

Анализируя форму кинетических кривых, полученных при взаимодействии каолинового сырья с соляной кислотой (см. рисунок 8а), установлено, что наилучшие условия для извлечения Al_2O_3 достигаются при температуре 98 °С и продолжительности процесса 60 минут. В указанных условиях степень извлечения оксида алюминия достигает 20 – 23%. Для сравнения, при температуре 80 °С извлечение составляет лишь 19.5-22%, что указывает на существенное влияние температурного фактора на эффективность реакции.

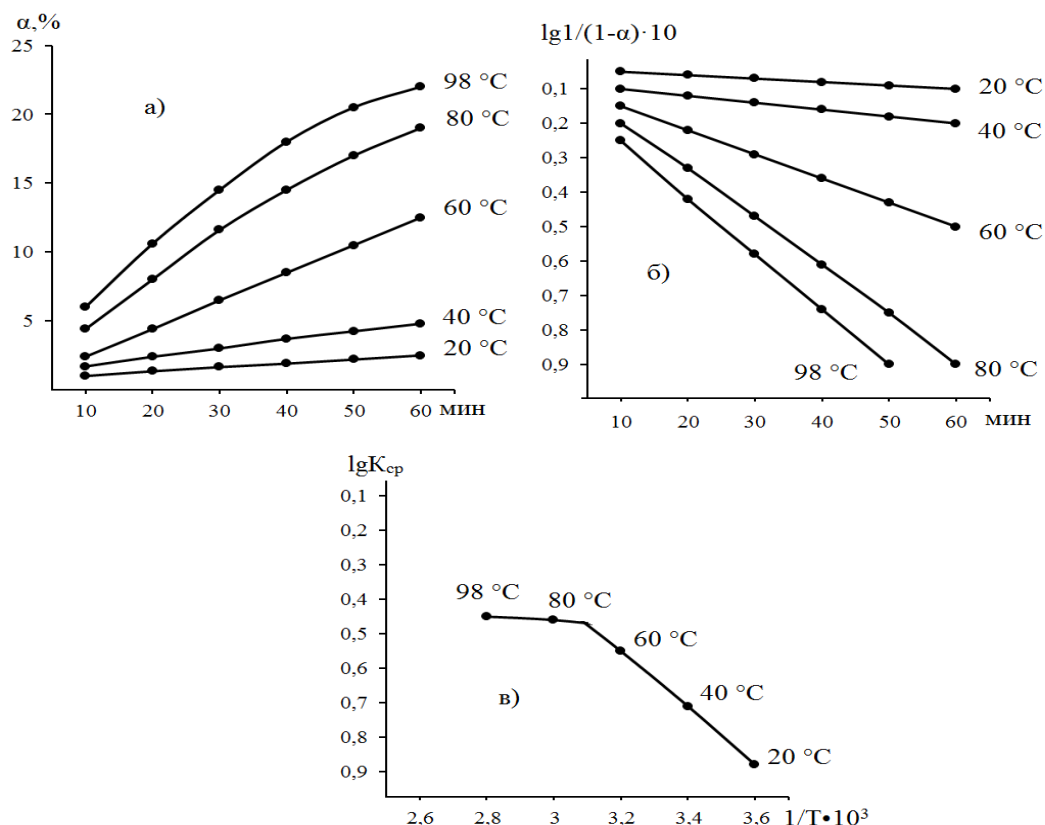


Рисунок 8. – Зависимость степени извлечения Al_2O_3 от продолжительности разложения (а), от соотношения $\lg[1/(1-\alpha)] \cdot 10$ ко времени (б), а также от логарифма средней константы скорости ($\lg K_{cp}$) в функции от величины $1/T \cdot 10^3$ (в) при обработке каолинового сырья месторождения Чашма-Санг 20% - ной соляной кислотой представлена на рисунке 8

На основании анализа зависимости $\lg[1/(1-\alpha)] \cdot 10$ от времени был построен график (рисунок 8б), имеющий линейный характер. Углы наклона прямых составляют 42 – 45 градусов, что указывает на равномерное течение процесса.

Кроме того, установлено, что изменение скорости реакции при разложении каолиновой глины соляной кислотой подчиняется уравнению Аррениуса. Это подтверждается линейной зависимостью логарифма средней константы скорости ($\lg K_{cp}$) от величины, обратной температуре, $1/T \cdot 10^3$ (рисунок 8в).

Для солянокислотного разложения каолинового сырья с извлечением оксида алюминия определили его энергию активации согласно уравнения Аррениуса. Данный показатель в температурном интервале 20-60 °С оказался равен 33.84 кДж/моль, в температурном интервале 80-98 °С активность процесса характеризуется значением энергии активации 30.36 кДж/моль, что указывает на протекание процесса в переходной (промежуточной) области, приближенной к диффузионному режиму.

смесью минеральных кислот

В данном разделе проведено исследование кислотного разложения нефелин-сиенитового сырья месторождения Турпи с участием смеси серной и азотной кислот.

Соответственно, после обобщения результатов данных опытов с нефелин-сиенитом Турпи для промышленной технологии с участием смеси серной и азотной кислот ($H_2SO_4 + HNO_3$) были рекомендованы следующие параметры кислотного разложения, являющиеся оптимальными: обжиг нефелин-сиенитового сырья при $500^\circ C$; кислотное разложение смесью ($H_2SO_4 + HNO_3$) при $90-98^\circ C$ в течение 60 минут; кислоты необходимо использовать в концентрациях ($H_2SO_4 - 50\%$, $HNO_3 - 40\%$), размер частиц нефелин-сиенита < 0.1 мм. При соблюдении этих параметров извлечения ценных соединений достигаются максимальными: $Al_2O_3 - 46\%$, $Fe_2O_3 - 86\%$.

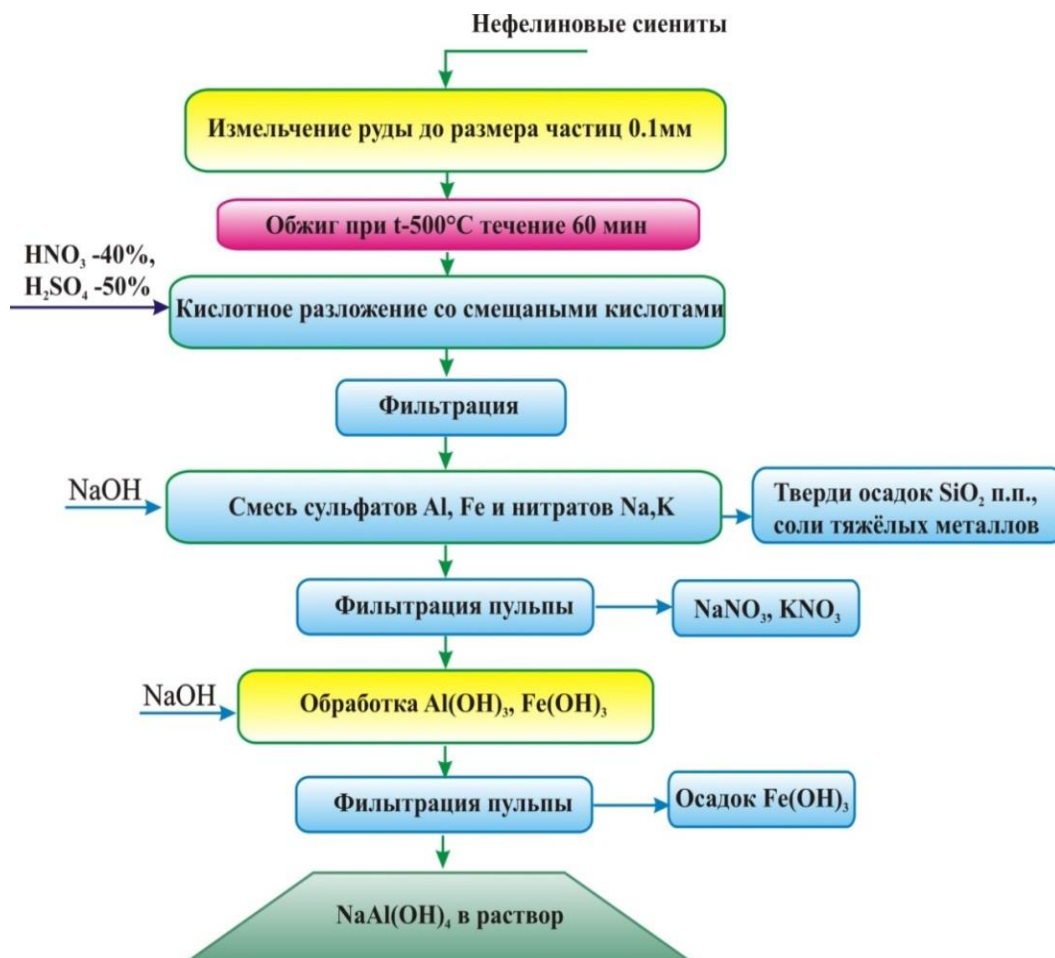


Рисунок 9. -Обобщённая упрощённая технология для переработки нефелин-сиенитового сырья месторождения Турпи смесью минеральных кислот ($H_2SO_4 + HNO_3$)

На основе оптимальных параметров разработан принципиальная технологическая схема переработки нефелиновых сиенитов смешанными кислотами (Рисунок 9).

Спекание каолиновых глин месторождения Чашма-Санг с $CaCl_2$

Экспериментальные исследования были ориентированы на анализ термических методов разложения каолинсодержащих минералов с применением реагентов – активаторов, в частности хлорида кальция ($CaCl_2$). Полученные после спекания продукты подвергались этапам водной и кислотной обработки с целью получения конечных соединений – хлоридов алюминия ($AlCl_3$) и железа ($FeCl_3$), которые представляют промышленный интерес как ценные соединения хлора.

Метод терморазложения каолина с использованием хлорида кальция в качестве активирующего компонента реализовывался с варьированием технологических

условий. В ходе опытов определены параметры, обеспечивающие наивысшую эффективность температура спекания в пределах 780-800°C, продолжительность – 60 минут массовое соотношение $CaCl_2$ к каолину – 1:1, при дисперсности сырья не превышающей 0.1 мм.

На рисунке 10. приведена зависимость степени извлечения оксидов Al_2O_3 и Fe_2O_3 от различных физико-химических факторов при солянокислотном разложении спёка после водной обработки.

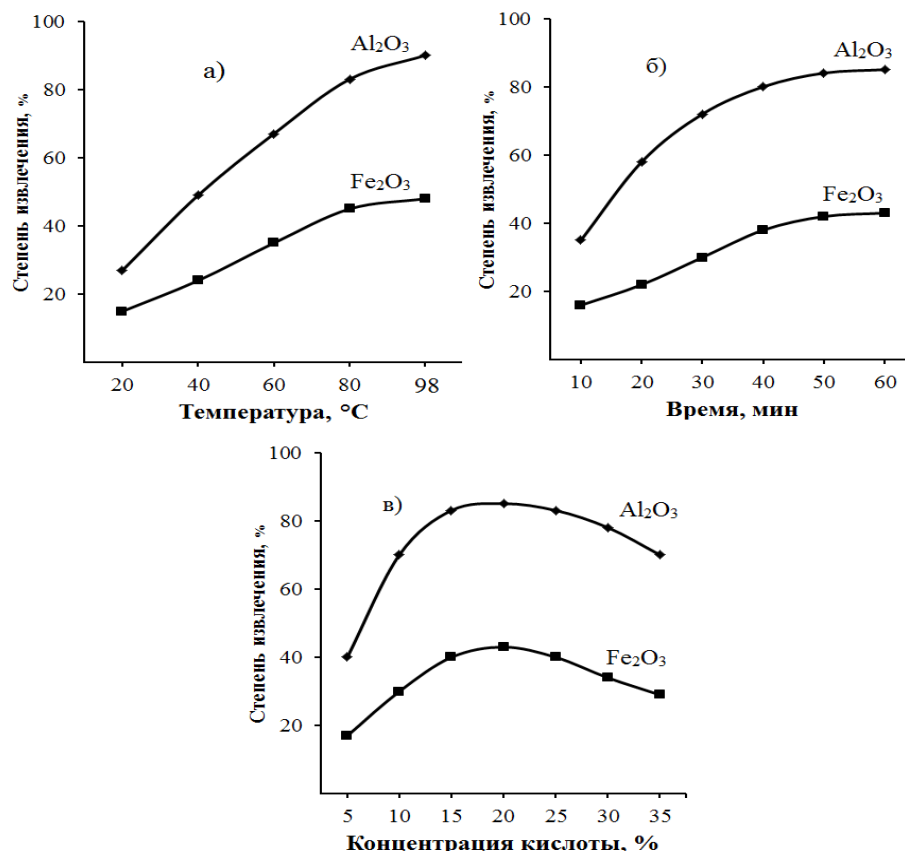


Рисунок 10. - Извлечение компонентов в зависимости от: температуры спекания (а), времени спекания (б) и концентрации HCl (в) при солянокислотном разложении каолина

Полученный спёк затем обрабатывали водой и соляной кислотой в одинаковых условиях всех опытов – в течение 60 минут при 98°C, обработка проводилась 18-20% HCl , при водной обработке извлечение оксида алюминия в продуктивные растворы составляло Al_2O_3 – 8 – 10%, а извлечение оксида железа не отмечалось. Дальнейшая солянокислотная обработка полученных спёков показала извлечение Al_2O_3 , равное 89 – 90%, и извлечение Fe_2O_3 , равное 40 – 43%

Спекание зелёных глин месторождения Чашма-Санг с $CaCl_2$

Одним из направлений нашего исследования являлось изучение характеристик спекания зелёной глины с химический-активатором ($CaCl_2$) - хлоридом кальция. Наиболее результативное условие явилось термическая активация в двухэтапный. На первой стадии спекания происходило твердофазная реакция при повышенной температуре 800°C спекание зелёной глины с $CaCl_2$ при выдержке 60 мин, был получен продукт термообработки, из которого после его водной обработки в продуктивные растворы извлекались незначительные содержания Al_2O_3 10-12%, и оксид железа Fe_2O_3

не извлекался в продуктивный раствор. На второй стадии - солянокислотной обработке спека в продуктивный раствор извлекается от 85 до 87% Al_2O_3 и от 45 до 47% Fe_2O_3 .

Согласно данным, представленным на рисунке 11а, наивысшие значения извлечения достигаются при температуре 98°C и составляют 87% для Al_2O_3 и 47% для Fe_2O_3 .

Ход извлечения оксидов алюминия и железа в зависимости от длительности кислотной обработки исследовался в диапазоне 10-60 минут (см. Рисунок 11б). Максимальные показатели фиксируются при 60 – минутной обработке зелёной глины 20%-ным раствором HCl.

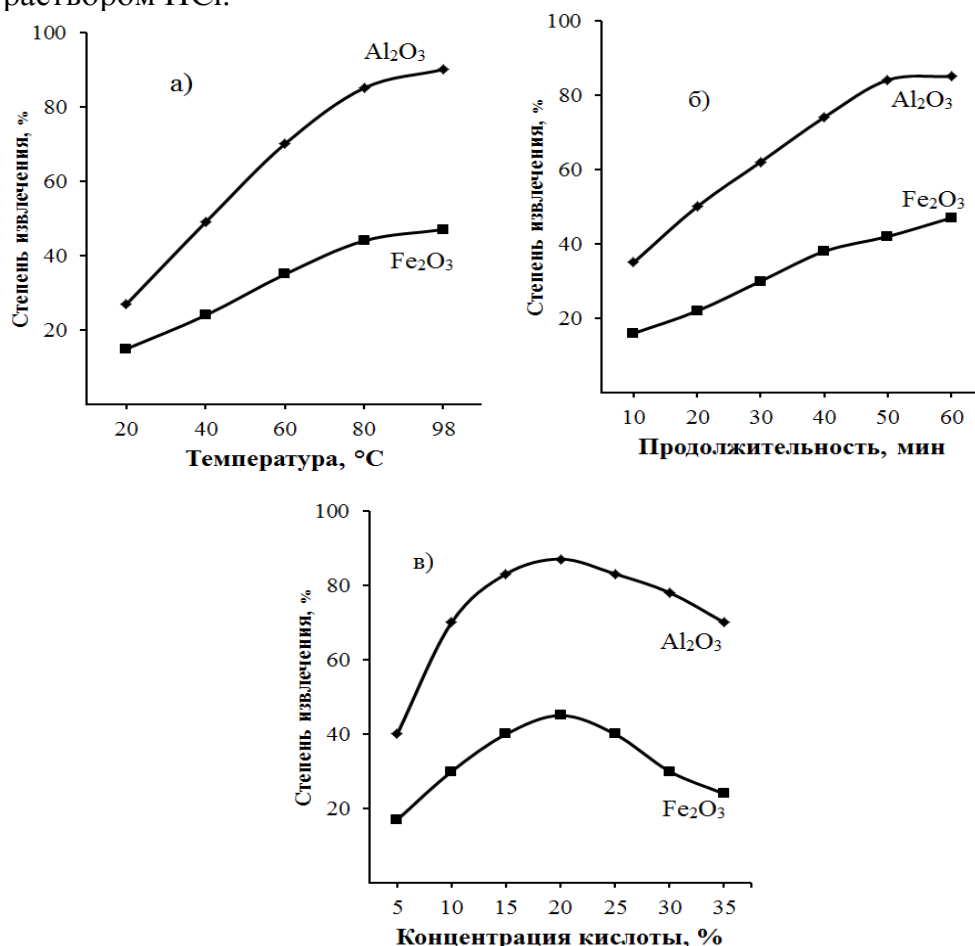


Рисунок 11. - Изменение степени извлечения целевых веществ в зависимости от температурного режима (а), времени спекания (б), а также концентрации соляной кислоты (в) при термической обработке зелёной глины из месторождения Чашма-Санг

Концентрация соляной кислоты варьировалась в интервале 5-35% (рис.11а). Исследование влияния данного параметра проводилось при фиксированных условиях: температура разложения - 98°C, время - 60 минут. Результаты экспериментов показали прямую корреляцию между концентрацией кислоты и степенью извлечения оксидов алюминия (Al_2O_3) и железа (Fe_2O_3), что свидетельствует о значительном влиянии концентрации реагента на эффективность кислотного разложения каолинового сырья.

Из рисунка 11в, видно, что максимальное извлечение оксидов достигается при обработке руды 20% соляной кислотой.

В результате проведённых опытов по разложению зелёной глины методом спекания с использованием активирующего реагента - хлорида кальция ($CaCl_2$), а также последующей обработки полученного спека водой и раствором соляной кислоты, были установлены оптимальные параметры данного технологического процесса. Рекомендуется проведение спекания при температуре 800°C в течение 60 минут, с массовым соотношением глины и $CaCl_2$ – 1:1. Этап водной и солянокислотной

обработки спека следует проводить при температуре 98°C водная обработка – 30 минут, кислотная – 60 минут, с применением 20%-ного раствора HCl. Размер частиц исходного материала должен составлять менее 0.1мм. Соблюдение данных условий позволяет достигать высокой степени извлечения оксида алюминия (87.0%) и оксида железа (47.0%).

Водно-солянокислотное разложение зелёных глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана с предварительным спеканием с NaOH

В данном разделе изучены условия разложения зелёных глин путём активации с NaOH.

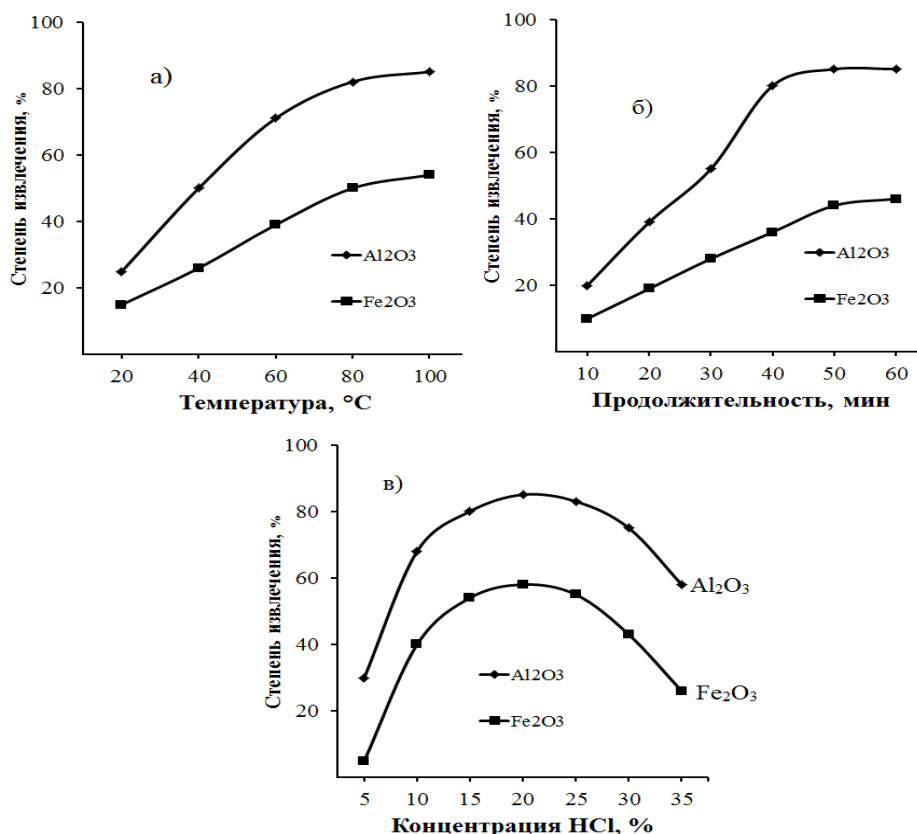


Рисунок 12. – Зависимость уровня извлечения оксидов алюминия и железа от времени воздействия соляной кислоты изучалась в пределах от 10 до 60 минут (см. рисунок 12б). Наивысшие значения извлечения оксидов наблюдаются при обработке зелёной глины 20% - ным раствором HCl на протяжении 60 минут

Изучение влияния концентрации HCl на процесс разложения рудного сырья проводилось в диапазоне 5 – 35%. Как следует из данных на рисунке 12в, оптимальное извлечение достигается при использовании 20% - ной соляной кислоты.

На основании полученных результатов в качестве рекомендуемых параметров для разложения зелёной глины месторождения Чашма-Санг можно указать следующие проведение стадии спекания при температуре 800-850°C, соотношение сырья и натрия гидроксида - 1:0.75, длительность термообработки – 1 час; разложение в водной и солянокислотной средах при температуре 98°C, обработка водой – 50 минут, соляной кислотой – 60 минут при её концентрации 20%, размер частиц -0.1 мм. При соблюдении указанных условий достигается степень извлечения Al_2O_3 до 85%, Fe_2O_3 – до 57%.

Кинетические параметры солянокислотного разложения зелёной глины с предварительным спеканием с $CaCl_2$

Кинетические характеристики процесса солянокислотной переработки зелёной глины, предварительно подвергнутой высокотемпературному спеканию с применением активатора хлорида кальция (CaCl_2) (рисунок 13).

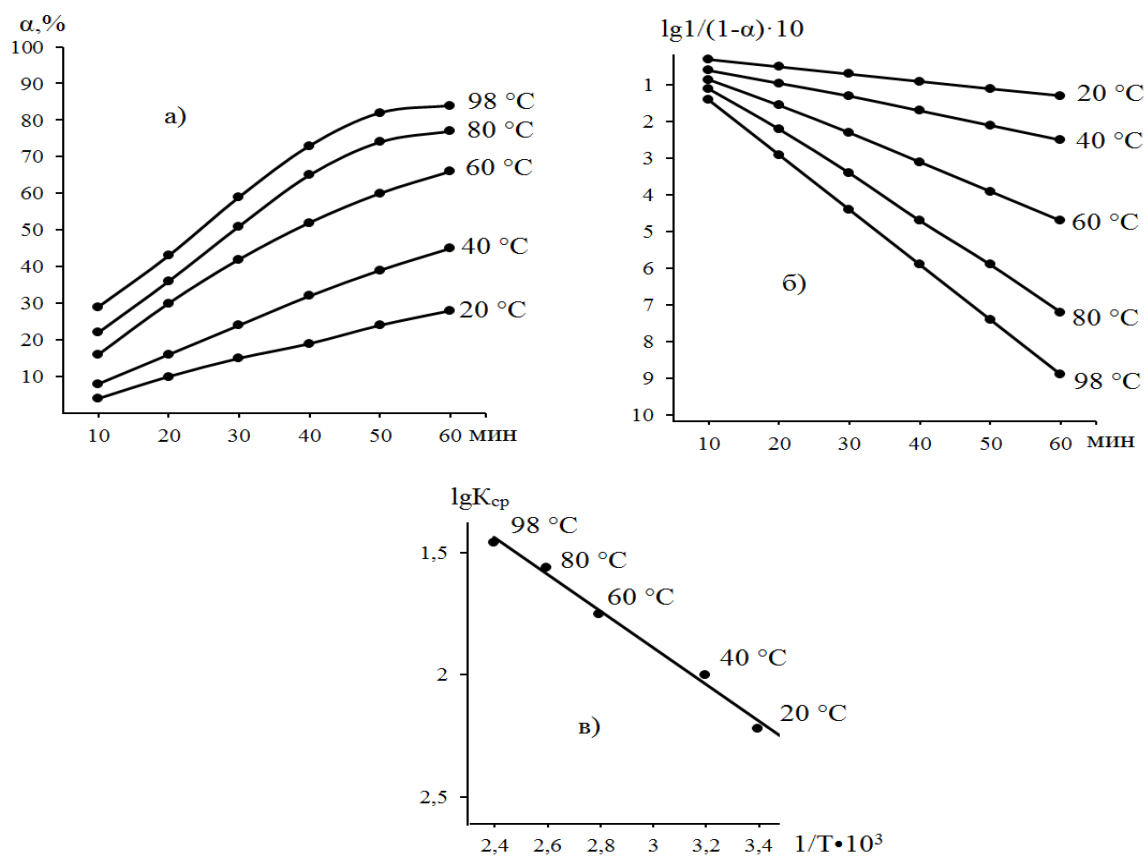


Рисунок 13. - Извлечение Al_2O_3 в зависимости от: времени разложения (а), зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (б) и зависимости $\lg K_{\text{ср}}$ от $1/T \cdot 10^3$ (в) при разложении зелёной глины Чашма-Санг соляной кислотой ($C_{\text{HCl}} = 20\%$) после предварительного спекания с участием реагента-активатора CaCl_2

Характер кинетических кривых (рисунок 13а) разложения зелёных глин соляной кислотой с предварительным спеканием с CaCl_2 при извлечении в раствор оксида алюминия указывает на то, что разложение руды при температуре 98 °C и продолжительности 60 мин протекает быстро, и извлечение Al_2O_3 составляет 85-87%.

Скорости разложения зелёных глин рассчитали, используя кинетическое уравнение первого порядка.

$\lg K_{\text{ср}}$ от обратной абсолютной температуры (в) при извлечении в раствор Al_2O_3 после обработки 20% соляной кислотой зелёной глины месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с CaCl_2 .

Кинетические кривые процесса разложения при температуре от 20 до 40 °C имеют прямолинейный характер, а выше 60 °C – параболический.

При температуре выше 60 °C глинозёмсодержащие минералы зелёной глины почти полностью разлагаются.

На графике зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (рисунки 13б, 14б) полученные кривые имеют отрицательный наклон, равный $-K/2.303$.

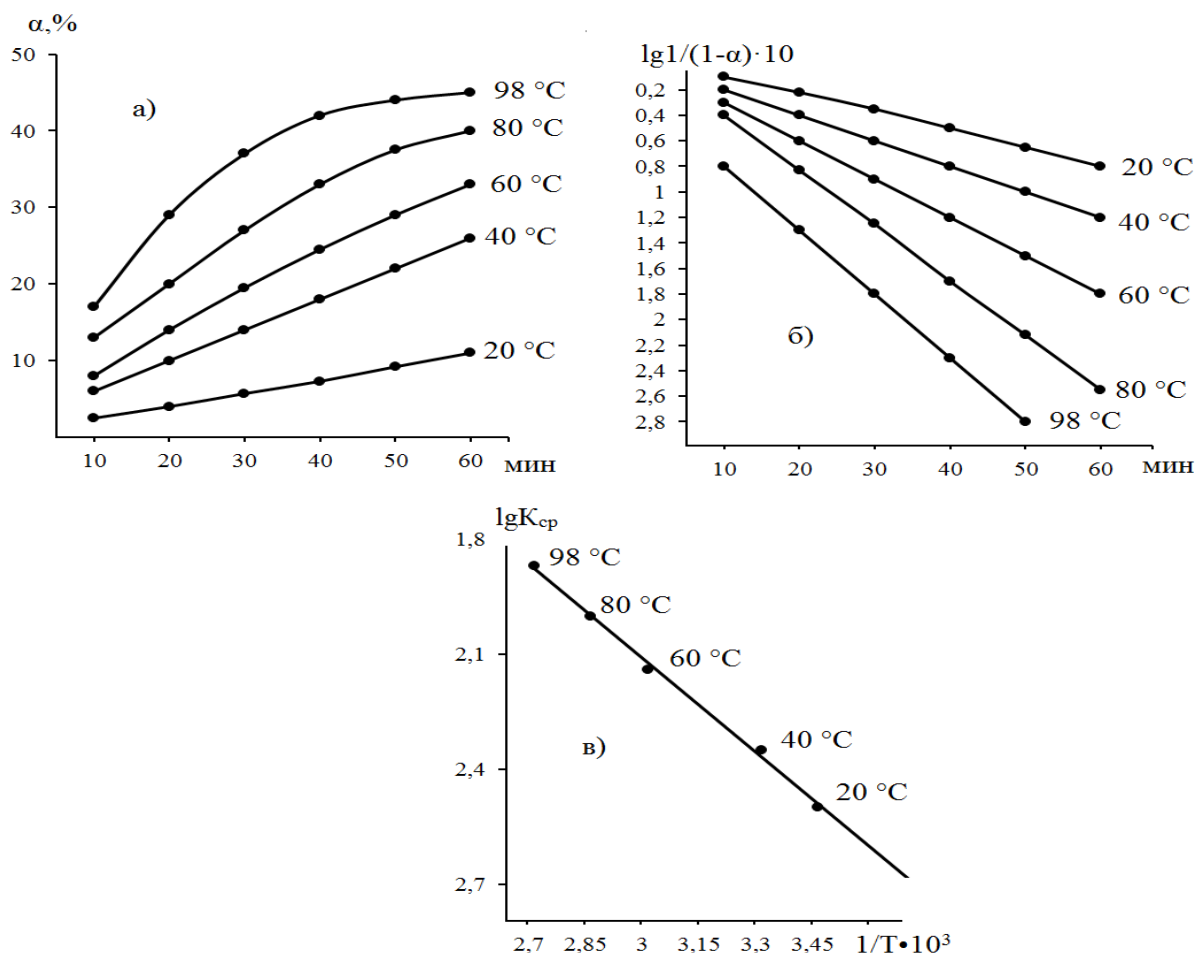


Рисунок 14. -Извлечение Fe_2O_3 в зависимости от: времени разложения (а), зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (б) и зависимости $\lg K_{cp}$ от $1/T \cdot 10^3$ (в) при разложении зелёной глины Чашма-Санг соляной кислотой ($C_{HCl} = 20\%$) после предварительного спекания с участием реагента-активатора $CaCl_2$

Кажущаяся энергия активации (E) и пред экспоненциальный множитель K_0 определяли графическим методом, используя уравнение Аррениуса.

Далее для процесса извлечения алюминия Al_2O_3 и оксидов железа Fe_2O_3 после высокотемпературного спекания с реагентом-активатором хлоридом кальция $CaCl_2$ и последующего солянокислотного разложения спёков определялись энергии активации извлечения оксидов. Данный показатель для извлечения оксида алюминия Al_2O_3 оказался равен 21.0 кДж/моль, то есть процесс происходит в области диффузионной. Также энергия активации процесса извлечения Fe_2O_3 оказалась равной 23.1 кДж/моль, то есть процесс происходит в промежуточной области между кинетической и диффузионной.

Получение жидкого стекла из алюмосиликатных руд Таджикистана

В работе также показан получения жидкого стекло из алюмосиликатных руды (Рисунок 15.).

В работе также показано синтез жидкого стекла из алюмосиликатной руды. Алюмосиликатные материалы (нефелиновые сиениты, каолиновые глины, аргиллиты) подвергаются механическому дроблению до размера частиц 0.1 мм и проводится термическая обработка при температуре от 700 до 900 °C в течение 60 минут. Полученную шихту с целью экстракции соединений алюминия и железа подвергают

кислотному выщелачиванию обработка минеральными кислотами- HCl или H_2SO_4 при температурах 20-100°C в течение 60 минут.

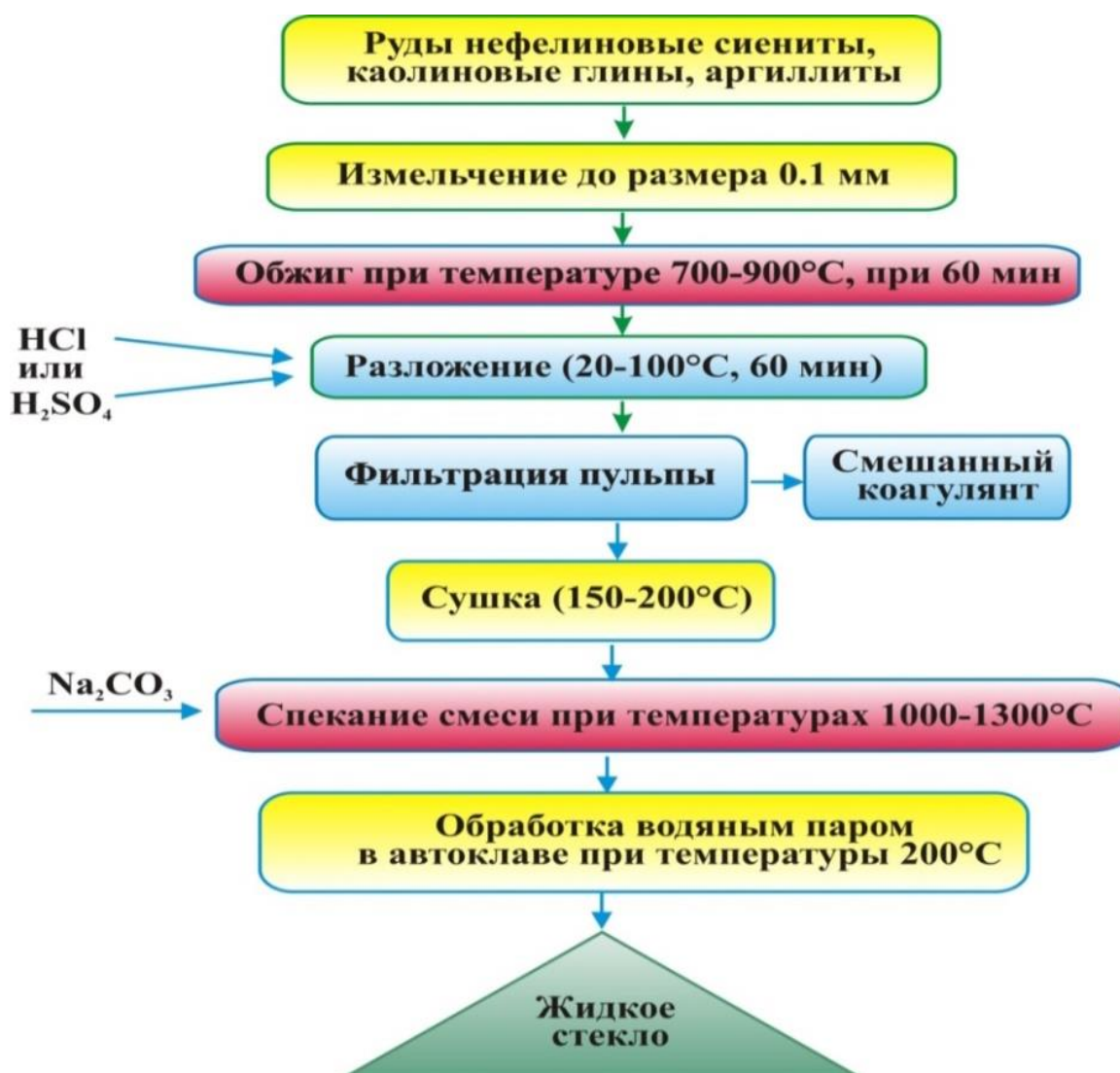


Рисунок 15. -Технологическая схема получения жидкого стекла

После завершения реакции разложения полученную пульпу подвергают фильтрации, с целью разделения твёрдой и жидкой фаз. Твёрдый остаток сушат в сушильном шкафу при температуре 150-200°C до постоянной массы, что обеспечивает удаление адсорбированной влаги и стабилизацию структуры твёрдой фазы. В результате кислотного разложения алюмосиликатного сырья образуется кремнезёмный осадок, в составе которого преобладает аморфный диоксид кремния (SiO_2). Его массовая доля в сухом остатке составляет не менее 70%. Кроме того, в осадке присутствуют минералогические фазы, устойчивые к воздействию минеральных кислот, то есть нерастворимые компоненты исходного сырья.

Кремнезёмный осадок представляет собой полидисперсную систему, включающую тонкодисперсных частиц аморфного диоксида кремния (SiO_2), размер до 70 мкм, а также более крупные минеральные фракции с размером частиц 300 мкм. Кремнезёмный осадок после сушки смешивают с карбонатом натрия Na_2CO_3 , помещая в печи и спекают при температуре 1000-1300°C и получают «стеклянную глыбу» состава: SiO_2 - 73-76%, Na_2O - 20-23%, или K_2O - 22-23%. Затем «стеклянную глыбу» растворяют в автоклаве в присутствии водяного пара при температуре 200°C и получают жидкое стекла.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Переработка алюмосиликатного сырья Таджикистана комплексными способами является одним из способов обеспечения химической, металлургической промышленности и сельскохозяйственного комплекса страны, ценными веществами - это комплексная переработка указанных руд позволяющая получать широкий спектр полезных соединений, таких как глинозём, железосодержащие соединения, минеральные удобрения и другие. На территории Таджикистана имеются месторождения со значительными запасами алюмосиликатного сырья – это нефелин-сиенитовое сырьё, аргиллитовые и сиаллитовые руды, запасы каолиновых и зелёных глин и других виды сырья, которые можно перерабатывать различными комплексными способами. Алюмосиликатное сырьё в месторождениях страны в основном низкосортное, содержания глинозёма в нём невысокие ($< 20 - 30\%$), однако это сырьё имеет широкий поликомпонентный состав, в соответствии с чем из этого сырья возможно получать широкий спектр соединений кроме глинозёма – это коагулянты, стройматериалы, поташ, минеральные удобрения, жидкое стекло и другие.

Использование минеральных кислот для переработки алюмосиликатного сырья является эффективным подходом, так как в ходе кислотного гидролиза образуются легкорастворимые формы алюминия и железа – в частности, их соли в виде хлоридов, сульфатов и нитратов. Эти соединения широко применяются в различных отраслях: от медицины и химико-технологического производства до сельского хозяйства, систем водоочистки и изготовления коагулирующих реагентов.

При солянокислотном разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг найдены оптимальные параметры процесса: концентрация HCl - 20% , температура 95°C , время - 60 мин. При таких условиях степень извлечения Al_2O_3 составляет – 22% , Fe_2O_3 – 40% .

Проведено исследование кинетических параметров взаимодействия каолиновой глины месторождения Чашма-Санг с соляной кислотой. Расчёт значения энергии активации по уравнения Аррениуса показал величину 30.36 кДж/моль, что свидетельствует о протекании процесса в области со смешанным режимом – между диффузионным и кинетическим контролем.

В третьей главе диссертации изучено также кислотное разложение нефелиновых сиенитов месторождения Турпи Таджикистана смесью минеральных кислот и рекомендованы следующие условия разложения: температура обжига - 500°C , температура кислотного разложения 98°C , время 60 мин, концентрация H_2SO_4 - 50% , HNO_3 - 40% .

В исследовании проведён анализ разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг с применением минеральных кислот. Рассмотрено влияние ключевых технологических параметров на эффективность извлечения ценных компонентов из алюмосиликатного сырья. Изучено воздействие времени обработки и концентрации кислот на степень извлечения оксида алюминия из каолиновых глин указанного месторождения в сравнении с другими типами алюмосиликатных руд, а также проанализировано влияние температурного режима на выход глинозёма из алюмосиликатов, распространённых на территории Таджикистана.

ВЫВОДЫ

1. Физико-химическими методами изучены характеристики алюмосиликатного сырья Таджикистана: аргиллитового сырья, нефелин-сиенитового сырья и каолинов с определением их химико-минералогических составов [1-А, 2-А, 11-А, 15-А, 16-А, 20-А].

2. Проведена термодинамическая оценка для кислотная обработка алюмосиликатного сырья при разложении некоторыми кислотами - HCl , HNO_3 , H_2SO_4 и H_3PO_4 , Установлены химические реакции протекающих процессов и получены конечные полезные соединения [6-А, 15-А, 17-А].

3. Проведено солянокислотная солубилизация каолинового сырья из родного участка Чашма—Санг и получены следующие оптимальные параметры: температура разложения $95^{\circ}C$, время разложения 60 минут, HCl концентрацией 20%, соблюдение данных параметров позволяет извлекать максимальные содержания оксидов из каолиновой глины - Al_2O_3 – 22.0% и Fe_2O_3 – 40.0% [1-А, 2-А, 8-А, 9-А, 12-А, 16-А, 17-А, 21-А, 22-А].

4. Изучены механизмы, по которым протекают химические реакции и кинетика разложения каолиновой глины, показано, что энергия активации в температурном интервале $20-60^{\circ}C$ оказалась равна 33.84 кДж/моль, в температурном интервале $80-98^{\circ}C$ - 30.36 кДж/моль, то есть процесс в указанном температурном интервале происходит в промежуточной области ближе к диффузионной [4-А, 5-А, 19-А].

5. Исследовано кислотное разложение нефелин-сиенитового сырья месторождения Турпи с участием смеси серной и азотной кислот. Для данного кислотного разложения указанного сырья проведено определение оптимальных параметров: обжиг нефелин-сиенитового сырья при $500^{\circ}C$; кислотное разложение смесью ($H_2SO_4 + HNO_3$) при $90-98^{\circ}C$ в течение 60 минут; кислоты необходимо использовать в концентрациях (H_2SO_4 – 50%, HNO_3 – 40%), размер частиц нефелин-сиенита <0.1 мм. При соблюдении этих параметров извлечения ценных соединений достигаются максимальными: Al_2O_3 – 46%, Fe_2O_3 – 86% [1-А, 2-А, 8-А, 10-А, 20-А].

6. Проведено исследование влияния различных физико-химических факторов на степень извлечения целевых компонентов из алюмосиликатного сырья. Установлены оптимальные условия для осуществления процесса разложения. Солянокислотное разложение: разложение при температуре $80-90^{\circ}C$ в течение 60 минут, HCl с концентрацией 20%. При указанных оптимальных параметрах достигаются следующие максимальные извлечения: Al_2O_3 – 96.0%, Fe_2O_3 – 63.0%; азотнокислотное разложение: разложение при $98^{\circ}C$ в течение 60 минут, HNO_3 с концентрацией 45%. При соблюдении этих параметров извлечения составляют: Al_2O_3 – 97.2%, Fe_2O_3 – 66.5%; сернокислотное разложение: разложение при $98^{\circ}C$ в течение 60 минут, H_2SO_4 с концентрацией 40-60%. При соблюдении этих параметров извлечения составляют: Al_2O_3 – 95.0%, Fe_2O_3 – 63.0%; фосфорнокислотное: разложение при $98^{\circ}C$ в течение 60 минут, H_3PO_4 с концентрацией 30%. При соблюдении этих параметров извлечения составляют: Al_2O_3 – 92.0%, Fe_2O_3 – 48.0% [1-А, 2-А, 9-А, 10-А, 11-А, 12-А, 13-А, 14-А, 15-А, 16-А, 17-А, 21-А, 22-А].

7. Проведено исследование процесса спекания каолиновой глины месторождения Чашма-Санг с добавлением хлорида кальция ($CaCl_2$) и гидроксида натрия ($NaOH$), с последующей кислотной обработкой полученного спека. На основании полученных данных по спекательному методу разложения с использованием $CaCl_2$ в качестве активирующего реагента, а также дальнейшей водной и кислотной переработки, определены оптимальные технологические параметры. Установлено, что наибольшие значения извлечения оксидов алюминия (Al_2O_3) и железа (Fe_2O_3) достигаются при кислотной обработке продолжительностью 60 минут при температуре

98°C, при концентрации HCl в пределах 18-20% и размере частиц каолинового сырья менее 0.1 мм.[7-А, 8-А, 18-А, 19-А, 21-А].

8. Изучено фосфорнокислотное разложение аргиллитового сырья Чашма-Санг и его кинетические характеристики. По фосфорнокислотному разложению аргиллитового сырья Чашма–Санг следующие оптимальные параметры: высокотемпературный обжиг при 550-600°C в течение 60 минут, температура фосфорнокислотного разложения 95-98°C, время разложения 60 минут, H_3PO_4 30-процентная и размеры частиц <0.1 мм, соблюдение данных параметров позволяет извлекать максимальные содержания оксидов из аргиллитового сырья - Al_2O_3 – 92.0% и Fe_2O_3 – 48.0% [3-А, 5-А, 11-А, 13-А, 14-А, 15-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- разработанные технологические схемы и методы переработки алюмосиликатного сырья, характерного для месторождений Таджикистана, рекомендованы для промышленного получения соединений алюминия и железа;
- предложенная технология позволяет получать коагулирующие реагенты, содержащие ионы алюминия и железа, а также анионы хлорида и сульфата, что обеспечивает их высокую эффективность при применении в процессах водоочистки;
- согласно разработанной схеме переработки, нерастворимый остаток после кислотного разложения может быть использован в качестве компонента для производства строительной продукции.
- продукты фосфорнокислотного разложения алюмосиликатных руд рекомендованы для использования в сельском хозяйстве как комплексное удобрение.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан

[1-А]. Каюмов, А.М. Влияние температурного режима на степень извлечения глинозема из алюмосиликатных руд Таджикистана / Каюмов А. М., **Гаффорзода С. М.**, Мисратов Ж, Мирсаидов У.М // Доклады АН РТ Том 58, №12 Душанбе – 2015.-С.1124-1127.

[2-А]. Каюмов, А.М Влияние продолжительности процесса и концентрации минеральных кислот на степень извлечения глинозема из алюмосиликатных руд. / Каюмов А.М, **Гаффорзода С. М.**, Аъзамов Ш. О., // Доклады АН РТ Том 59, №3 - 4 Душанбе – 2016. –С.146-150.

[3-А]. Мирзоев, Д.Х. Фосфорнокислотное разложение аргиллитов месторождения Чашма-Санг./ Д.Х.Мирзоев, Аъзамов Ш. О, **Гаффорзода С. М.**, Бахронов С.А., Мирсаидов У.М. // Известия АН РТ №3 (164) Душанбе – 2016.-С.74-78.

[4-А]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика солянокислотного разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан / Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, М.М. Худойкулов, **С.М. Гаффорзода**, У.М. Мирсаидов // Доклады АН РТ ,Том 60,№3-4., Душанбе-2017.-С.164-167.

[5-А]. Джамолов, Н.М. Кинетические аспекты разложения алюмосиликатных руд Таджикистана минеральными кислотами / Н.М. Джамолов., Д.Х. Мирзоев, М.М. Тагоев, **С.М. Гаффорзода**, // Доклады НАН РТ Том 64,№7-8, Душанбе-2021.-С.438-441.

[6-А]. **Гаффорзода, С.М.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана соляной кислотой./ **С.М. Гаффорзода**, Д.Х. Мирзоев, Д.О. Давлатов, Н.М. Джамолов, У.М. Мирсаидов. // Доклады НАН РТ., Том 65, №1-2, Душанбе-2022. –С.88-91.

[7-А]. Отаев, Ш.Д. Сравнительная оценка получения глинозёма и оксида железа из алюмосиликатных руд спеканием с $CaCl_2$ / Ш.Д.Отаев, **С.М. Гаффорзода**, Н.М.

Публикации в материалах научных конференций:

[8-А]. Мирзоев, Д.Х. Разработка технологии переработки каолиновых глин месторождения Чашма- Санг / Мирзоев Д.Х, Худойкулов М. М, Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С.М**, Мисратов Ж, Мирсаидов У.М // Материалы международной научной конференции «Роль молодых ученых в развитии науки, инновации технологии», посвященной 25- летию государственной независимости Республики Таджикистан 19- 20 мая 2016. –С.152-155.

[9-А]. Мирзоев, Д.Х. Солянокислотное разложение каолиновых глин месторождения Чашма- Санг / Мирзоев Д. Х, Худойкулов М.М, Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С. М**, Мирсаидов У.М //Материалы Всероссийской научно- практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан» -Душанбе, 2016.-С.118-120.

[10-А].Аъзамов, Ш.О. Хлорное и кислотное разложение алюмосиликатных руд Таджикистана / Аъзамов Ш. О, **Гаффорзода С.М**, Бахронов С.А, Мирсаидов У.М // Материалы VIII, Международной научно – практической конференции «Перспективы развития науки и образования», посвященной 25 – летию Государственной независимости Республики Таджикистан и 60 – летию ТТУ имени академика М.С.Осими часть 2 Душанбе 2016. –С.34-35.

[11-А]. Аъзамов, Ш. О. Переработка аргиллитов месторождения Чашма – Санг минеральными кислотами / Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С.М.**, Бахронов С.А, Мирсаидов, У.М // Сборник материалов XIII Нумановские чтения. Достижения химической науки за 25 лет Государственной независимости Республики Таджикистан и посвященной 70 – летию образования института химии им В.И.Никитина академии наук Республики Таджикистан. Душанбе 23 –ноября 2016.-С.87-90.

[12-А]. Мирзоев, Д.Х. Выщелачивание каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан уксусной кислотой / Мирзоев Д. Х, Аъзамов Ш.О, Отаев Ш.Д, **Гаффорзода С.М** // Материалы второй международной научно-практической конференции «Роль молодых ученых в развитии науки инновации и технологий» Душанбе -2017.-С.40-43.

[13-А]. Отаев, Ш.Д. Разложение аргиллитов фосфорной кислотой / Отаев Ш.Д, Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С.М**, Мирзоев Д.Х. // Материалы второй международной научно-практической конференции «Роль молодых ученых в развитии науки инновации и технологий» Душанбе – 2017.-С.75-76.

[14-А]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика фосфорнокислотного разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан / Д.Х.Мирзоев, Ш.Д.Отаев, **Гаффорзода С.М**, Д.Х.Мирзоева // Сборник материалов XIVНумановские чтения вклад молодых в развитие химической науки посвящённые «Году молодежи» Душанбе 22-ноября 2017.-С.70-72.

[15-А].Отаев, Ш.Д. Оценка процесса разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг минеральными кислотами / Ш.Д. Отаев, **С.М. Гаффорзода**, Ш.О. Аъзамов, Д.Х. Мирзоев // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан» г. Душанбе 28-мая 2018.-С.24-26.

[16-А]. Каюмов, А.М.. Физико-химические основы разложения низкокачественных алюмосодержащих руд минеральными кислотами / А.М. Каюмов, Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, **С.М. Гаффорзода** // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан» г. Душанбе 28-мая 2018. –С.26-28.

[17-А]. Мирзоев, Д.Х. Оценка процесса разложения каолиновых глин минеральными кислотами и уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, **С.М. Гаффорзода**, Ш.О. Аъзамов // Сборник материалов международной научно-

практической конференции «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан».г. Душанбе 28-мая 2018. – С.126-128.

[18-А]. Мирзоев, Д.Х. Спекание каолиновых глин с хлоридом кальция / Д.Х. Мирзоев, **С.М. Гафорзода**, Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, С.Д. Махмаднабиев // Сборник материалов XV Нуъмановское чтение “Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан” 24 октября 2019.-С.22-24.

[19-А]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика разложения зеленых глин соляной кислотой с предварительным спеканием с хлористым кальцием / Д.Х. Мирзоев, **С.М. Гафорзода**, Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, А.М. Каюмов // Сборник материалов XV Нуъмановское чтение “Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан” 24 октября 2019.-С.24-26.

[20-А]. Мирзоев, Д.Х. Кислотное разложения нефелиновых сиенитов месторождения Турпи Таджикистана смесью минеральных кислот / Д.Х. Мирзоев, Н.М. Джамолов, **С.М. Гафорзода**, И.М. Рахимов, У.М.Мирсаидов // XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты»18 октября 2023г. г.Душанбе-С.35-39.

Патенты на изобретение:

[21-А]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1145. Способ получения жидкого стекла из алюмосиликатных руд / Гафорзода С.М, Д.Х. Мирзоев, Ж.А. Мисратов, А.М. Каюмов, Д.О. Давлатов, Н.М. Джамолов, К.М. Назаров, О.А. Азизов, У.М. Мирсаидов.-Заявка №2001479.-Заявл. 13.02.2020; Зарег.14.04.2021г.

[22-А]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1489. Способ получения смешного коагулянта из низкокачественного глинозёмсодержащего сырья / Гафорзода С.М, Исоев А.М., Мирзоев Д.Х., Холматов Т.Б., Неъматуллоев К.И., Рахимов И.М., Тагоев М.М., Мирсаидов У.М.- Заявка № 2301883.- - Заявл. 02.10.2023; Зарег. 16.04.2024 г.

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ ХИМИЯИ БА НОМИ В. И. НИКИТИНА**

УДК: 546.6 (575.3)

ББК: 24.1 (2 тоҷ.)

Г-24

Бо ҳуқуқи дастнавис



ҒАФОРЗОДА Сулаймони Мусулмон

**АСОСҲОИ ТЕХНОЛОГИИ КОРКАРДИ МАЪДАНҲОИ
АЛЮМОСЛИКАТИ ТОҶИКИСТОН БО УСУЛҲОИ КИСЛОТАГӢ ВА
ГУДОЗИШ**

АВТОРЕФЕРАТИ

дисертатсия барои дарёфти дараҷаи номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси
05.17.00 – Технологияи химиявӣ (05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ) ва
02.00.00- Химия (02.00.01 – Химияи ғайриорганикӣ)

Душанбе – 2025

Диссертатсия дар озмоишгоҳи «Коркарди комплекси ашёи хоми минералӣ ва партовҳои саноатӣ»-и МДИ Институту химияи ба номи В. И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон (АМИТ) иҷро карда шудааст.

Роҳбари илмӣ:

Мирсаидов Улмас Мирсаидович – доктори илмҳои химия, профессор, академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, сарҳодими илмии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муқарризи расмӣ:

Бердиев Асадкул Эгамович – доктори илмҳои техникӣ, профессор, профессори кафедраи «Химия ва биология»-и Донишгоҳи славянии Россия-Тоҷикистон

Садриддинзода Сабур Садриддин – номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи «Сохтмон ва меъморӣ»-и Донишгоҳи давлатии Данғара

Муассисаи пешбар:

Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни

Ҳимояи диссертатсия санаи «01» октябри соли 2025 соати 9-00 дар ҷаласаи шурои диссертатсионии муштаракӣ 6D.KOA-042 назди Институту химияи ба номи В. И. Никитини АМИТ ва Агентии амнияти ХБРЯ-и АМИТ баргузор мегардад. Суроғаи: 734063, ш. Душанбе, кӯч. Айни 299/2. E-mail: f.khamidov@cbrn.tj, +992934366463.

Бо диссертатсия метавонед дар китобхонаи илмӣ ва сомонои Муассисаи давлатии илмӣ «Институту химияи ба номи В. И. Никитина»-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон www.chemistry.tj шинос шавед.

Автореферат санаи « ____ » _____ соли 2025 фиристода шуд.

Котиби илмӣ шурои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ



Ҳамидов Ф.А.

Муқаддима

Мубрамият ва зарурати гузаронидани таҳқиқот. Дар ин кори диссертационии мазкур масъалаҳои коркарди маводҳои гилхокдори пастсифат, ки дар конҳои гуногуни Тоҷикистон мавҷуданд - ба монанди маъданҳои аргиллитӣ, ашъи хоми нефелин-сиенитӣ, гилхокҳои каолинӣ ва баъзе дигарҳо мебошанд, ки барои онҳо имконот ва усулҳои технологияи гудозиш ва коркарди кислотагӣ мавриди таҳқиқ қарор гирифтаанд. Дар даҳсолаҳои охир тамоюли коркарди ашъи хоми маҳаллии ғайрианъанавии барои ба даст овардани ҷузъи муҳимтарини истеҳсоли алюминий - гилхок ба назар мерасад, зеро захираҳои ашъи хоми анъанавии гилхок тамом шуда истодаанд, ва саъйю кӯшиши олимон асосан ба дарёфти навъҳои нави ашъи хом барои эҳтиёҷоти саноати алюминий нигаронида шудааст, аз ин рӯ, коркард бо усулҳои гудозишӣ ва кислотагии навъҳои ашъи хоми ғайрианъанавӣ аҳамияти амалӣ, назариявӣ дошта ва мубрам мебошанд.

Ба ғайр аз ин, истифодаи ашъи хоми маҳаллӣ имкон фароҳам меоварад, ки арзиши аслии маҳсулоти ниҳонии гилхок ба таври назаррас коҳиш ёбад.

Коркарди ашъи хоми маҳаллӣ - маъданҳои аргиллит, ашъи хоми нефелин-сиенит, гилҳои каолин дар ҳоли ҳозир мубрамият пайдо намудааст, чунки дар таркиби ин ашъи хоми маҳаллӣ миқдори Al_2O_3 қариб 20-фоизро ташкил медиҳад, вале усул ва равандҳои технологияи таҷзияи ин мавод ба қадри кофӣ ва ё тамоман кор карда нашудаанд.

Мушкилии коркарди ин навъи ашъи хоми гилхокдор дар он аст, ки дар муқоиса нисбат ба ашъи хоми бокситдор ин ашъи хом пастсифат буда, дар тарки он камтар (2.0-2.5 баробар) гилхок ва кремнезём мавҷуд мебошанд.

Тадқиқоти мазкур ба коркарди маъданҳои аргиллит, ашъи хоми нефелин-сиенит, гилхокҳои каолин бо усули гудозиш ва кислотагӣ равона карда шудааст. Барои он усулҳои коркарди кислотагӣ интихоб карда шудаанд, ки ин усулҳо имкон медиҳанд, кремнезёмро аз дав्राҳои технологӣ интихобан ва дар марҳилаҳои ибтидоии технологӣ хориҷ карда, маводи маҳсулотро барои ҳар як раванди технологӣ сарфа кунанд.

Аммо, дар баробари ҷанбаҳои мусбат, усулҳои кислотагӣ аз норасоӣ ва камбудии муайяне ҷорӣ нестанд, минҷумла, ҷудо намудани шлами кремнезём ҷангоми шустан, ҷудо кардани оксидҳои алюминий ва оксидҳои оҳан дар маҳлулҳои истеҳсолӣ.

Усули гудозиши навъҳои дар боло зикргардидаи маводи гилхокдор низ натиҷаҳои мусбат дод. Усули гудозиш хусусиятҳои мусбат дорад, вай имкон медиҳад, ки дар рафти гудозиш сохтори маъданҳои ашъи хом вайрон карда шавад, ки ин мувофиқан имкон медиҳад, ҳаҷми зиёди маҳсулоти ниҳонии пешбинишуда, аз ҷумла, гилхок ба даст оварда шавад.

Дар ҷаҳорҷӯби гуфтаҳои дар боло зикршуда, гузаронидани тадқиқотҳои илмӣ оид ба таҷзияи маводи алюминийдор бо истифода аз кислотаҳои муайяни минералӣ, инчунин коркарди ашъи хоми зикршуда бо усули гудозиш бо истифода аз моддаҳои фаъолкунанда ба монанди гидроксиди натрий ($NaOH$) ва хлориди калсий ($CaCl_2$) пешбинӣ шудааст.

Ба сифати маводи ибтидоӣ ҷинсҳо аз конҳои гуногуни Тоҷикистон - маъданҳои аргиллит, гили каолинӣ ва ҷинсҳои нефелин-сиенит, ки бо зиёд будани пайвастагиҳои фоидаҳои таркибашон, фарқ мекунанд ва барои соҳаҳои муосири иқтисоди миллии мамлакат ҷои аҳамият мебошад, истифода шуданд.

Дарачаи коркарди илмӣ проблемаи мавриди омӯзиш. Айни замон дар равандҳои технологияи маъданҳои аргиллит, ашъи хоми нефелин-сиенит, гили каолин бо усулҳои гудозиш ва кислотагӣ ба ғайр аз гилхок истихроҷи дигар маводи пурарзиш, яъне ба таври интихобӣ ба даст овардани ҳам гилхок ва ҳам дигар масолеҳи пурарзиши таркиби ашъи хоми коркардшавандаро дохил кардан лозим аст SiO_2 , K_2O , Na_2O . Ба даст овардани $AlCl_3$ -хлориди алюминий аз ашъи хоми дар боло зикршуда ба манфиати

кор буда, аз он баъдан метавон навъҳои зиёди дигари маҳсулотро ба даст овард. Дараҷаи омӯзиши аз маъданҳои алюмосиликатӣ ба даст овардани маҳсулоти фойданок ба қадри кофӣ омӯхта нашудааст.

Истеҳсоли коагулянтҳои омехта дар асоси пайвастагиҳои оҳан ва алюминий аҳамияти махсус дорад.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо), мавзӯҳои илмӣ. Тадқиқоти диссертатсионӣ дар лабораторияи коркарди ашёи хоми минералӣ ва партовҳои Институти химияи ба номи В. И. Никитинаи АМИТ дар асоси ду лоиҳа: «Таҳияи усулҳои интихобии таҷзияи маъданҳои бисёрисилитсӣдоштаи бор ва алюминийдор Тоҷикистон» - рақами қайди давлатиаш № 0116 TJ 00541 ва «Асосҳои физикию - химиявӣ ва технологияи ба даст овардани бор, пайвастагиҳои алюминий, нуриҳои минералӣ, коагулянтҳо, масолеҳҳои чинӣ (фарфорӣ) ва сохтмонӣ» - Рақами қайди давлатиаш 0121 TJ 1147 анҷом дода шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот аз омӯзиши равандҳои таҷзия ва фаъолгардонии ашёи хоми гуногуни алюмосиликати Тоҷикистон, аз ҷумла ашёи хоми нефелин-сиенитӣ, маъданҳои аргиллит, каолин ва гилҳои сабз бо усулҳои кислотагӣ бо кислотаҳои минералии гуногун, инчунин таҷзияи усули гудозиш бо фаъолкунандаҳои гуногуни равандҳо барои коркарди маводи алюминий маҳаллӣ, ки ба ҳайси маводи фаъолкунанда $NaOH$ и $CaCl_2$ интихоб карда шуданд, инчунин, муайян кардани меъёрҳои муносиби ҷараёни технологияи гудозиш ва таҷзияи кислотагӣ, омӯзиши кинетикаи усулҳои гудозиш ва кислотагӣ, таҳияи нақшаи умумии технологияи усулҳои зикршуда бо назардошти таҳияи оқилона, камхарҷ ва тозагии экологӣ иборат мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот:

- таҳлили химиявӣ ва минералогии ашёи хоми гилхокдор, ки дар ҳудуди Тоҷикистон паҳн шудаанд, аз ҷумла маъданҳои аргиллит, каолин ва гилҳои сабз ва ашёи хоми нефелин-сиенит;

- омӯзиши равандҳои таҷзияи ашёи хоми алюмосиликати Тоҷикистон бо усулҳои кислотагӣ бо истифода аз кислотаҳои гуногуни минералӣ, инчунин бо усули гудозиш бо реагентҳои фаъолкунандаи раванд - гидроксиди натрий ($NaOH$) ва хлориди калсий ($CaCl_2$);

- таҳқиқи таъсири шароити гудозиш ба истихроҷи ҷузъҳои мақсаднок аз маъданҳои аргиллит, ашёи хоми нефелин-сиенит, гилҳои каолинӣ, аз ҷумла таъсири коркарди пешакии термикӣ ба самаранокии таҷзияи ашёи хом;

- таҳлили хусусиятҳои кинетикии боҳамтаъсирии маводҳои алюмосиликатӣ ҳам дар раванди коркарди кислотагӣ ва ҳам дар ҷараёни гудозиш дар иштироки реагенти фаъолкунанда - $CaCl_2$ бо дарназардошти омӯзиши рафтори маҳсулоти мобайнӣ дар муҳити кислотагӣ;

- ташаккули усулҳои методологӣ коркарди кислотагии аргилитҳо, каолинҳо ва нефелин-сиенитҳо бо истифодаи кислотаҳои ғайриорганикии интихобшуда;

- коркард ва таҳияи ҳалли умумишудаи технологӣ ва нақшаи коркарди ашёи хоми алюмосиликатӣ бо истифодаи усули гудозиш дар асоси $CaCl_2$, бо идомаи коркарди обӣ ва кислотагӣ маҳсулоти термикӣ-фаъолгардонидашуда.

Объекти тадқиқот асосҳои технологияи коркарди ашёи хоми алюмосиликати бо усулҳои кислотагӣ (кислотаҳои минералӣ) ва гудозишӣ зимни фаъолгардонӣ бо реагенти $CaCl_2$ мебошад.

Мавзӯи тадқиқот таҳияи усулҳои самарабахши таҷзияи ашёи хоми алюмосиликатӣ бо кислотаҳои минералии алоҳида, омехтаҳои онҳо ва гудозиш бо реагентҳои $NaOH$ ва $CaCl_2$ мебошад.

Навгонии илмий таҳқиқот. Таҷзия ашёи хоми алюмосиликатӣ бо кислотаҳои минералии алоҳида, омехтаҳои онҳо ва гудозиш бо реагентҳои $NaOH$ ва $CaCl_2$ таҳқиқ карда шуда, механизмҳои коркарди кислотагӣ ва равандҳо омӯхта шудаанд.

Равандҳои коркарди маъданҳои алюмосиликатӣ бо усули кислотагӣ ва гудозиш, инчунин механизмҳои таҷзия ва гудозиш бо реагентҳои ($NaOH$) ва ($CaCl_2$) ба амал меоянд ва эътимоднокии онҳо бо усулҳои ҳозиразамони такмилёфтаи таҳлили химиявии ТДТ ва ТРФ тасдиқ карда шуданд, омӯхта шуданд. Технологияҳои умумиқонунидашудаи доир ба таҷзия ашёи хоми гилхокдор бо усулҳои гудозиш ва кислотагӣ таҳия карда шуданд.

Аҳамияти назариявӣ таҳқиқот. Аҳамияти назариявии кори диссертатсионӣ дар рушди асосҳои илмӣ коркарди ашёи хоми алюмосиликатӣ бо истифодаи усулҳои кислотагӣ ва гудозиш ифода меёбад. Қонуниятҳои термодинамикӣ ва кинетикии раванди таҷзияи аргиллитҳо, нефелин – сиенитҳо, каолинҳо ва гилҳои сабз, ки барои Тоҷикистон ҳосанд, муайян карда шуданд. Механизмҳои табдилоти фазаӣ ва истихроҷи интихобии чузъҳо, аз ҷумла Al , Si , Na ва K , зери таъсири кислотаҳои минералӣ ва фаъолкунандаҳо ($NaOH$, $CaCl_2$) асоснок карда шуданд. Усулҳои илмӣ оид ба истифодаи комплекси матритсаи алюмосиликатӣ бо ҳадди ақали партовҳо таҳия гардиданд.

Аҳамияти амалӣ таҳқиқот. Натиҷаҳои дар таҳқиқи диссертатсионӣ ба даст овардашударо барои аз ашёи хоми алюмосиликатӣ ба даст овардани пайвастагиҳои гуногуни пурарзиш, кор карда баромадани технологияи коркарди маъданҳои алюмосиликатӣ, ба даст овардани коагулянтҳо барои тоза кардани обҳои андозаҳои гуногун ифлос шудаанд, истифода бурдан мумкин аст.

Нуктаҳои асосӣ ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

-натиҷаҳои тадқиқоти химиявӣ минералогии таҷзияи ашёи хоми гилҳои Тоҷикистон, аз ҷумла маъданҳои аргиллит, каолин ва гилҳои сабз ва ашёи хоми нефелин-сиенит, инчунин таҷзияи минералҳои ба таркибашон дохилшуда, пайвастагиҳои мобайнӣ ва маҳсулоти ниҳонӣ дар асоси усулҳои физикӣ-химиявӣ ҳангоми таҷзия ба даст омада;

- натиҷаи таҷзияи ашёи хоми алюмосиликатӣ бо кислотаҳои минералии алоҳида, инчунин таҷзияи ашёи хом бо усули гудозиш бо реагентҳои фаъолкунандаи равандҳо - гидроксиди натрий ($NaOH$) ва хлориди калсий ($CaCl_2$);

- параметрҳои муносиби коркарди ашёи хоми гилхокдор бо кислотаҳои алоҳида, параметрҳои муносиби таҷзияи маводи гилхокдор бо усули гудозиш бо иштироки фаъолкунанда-реагентҳои $NaOH$ ва $CaCl_2$ бо тағйирёбии кислотаҳои минералии гуногун, ҳарорат, вақт ва реагентҳои фаъолкунанда;

-натиҷаҳои омӯзиши кинетикаи таҷзияи маводи гилхокдор бо усулҳои кислотагӣ ва гудозиш;

- натиҷаи коркарди умумии нақшаҳои технологӣ ва тартиби коркарди ашёи хоми гилхокдор бо усулҳои кислотагӣ бо кислотаҳои минералии алоҳида ва усулҳои гудозиши тавассути фаъолкунандаҳо реагентҳои $NaOH$ ва $CaCl_2$.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо. Эътимоднокии мавод тавассути таҳлилҳои химиявӣ дар якҷанд параллелҳо (ҳадди ақал 3) ва таҷҳизоти сертификатсияшуда, ки натиҷаҳои таҷрибавӣ ба даст оварда шудаанд, исбот карда мешаванд. Маълумот озмоишӣ бо истифода аз барномаҳои компютерӣ ва замимаҳо коркард карда шуданд.

Мутобиқати рисола ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (формула ва самти тадқиқот). Кори диссертатсионӣ дар ҳамбастагии ду ихтисоси илмӣ анҷом дода шуда, мавзӯҳои байнисоҳавӣ, аз ҷумла ҷанбаҳои технологӣ ва химиявӣ коркарди ашёи хоми минералиро дар бар мегирад:

05.17.00 – Технологияи химиявӣ (05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ)

02.00.00 – Химия (02.00.01 – Химияи ғайриорганикӣ)

Диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси 05.17.01 - Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ ва бандҳои зерини он мутобиқат мекунад:

Банди 1. Равандҳои истеҳсоли маҳсулоти ғайриорганикӣ: намакҳо, кислотаҳо ва ишқорҳо, нуриҳои минералӣ, изотопҳо ва маҳсулоти ғайриорганикии тоза, катализаторҳо, сорбентҳо, ва ғ. (дар доираи кор усулҳои ба даст овардани пайвастагиҳои ғайриорганикӣ ба монанди сульфатҳо ва хлоридҳои алюминий ва оҳан, инчунин шишаи моеъ, ки ба ин самт комилан мувофиқат мекунад, таҳия карда шудаанд).

Банди 2. Равандҳои технологии (химиявӣ, физикӣ ва механикӣ) тағйирёбии таркиб, ҳолат, хосиятҳо, шакли ашёи хом, мавод дар истеҳсоли маҳсулоти ғайриорганикӣ (равандҳои майда кардан, коркарди ҳароратӣ ва кислотагии ашёи хоми алюмосиликатӣ, ки боиси тағйирёбии фаза ва таркиби химиявӣ мешаванд, омӯхта шуданд, ки ба ин банди шиноснома мувофиқат мекунад).

Банди 3. Усулҳо ва равандҳои ҳифзи муҳити зист аз партовҳои истеҳсоли маҳсулоти ғайриорганикӣ, коркард ва безараргардонии пасмондаҳои истеҳсолоти ғайриорганикӣ (нақшаи раванди коркарди бидуни партови маъданҳои алюмосиликатӣ пешниҳод карда мешавад, ки дар он маҳсулоти иловагӣ ҳамчун ашёи хом истифода мешаванд, ки ба вазифаҳои идоракунии оқилонаи табиат ва коркарди партовҳо мувофиқат мекунад).

Банди 4. Усулҳо ва воситаҳои таҳия, тартиб додани ҳисобҳои технологӣ, тарҳрезӣ, идоракунии технологияи равандҳо ва сифати маҳсулот нисбат ба равандҳои истеҳсолии ба даст овардани маҳсулоти ғайриорганикӣ (нақшаҳои технологияи таҷзияи кислотагӣ ва гудозиши ашёи хоми алюмосиликатӣ тартиб дода шудаанд, ҳисобҳои техникӣ-иқтисодӣ гузаронида шудаанд, ки мувофиқати онро ба шиноснома тасдиқ мекунад).

Мутобиқати шиносномаи ихтисоси 02.00.01 – Химияи ғайриорганикӣ

Соҳаи тадқиқоти рисола ба муқаррароти зерини шиносномаи ихтисос мувофиқат мекунад:

Банди 1. Асосҳои ба даст овардани объектҳои тадқиқотӣ ва мавод дар асоси онҳо (тадқиқоти таркиби химиявӣ фазаҳои маъданҳои алюминии нефелин-сиенитҳои кони Турпӣ, каолинҳо ва гилҳои сабзи кони Чашма-Санг бо мақсади истифодаи минбаъдаи химиявӣ технологияи онҳо гузаронида шуд).

Банди 4. Қобилияти реаксионии пайвастагиҳои ғайриорганикӣ дар ҳолатҳои гуногуни агрегатӣ ва шароити экстремалӣ (таҳлили термодинамикӣ, кинетикӣ ва термогравиметрии реаксияҳои таҷзияи кислотагӣ ва баландҳароратии ашёи хоми алюмосиликатӣ, аз он ҷумла табдили фазаҳо дар вақти гармкунӣ ва таъсири агентҳои кислотагӣ).

Банди 5. Алоқамандӣ байни таркиб, сохтор ва хосиятҳои пайвастагиҳои ғайриорганикӣ. Маводҳои наноструктурии ғайриорганикӣ (қоннуниятҳои байни таркиби минералогии ашёи хоми алюмосиликатӣ ва самаранокӣ таҷзия онҳо ошкор карда шудаанд. Роҳҳои илмӣ коркард ва ба даст овардани маҳсулоти пурқимат дар асоси пайвастагиҳои ғайриорганикӣ асоснок карда шудаанд).

Саҳми шахсии довталаби дарёфти дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот.

Саҳми муаллиф аз гузоштани ҳадафҳои таҳқиқот, таҳлили сарчашмаҳои илмӣ оид ба мавзӯи таҳқиқоти рисола, муайян кардани усулҳои ҳалли вазифаҳои гузошташуда ва коркарди маълумотҳои озмоишӣ иборат мебошад.

Тасвир ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.

Муқаррароти асосии таҳқиқот дар маърузаҳо ва тезисҳо дар конференсияҳои илмӣ амалии байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ зерин пешниҳод, муҳокима ва тасдиқ карда шуданд: Конференсияи байналмилалӣ илмӣ амалии «Нақши олимони ҷавон

дар рушди илм, инноватсия ва технология» бахшида ба 25-умин солгарди истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон (Душанбе соли 2016); Конференсияи илмию амалии ҷумҳуриявӣ «Масъалаҳои молшиносӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе соли 2016); Конференсия VIII байналмилалӣ илмию амалӣ бо номи «Дурнамои рушди илм ва маориф» бахшида ба 25-умин солгарди истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 60-солагии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М. С. Осимӣ (Душанбе соли 2016); Хонишҳои XIII Нуъмоновӣ бо номи «Дастовардҳои илми химия тайи 25-соли истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон» бахшида ба 70-солагии ташкилҳои Институти химияи ба номи В. И. Никитинаи АМИТ (Душанбе соли 2016); Конференсияи II байналмилалӣ илмию амалӣ бо номи «Нақши олимони ҷавон дар рушди илм, инноватсия ва технология» (Душанбе соли 2017); Хонишҳои XV Нуъмоновӣ бо номи «Саҳми олимони ҷавон дар рушди илми химия», бахшида ба Соли ҷавонон (Душанбе соли 2017); Конференсияи байналмилалӣ илмию амалӣ бо номи «Дурнамои истифодаи маводи ба зангзанӣ тобовар дар саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе соли 2018); Хонишҳои XV Нуъмоновӣ бо номи «Вазъияти муосири илми химия ва истифодаи дастовардҳои он дар ҳоҷагии халқи Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе соли 2019); Хонишҳои XVIII Нуъмоновӣ бо номи «Рушди химияи муосир ва ҷанбаҳои эҷодӣ ва амалии он» (Душанбе соли 2023).

Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия. Мутобиқ ба натиҷаҳои таҳқиқот 20 адад мақола ба нашр расонида шудааст, ки аз он ҷумла 7-тои онҳо дар маҷаллаҳои тақризшавандаи КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 13-тои боқимонда дар маводи конференсияҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ, инчунин 2 адад патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон дарёфт карда шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз муқаддима, се боб, хулосаҳо ва инчунин 44 адад расм, 24-то ҷадавал ва 151 номгӯи адабиёт иборат мебошад. Матни диссертатсия дар 152 саҳифаи чопи компютерӣ дарҷ шудааст

МУҲТАВОИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Дар муқаддима мубраияти мавзӯ асоснок карда шуда, ҳадаф ва вазифаҳои рисола ифода карда шуда, аҳамияти илмӣ ва амалии он инъикос ёфтааст.

Дар боби якум дар асоси маълумотҳои дар адабиёт мавҷудбуда, масъалаҳои зарурати коркарди маъданҳои алюмосиликати пастсифат, роҳ ва усулҳои коркарди ашёи хоми алюмосиликат барои ба даст овардани компонентҳои фойданок баррасӣ шудаанд. Дар асоси ин самтҳои тадқиқот муайян карда шуданд.

Дар боби дуюм усулҳои таҳлили физикию химиявӣ оварда шуда, таркибҳои химиявӣ минералогии маъданҳои алюмосиликатӣ муайян карда шуда, бо ёрии ТДТ тағйироти равандҳои таркиби маъдан ошкор карда шудаанд. Натиҷаҳои баҳодиҳии термодинамикии таҷзияи маъданҳои алюмосиликатӣ бо кислотаи сулфат ва хлорид оварда шуда, тавозуни моддии таҷзияи ашёи хоми алюмосиликатӣ бо кислотаҳои гуногуни минералӣ ва омехтаи HNO_3 ва H_2SO_4 ҳисоб карда шудааст.

Дар боби сеюм усулҳои кислотагӣ ва гудозиши таҷзияи маъданҳои алюмосиликатӣ омӯхта шуда, кинетикаи раванди таҷзияи маъдан зимни усулҳои кислотагӣ ва усулҳои коркарди гудозиш омӯхта шуда, нақшаҳои принципалии технологияи таҷзияи маъданҳои алюмосиликатӣ бо кислотаҳои минералӣ таҳия карда шуда, инчунин баҳодиҳии муқоисавии таҷзияи маъдани алюмосиликат бо кислотаҳои зикршуда оварда шудаанд.

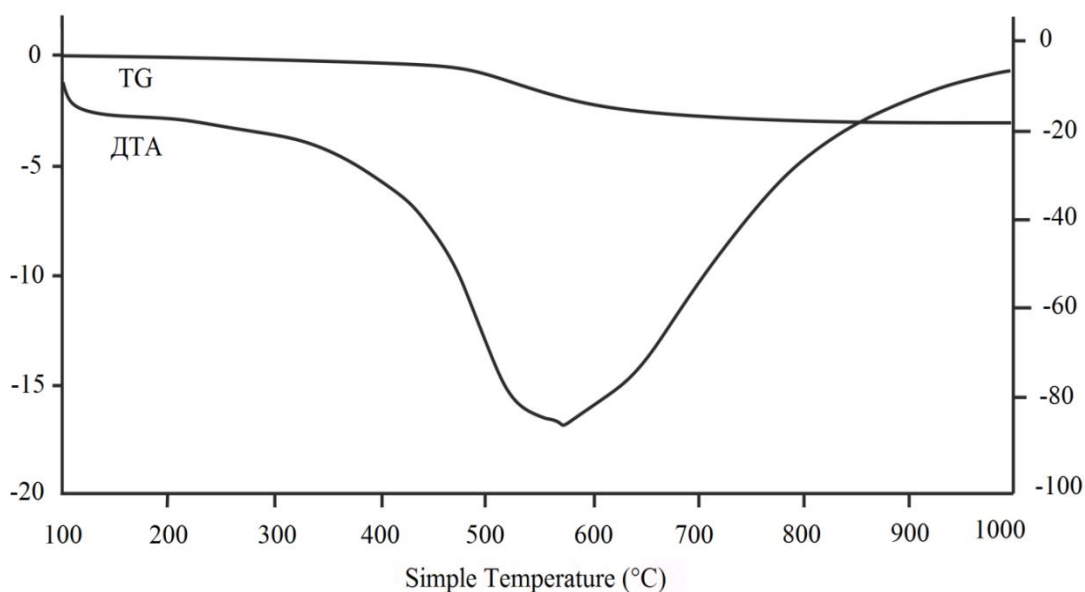
Дар боби чорум қисмати хотимавии кор оварда шудааст, ки дар он моҳияти натиҷаҳои гирифташуда шарҳ дода шудааст, муқоисаи онҳо бо таҳқиқоти дигар, маҳдудиятҳои нишон дода шудааст ва самтҳои барои тадқиқоти минбаъда пешниҳод карда шудааст.

Ҷадвали 1. - Хусусиятҳои химиявии чинсҳои аргиллити Зиддӣ ва Чашма-Санг, каолин ва гили сабзи Чашма-Санг

Конҳо	Чинс	Унсурҳо бо (%)															
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Ti	Pb	Ba	Cu	Cr	Ni	V	Zn	П.п.п.
Зиддӣ	Аргиллит	19.75	4.99	60	0.1	1.2	1	1	0.62	-	0.3	0.01	0.03	0.001	0.01	0.3	10
Чашма-Санг	Аргиллит	31.61	8.74	42.8 7	0.1	2.95	1	1	0.61	0.00 1	0.3	0.01	0.03	0.003	0.01	0.6	10.54
Чашма-Санг	Гили каолин	24.82	10.98	49.9 2	0.3	2.66	1	1.1	1.8	-	-	0.01	-	-	0.01	0.01	8.42
Чашма-Санг	Гили сабз	20.38	11.97	51.3 3	1	2.46	0.52	1	1.8	-	0.3	0.03	0.003	-	0.01	0.03	8.44

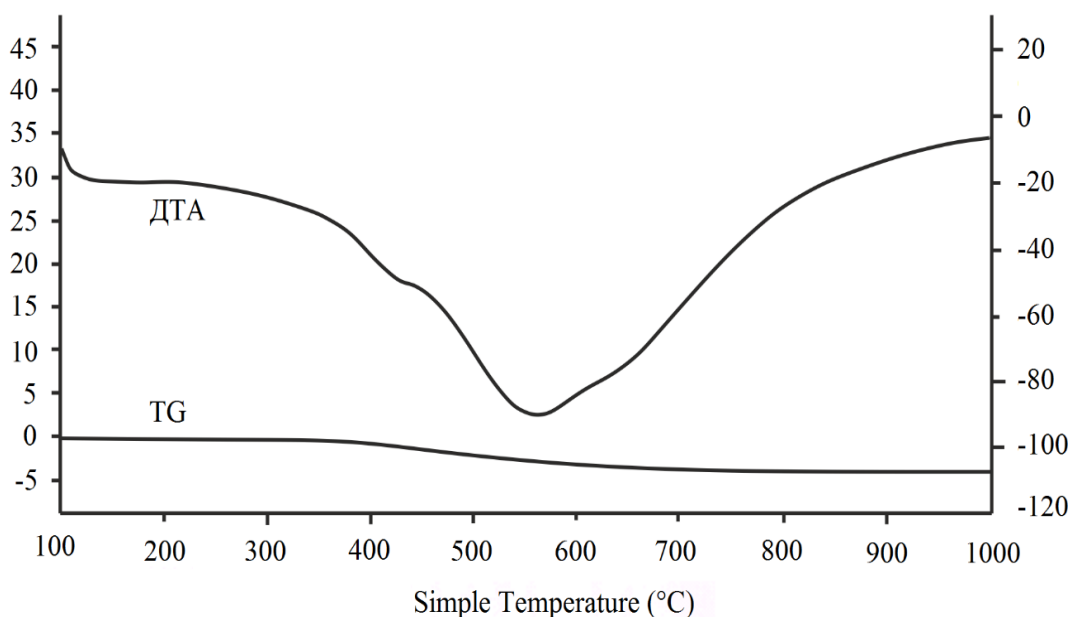
Ҷадвали 2. - Хусусиятҳои минералогии чинсҳои аргиллителии Зиддӣ ва Чашма-Санг, каолин ва гили сабзи Чашма-Санг

Зиддӣ	Аргиллит	Каолинит	Гематит	-	Квартс	Монтмориллонит	Иллит	-	-
Чашма-Санг	Аргиллит	Каолинит	Гематит	-	Квартс	Монтмориллонит	-	-	-
Чашма-Санг	Каолиновая глина	Каолинит	Гематит	Гётит	Квартс	Монтмориллонит	Иллит	Гидраргиллит	Гидрослюда
Чашма-Санг	Зелёная глина	Каолинит	Гематит	Гётит	Квартс	Монтмориллонит	Иллит	Гидраргиллит	Гидрослюда
		Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·H ₂ O	Fe ₂ O ₃	FeO(OH)	SiO ₂	M(OH)Si ₈ Al ₄ O ₂₀ ·nH ₂ O (M=Na, K, Ca)	KAl ₂ (OH) ₂ ·[AlSi ₃ O ₁₀] ·nH ₂ O	Al(OH) ₃	(Na)Al ₂ (AlSi ₃) ·O ₁₀ [(OH) ₂ ·H ₂ O]



Расми 2. - Термограммаи гили каолини Чашма-Санг

Термограммаҳое, ки барои гили сабз гирифта шудаанд, аз маълумоти сарчашмаҳои илмӣ дар бораи ин ашёи хом тафовути калон доранд. Чунон ки аз термограммаҳои гили сабз дида мешавад, якчанд эндоэфектҳо мавҷуданд, ки тағйироти полиморфии таркиби минералҳоро нишон медиҳанд, илова бар ин, дар байни минералҳои гили сабз таъсири мутақобилаи химиявӣ ба амал меояд (расми 3).

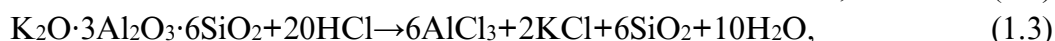
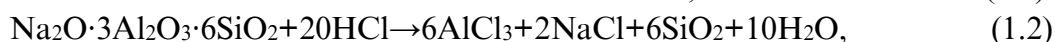
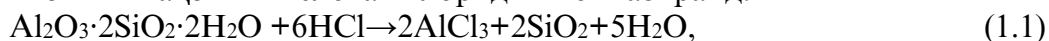


Расми 3. – Термограммаи гили сабзи Чашма-Санг

Таҳлили термодинамикӣ оид ба равандро дар таҷзияи каолин бо кислотаи хлорид

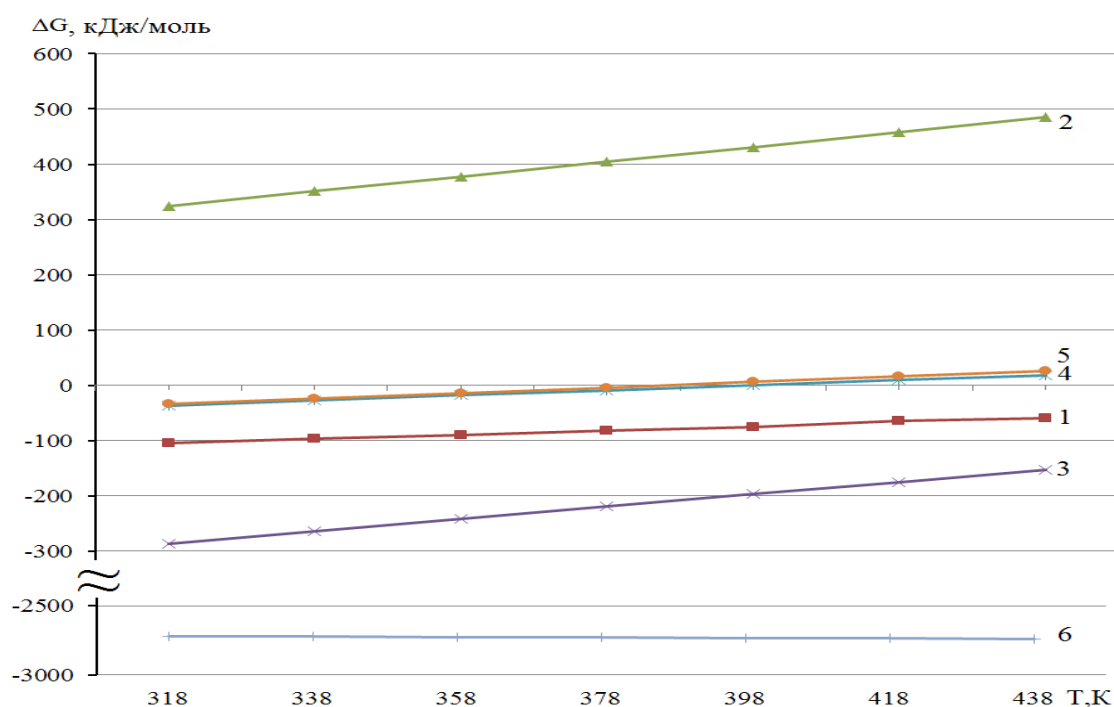
Дар қисмати бештари корҳои илмӣ тасдиқ карда шудааст, ки ашёи хоми каолини кони Чашма-Санг дорои таркиби зерини минерологӣ мебошад: гидрослюд ($3\text{NaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$), каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), гидрагиллит ($\text{Al}(\text{OH})_3$), иллит ($\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$), монтмориллонит ($(\text{OH})_4\text{Si}_8\text{Al}_4\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), кварс (SiO_2), гематит (Fe_2O_3), гётит ($\text{FeO}(\text{OH})$).

Мо реаксияҳои химиявиро муайян кардем, ки ҳангоми таҷзияи минералҳои гили каолинӣ зимни таҷзияи кислотаи хлорид имконпазиранд:



Ҷадвали 3. - Энергияҳои Гиббс (ΔG_{318}^0 , кҶ/мол) реаксияҳое, ки ҳангоми таҷзияи минералҳои гили каолин бо истифода аз кислотаи хлорид дар $T=318-438$ К ба амал меоянд

Реаксияҳо	ΔG_{318}^0	ΔG_{338}^0	ΔG_{358}^0	ΔG_{378}^0	ΔG_{398}^0	ΔG_{418}^0	ΔG_{438}^0
(1.1)	-104.63	-97.2	-89.77	-82.34	-74.9	-64.47	-60.04
(1.2)	324.16	350.9	377.78	404.59	431.4	458.21	485.02
(1.3)	-287.37	-264.88	-242.39	-219.9	-197.4	-174.9	-152.4
(1.4)	-36.65	-27.47	-18.29	-9.12	0.058	9.23	18.41
(1.5)	-33.67	-23.77	-13.87	-3.98	5.91	15.81	25.71
(1.6)	-2719.3	-2722.5	-2725.74	-2728.96	-2732.17	-2735.39	-2738.6



Расми 4. - Тағйирёбии дар энергияи Гиббс /ҳарорат барои тағироти химиявӣ ҳангоми таҷзияи минералҳои гили каолин бо истифода аз кислотаи хлорид

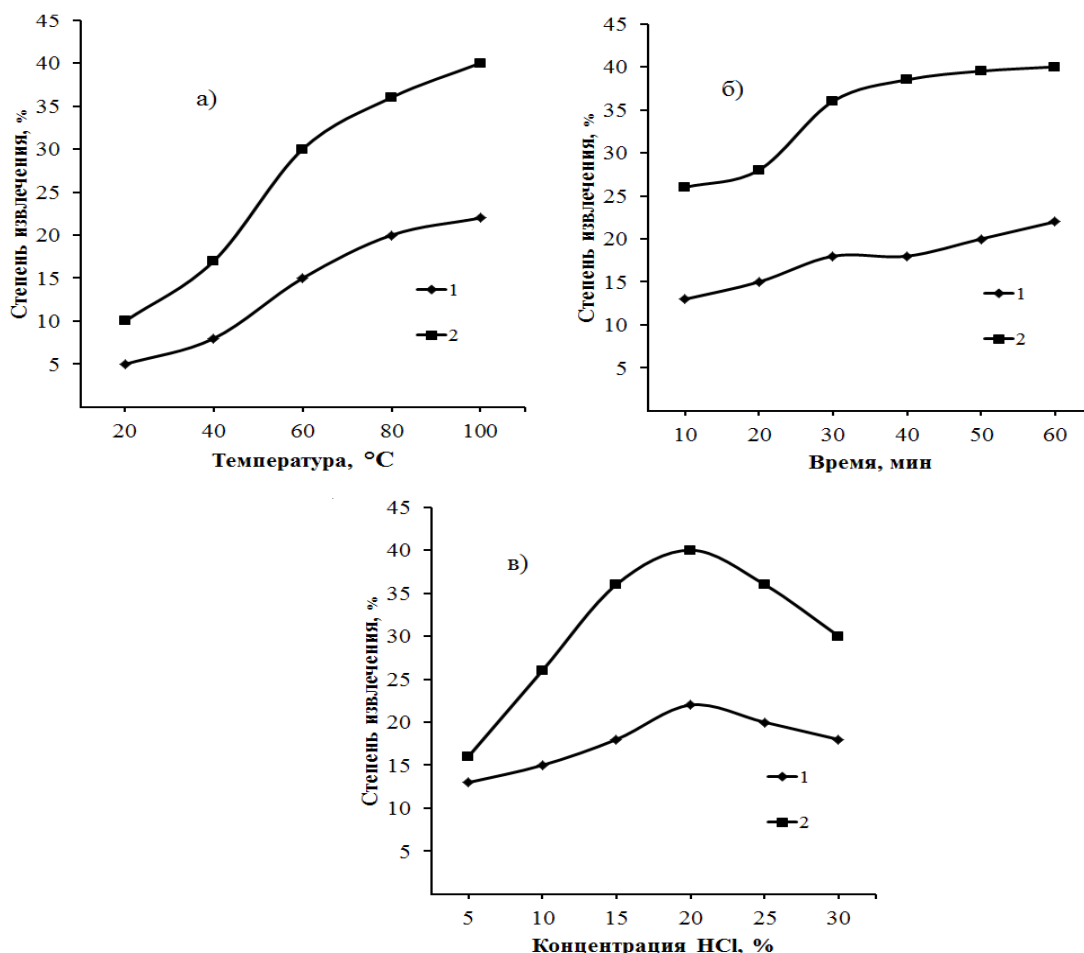
Мувофиқан, таҷзияи ашёи хоми каолини ҳангоми таъсири мутақобила бо HCl бояд дар доираи ҳарорати 318-438 К гузаронида шавад, ки дар ин ҳолат ба ҳадди аксар истихроҷи пайвастагиҳои арзишманд ноил мегардад.

УСУЛҲОИ ТАҶЗИИ КИСЛОТАГӢ ВА ГУДОЗИШИИ АРГИЛЛИТҲО ВА ГИЛҲОИ КАОЛИНИИ КОНҲОИ ЧАШМА-САНГ ВА ЗИДДӢ

Таҷзияи гилҳои каолини кони Чашма-Санг дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо кислотаи хлорид

Ин бахш ба таҷзияи гили каолини кони Чашма-Санг бо истифода аз кислотаи хлорид - HCl бахшида шудааст.

Барои ашёи хоми алюмосиликати каолин вобастагии ҳарорат аз дараҷаи истихроҷи оксидҳои алюминий (Al_2O_3) ва оҳан (Fe_2O_3) (3а), вобастагии вақти истихроҷ/таҷзия (3б) ва консентратсияи истихроҷ/ HCl (3в) муайян карда шуданд.



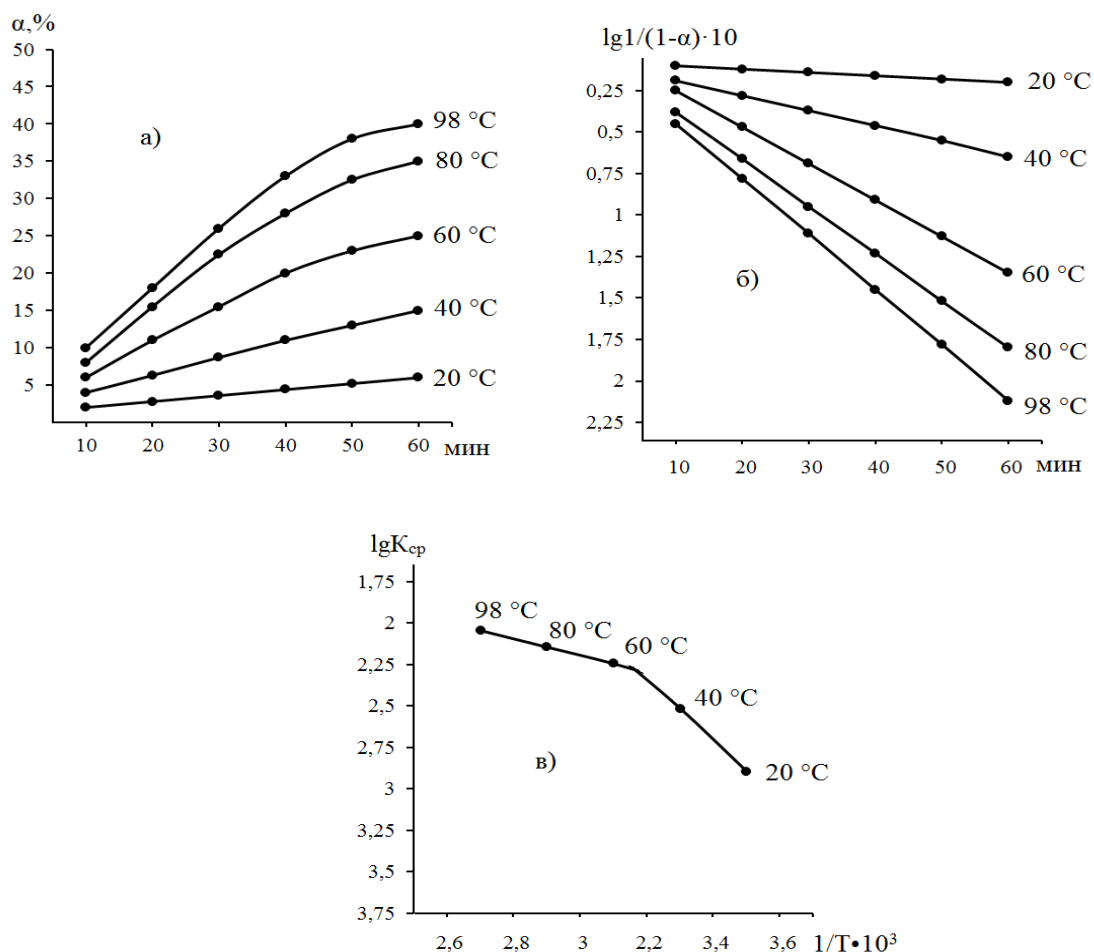
Расми 6. - Вобастагии истихроҷи оксиди алюминий (Al_2O_3) (1) ва оҳан (Fe_2O_3) (2): истихроҷ/ҳарорат (а), вақти истихроҷ/таҷзия (б) ва таҷзия/консентратсияи HCl (в) ҳангоми таҷзияи ашёи хоми каолин

Дар асоси таҷрибаҳое, ки бо ашёи хоми каолин аз кони Чашма-Санг бо истифода аз кислотаи хлорид таҷзия гузаронда шуда, параметрҳои оптималии раванд муқаррар карда шуданд: ҳарорати раванд - 95°C , давомнокӣ - 60 дақиқа, консентратсияи маҳлули HCl - 20 Ҷоиз. Риояи ин шартҳо аз гили каолин, аз ҷумла оксиди алюминий (Al_2O_3) то 22.0% ва оксиди оҳан (Fe_2O_3) - то 40.0% истихроҷи ҷузъҳои мақсаднокро таъмин мекунад.

Кинетикаи таҷзияи гилҳои каолини кони Чашма-Санг бо кислотаи хлорд

Дар асоси тағйирёбии қачхатаҳои кинетикӣ ҳангоми таҷзияи ашёи хоми каолин бо истифода аз HCl (расми 7а) зимни истихроҷи Fe_2O_3 ба маҳлули ҳосилшуда, хулоса бароварда шуд, ки бо параметрҳои ҳарорат - 98°C ва вақт - 60 дақиқа таҷзияи ашёи

хоми каолин бо истихроҷи Fe_2O_3 хеле самаранок ба амал меояд, дар 60 дақиқа 39.0-40.0% ва дар 80°C аз ашёи хом танҳо 35% Fe_2O_3 гирифта мешавад.



Расми 7. - Истихроҷи Fe_2O_3 вобаста ба: вақти таҷзия (а), вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии $\lg K_{cp}$ ба $1/T \cdot 10^3$ (в) ҳангоми таҷзияи ашёи хоми каолин аз кони Чашма-Санг кислотаи хлорид ($C_{HCl} = 20\%$)

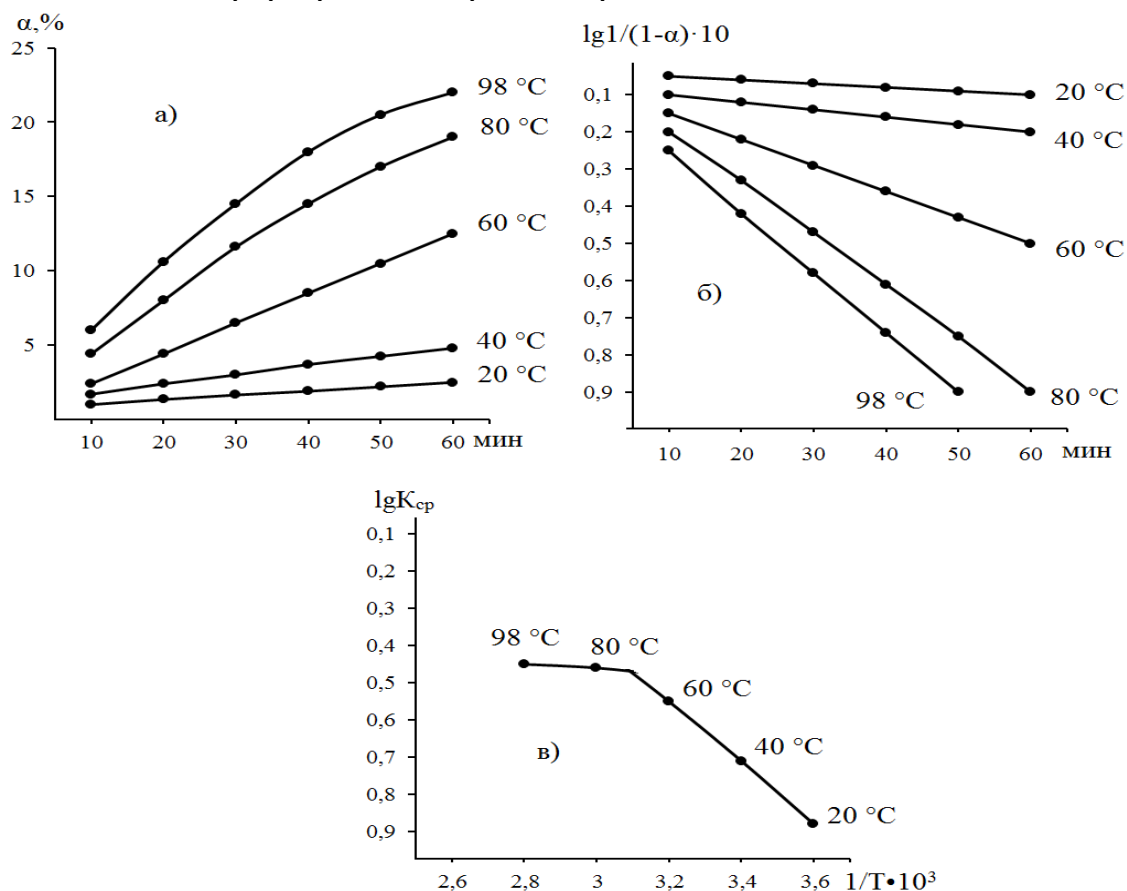
Ҳисоб кардани қиматҳои константаҳои суръати таҷзияи гили каолин дар асоси муодилаи кинетикии қатори якум гузаронида шуд.

Барои раванди таҷзияи ашёи хоми каолин бо кислотаи хлорид бо истихроҷи оксиди оҳан вобаста ба ҳарорат константаи суръати таҷзия муайян карда шуд ва муайян карда шуд, ки ин таҷзия ба қонуни Аррениус мувофиқат мекунад, ин далелро шикастани хатҳо дар график аз 40 то 60°C бо вобастагии $\lg K_{cp}$ аз $1/T \cdot 10^3$ (расми 7в) тасдиқ мекунад.

Барои таҷзияи ашёи хоми каолин тавасути кислотаи хлорид бо мақсади истихроҷи оксиди оҳан (III) (Fe_2O_3) энергияи фаъолшавии раванд дар асоси муодилаи Аррениус муайян карда шуд. Дар доираи ҳарорати 20-40°C, энергияи фаъолсозӣ 33.56 кҶ / молро ташкил дод, ки татбиқи равандро дар минтақаи гузариш байни режимҳои маҳдуди кинетикӣ ва диффузионӣ нишон медиҳад. Бо баланд шудани ҳарорат ба доираи 60-98°C энергияи фаъолшави то 17.14 кҶ/мол паст шуд, ки ин бартари механизми диффузиони интиқоли моддаҳоро дар ин марҳилаи таҷзияи кислотагӣ нишон медиҳад.

Дар асоси тағйирёбии қачхатаҳои кинетикӣ ҳангоми таъсири ашёи хоми каолинӣ бо кислотаи хлорид (расми 8а) муайян карда шуд, ки шароити беҳтарини истихроҷи Al_2O_3 дар ҳарорати 98°C давомнокии раванд 60 дақиқа ба амал меояд. Дар шароити

зикргардида дараҷаи истихроҷи оксиди алюминий то ба 20-23% мерасад. Барои маълумот дар ҳарорати 80°C истихроҷ танҳо 19.5-22% ташкил медиҳад, ки аз таъсири бевоситаи омили ҳароратро ба самаранокии реаксия нишон медиҳад.



Расми 8. – Вобастагии дараҷаи истихроҷи Al_2O_3 аз давомнокии таҷзия (а), аз таносуби $\lg[1/(1-\alpha)] \cdot 10$ ба вақт (б) ва аз логарифми доимии суръати миёна ($\lg K_{cp}$) ҳамчун функсияи $1/T \cdot 10^3$ (в) ҳангоми коркарди маводи каолинкони Чашма-Санг бо кислотаи хлорид-20% дар расми 8 нишон дода шудааст

Дар асоси таҳлили вобастагии $\lg[1/(1-\alpha)] \cdot 10$ аз вақт график (расми 8б) сохта шуд, ки характери хаттӣ дорад. Кунҷи нишебии хатҳои рост 42-45 дараҷа аст, ки ин як раванди яхкеларо нишон медиҳад.

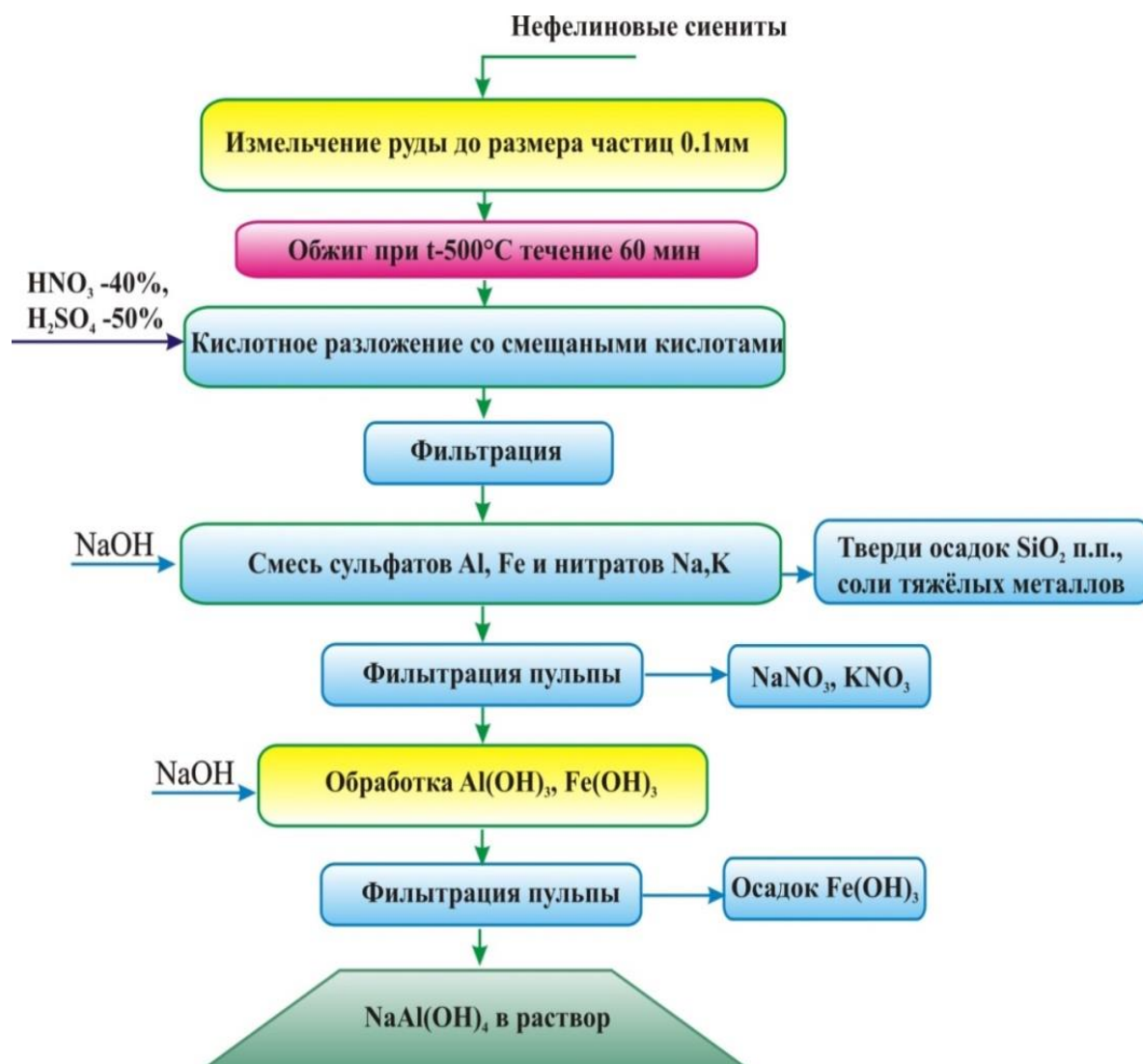
Ба ғайр аз ин маълум гардид, ки тағйир ёфтани суръати реаксия ҳангоми таҷзияи гили каолин бо кислотаи хлорид ба муодилаи Аррениус итлоат мекунад. Инро вобастагии хаттии логарифми константаи суръати миёна ($\lg K_{cp}$) аз бузургии мутақобилаи ҳарорат, $1/T \cdot 10^3$ (расми 8в) тасдиқ мекунад.

Барои таҷзияи ашёи хоми каолинӣ тавасути кислотаи хлорид бо истихроҷи оксиди алюминий энергияи фаъолшавии он аз рӯи муодилаи Аррениус муайян карда шуд. Ин нишондиҳанда дар доираи ҳарорати 20-60°C ба 33.84 кҶ/мол баробар буд, дар ҳудуди 80-98°C, фаъолияти раванд бо арзиши энергияи фаъолсозӣ 30.36 кҶ/мол тавсиф мешавад, ки ин нишон медиҳад, ки раванд дар минтақаи гузариш (мобайнӣ), наздик ба режими диффузионӣ рух медиҳад.

Таҷзияи нефелин-сиенитҳои кони Турпии бо омехтаи кислотаҳои минералӣ

Дар ин бахш тадқиқоти кислотагии ашёи хоми нефелин-сиенити кони Турпи бо истифода аз омехтаи кислотаҳои сулфат ва нитрат гузаронда шудааст.

Мувофиқи он, баъд аз ҷамъбасти натиҷаҳои ин таҷрибаҳо бо нефелин-сиенити Турпи барои технологияи саноатӣ бо истифода аз омехтаи кислотаҳои сулфат ва нитрат ($H_2SO_4 + HNO_3$) параметрҳои оптималии зерини таҷзияи кислотагӣ тавсия карда шуданд: сӯзондани ашёи хоми нефелин-сиенит дар $500^\circ C$; таҷзияи кислотагӣ бо омехтаи ($H_2SO_4 + HNO_3$) дар ҳарорати $90-98^\circ C$ 60 дақиқа; кислотаҳоро зарур аст, дар концентратсияи ($H_2SO_4 - 50\%$, $HNO_3 - 40\%$), андозаи заррачаҳои нефелин-сиенит < 0.1 мм истифода шаванд. Ҳангоми риояи ин параметрҳо истихроҷи пайвастиҳои пурариш ба ҳадди аксар ноил мешавад: $Al_2O_3 - 46\%$, $Fe_2O_3 - 86\%$.



Расми 9. - Технологияи умумии содакардашудаи коркарди ашёи хоми нефелин-сиенити кони Турпи бо омехтаи кислотаҳои минералӣ ($H_2SO_4 + HNO_3$)

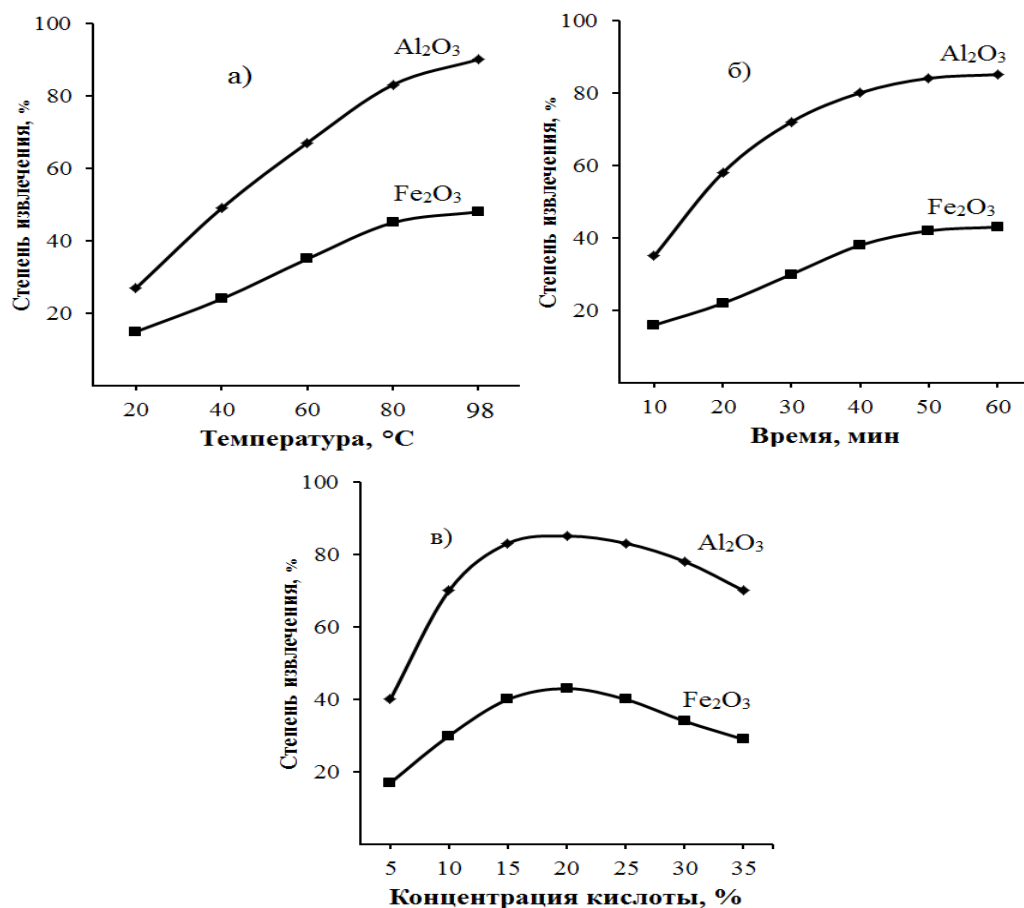
Дар асоси параметрҳои оптималӣ схемаи бунёдии технологияи коркарди сиенитҳои нефелин бо кислотаҳои омехта тартиб дода шуд (расми 9)

Гудозиш гилҳои каолини кони Чашма-Санг бо $CaCl_2$

Як қатор озмоишҳо ба омӯхтани усулҳои термикии (гудозиши) таҷзияи минералҳои каолин бо истифода аз фаъолкунандаҳо-реактивҳо, аз ҷумла, хлориди калсий ($CaCl_2$) нигаронида шудаанд. Маҳсулотҳои бадастомада пас аз гудозиш ба марҳилаҳои коркарди обӣ ва кислотагӣ дучор гардонидани шуданд, бо мақсади ба даст овардани пайвастиҳои ниҳой – хлоридҳои алюминий ($AlCl_3$) ва оҳан ($FeCl_3$), ки ҳамчун пайвастиҳои арзишманди хлор аҳамияти саноатӣ доранд.

Усули гудозиши таҷзияи каолин бо иштироки фаъолкунанда-реагенти хлориди калсий - CaCl_2 бо интихоби параметрҳои раванд ба мақсади муайян кардани параметрҳои муносиби раванд гузаронида шуд. Дар натиҷаи тадқиқотҳои гузаронида шуда муайян карда шуд, ки самаранокии бештари раванд дар ҳарорати $780-800^\circ\text{C}$ дар тури 60 дақиқа бо таносуби массаи фаъолкунанда-реагенти CaCl_2 нисбат ба каолини 1:1, андозаи заррачаҳои каолин на бештар аз 0.1 мм ба даст меояд.

Дар расми 10 вобастагии дараҷаи истихроҷи оксидҳои Al_2O_3 ва Fe_2O_3 аз омилҳои гуногуни физикӣ-химиявӣ ҳангоми таҷзияи кислотаи хлорид пас аз гудозиш ва коркарди об нишон дода шудааст.



Расми 10. - Истихроҷи чузъҳо вобаста ба ҳарорати гудозиш (а), вақти гудозиш (б) ва консентратсияи HCl (в) ҳангоми таҷзияи кислотаи хлорид бо каолин

Пас аз он гудохтаи ҳосилшуда бо об ва кислотаи хлорид дар як шароити барои ҳама таҷрибаҳо ягона - дар тури 60 дақиқа дар 98°C коркард карда шуд, коркард бо HCl 18-20% анҷом дода шуд, зимни коркард бо об 8-10% Al_2O_3 -оксиди алюминий истихроҷ карда шуд вале истихроҷи оҳан ба қайд гирифта нашуд. Коркардии минбаъдаи кислотагӣ аз гудозаҳои ҳосилшуда истихроҷи Al_2O_3 ба 89-90% ва истихроҷи Fe_2O_3 баробар ба 40-43% нишон дод.

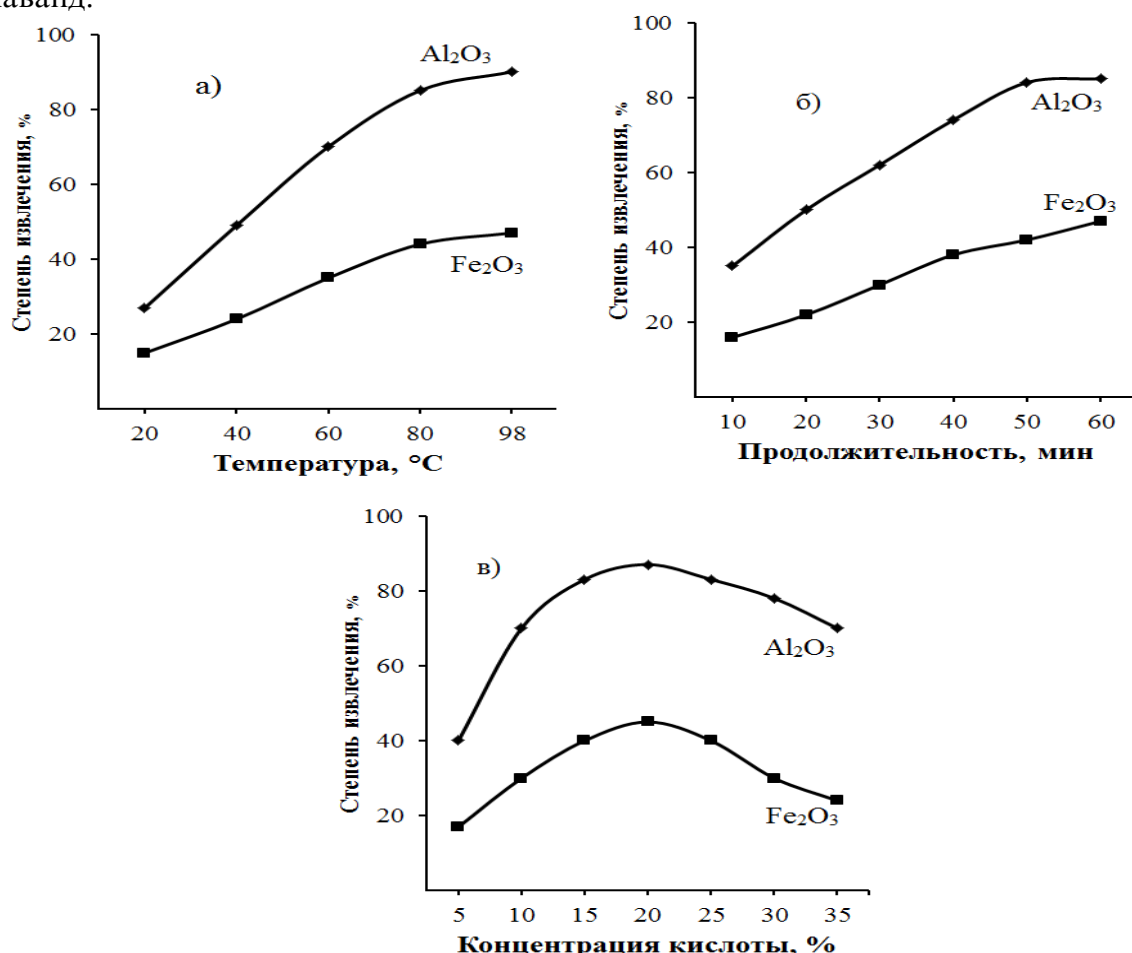
Гудозиши Гилҳои сабзи кони Чашма-Санг бо CaCl_2

Яке аз самтҳои тадқиқоти мо омӯзиши хусусиятҳои гудозиши гили сабз бо истифодаи фаъолкунандаи химиявӣ - хлориди калсий (CaCl_2) буд. Шароити самарабахши раванди фаъолсозии термикӣ дар ду марҳила мегузарад. Дар марҳилаи якуми дар ҳарорати баланд 800°C миёни гилҳои сабз бо CaCl_2 ба амал меояд, пас аз нигоҳдории 60-дақиқа маҳсулоти гудохташуда ҳосил гардид. Баъди коркарди обии он, ба маҳлули маҳсулнок танҳо миқдори ками оксиди алюминий (Al_2O_3) 10–12% хориҷ

шуд, дар ҳоле ки оксиди оҳан (Fe_2O_3) ба маҳлул нагузашт. Дар марҳилаи дуюм – коркарди гудохта бо кислотаи хлорид аз 85 то 87% Al_2O_3 ва аз 45 то 47% Fe_2O_3 истихроҷ карда мешавад.

Мувофиқи маълумоти дар расми 11а овардашуда, баландтарин қиматҳои истихроҷ дар ҳарорати 98°C ба даст оварда мешаванд ва барои Al_2O_3 87% ва барои Fe_2O_3 47% -ро ташкил медиҳанд.

Рафти истихроҷи алюминий ва оксидҳои оҳан вобаста ба давомнокии коркарди кислота дар ҳудуди 10-60 дақиқа омӯхта шуд (нигаред ба расми 11б). Нишондиҳандаҳои максималӣ ҳангоми коркарди 60 дақиқайи гили сабз бо маҳлули 20% HCl сабт карда мешаванд.



Расми 11. - Тағйирёбии дараҷаи истихроҷи моддаҳои мақсаднок вобаста ба режими ҳарорат (а), вақти гудозиш (б) ва концентратсияи кислотаи хлорид (в) ҳангоми коркарди гармии гили сабз аз кони Чашма-Санг

Концентратсияи кислотаи хлорид дар ҳудуди 5-35% фарқ мекард (расми 11а). Омӯзиши таъсири ин параметр дар шароити муқарраршуда гузаронида шуд: ҳарорати таҷзия - 98°C, вақт - 60 дақиқа. Натиҷаҳои таҷрибавӣ таносуби мустақими байни концентратсияи кислота ва дараҷаи истихроҷи оксидҳои алюминий (Al_2O_3) ва оҳан (Fe_2O_3) нишон доданд, ки таъсири назарраси концентратсияи реагентҳоро ба самаранокии таҷзияи кислотагии ашёи каолиниро нишон медиҳад.

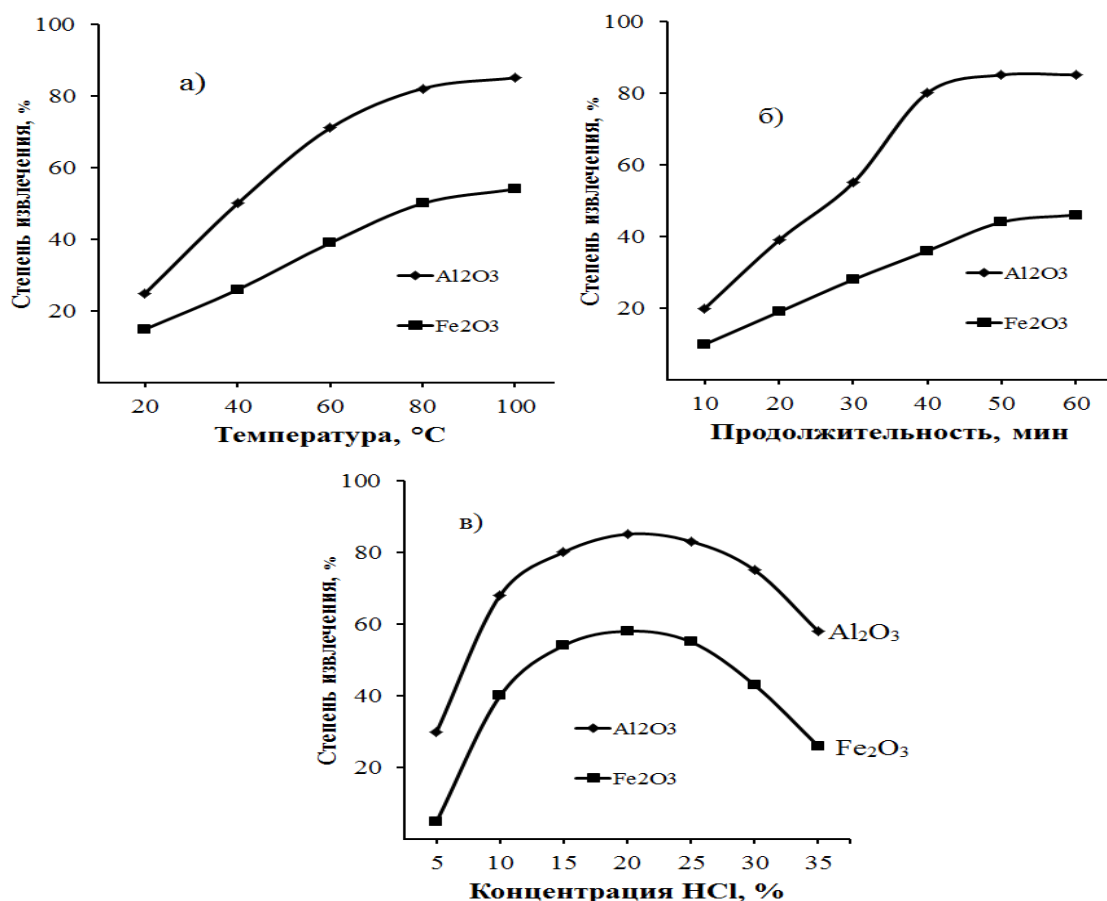
Аз расми 11в маълум мешавад, ки ба ҳадди аксар истихроҷи оксидҳо ҳангоми коркарди маъдан бо кислотаи 20% кислотаи хлорид ноил мегардад.

Дар натиҷаи озмоишҳои бо роҳи гудозиш реагенти фаъолкунанда - хлориди калсий ($CaCl_2$), инчунин бо об ва маҳлули кислотаи хлорид кор карда баромадани гили сабз параметрҳои муносиби ин раванди технологӣ муқаррар карда шуданд. Тавсия дода мешавад, ки гудозишро дар ҳарорати 800°C дар давоми 60 дақиқа бо таносуби массавии

гил ва $CaCl_2$ - 1:1 анҷом дода шавад. Марҳилаи коркарди гудохта бо об ва кислотаи хлорид бояд дар ҳарорати 98°C анҷом дода шавад: коркарди об - 30 дақиқа, коркарди кислота - 60 дақиқа бо истифода аз маҳлули 20% HCl . Андозаи зарраҳои маводи аслий бояд аз 0.1мм камтар бошад. Риояи ин шартҳо имкон медиҳад, ки дараҷаи баланди истихроҷи оксиди алюминий (87.0%) ва оксиди оҳан (47.0%) ба даст оварда шавад.

Таҷзияи гилҳои сабзи кони Чашма-Санги Тоҷикистон бо обу кислотаи хлорид бо гудозиши пешакӣ бо NaOH

Дар ин бахш шароити таҷзияи гилҳои сабз тавассути фаъолсозӣ бо NaOH омӯхта шудааст.



Расми 12. – Вобастагии дараҷаи истихроҷи алюминий ва оксидҳои оҳан аз вақти таъсири кислотаи хлорид дар доираи аз 10 то 60 дақиқа омӯхта шудааст (ниг. Расми 12б). Арзиши баландтарини истихроҷи оксид ҳангоми коркарди гили сабз бо маҳлули 20% HCl барои 60 дақиқа мушоҳида мешавад

Омӯзиши таъсири консентратсияи HCl ба таҷзияи ашёи хоми маъдан дар ҳудуди 5 - 35% гузаронида шуд. Тавре аз маълумоти расми 12в бармеояд, истихроҷи оптималӣ ҳангоми истифодаи 20%-и кислотаи хлорид ба даст меояд.

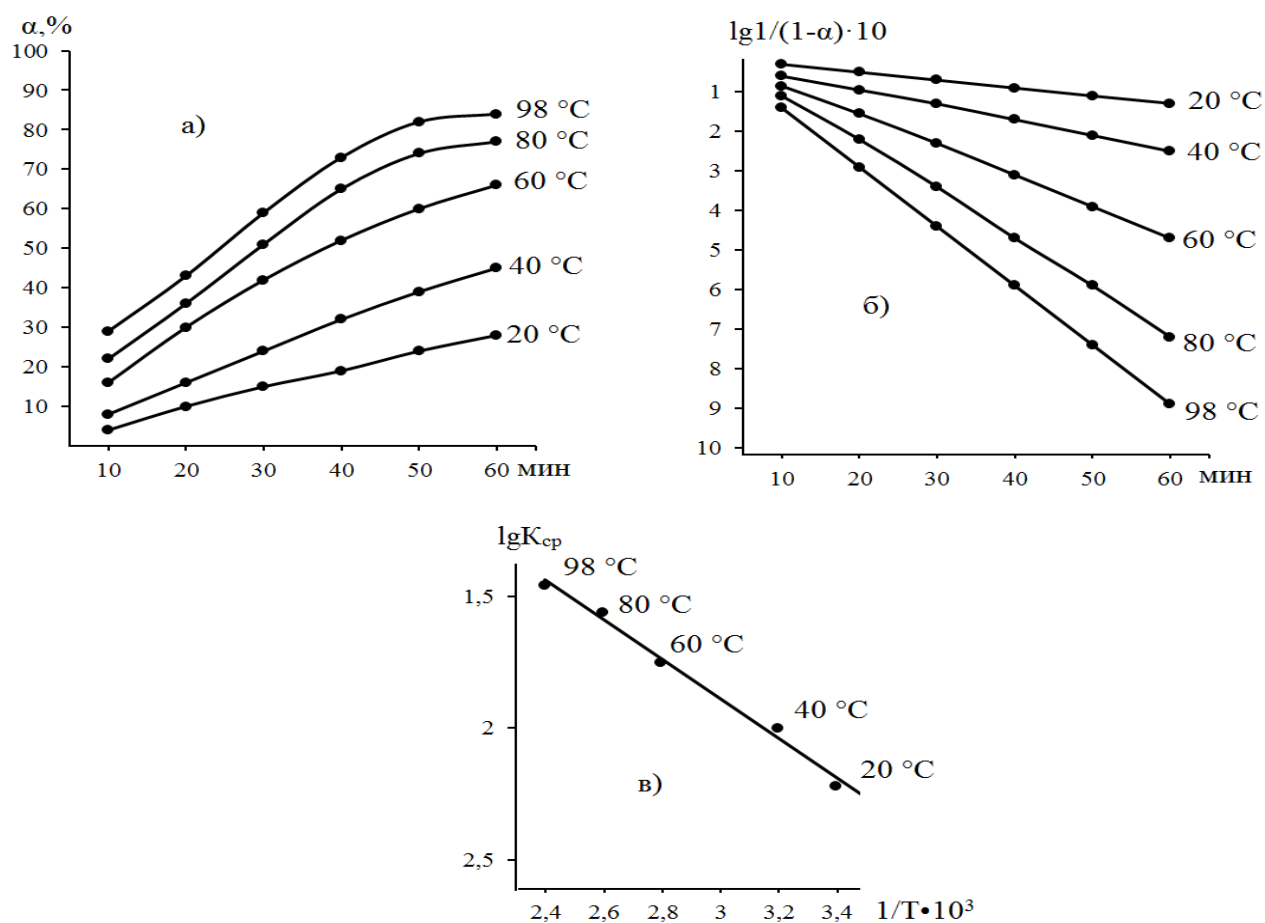
Дар асоси натиҷаҳои бадастомада ба сифати параметрҳои тавсияшавандаи таҷзияи гили сабзи кони Чашма-Санг нишон додан мумкин аст: марҳилаи гудозиш дар ҳарорати $800-850^\circ\text{C}$ таносуби ашёи хом ва гидроксиди натрий 1:0.75 давомнокии коркарди гармӣ 1 соат; таҷзия дар муҳити обӣ ва кислотаи гидрохлоридӣ дар ҳарорати 98°C , коркард бо об - 50 дақиқа, кислотаи гидрохлорид - 60 дақиқа дар консентратсияи

он 20%, андозаи заррачаҳо – 0.1 мм. Ҳангоми риояи шартҳои зикршуда дараҷаи истихроҷи Al_2O_3 то 85%, Fe_2O_3 - то 57% ба даст оварда мешавад.

Параметрҳои кинетикии таҷзияи гили сабз бо ғудозиши пешакӣ бо $CaCl_2$ тавасути кислотаи хлорид

Хусусиятҳои кинетикии раванди коркарди гили сабз, ки қаблан ба ғудозиш дар ҳарорати баланд бо истифода аз активатори хлориди калсий ($CaCl_2$) дучор шудааст бо кислотаи хлорид дар расми 13 оварда шудааст.

Хусусияти қатъхатаҳои кинетикӣ (расми 13а) барои таҷзияи гилҳои сабз бо кислотаи хлоридӣ бо ғудозиши пешакӣ бо $CaCl_2$ ҳангоми истихроҷи оксиди алюминий ба маҳлул нишон медиҳад, ки таҷзияи маъдан дар ҳарорати 98°C ва давомнокии 60 дақиқа зуд меузарад ва истихроҷи Al_2O_3 -87% -ро ташкил медиҳад.



Расми 13. - Истихроҷи Al_2O_3 вобаста ба: вақти таҷзия (а), вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии $\lg K_{cp}$ аз $1/T \cdot 10^3$ (в) ҳангоми таҷзияи гили сабзи Чашма-Санг бо иштироки кислотаи хлоридӣ (20%) реагенти фаъолкунанда $CaCl_2$

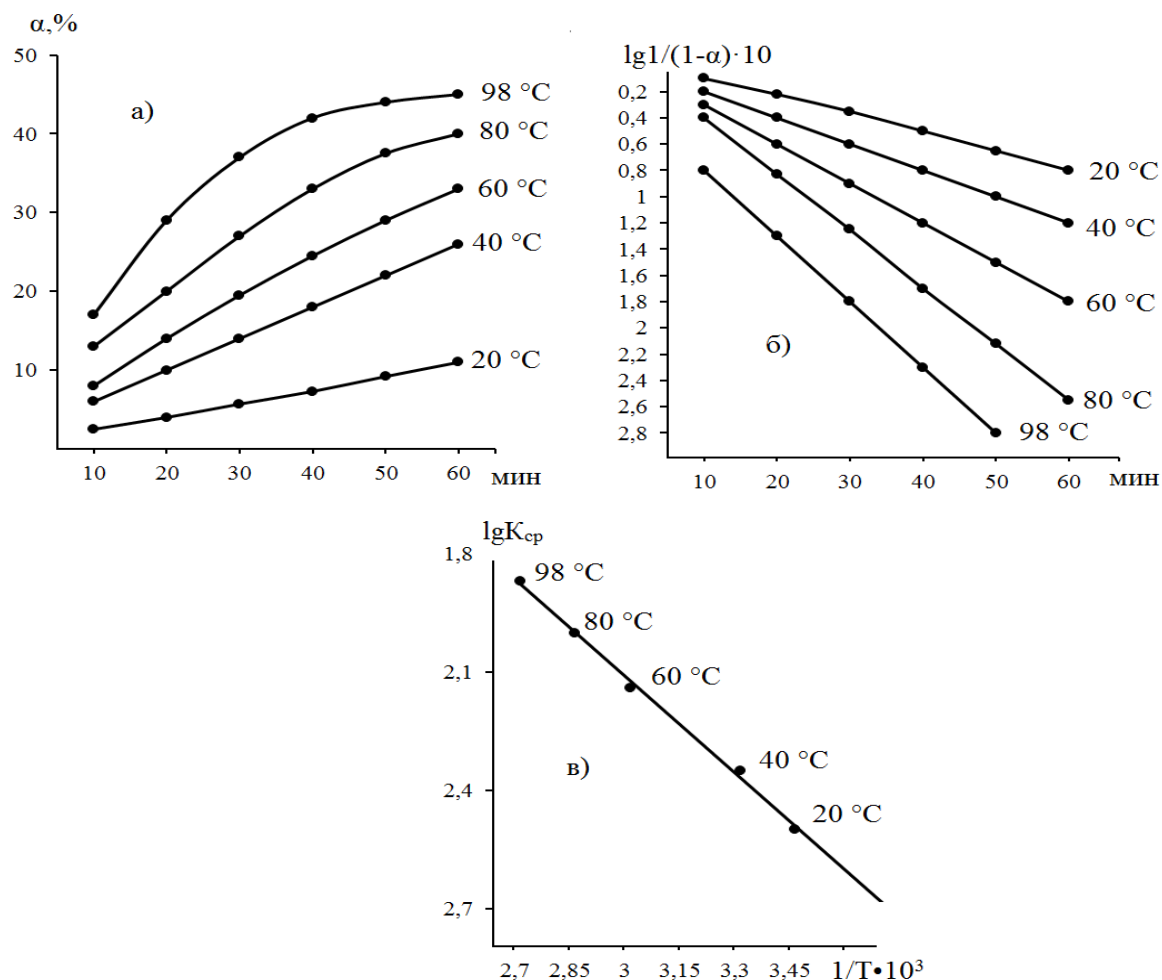
Суръати таҷзияи гилҳои сабз бо истифода аз муодилаи кинетикии қатори якум ҳисоб карда шуд.

$\lg K_{cp}$ аз ҳарорати мутлақӣ баракс (в) ҳангоми истихроҷи Al_2O_3 ба маҳлули пас аз коркарди гили сабз аз кони Чашма-Санг бо пешакӣ ғудохташуда бо $CaCl_2$ бо кислотаи 20%-и хлорид.

Қаҷхатҳои кинетикии раванди таҷзия дар ҳарорати аз 20 то 40°C хаттӣ ва аз 60°C болотар параболий мебошанд.

Дар ҳарорати зиёда аз 60°C минералҳои алюминийдори гили сабз қариб пурра таҷзия мешаванд.

Дар графики вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз ба вақт (расмҳои 13б, 14б) қачхатҳои бадастомада нишебии манфии баробар ба $-K/2.303$ доранд.



Расми 14. - Истихроҷи Fe_2O_3 вобаста ба: вақти таъзия (а), вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии $\lg K_{cp}$ аз $1/T \cdot 10^3$ (в) ҳангоми таъзияи гили сабз Чашма-Санг бо иштироки кислотаи гидрохлоридӣ бо иштироки кислотаи хлоридӣ ($C_{HCl} = 20\%$) аз реагенти фаъолкунанда $CaCl_2$

Энергияи намоёни фаъолсозӣ (E) ва омили пеш аз экспоненсиалӣ K_0 бо усули графикӣ бо истифода аз муодилаи Аррениус муайян карда шуданд. Баъдан барои истихроҷи алюминий Al_2O_3 ва оксидҳои оҳан Fe_2O_3 пас аз гудозиш дар ҳарорати баланд бо иштироки реагент-фаъолкунанда хлориди калсий $CaCl_2$ ва таъзияи минбаъдаи он бо кислотаи хлорид энергияи фаъолшавии истихроҷи оксидҳои оҳан муайян карда шуд. Ин нишондиҳанда барои истихроҷи оксиди алюминий Al_2O_3 ба 21.0 кҶ/мол баробар буд, яъне раванд дар минтақаи диффузионӣ ба амал меояд. Инчунин, энергияи фаъолшавии раванди истихроҷи Fe_2O_3 ба 23.1 кҶ/мол баробар буд, яъне раванд дар минтақаи мобайнии байни кинетикӣ ва диффузионӣ ба амал меояд.

Ба даст овардани шишаи моеъ аз маъданҳои алюмосиликати Тоҷикистон

Дар қор инчунин аз маъданҳои алюмосиликатӣ ҳосил намудани шишаи моеъ нишон дода шудааст (расми 15).



Расми 15. –Нақшаи технологии ба даст овардани шишаи моеъ

Дар кор синтези шишаи моеъ аз маъдани алюмосиликатӣ низ нишон дода шудааст. Маводии алюмосиликатӣ (сиенитҳои нефелин, гили каолин, аргиллитҳо) ба майдакунии механикӣ то андозаи заррачааш 0.1 мм ва коркарди термикӣ дар ҳарорати аз 700 то 900°C дар давоми 60 дақиқа гузаронида мешавад. Маҷмуаи ҳосилшуда барои истихроҷи пайвастагиҳои алюминий ва оҳан бо кислотаҳои минералӣ - HCl ё H₂SO₄ дар ҳарорати 20-100°C барои 60 дақиқа коркард карда мешавад.

Пас аз ба итмом расидани реаксияи таҷзия, лойоба барои ҷудо кардани фазаҳои сахт ва моеъ филтр карда мешавад. Боқимондаҳои сахтро дар ҷевонҳои хушккунӣ дар ҳарорати 150-200°C то вазни доимӣ хушк мекунад, ки он хориҷ шудани намии адсорбшуда ва устувор шудани сохтори фазаи сахтро таъмин мекунад. Дар натиҷаи таҷзияи кислотагии ашёи хоми алюмосиликатӣ таҳшини кремнезёмӣ ба амал меояд, ки дар таркиби он диоксида кремнийи аморфӣ (SiO₂) бартарӣ дорад. Ҳиссаи массаи он дар боқимондаи хушк на камтар аз 70% аст. Ғайр аз ин, дар таркиби таҳшин фазаҳои минералогӣ, ки ба таъсири кислотаҳои минералӣ тобовар мебошанд, яъне компонентҳои ҳалнашавандаи ашёи хоми аслӣ низ мавҷуданд.

Тақшини кремнезёмӣ як системаи полидисперсӣ мебошад, ки заррачаҳои маҳин парокандаи диоксида кремнийи аморфӣ (SiO₂), ҳаҷмаш то 70 мкм, инчунин фраксияҳои минералии калонтар бо андозаи заррачааш 300 мкм дорад. Тақшини кремнезёмӣро пас аз хушк кардан бо карбонати натрий Na₂CO₃ омехта карда, дар танӯр гузошта, дар ҳарорати 1000-1300°C мегудозанд ва бо таркиби зерин «лундаи шиша» мегиранд: SiO₂ - 73-76%, Na₂O - 20-23% ё K₂O - 20-23%. Баъдан «лундаи шиша»-ро дар автоклав дар ҳузури буғи об дар ҳарорати 200°C ҳал карда, шишаи моеъ ба даст меоранд.

МУҲОКИМА ВА БАҲРАСИИ И НАТИҶАҶО

Коркарди ашёи хоми алюмосиликати Тоҷикистон бо усулҳои комплексӣ яке аз роҳҳои бо моддаҳои пурқимат таъмин намудани саноати химия, металлургия ва комплекси хоҷагии қишлоқи мамлакат мебошад. Коркарди комплекси ин маъданҳо имкон медиҳад, ки доираи васеи пайвастагиҳои фойданок, монанди гилҳок, пайвастагиҳои оҳандор, нуриҳои маъданӣ ва ғайра ба даст оварда шавад. Дар Тоҷикистон конҳои дорои захираҳои зиёди ашёи хоми алюмосиликатӣ мавҷуданд - инҳо ашёи хоми нефелин-сиенит, маъданҳои аргиллит ва сипалит, захираи каолин ва гилҳои сабз ва дигар навъҳои ашёи хом мебошанд, ки бо усулҳои гуногуни мураккаб кор карда мешаванд. Дар конҳои ҷумҳурий ашёи хоми алюмосиликатӣ асосан пастсифат буда, таркиби гилҳок дар онҳо кам аст (<20-30%), аммо ин ашёи хом дорои таркиби васеи поликомпонент мебошад, ки мувофиқи он аз ин ашёи хом ба ғайр аз гилҳок доираи васеи пайвастагиҳо гирифтани мумкин аст: коагулянтҳо, масолеҳи маъданӣ, нуриҳои моеъ, шиша ва амсоли инҳо, калий мебошанд.

Истифодаи кислотаҳои минералӣ барои коркарди ашёи хоми алюмосиликатӣ усули муассир аст, зеро шаклҳои ба осонӣ ҳалшавандаи алюминий ва оҳан ҳангоми гидролизи кислота ба вуҷуд меоянд, аз ҷумла, намакҳои онҳо дар шакли хлоридҳо, сульфатҳо ва нитратҳо. Ин пайвастагиҳо дар соҳаҳои гуногун ба таври васеъ истифода мешаванд: аз тиб ва техникаи химиявӣ то кишоварзӣ, системаҳои тозакунии об ва истеҳсоли реагентҳои коагулятсия.

Ҳангоми таҷзияи гили каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаи хлорид параметрҳои оптималии раванд муайян шуданд: консентратсияи HCl - 20%, ҳарорат 95°C , вақт - 60 дақиқа. Дар ин шароит дараҷаи истихроҷи Al_2O_3 - 22%, Fe_2O_3 - 40% мебошад.

Роҷеъ ба параметрҳои кинетикии таъсири мутақобилаи гили каолини кони Чашма-Санг бо кислотаи хлорид омӯзиш гузаронида шуд. Ҳисоб кардани арзиши энергияи фаъолсозӣ аз рӯйи муодилаи Аррениус бузургии 30.36 кҶ/молро нишон дод, ки ин шаҳодати он аст, ки раванд дар ҳудудҳои омехта – байни ҳудудҳои диффузионӣ ва назорати кинетикӣ рух медиҳад. Дар боби сеюми рисола инчунин бо истифода аз омехтаи кислотаҳои минералӣ аз кони Турпи Тоҷикистон бо кислотаҳо таҷзия шудани сиенитҳои нефелинӣ омӯхта шуда, шартҳои зерини таҷзияро тавсия медиҳад: ҳарорати ғудозиш - 500°C , ҳарорати таҷзияи кислота 98°C , вақт 60 дақиқа, консентратсияи H_2SO_4 - 50%, HNO_3 - 40%.

Дар таҳқиқот таҷзияи аргиллитҳои кони Чашма-Санг бо истифода аз кислотаҳои минералӣ таҳлил карда мешавад. Таъсири параметрҳои асосии раванд ба самаранокии истихроҷи ҷузъҳои пурарзиш аз ашёи хоми алюмосиликатӣ баҳрасӣ карда шудааст. Таъсири давомнокии коркард ва консентратсияи кислота ба дараҷаи истихроҷи оксиди алюминий аз гили каолини ин кон дар муқоиса бо дигар навъҳои маъданҳои алюмосиликатӣ омӯхта шуда, таъсири шароити ҳарорат ба ҳосили гилҳок аз алюмосиликатҳо, ки дар Тоҷикистон маъмул аст, таҳлил карда мешавад.

ХУЛОСАҲО

1. Хусусиятҳои ашёи хоми алюмосиликати Тоҷикистон бо усулҳои физикӣ-химиявӣ: ашёи хоми аргиллит, ашёи хоми нефелин-сиенит ва каолинҳо бо муайян кардани таркибҳои химиявӣ ва минералогии онҳо омӯхта шудаанд [1-М, 2-М, 11-М, 15-М, 16-М, 20-М].

2. Арзёбии термодинамикӣ барои коркарди кислотагии ашёи хоми алюмосиликатӣ ҳангоми таҷзия бо баъзе кислотаҳо - HCl , HNO_3 , H_2SO_4 ва H_3PO_4 гузаронида шуд. Реаксияҳои химиявӣ равандҳои ба амаломеда муқаррар карда шуда, пайвастиҳои ниҳони фойданок ба даст оварда шуданд [6-М, 15-М, 17-М].

3. Маҳдули кислотагии (кислотаи хлорид) ашёи каолин аз макони аслии Чашма-Санг гузаронида шуда, параметрҳои оптималии зерин ба даст оварда шуданд: ҳарорати таҷзия 95°C , вақти таҷзия 60 дақиқа, консентратсияи HCl 20%, риояи ин параметрҳо имкон медиҳад, ки миқдори максималии оксид аз гили каолин гирифта шавад $\text{Al}_2\text{O}_3 - 22.0\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 40.0\%$ [1-М, 2-М, 8-М, 9-М, 12-М, 16-М, 17-М, 21-М, 22-М].

4. Механизмҳои реаксияҳои химиявӣ ва кинетикаи вайроншавии гили каолин омӯхта шуданд. Муайян карда шуд, ки энергияи фаъолшавӣ дар ҳудуди ҳарорати $20-60^\circ\text{C}$ ба 33.84 кҶ/мол ва дар ҳудуди ҳарорати $80-98^\circ\text{C}$ – 30.36 кҶ/мол баробар буд, яъне раванд дар ҳудуди ҳарорати муқарраршуда дар минтақаи мобайнии наздиктар ба минтақаи диффузионӣ ба амал меояд [4-М, 5-М, 19-М].

5. Таҷзияи кислотагии ашёи хоми нефелин-сиенити кони Турпи бо истифода аз омехтаи кислотаҳои сулфат ва нитрат омӯхта шуд. Барои таҷзияи кислотагии ашёи хоми зикршуда параметри зерини оптималӣ муайян карда шуданд: гудозиши ашёи хоми нефелин-сиенит дар 500°C ; таҷзияи кислотгӣ бо омехтаи ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$) дар ҳарорати $90-98^\circ\text{C}$ дар муддати 60 дақиқа; кислотаҳоро дар консентратсияи ($\text{H}_2\text{SO}_4 - 50\%$, $\text{HNO}_3 - 40\%$) истифода кардан зарур аст, андозаи зарраҳои нефелин-сиенит < 0.1 мм. Дар сурати риоя кардани ин параметрҳо, истихроҷи пайвастиҳои арзишманд ба ҳадди аксар ноил мешавад: $\text{Al}_2\text{O}_3 - 46\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 86\%$ [1-М, 2-М, 8-М, 10-М, 20-М].

6. Оид ба таъсири омилҳои гуногуни физикию химиявӣ ба дараҷаи истихроҷи компонентҳои мақсаднок аз ашёи хоми алюмосиликатӣ тадқиқот гузаронда шуд. Шароити оптималии раванди таҷзия муайян карда шуд. Таҷзия бо кислотаи хлорид: таҷзия дар ҳарорати $80-90^\circ\text{C}$ дар давоми 60 дақиқа, консентратсияи HCl 20%. Дар ҳолати параметрҳои оптималии муайяншуда, истихроҷи ҳадди аксари зерин ба даст оварда мешаванд: $\text{Al}_2\text{O}_3 - 96.0\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 63.0\%$; таҷзия бо кислотаи нитрат: таҷзия дар ҳарорати 98°C давоми 60 дақиқа, HNO_3 бо консентратсияи 45%. Ҳангоми риояи ин параметрҳо, дараҷаи истихроҷ чунин мебошад: $\text{Al}_2\text{O}_3 - 97.2\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 66.5\%$; таҷзия бо кислотаи сулфат: таҷзия дар 98°C дар муддати 60 дақиқа, бо консентратсияи $\text{H}_2\text{SO}_4 - 40-60\%$. Иҷроиши ин параметрҳо дараҷаи истихроҷи компонентҳоро то ба ҳадди аксар мерасонад: $\text{Al}_2\text{O}_3 - 95.0\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 63.0\%$; кислотаи фосфат: таҷзия дар 98°C дар давоми 60 дақиқа, H_3PO_4 бо консентратсияи 30%. Ҳангоми риояи ин параметрҳо, дараҷаи истихроҷ чунин мебошад: $\text{Al}_2\text{O}_3 - 92.0\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 48.0\%$ [1-М, 2-М, 9-М, 10-М, 11-М, 12-М, 13-М, 15-М, 14-М, 15-М, 21-М, 22-М].

7. Оид ба раванди гудозиши гили каолини кони Чашма-Санг бо иловаи хлориди калсий (CaCl_2) ва гидроксиди натрий (NaOH) ва баъдан коркарди кислотагии гудохта гузаронида шуд. Дар асоси маълумоти бадастомада дар бораи усули гудозиши таҷзия бо истифода аз CaCl_2 ҳамчун реагенти фаъолкунанда, инчунин коркарди минбаъдаи он бо об ва кислота параметрҳои оптималии раванд муайян карда шуданд. Муайян карда шуд, ки арзиши баландтарини оксиди алюминий (Al_2O_3) ва истихроҷи оҳан (Fe_2O_3) бо коркарди кислотаҳо, ки 60 дақиқа дар ҳарорати 98°C , бо консентратсияи HCl 18-20% ва андозаи зарраҳои ашёи каолин аз 0.1 мм камтар ба даст меоянд. [7-М, 8-М, 18-М, 19-М, 21-М].

8. Таҷзияи ашёи хоми аргиллити Чашма-Санг бо кислотаи фосфат ва хусусиятҳои кинетикии он омӯхта шуданд. Параметрҳои оптималии таҷзияи ашёи хоми аргиллити Чашма-Санг бо кислотаи фосфат инҳоянд: ғудозиш дар ҳарорати 550-600°C дар давоми 60 дақиқа, ҳарорати таҷзияи кислотагӣ 95-98°C, вақти таҷзия 60 дақиқа, консентратсияи H_3PO_4 30% ва андозаи зарраҳо <0.1 мм, риояи ин параметрҳо имкон медиҳад, ки аз ашёи хоми аргиллит миқдори максималии оксид гирифта шавад - Al_2O_3 – 92.0% и Fe_2O_3 – 48.0% [3-М, 5-М, 11-М, 13-М, 15-М].

Тавсияҳо барои истифодаи амалии натиҷаҳо:

- нақшаҳои технологӣ ва усулҳои таҳияшудаи коркарди ашёи хоми алюмосиликати барои конҳои Тоҷикистон хос барои истеҳсоли саноатии алюминий ва пайвастагиҳои оҳан тавсия карда мешаванд;
- технологияи пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки реагентҳои коагулясионӣ дорои ионҳои алюминий ва оҳан, инчунин анионҳои хлоридӣ ва сульфатӣ ба даст оварда шаванд, ки самаранокии баланди онҳоро ҳангоми истифодаи равандҳои тозакунии об таъмин мекунад;
- аз рӯйи нақшаи таҳризишуда коркарди боқимондаи халнашавандаи пас аз таҷзияи кислотагӣ метавонад ҳамчун компонент барои истеҳсоли маҳсулоти сохтмон истифода шавад.
- маҳсулоти таҷзияи маъданҳои алюмосиликатӣ бо кислотаи фосфат барои истифода дар хоҷагии қишлоқ ҳамчун нуриҳои комплексӣ тавсия карда мешавад.

РҶҲАТТИ ИНТИШОРОТ АЗ РҶҲИ МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ ***Мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои тақризшавандаи КОА-и назди Президенти*** ***Ҷумҳурии Тоҷикистон ба нашр расида шудаанд:***

[1-М]. Каюмов, А.М. Влияние температурного режима на степень извлечения глинозема из алюмосиликатных руд Таджикистана / Каюмов А. М., **Гаффорзода С. М.**, Мисратов Ж, Мирсаидов У.М // Доклады АН РТ Том 58, №12 Душанбе – 2015.-С.1124-1127.

[2-М]. Каюмов, А.М Влияние продолжительности процесса и концентрации минеральных кислот на степень извлечения глинозема из алюмосиликатных руд. / Каюмов А.М, **Гаффорзода С. М.**, Аъзамов Ш. О., // Доклады АН РТ Том 59, №3 - 4 Душанбе – 2016. –С.146-150.

[3-М]. Мирзоев, Д.Х. Фосфорнокислотное разложение аргиллитов месторождения Чашма-Санг./ Д.Х.Мирзоев, Аъзамов Ш. О, **Гаффорзода С. М.**, Бахронов С.А., Мирсаидов У.М. // Известия АН РТ №3 (164) Душанбе – 2016.-С.74-78.

[4-М]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика солянокислотного разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан / Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, М.М. Худойкулов, **С.М. Гаффорзода**, У.М. Мирсаидов // Доклады АН РТ ,Том 60,№3-4., Душанбе-2017.-С.164-167.

[5-М]. Джамолов, Н.М. Кинетические аспекты разложения алюмосиликатных руд Таджикистана минеральными кислотами / Н.М. Джамолов., Д.Х. Мирзоев, М.М. Тагоев, **С.М. Гаффорзода**, // Доклады НАН РТ Том 64,№7-8, Душанбе-2021.-С.438-441.

[6-М]. **Гаффорзода, С.М.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана соляной кислотой./ **С.М. Гаффорзода**, Д.Х. Мирзоев, Д.О. Давлатов, Н.М. Джамолов, У.М. Мирсаидов. // Доклады НАН РТ., Том 65, №1-2, Душанбе-2022. –С.88-91.

[7-М]. Отаев, Ш.Д. Сравнительная оценка получения глинозёма и оксида железа из алюмосиликатных руд спеканием с $CaCl_2$ / Ш.Д.Отаев, **С.М. Гаффорзода**, Н.М. Джамолов, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов., // Доклады НАН РТ Том 65,№9-10 Душанбе-2022. –С.634-637.

Интишорот дар маводи конференсияҳои илмӣ:

[8-М]. Мирзоев, Д.Х. Разработка технологии переработки каолиновых глиен месторождения Чашма- Санг / Мирзоев Д.Х, Худойкулов М. М, Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С.М**, Мисратов Ж, Мирсаидов У.М // Материалы международной научной конференции «Роль молодых ученых в развитии науки, инновации технологии», посвященной 25- летию государственной независимости Республики Таджикистан 19- 20 мая 2016. –С.152-155.

[9-М]. Мирзоев, Д.Х. Солянокислотное разложение каолиновых глиен месторождения Чашма- Санг / Мирзоев Д. Х, Худойкулов М.М, Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С. М**, Мирсаидов У.М //Материалы Всероссийской научно- практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан» -Душанбе, 2016.-С.118-120.

[10-М]. Аъзамов, Ш.О. Хлорное и кислотное разложение алюмосиликатных руд Таджикистана / Аъзамов Ш. О, **Гаффорзода С.М**, Бахронов С.А, Мирсаидов У.М // Материалы VIII, Международной научно – практической конференции «Перспективы развития науки и образования», посвященной 25 – летию Государственной независимости Республики Таджикистан и 60 – летию ТТУ имени академика М.С.Осими часть 2 Душанбе 2016. –С.34-35.

[11-М]. Аъзамов, Ш. О. Переработка аргиллитов месторождения Чашма – Санг минеральными кислотами / Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С.М.**, Бахронов С.А, Мирсаидов, У.М // Сборник материалов XIII Нумановские чтения. Достижения химической науки за 25 лет Государственной независимости Республики Таджикистан и посвященной 70 – летию образования института химии им В.И.Никитина академии наук Республики Таджикистан. Душанбе 23 –ноября 2016.-С.87-90.

[12-М]. Мирзоев, Д.Х. Выщелачивание каолиновых глиен месторождения Чашма- Санг Республики Таджикистан уксусной кислотой / Мирзоев Д. Х, Аъзамов Ш.О, Отаев Ш.Д, **Гаффорзода С.М** // Материалы второй международной научно-практической конференции «Роль молодых ученых в развитии науки инновации и технологий» Душанбе -2017.-С.40-43.

[13-М]. Отаев, Ш.Д. Разложение аргиллитов фосфорной кислотой / Отаев Ш.Д, Аъзамов Ш.О, **Гаффорзода С.М**, Мирзоев Д.Х. // Материалы второй международной научно-практической конференции «Роль молодых ученых в развитии науки инновации и технологий» Душанбе – 2017.-С.75-76.

[14-М]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика фосфорнокислотного разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан / Д.Х.Мирзоев, Ш.Д.Отаев, **Гаффорзода С.М**, Д.Х.Мирзоева // Сборник материалов XIVНумановские чтения вклад молодых в развитие химической науки посвящённые «Году молодежи» Душанбе 22-ноября 2017.-С.70-72.

[15-М]. Отаев, Ш.Д. Оценка процесса разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг минеральными кислотами / Ш.Д. Отаев, **С.М. Гаффорзода**, Ш.О. Аъзамов, Д.Х. Мирзоев // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан» г. Душанбе 28-мая 2018.-С.24-26.

[16-М]. Каюмов, А.М.. Физико-химические основы разложения низкокачественных алюмосодержащих руд минеральными кислотами / А.М. Каюмов, Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, **С.М. Гаффорзода** // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан» г. Душанбе 28-мая 2018. –С.26-28.

[17-М]. Мирзоев, Д.Х. Оценка процесса разложения каолиновых глиен минеральными кислотами и уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, Ш.Д. Отаев, **С.М. Гаффорзода**, Ш.О. Аъзамов // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан».г. Душанбе 28-мая 2018. – С.126-128.

[18-М]. Мирзоев, Д.Х. Спекание каолиновых глин с хлоридом кальция / Д.Х. Мирзоев, **С.М. Гафорода**, Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, С.Д. Махмаднабиев // Сборник материалов XV Нуъмановское чтение “Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан” 24 октябрь 2019.-С.22-24.

[19-М]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика разложения зеленых глин соляной кислотой с предварительным спеканием с хлористым кальцием / Д.Х. Мирзоев, **С.М. Гафорода**, Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, А.М. Каюмов // Сборник материалов XV Нуъмановское чтение “Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан” 24 октябрь 2019.-С.24-26.

[20-М]. Мирзоев, Д.Х. Кислотное разложения нефелиновых сиенитов месторождения Турпи Таджикистана смесью минеральных кислот / Д.Х. Мирзоев, Н.М. Джамолов, **С.М. Гафорода**, И.М. Рахимов, У.М.Мирсаидов // XVIII Нумановские чтения «Развитие современной химии и её теоретические и практические аспекты»18 октябрь 2023г. г.Душанбе-С.35-39.

Патенти ихтироькорӣ:

[21-М]. Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1145. Способ получения жидкого стекла из алюмосиликатных руд / Гафорода С.М, Д.Х. Мирзоев, Ж.А. Мисратов, А.М. Каюмов, Д.О. Давлатов, Н.М. Джамолов, К.М. Назаров, О.А. Азизов, У.М. Мирсаидов.-Заявка №2001479.-Заявл. 13.02.2020; Зарег.14.04.2021г.

[22-М]. Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1489. Способ получения смешного коагулянта из низкокачественного глинозёмсодержащего сырья / Гафорода С.М, Исоев А.М., Мирзоев Д.Х., Холматов Т.Б., Неъматуллоев К.И., Рахимов И.М., Тагоев М.М., Мирсаидов У.М.- Заявка № 2301883.- - Заявл. 02.10.2023; Зарег. 16.04.2024 г.

АННОТАЦИЯ

на диссертацию Гафорзода Сулаймони Мусулмон на тему: «Технологические основы переработки алюмосиликатных руд Таджикистана кислотными и спекательными методами» представленной на соискание учёной 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)

Ключевые слова: Нефелин-сиенитовое сырьё, аргиллитовые руды, каолиновые и зелёные глины, кислотные способы, спекательный способ, минеральные кислоты, трихлорид алюминия.

Объекты и методы исследования, использованная аппаратура: технологические основы переработки алюмосиликатного сырья кислотным (минеральными кислотами) и спекательным методом при активации реагентом $CaCl_2$. Изучены процессы переработки алюмосиликатных руд кислотным методом и спеканием, а также механизмы, протекающие при разложении и спекании с реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$, достоверность которых подтверждается современными усовершенствованными методами анализа – химическим, ДТА, РФА.

Цель исследования изучение процессов разложения и активации различного алюмосиликатного сырья Таджикистана, включая нефелин-сиенитовое сырьё, аргиллитовые руды, каолиновые и зелёные глины кислотными способами при варьировании минеральных кислот, а также разработать способ для переработки местных алюмосодержащих материалов спекательным способом с различными активаторами процесса, в качестве активаторов-реагентов выбраны $NaOH$ и $CaCl_2$, определить оптимальные параметры технологических процедур спекания и кислотного разложения, изучить кинетику спекательных и кислотных способов, разработать обобщённые схемы технологий указанных способов с учётом рациональности, экономичности и экологичности.

Полученные результаты и их новизна. Исследовано разложение алюмосиликатного сырья отдельными минеральными кислотами, их смесями и спеканием с реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$, изучены механизмы при протекании процессов кислотной переработки и процессов.

Изучены процессы переработки алюмосиликатных руд кислотным методом и спеканием, а также механизмы, протекающие при разложении и спекании с реагентами $NaOH$ и $CaCl_2$,

Теоретическая и научно-практическая ценность работы Результаты, которые получены в диссертационном исследовании, можно использовать при получении различных ценных соединений из алюмосиликатного сырья, для разработки технологий переработки алюмосиликатных руд, получения коагулянтов для очистки вод различной степени загрязнённости.

Область применения: химическая промышленность.

АННОТАТСИЯ

ба диссертатсияи Гафорода Сулаймони Мусулмон дар мавзуи: «Асосҳои технологии коркарди маъданҳои алюмосиликати Тоҷикистон бо усулҳои кислотагӣ ва гудозиш» барои дарёфти унвони илмӣ номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисосҳои 05.17.00-Технологияи химиявӣ (05.17.01-Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ) ва 02.00.00-Химия (02.00.01-Химияи ғайриорганикӣ)

Калидвожаҳо: ашёи хоми нефелин-сиенитӣ, маъданҳои аргиллит, каолин ва гили сабз, усулҳои кислотагӣ, усули гудозиш, кислотаҳои минералӣ, хлориди алюминий.

Объектҳо ва усулҳои тадқиқот, таҷҳизоти истифодашаванда: асосҳои технологии коркарди ашёи хоми алюмосиликатӣ бо истифода аз кислота (кислотаҳои минералӣ) ва усули гудозиш бо фаъолгардони реактент. Равандҳои коркарди маъданҳои алюмосиликатӣ бо усули кислотагӣ ва гудозиш, инчунин механизмҳои, ки ҳангоми гудозиш ва таҷзияшавӣ бо реактентҳои $NaOH$ ва $CaCl_2$ ва эътимоднокии онҳоро бо усулҳои ҳозиразамони таҳлил химиявӣ, ТДТ, ТРФ тасдиқ мекунанд, омӯхта шудааст.

Мақсади тадқиқот аз омӯзиши равандҳои таҷзия ва фаъолгардони ашёи хоми гуногуни алюмосиликати Тоҷикистон, аз ҷумла ашёи хоми нефелин-сиенитӣ, маъданҳои аргиллит, каолин ва гилҳои сабз бо усулҳои кислотагӣ бо кислотаҳои минералии гуногун, инчунин таҷзияи усули гудозиш бо фаъолкунандаҳои гуногуни равандҳо барои коркарди маводи алюминии маҳаллӣ, ки ба ҳайси маводи фаъолкунанда $NaOH$ ва $CaCl_2$ интихоб карда шуданд, инчунин, муайян кардани меъёрҳои муносиби ҷараёни технологияи гудозиш ва таҷзияи кислотагӣ, омӯзиши кинетикаи усулҳои гудозиш ва кислотагӣ, таҳия нақшаи умумии технологияи усулҳои зикршуда бо назардошти таҳияи оқилона, камхарҷ ва тозагии экологӣ иборат мебошад.

Натиҷаҳои ба даст овардашуда ва навигарии онҳо. Таркиби ашёи хоми алюмосиликатҳо бо кислотаҳои минералии алоҳида, омехтаҳои онҳо ва таҷзияи онҳо бо реактентҳои $NaOH$ ва $CaCl_2$ таҳқиқ карда шуда, механизмҳои равандҳо ва равандҳои коркарди кислотагӣ омӯхта шуданд.

Равандҳои коркарди маъданҳои алюмосиликатӣ бо усули кислотагӣ ва гудозиш, инчунин механизмҳои, ки ҳангоми таҷзияшавӣ ва гудозиш бо реактентҳо ба амал меоянд, омӯхта шуданд.

Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ амалии кор. Натиҷаҳои дар таҳқиқи диссертатсионӣ ба даст овардашударо барои аз ашёи хоми алюмосиликатӣ ба даст овардани пайвастагиҳои гуногуни пурарзиш, кор карда баромадани технологияи коркарди маъданҳои алюмосиликатӣ, ба даст овардани коагулянтҳо барои тоза кардани обҳои, ки ба андозаҳои гуногун ифлос шудаанд, истифода бурдан мумкин аст.

Соҳаи таъбиқ: саноати химия.

ANNOTATION

on the dissertation of Gaforzoda Sulaymoni Musulmon on the topic: "Technological bases for processing aluminosilicate ores of Tajikistan by acid and sintering methods" submitted for the degree of candidate of technical sciences in the specialties 05.17.00-Chemical technology (05.17.01-Technology of inorganic substances) and 02.00.00-Chemistry (02.00.01-Inorganic chemistry)

Keywords: Nepheline-syenite raw materials, argillite ores, kaolin and green clays, acid methods, sintering method, mineral acids, aluminum trichloride

Objects and methods of research, used equipment: technological bases for processing aluminosilicate raw materials by acid (mineral acids) and sintering methods with use of CaCl_2 reagent for activation. The processes of processing aluminosilicate ores by the acid and sintering methods, as well as the mechanisms occurring during decomposition and sintering with NaOH and CaCl_2 reagents, the reliability of which is confirmed by modern advanced methods of analysis - chemical, DTA and X-ray diffraction.

The purpose of the study is to study the processes of decomposition and activation of various aluminosilicate raw materials of Tajikistan, including nepheline-syenite raw materials, argillite ores, kaolin and green clays by acid methods with varying mineral acids, and also to develop a sintering method with various process activators for processing local aluminum-containing materials, NaOH and CaCl_2 were selected as activator-reagents to determine the optimal parameters of the technological procedures of sintering and acid decomposition, to study the kinetics of sintering and acid methods, to develop generalized schemes of the technologies for the mentioned methods considering rationality, cost-effectiveness and environmental safety.

The results obtained and their novelty. The decomposition of aluminosilicate raw materials by individual mineral acids, their mixtures and sintering with NaOH and CaCl_2 reagents were studied, the mechanisms of processes and acid processing were studied.

The processes of processing aluminosilicate ores by the acid method and sintering were studied, as well as the mechanisms occurring during decomposition and sintering with NaOH and CaCl_2 reagents

Theoretical and scientific-practical value of the work. The results obtained in the dissertation research can be used to obtain various valuable compounds from aluminosilicate raw materials, to develop technologies for processing aluminosilicate ores, to obtain coagulants for cleaning water with varying degrees of pollution.

Application area: chemical industry.