

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

На правах рукописи
УДК 546.621



ОТАЕВ Шохрух Дилшодович

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ
АРГИЛЛИТОВ И КАОЛИНОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ЧАШМА-САНГ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
КИСЛОТНЫМИ И СПЕКАТЕЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук по специальности
05.17.01 – Технология неорганических веществ**

Душанбе - 2021

Работа выполнена в лаборатории переработки минеральных руд и промышленных отходов Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, главный научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
Мирсаидов Ульмас Мирсаидович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент, заместитель генерального директора ООО «ТАЛКо Кемикал» по науке, развитию технологии и качества
Асрори Муродиён

кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры «Общей и неорганической химии» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими
Насриддинов Субхиддин Камарович

Ведущая организация: кафедра прикладной химии Таджикского национального университета

Защита состоится 13 сентября 2021 года в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-007 при Институте химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2, E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана www.chemistry.tj

Автореферат разослан «____» _____ 2021 г.

**Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат химических наук**

Махкамов Х.К.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и необходимость проведения исследования. В настоящей работе рассмотрен вопрос переработки аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана кислотными и спекательными методами с целью комплексной переработки низкокачественного алюминийсодержащего сырья.

Глинозёмсодержащее сырьё – нефелиновые сиениты, алуниты, каолиновые глины и др., из которых могут быть получены ценные продукты: глинозём, соли алюминия и железа, сода, поташ, строительные материалы и др.

Особое значение имеет выделение солей алюминия и железа из указанных руд. Соли алюминия и железа широко используются в различных областях промышленности, и нашли применение для очистки вод в качестве эффективного смешанного коагулянта.

В настоящее время производство глинозёма – полупродукта для получения металлического алюминия базируется в основном на бокситах, которые представляют собой глинозёмное высокосортное сырьё. При этом растущий спрос на производство алюминия, в частности, солей алюминия, которые успешно применяются для очистки воды, как коагулянты, вызывают определённые противоречия с недостаточным количеством бокситных руд в Таджикистане, в результате чего возникает необходимость в использовании других сырьевых материалов, в состав которых входит глинозём. Произошло значительное расширение сырьевой базы для алюминиевой промышленности в связи с выявлением различных видов сырья, имеющего в своём составе различные количества глинозёма. На территории Таджикистана выявлены месторождения, в составе руд которых присутствуют различные количества низкокачественных бокситов, алунитов, каолинов, глин и нефелинов.

Хотя указанные виды местного сырья имеют в своём составе низкие количества глинозёма, они являются ценным сырьём, так как в их составе присутствуют различные другие ценные компоненты. Их промышленная переработка с целью получения глинозёма и коагулянтов представляется выгодной и вполне рациональной при их переработке с использованием комплексных методов.

Промышленные испытания прошёл и внедрён в промышленность метод спекания, в котором нефелиновые руды перерабатываются с получением целого ряда продуктов – соды, поташа, цемента и др.

Переработка нефелиновых руд спекательными методами основана на образовании алюминатов при взаимодействии нефелиновой руды со щелочами, которые присутствуют в составе указанной руды. Поэтому для переработки нефелиновых руд спекательными методами основным реагентом используется известняк.

В литературе мало данных о переработке аргиллитов и каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения Таджикистана. Эти руды являются низкокачественными с содержанием Al_2O_3 до 35% и Fe_2O_3 – до 10%.

Поэтому изучение физико-химических основ переработки аргиллитов и

каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения кислотными и спекательными методами является актуальной задачей.

Степень изученности научной проблемы. Ранее была изучена комплексная переработка алюминийсодержащих руд, в частности, низкокачественных бокситов, алунитов, сиаллитов и каолиновых глин, в связи с тем, что хотя эти руды являются низкокачественными, их комплексная переработка позволяет получить целый комплекс полезных продуктов. Кроме того, в работах исследованы процессы разложения алюмосодержащего сырья с использованием минеральных кислот и хлорированием, в частности, сиенитов месторождения Турпи, с определением кинетики и термодинамических процессов, протекающих при хлорировании и кислотном разложении указанных руд. Переработка аргиллитов и каолиновых глин Таджикистана разложением фосфорной и азотной кислотами с получением полезных компонентов, а также спеканием указанных руд с различными реагентами изучена недостаточно.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью исследования является переработка аргиллитов и каолиновых глин разложением фосфорной и азотной кислотами с получением полезных компонентов, а также спеканием указанных руд с CaCl_2 и NaOH с последующей водно-кислотной обработкой спека.

Объектом исследования является получение оксидов железа, алюминия и смешанного алюможелезосодержащего коагулянта фосфорно-, соляно- и азотнокислотным разложением аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг, а также спеканием с натрий- и кальцийсодержащими реагентами.

Предмет исследования. Фосфорно-, соляно- и азотнокислотная переработка аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг, разложение указанных руд спеканием с NaOH и CaCl_2 с целью получения из них ценных компонентов. Разработка эффективных технологических схем получения оксидов железа и алюминия.

Задачи исследования:

- исследование физико-химических характеристик исходных каолиновых глин и аргиллитов Чашма-Сангского месторождения;
- термодинамический анализ процессов, связанных с разложением алюмосиликатных руд – каолиновых глин и аргиллитов;
- изучение аргиллитов и каолиновых глин с помощью рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа;
- кислотные и спекательные способы разложения аргиллитов и каолиновых глин;
- изучение особенностей разложения алюмосиликатных руд спеканием с CaCl_2 и NaOH .

Методы исследования. Исходные руды – аргиллиты и каолиновые глины, продукты после их предварительного обжига при температурах от 500 до 600°C, продукты их кислотной переработки и конечные продукты изучались

с помощью РФА. Также использованы комплексонометрический и весовой методы анализа (определение проводили на содержание в исследуемых рудах алюминия, железа и кремния). Для определения щелочных металлов Na, K, Ca, Mg использовали спектральный метод и метод пламенной фотометрии с использованием оборудования ПФМ-2. Термодинамическая оценка разложения каолиновых глин минеральными кислотами, стехиометрические расчёты фосфорной кислоты при разложении аргиллитов и каолиновых глин, расчёты материальных балансов фосфорнокислотного разложения указанных руд.

Отрасль исследования относится к комплексной переработке алюмосиликатных руд Республики Таджикистана.

Этапы исследования включают изучение литературных источников по теме комплексной переработки минерального сырья, отходов алюминиевой промышленности, разработку методов анализа, постановку эксперимента по переработке алюмосиликатных руд кислотными методами и спеканием, обработку спёков кислотным разложением. Разработку принципиальных технологических схем переработки аргиллитов и каолиновых руд Таджикистана.

Основная информационная и экспериментальная база охватывает поиск исследовательских работ через научные журналы с использованием международных информационных систем. Особое внимание уделено электронным научным материалам, использованию компьютерных сетей. Работа выполнена в основном на базе лаборатории переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии им В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. Экспериментальная база института позволяет проводить исследования по анализу руд и изучению физико-химических свойств алюмосиликатных руд. В институте имеются приборы для РФА и ДТА анализа. Разработаны эффективные методы переработки алюмосиликатных руд – аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг.

Достоверность диссертационных результатов подтверждается параллельными экспериментами и химическими анализами нескольких образцов и контролируемых методом физико-химического анализа.

Научная новизна исследования:

- установлены механизмы химических процессов протекания кислотного разложения алюмосиликатных руд (аргиллитов и каолиновых глин);
- установлены механизмы протекания процессов спекания алюмосиликатных руд с натрий- и кальцийсодержащими реагентами;
- выявлены зависимости степени извлечения полезных компонентов от концентрации кислоты, продолжительности процесса и температуры;
- проведена разработка принципиальных технологических схем по переработке алюмосиликатного сырья кислотными методами и методом спекания.

Теоретическая ценность исследования. Выявление механизмов фосфорно-, соляно- и азотнокислотного разложения и спекания с натрий-и

кальцийсодержащими реагентами аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг.

Практическая ценность исследования заключается в том, что на основе проведенных исследований разработана эффективная технология переработки аргиллитов и каолиновых глин Таджикистана кислотными методами и спеканием, которая обеспечивает их комплексную переработку. При внедрении разработанные способы могут дать определенный экономический эффект.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты термодинамических характеристик процессов разложения алюмосодержащих руд;
- результаты ДТА и РФА алюмосиликатных руд;
- результаты кислотного и спекательного разложения низкокачественного алюминиевого сырья Таджикистана;
- разработка принципиальных технологических схем по разложению каолиновых глин и аргиллитов месторождений Республики Таджикистан.

Личный вклад соискателя охватывает постановку задач исследования, анализ литературных источников по теме диссертации, определение методов решения поставленных задач и обработку экспериментальных данных.

Апробация диссертации и информация об использовании её результатов. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на: Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий», посвящённой 20-летию Дня примирения Республики Таджикистан (Душанбе, 2017); XIV Нумановских чтениях «Вклад молодых учёных в развитие химической науки», посвящённых Году молодёжи (Душанбе, 2017); Международной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инновации и технологий» (Душанбе, 2018); Международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан» (Душанбе, 2018); IV Международной научной конференции «Вопросы физической и координационной химии», посвящённой памяти докторов химических наук, профессоров Х.М. Якубова и З.Н. Юсуфова (Душанбе, 2019); XV Нумановских чтениях «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан» (Душанбе, 2019).

Опубликование результатов диссертации. По теме диссертации опубликованы 24 работ, в том числе 11 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, а также 13 тезисов в материалах международных и республиканских конференций. Получены 4 малых патента Республики Таджикистан.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из 3 глав, включает введение, литературный обзор, представляет собой рукопись, изложенную на 119 страницах компьютерного набора, включает 33 рисунка, 28 таблицы и 105 литературных источника и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены литературные источники по переработке различных низкокачественных алюмосодержащих руд – нефелиновых сиенитов, сиаллитов и каолиновых глин, алунитов различными минеральными кислотами, а также изучены методы их переработки.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛИНОЗЁМСОДЕРЖАЩИХ РУД И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ РАЗЛОЖЕНИЯ РУД МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ

Алюминийсодержащие руды широко представлены в месторождениях Таджикистана – это месторождения руд с высокими содержаниями алюминия – аргиллитами, цеолитами, каолинами, нефелиновыми сиенитами и др., отличающиеся между собой кристаллическими, минералогическими и химическими характеристиками.

Исследования аргиллитовых руд проводились химическим, РФА, спектральным, фотометрическим и объёмным методами. Так, определение химического состава указанных аргиллитовых руд Чашма-Сангского месторождения показало следующие количества компонентов в составе указанных руд (мас%): Al_2O_3 – 31,6; Fe_2O_3 – 8,74; SiO_2 – 42,86; Na_2O – 0,1; K_2O – 2,95; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 10,5.

По данным РФА, в составе аргиллитовых руд Чашма-Сангского месторождения имеются минералы монтмориллонита, гематита, кварца, каолинита.

Определение химического состава указанных аргиллитовых руд Зиддинского месторождения показало следующие количества компонентов в составе указанных руд (мас%): Al_2O_3 – 19,75; Fe_2O_3 – 4,99; SiO_2 – 60; Na_2O – 0,1; K_2O – 1,2; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 10.

По данным РФА, в составе аргиллитовых руд Зиддинского месторождения имеются минералы монтмориллонита, гематита, кварца, каолинита, иллита.

Определение химического состава каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения показало следующие количества компонентов в составе указанных руд (мас%): Al_2O_3 – 24,84; Fe_2O_3 – 10,98; SiO_2 – 50; Na_2O – 0,3; K_2O – 2,65; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 6,3.

По данным пламенно-фотометрического и объёмного анализов, в составе каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения имеются минералы монтмориллонита, гематита, кварца, каолинита, иллита, гётита, гидраргиллита, гидрослюды.

Методы физико-химических исследований. Для аргиллитов Чашма-Сангского и Зиддинского месторождений (исходных и обожжённых) термолиз изучен в температурных пределах от 100 до 1000°C с использованием дериватографа «Q - 1000» Паулик-Эрдей, скорость изменения температуры составляла 10°C/мин.

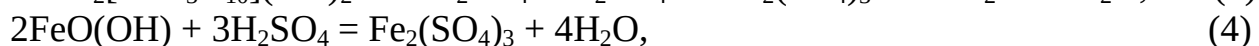
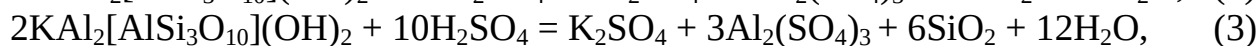
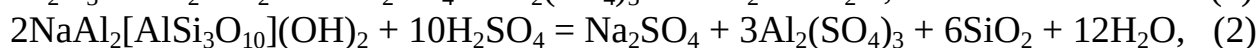
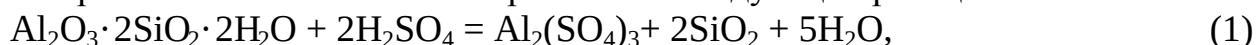
В нашей диссертационной работе исходные руды – аргиллиты, каолиновые и зелёные глины, продукты после их предварительного обжига при

температурах от 500 до 600°C, продукты их кислотной переработки и конечные продукты изучались с помощью РФА. Был использован модифицированный дифрактограф «Дрон-3» с CuK α -излучением, никелевым фильтром и программным обеспечением. Погрешности при определении параметров составили $\pm 0,005$ нм.

Термодинамическая оценка разложения каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения минеральными кислотами. В настоящем подразделе дана термодинамическая оценка кислотного разложения каолиновых глин серной и азотной кислотами. При изучении процесса разложения минералов, составляющих каолиновые глины, необходим термодинамический анализ возможности протекания процесса с участием H_2SO_4 и HNO_3 .

Как известно, каолиновые глины Чашма-Сангского месторождения состоят из следующих минералов: каолинит ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$), гематит (Fe_2O_3), гётит ($FeO(OH)$), кварц (SiO_2), монтмориллонит ($((OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot nH_2O)$), иллит ($KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$), гидраргиллит ($Al(OH)_3$), гидрослюда ($3NaAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$).

С серной кислотой возможно протекание следующих реакций:



Термодинамические характеристики рассматриваемых реакций приведены в таблице 1.

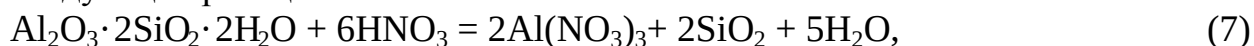
Таблица 1 - Термодинамические характеристики рассматриваемых реакций с участием серной кислоты (схемы (1)-(6))

№ схемы	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔS_{298}^0 , Дж/моль·град	ΔG_{298}^0 , кДж/моль
(1)	-152.6	-0.8	-125.36
(2)	-3778.4	328.4	-3876.26
(3)	-3702.1	368.6	-3811.94
(4)	-165.6	28.8	-157.01
(5)	-173.6	65.6	-154.05
(6)	-85.4	48.0	-99.704

Анализ изменения энергии Гиббса от температуры для алюминийсодержащих минералов показал, что термодинамически предпочтительными являются реакции (2) и (3).

Результаты термодинамической оценки по азотнокислотному разложению каолиновых глин приводятся в таблице 2.

При разложении минералов каолиновых глин азотной кислотой возможны следующие реакции:



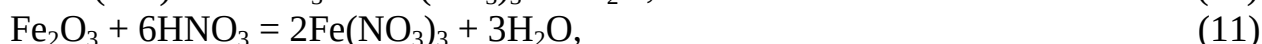
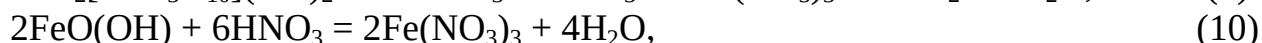
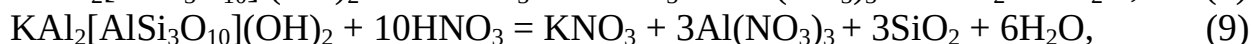
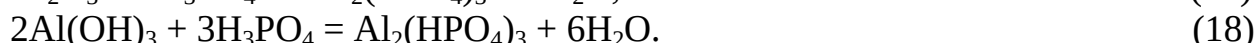
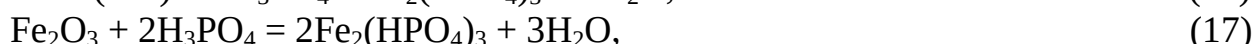
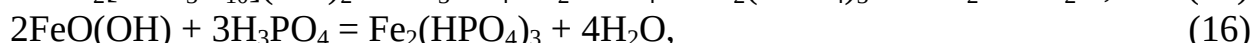
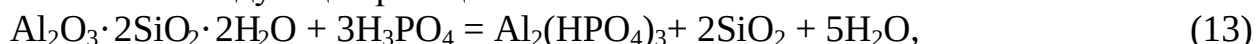


Таблица 2 - Термодинамические характеристики рассматриваемых реакций с участием азотной кислоты (схемы (2.7)-(2.12))

№ схемы	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔS_{298}^0 , Дж/моль·град	ΔG_{298}^0 , кДж/моль
(7)	-229.4	200.6	-289.178
(8)	-374.2	-667.18	-175.38
(9)	-336.05	-611.08	-153.95
(10)	-257.2	-509	-105.518
(11)	-265.2	-545.8	-102.55
(12)	-81.1	-186.8	-25.4336

Таким образом, разложение руды - каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения Таджикистан серной и азотной кислотами является предпочтительным, так как во всех случаях ΔG имеет отрицательные значения.

При взаимодействии фосфорной кислоты с минералами каолиновых глин возможны следующие реакции:



Для каждой реакции были рассчитаны термодинамические характеристики, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчёт термодинамических характеристик реакций при взаимодействии минералов каолиновых глин с H_3PO_4

№ схемы	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔS_{298}^0 , Дж/моль·град	ΔG_{298}^0 , кДж/моль
(13)	-54.2	191.4	-111.23
(14)	-239	669.6	-438.54
(15)	-200.4	511.42	-352.803
(16)	-49.37	49.42	-64.09
(17)	-106.77	62.04	-125.23
(18)	6.5	120.1	-29.3

Результаты расчёта термодинамических характеристик предполагаемых реакций (13) -(18) указывают на вероятность протекания процесса в стандартных условиях. По результатам опытов можно констатировать, что

повышение температуры положительно влияет на разложение каолиновых глин фосфорной кислотой, то есть при увеличении температуры реакции (13) -(18) протекают значительно быстрее.

Для каолиновых глин и аргиллитов Чашма-Сангского месторождения выполнено проведение стехиометрических расчётов количеств фосфорной кислоты, необходимых для максимального извлечения оксидов состава руд.

ГЛАВА 3. КИСЛОТНЫЕ И СПЕКАТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РАЗЛОЖЕНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД – АРГИЛЛИТОВ И КАОЛИНОВЫХ ГЛИН

Фосфорнокислотное разложение аргиллитов месторождения Чашма-Санг. Определение химического состава указанных аргиллитовых руд Чашма-Сангского месторождения показало следующие количества компонентов в составе указанных руд: Al_2O_3 – 31.6; Fe_2O_3 – 8.74; Na_2O – 0.1; K_2O – 2.95; CaO – 1.0; MgO – 1.0; SiO_2 – 42.86; п.п.п -10.0.

В составе аргиллитовой руды основными компонентами являются оксиды алюминия, железа и кремния, но кроме того, в составе руды также присутствуют незначительные содержания других химических элементов.

Были проведены рентгенографические исследования исходной аргиллитовой руды Чашма-Сангского месторождения и остатка, полученного после термического разложения руды, проводимого в течение 1 часа при $t = 550-600^\circ\text{C}$ с дальнейшим разложением фосфорной кислотой (30% H_3PO_4). По результатам проведённой серии опытов можно констатировать, что остаток после термической и фосфорнокислотной обработки представляет собой в основном минерал кварц (рисунок 1 – 2).

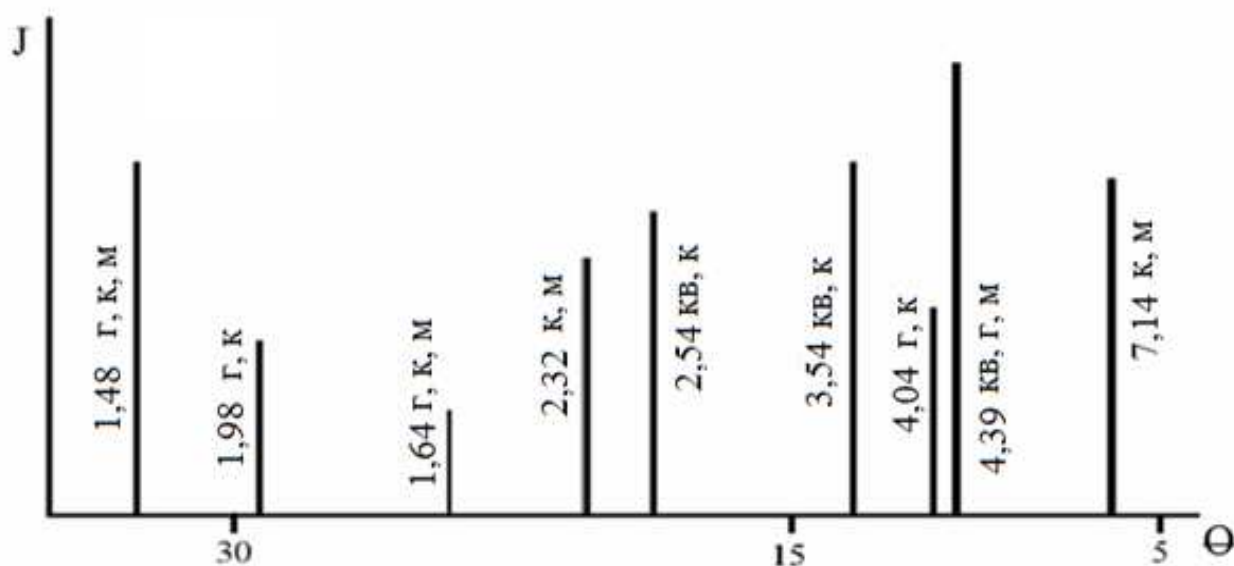


Рисунок 1 - Рентгенофазовый анализ исходного аргиллитового сырья Чашма-Сангского месторождения (кв - кварц; к - каолинит; м - монтмориллонит; г – гематит)

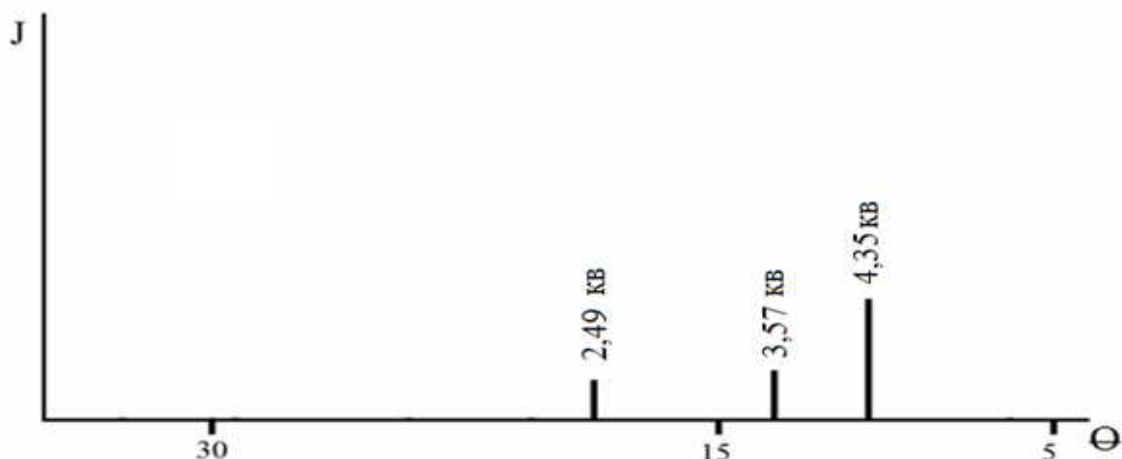


Рисунок 2 - Рентгенофазовый анализ остаток исходного аргиллитового сырья после кислотного разложения (кв - кварц)

Были изучены различные физико-химические параметры фосфорнокислотного разложения аргиллитовой руды с целью определения наиболее оптимальных параметров разложения (t процесса, время разложения, концентрация фосфорной кислоты) (рисунок 3).

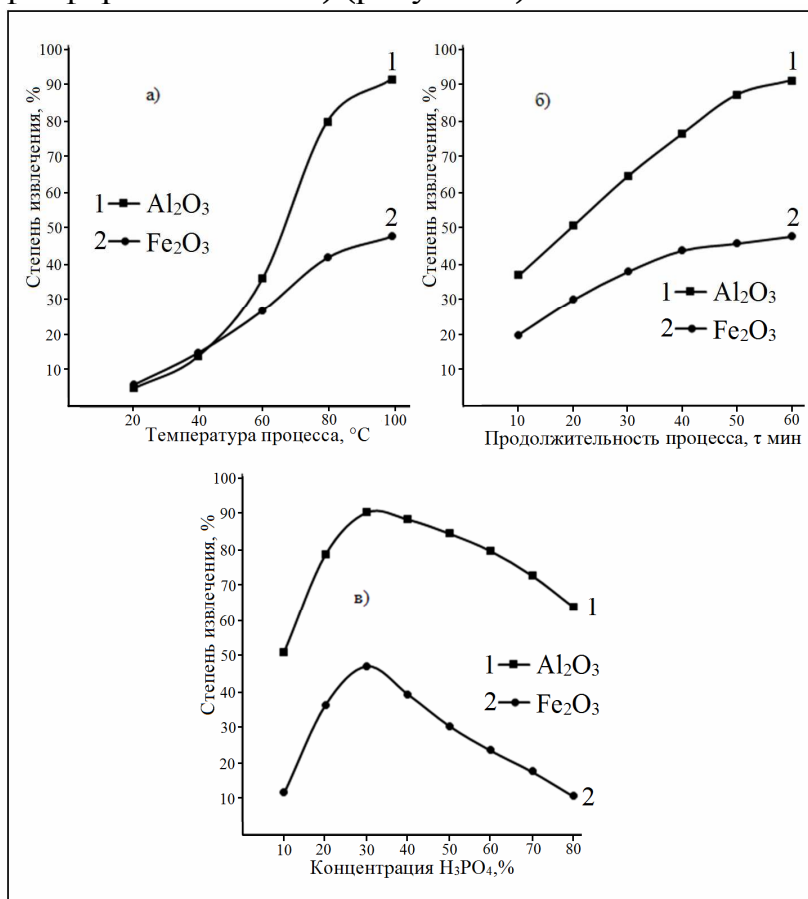


Рисунок 3 - Зависимость степени извлечения Al₂O₃ (1) и Fe₂O₃ (2) в раствор от температуры (а), продолжительности процесса (б) и концентрации фосфорной кислоты (в)

Таким образом, для фосфорнокислотного разложения аргиллитовых руд Чашма-Сангского месторождения рекомендованы следующие оптимальные параметры. Обжиг аргиллитовой руды необходимо проводить в течение 1 часа при температуре от 550 до 600°C, кислотное разложение руды в течение 1 часа при температуре от 95 до 98°C, концентрация фосфорной кислоты в пределах 30%, тонкость размолла руды <0,1 мм. При указанных параметрах извлечение из аргиллитовой руды Al_2O_3 равно 92,0%, Fe_2O_3 – 48,0%.

Кинетика фосфорнокислотного разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан. Для изучения кинетических процессов, протекающих при фосфорнокислотном разложении аргиллитовых руд Чашма-Сангского месторождения с получением оксида алюминия, были построены кинетические кривые указанного процесса (рисунок 4). Можно констатировать, что максимальное извлечение из аргиллитовой руды оксида алюминия протекает в течение 1 часа при $t=98^\circ\text{C}$, при этом из руды извлекается от 90 до 92% оксида алюминия. При более низких температурах процесса ($70\text{--}80^\circ\text{C}$) в течение 1 часа извлекается меньшее количество Al_2O_3 , составляющее от 75 до 79%.

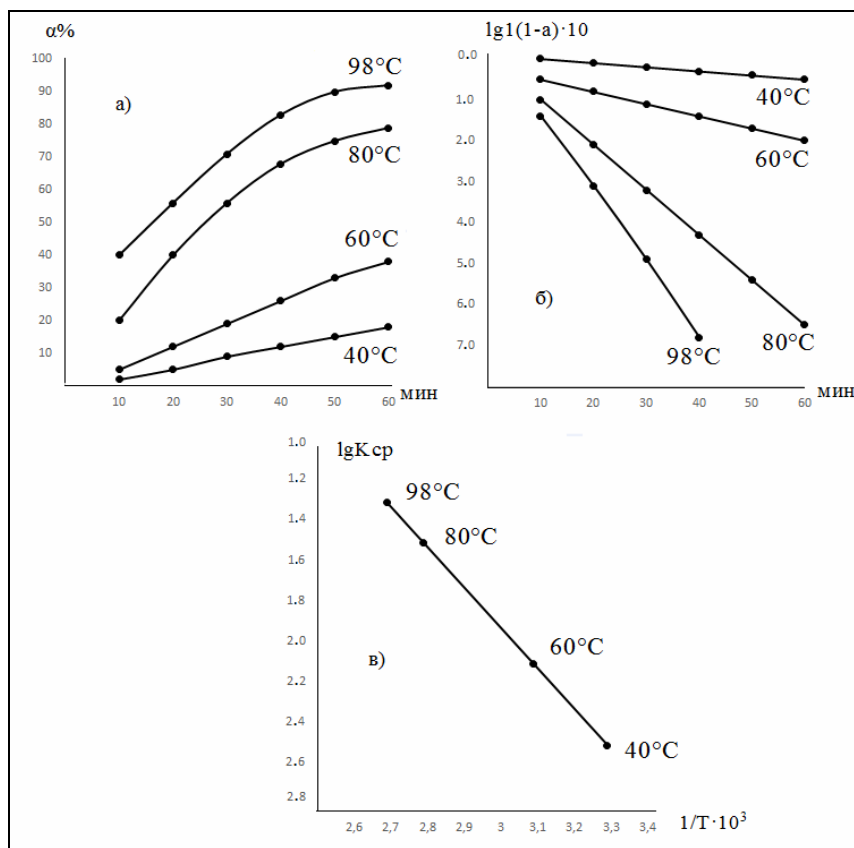


Рисунок 4 - Зависимость степени извлечения Al_2O_3 от: продолжительности процесса разложения (а), $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (б) и зависимость $\lg K_{\text{cp}}$ от обратной абсолютной температуры $1/T \cdot 10^3$ (в) в результате обработки 30% фосфорной кислотой аргиллитов месторождения Чашма-Санг

Рисунок 4б представляет собой график зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени – наклон прямых линий на графике составляет от 32 до 35 градусов.

Для процесса фосфорнокислотного разложения аргиллитовой руды с получением оксида алюминия зависимости константы его скорости от температуры изменяются по закону Аррениуса, что наглядно видно из рисунка 4в, где представлены зависимости $\lg K_{\text{ср}}$ от обратной абсолютной температуры.

Определена энергия активации указанного процесса, величина которой равна 34,5 кДж/моль. Проведено построение кинетических кривых для указанного процесса, на основании которых выявлено протекание процесса в кинетически контролируемой области значений, более близкой к смешанной области значений.

Следовательно, в данной серии опытов изучена кинетика фосфорнокислотного разложения аргиллитовых руд с выделением из них оксида алюминия и определены области протекания процесса – он протекает в кинетически контролируемой области значений, более близкой к смешанной области значений.

Разработана принципиальная технологическая схема комплексной переработки аргиллитов месторождения Чашма-Санг фосфорнокислотным способом, включающая следующие стадии: - размол руд на мельнице; - отсеивание на ситах частиц с диаметрами не более 0,1 мм; - обжиг при $t=550-600^{\circ}\text{C}$ в течение 1 часа; - смешивание аргиллитовой руды с фосфорной кислотой в реакторе; - разложение аргиллитовой руды фосфорной кислотой в течение 1 часа при $t=20-100^{\circ}\text{C}$; - разделение полученной пульпы на твёрдую и жидкую фазы; - разделение фаз – отстаивание и фильтрование; - получение полезных материалов.

При разложении аргиллитовых руд фосфорной кислотой из указанных руд происходит извлечение таких полезных материалов, как различные соли фосфорной кислоты, извлечение других ценных продуктов.

Спекание каолиновых глин с хлоридом кальция с последующим водным и солянокислотным разложением. Объёмный и пламенно-фотометрический анализы каолиновой глины показали содержание в ней следующих соединений (мас%): Al_2O_3 – 24.84; Fe_2O_3 – 10.98; Na_2O – 0.3; K_2O – 2.65; CaO – 1.0; MgO – 1.1; SiO_2 – 50.0; п.п.п. – 6.3.

Каолиновую глину спекали при температуре $780-800^{\circ}\text{C}$ в соотношении CaCl_2 : сырьё = 1:1, размер частиц - 0.1 мм, длительность спекания составила 60 мин.

Спёк, полученный после термообработки каолиновой глины, подвергали последовательно сначала водной, затем солянокислотной обработке. Эти два последовательных процесса проводили при одинаковых условиях: обрабатывали спёк водой, затем соляной кислотой при $t=98^{\circ}\text{C}$ в течение 1 часа, концентрацию кислоты варьировали в пределах от 18 до 20%. Спёк обрабатывали водой, чтобы удалить избыток хлорида кальция, солянокислотная обработка проводилась с целью выделения из каолиновой глины оксидов алюминия и железа. В процессе данной переработки было получено Fe_2O_3 40-44%, Al_2O_3 88-90%.

На рисунке 5 приводятся результаты разложения спёка, полученного после термообработки каолиновой глины с дальнейшей последовательной сначала водной, далее солянокислотной обработкой. Целью данной серии опытов было изучение зависимости степеней извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 данного процесса.

На основании проведённого цикла опытов можно констатировать, что для разложения каолиновой глины оптимальными параметрами являются: разложение HCl в течение 1 часа при $t=98^\circ\text{C}$, концентрация HCl от 18 до 20%, тонкость помола <0.1 мм.

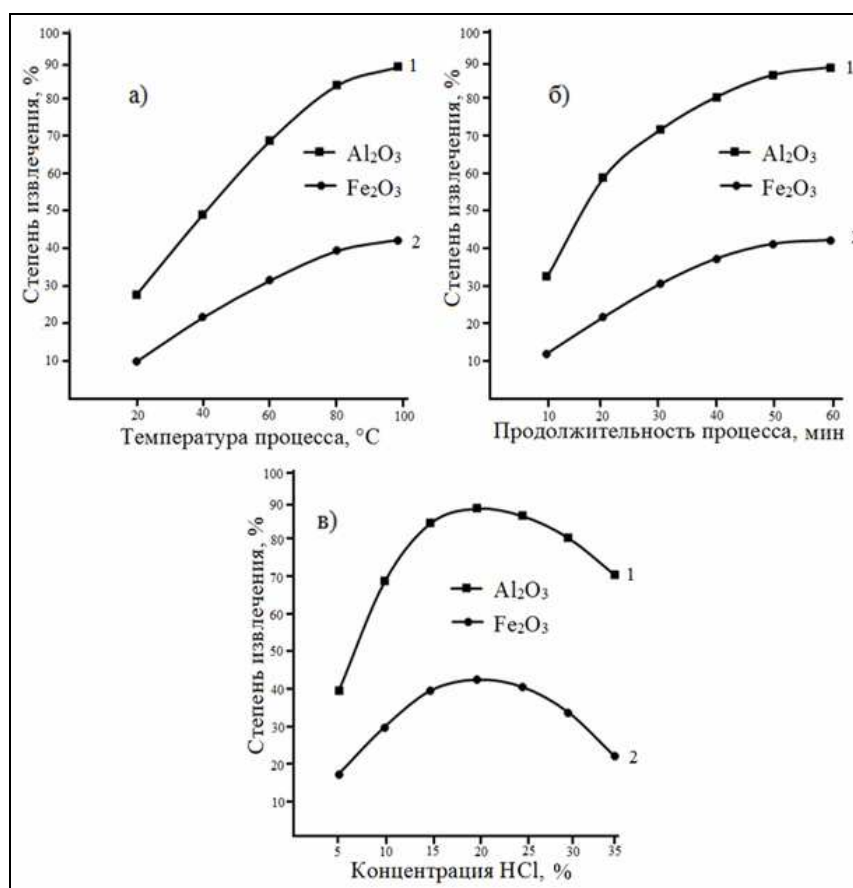


Рисунок 5 - Зависимость степени извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 в раствор от: температуры (а), продолжительности процесса (б) и концентрации HCl (в) при солянокислотном разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг

Изучение кинетических параметров солянокислотного разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с хлоридом кальция. Проводилось исследование кинетических процессов, протекающих при солянокислотном разложении каолинов Чашма-Сангского месторождения, для которых проводили предварительное спекание с реагентом хлоридом кальция.

Для изучения кинетических процессов, протекающих при солянокислотном разложении каолинов Чашма-Сангского месторождения с получением оксида алюминия, были построены кинетические кривые указанного процесса (рисунок 6а).

Можно констатировать, что максимальное извлечение из каолиновой глины оксида алюминия протекает в течение 1 часа при $t=98^{\circ}\text{C}$, при этом из каолина извлекается от 87 до 90% оксида алюминия. При более низких температурах процесса ($70-80^{\circ}\text{C}$) в течение 1 часа извлекается меньшее количество Al_2O_3 , составляющее от 75 до 80%.

Для данного процесса разложения с получением оксидов алюминия была рассчитана скорость разложения каолиновой глины. Расчёт проводился на основании кинетического уравнения первого порядка. Рисунок 6б представляет собой график зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени – наклон прямых линий на графике составляет от 34 до 38 градусов. Для рассматриваемого процесса разложения с получением оксида алюминия зависимости константы его скорости от температуры изменяются по закону Аррениуса, что наглядно видно из рисунка 6в, где представлены зависимости $\lg K_{\text{ср}}$ от обратной абсолютной температуры.

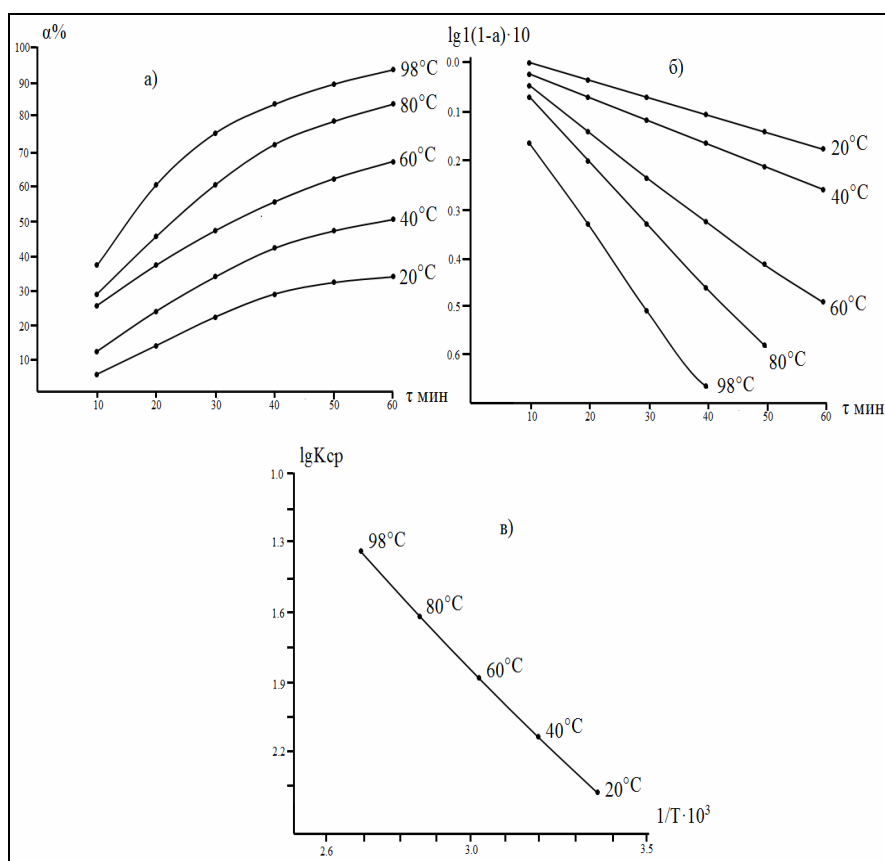


Рисунок 6 - Зависимость степени извлечения Al_2O_3 от: продолжительности процесса разложения (а); зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (б) и зависимости $\lg K_{\text{ср}}$ от обратной абсолютной температуры $1/T \cdot 10^3$ (в) в результате обработки 20% соляной кислотой каолиновой глины месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с хлоридом кальция

Определена энергия активации указанного процесса, величина которой равна 23,7 кДж/моль. Проведено построение кинетических кривых для указанного процесса, на основании которых выявлено протекание процесса в

диффузионно контролируемой области значений, более близкой к смешанной области

Азотнокислотное разложение каолиновых глин с предварительным спеканием с гидроксидом натрия. Были изучены различные физико-химические параметры азотнокислотного разложения каолинов с целью определения наиболее оптимальных параметров разложения (t процесса, время разложения, концентрация азотной кислоты) (рисунок 7).

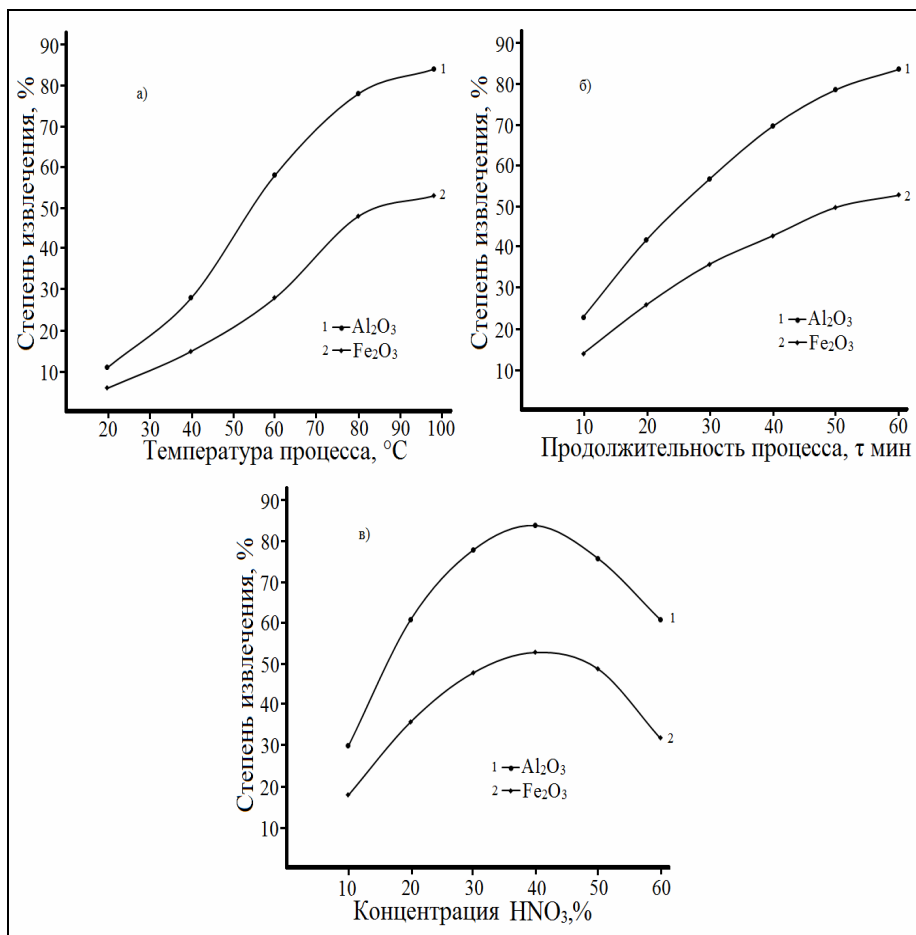


Рисунок 7 - Зависимость степени извлечения оксидов алюминия и железа в раствор от: температуры (а), продолжительности процесса (б) и концентрации азотной кислоты (в) (1 — Al_2O_3 , 2 — Fe_2O_3)

Рассмотрено влияние температуры (рисунок 7а) на указанное разложение с выделением оксидов - Al_2O_3 и Fe_2O_3 . Можно констатировать, что увеличение t процесса от 20 до 98°C значительно увеличивает извлечение оксидов состава аргиллитовой руды, в частности, при данных температурных показателях извлечение Al_2O_3 составляет при 20°C — 11,0%, при 98°C — 84,0%, Fe_2O_3 — соответственно, 6,0 и 53,0%, то есть значительно увеличивается.

На рисунке 7б приводятся результаты изучения влияния времени данного разложения каолина на извлечение полезных материалов, в частности, оксидов алюминия и железа. Данный показатель варьировался в опытах в пределах 10 минут — 1 час. Показано, что при 10-минутной обработке каолиновой глины

азотной кислотой происходит извлечение 23,0% оксида алюминия и 14,0% оксида железа. При увеличении времени обработки данные показатели значительно увеличиваются, достигая максимальных значений при времени обработки каолина 1 час, и извлечение при этом составляет: Al_2O_3 84,0%, Fe_2O_3 53,0%.

На рисунке 7в приводятся результаты изучения влияния концентрации азотной кислоты на извлечение оксидов. Концентрация азотной кислоты в опытах варьировалась в пределах 10-60%. Показано, что минимальные концентрации оксидов отмечаются при концентрации кислоты 10%, составляющие: Al_2O_3 – 30,0%, Fe_2O_3 – 18,0%, при повышении концентрации азотной кислоты до 40% происходит значительное увеличение извлечения оксидов алюминия и железа, которые составляют максимальные значения: Al_2O_3 – 84,0%, Fe_2O_3 – 53,9%. При максимальной концентрации азотной кислоты (60%) осуществляется более низкое извлечение оксидов, чем при обработке 40% азотной кислотой.

Таким образом, для разложения каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения рекомендованы следующие наиболее рациональные параметры проведения процесса разложения: спекание с NaOH при температуре 800-850°C в течение 1 часа и соотношении NaOH и каолина = 1:1, обработка водой (30-50 минут) и азотной кислотой (1 час) при температуре 98°C, концентрация азотной кислоты 40%, тонкость помола каолина < 0,1 мм. При выполнении этих условий из каолина извлекается 84,0% Al_2O_3 и 53,0% Fe_2O_3 .

Изучение кинетики разложения каолиновых глин азотной кислотой с предварительным спеканием с гидроксидом натрия. Для изучения кинетических процессов, протекающих при разложении каолиновых глин азотной кислотой и спеканием с NaOH с получением оксида алюминия, были построены кинетические кривые указанного процесса (рисунок 8) и с получением оксида железа (рисунок 9). Можно констатировать, что максимальное извлечение из каолиновой глины оксида алюминия протекает в течение 1 часа при $t=98^\circ\text{C}$, при этом из руды извлекается от 81 до 85% оксида алюминия. При более низких температурах процесса (70-80°C) в течение 1 часа извлекается меньшее количество Al_2O_3 , составляющее 76-78%.

Для процесса азотнокислотного разложения каолина с получением оксидов алюминия была рассчитана его скорость разложения. Расчёт проводился на основании кинетического уравнения первого порядка.

В температурном интервале 20-40°C – кривые прямолинейные, выше 60°C – кривые параболические, так как при этой температуре и более высокой происходит полное разложение глинозёмсодержащих минералов.

Рисунки 8б и 9б представляют собой графики зависимости $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени.

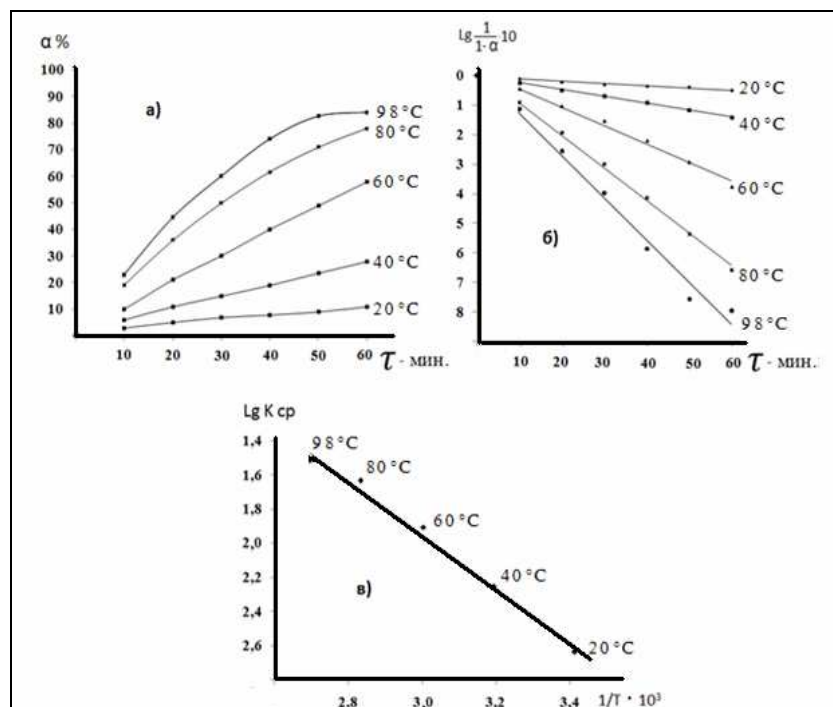


Рисунок 8 - Зависимость степени извлечения Al_2O_3 от продолжительности процесса (а), $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (б) и зависимость $\lg K_{cp}$ от обратной абсолютной температуры $1/T \cdot 10^3$ (в) при извлечении в раствор Al_2O_3 после обработки 40% азотной кислотой каолиновой глины месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с NaOH

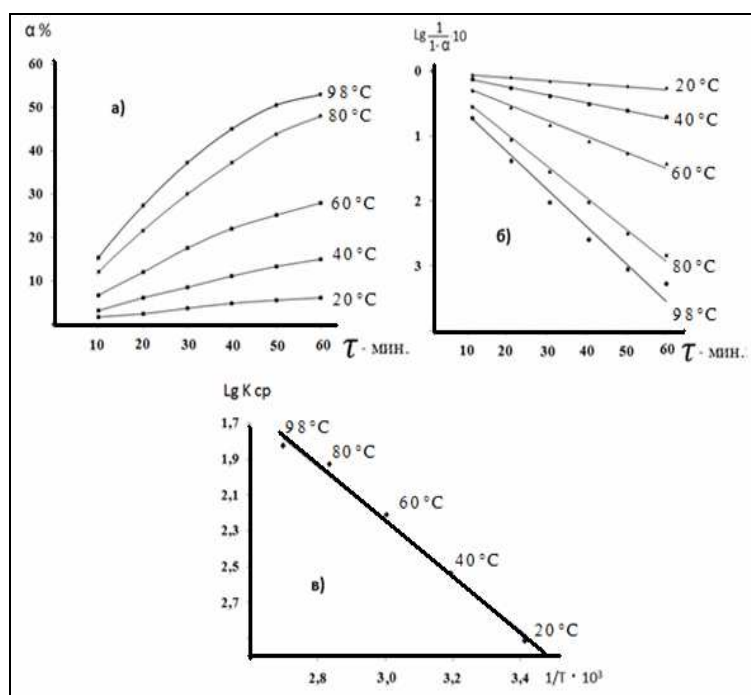


Рисунок 9 - Зависимость степени извлечения Fe_2O_3 от продолжительности процесса (а), $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ от времени (б) и зависимость $\lg K_{cp}$ от обратной абсолютной температуры $1/T \cdot 10^3$ (в) при извлечении в раствор Al_2O_3 после обработки 40% азотной кислотой каолиновой глины месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с NaOH

Для азотнокислотного разложения каолина с получением оксида алюминия и оксида железа зависимости констант скорости разложения от температуры изменяются по закону Аррениуса, что наглядно видно из рисунков 8в и 9в, где представлены зависимости $\lg K_{\text{ср}}$ от обратной абсолютной температуры.

Определены энергии активации указанных процессов, величины которых для Al_2O_3 равна 28,36 кДж/моль, для Fe_2O_3 – 27,79 кДж/моль. Проведено построение кинетических кривых для указанных процессов, на основании которых выявлено протекание процессов извлечения оксида алюминия и оксида железа в смешанной области значений, более близкой к диффузионной области значений.

На основании проведенных опытов для переработки каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения проведена разработка принципиальной технологической схемы, включающая спекание с NaOH и разложение данной руды азотной кислотой (рисунок 10).

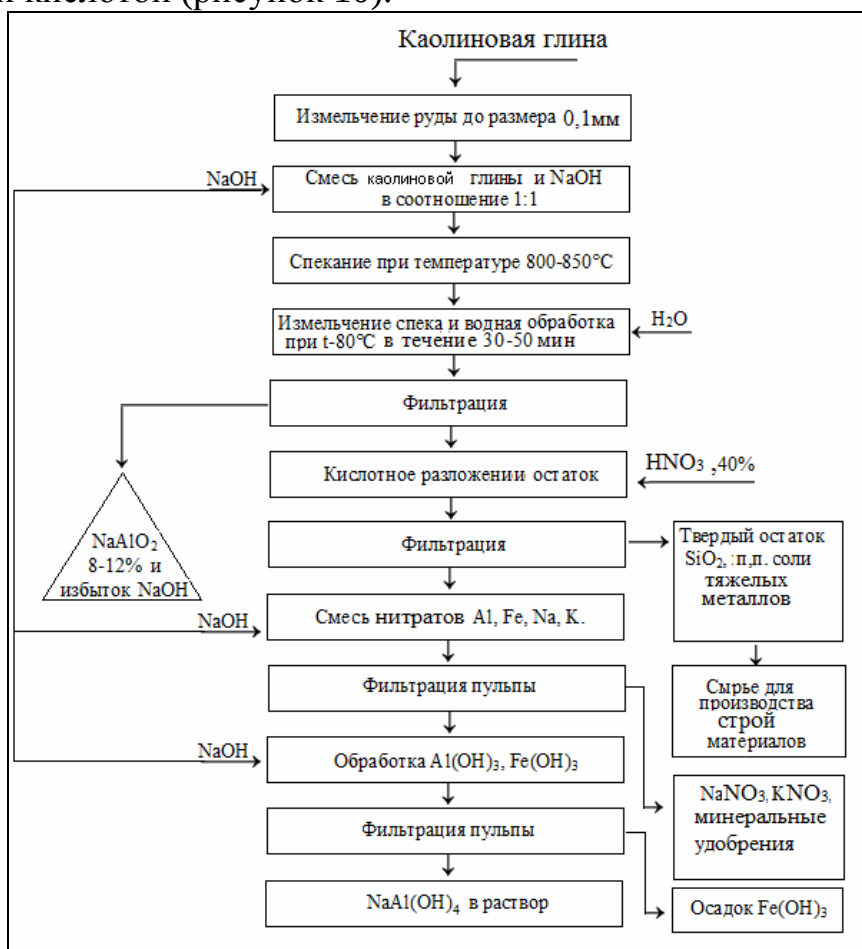


Рисунок 10 - Принципиальная технологическая схема переработки каолиновой глины Чашма-Санг спеканием и азотнокислотным разложением

При разложении азотной кислотой каолиновых глин из указанных руд происходит извлечение таких полезных материалов, как различные соли азотной кислоты, извлечение других ценных продуктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации:

1. Методами физико-химического анализа (ДТА и РФА) изучены характеристики каолиновых глин и аргиллитов месторождения Чашма-Санг Таджикистана [1, 5, 6, 10, 17-А].
2. Дана термодинамическая оценка разложения каолиновых глин различными минеральными кислотами. Установлена вероятность протекания процессов в направлении получения соединений алюминия и железа [7, 8, 11, 18, 24-А].
3. Для фосфорнокислотного разложения аргиллитовых руд Чашма-Сангского месторождения определены и рекомендованы для разложения следующие оптимальные параметры: термообработка (предварительный обжиг) при $t=550-600^{\circ}\text{C}$ в течение 1 часа; разложение фосфорной кислотой при $t=95-98^{\circ}\text{C}$ в течение 1 часа 30% фосфорной кислотой; тонкость помола аргиллитовой руды $<0,1$ мм, с максимальным извлечением 92,0% Al_2O_3 и 48,0% Fe_2O_3 [1, 6, 13, 14, 16-А].
4. Изучены кинетические процессы протекания фосфорнокислотного разложения аргиллитов, показано протекание указанного процесса в кинетически контролируемой области значений, более близкой к смешанной области значений [2, 13, 14, 15, 19-А].
5. Изучено спекание каолиновых глин с CaCl_2 с последующей водно-кислотной обработкой спека. Найдены оптимальные условия солянокислотной обработки спека и рекомендованы следующие параметры разложения: спекание с CaCl_2 при 800°C ; температура кислотного разложения 98°C в течение 60 мин; концентрация кислоты 20%; размер частиц 0,1 мм [4, 10, 15-А].
6. Исследованы кинетические процессы разложения каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения соляной кислотой с предварительным спеканием с CaCl_2 , показано протекание указанного процесса в смешанной области, близкой к кинетической области [2, 15, 19, 20, 21-А].
7. Изучена переработка каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения азотной кислотой с предварительным спеканием с NaOH . Найдены оптимальные параметры разложения спека азотной кислотой и рекомендованы следующие параметры процесса: температура спекания 850°C в течение 1 часа; соотношение руды и $\text{NaOH} = 1:1$; температура кислотного разложения 98°C ; концентрация HNO_3 40%; продолжительность 60 мин, с максимальным извлечением 84,0% Al_2O_3 и 53,0% Fe_2O_3 [3, 9, 10-А].
8. Исследованы кинетические процессы разложения каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения азотной кислотой с предварительным спеканием с NaOH , проведено построение кинетических кривых для указанных процессов, на основании которых выявлено протекание процессов извлечения оксида алюминия и оксида железа в смешанной области значений, более близкой к диффузионной области значений [9, 15, 19, 21-А].
9. Разработаны принципиальный технологический процесс разложения аргиллитов фосфорной кислотой и технологические схемы разложения

каолиновых глин Чашма-Сангского месторождения спеканием с NaOH и CaCl_2 с последующей водно-кислотной обработкой спека [10, 13, 16-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- разработанную технологию переработки алюмосиликатных руд Таджикистана рекомендовано использовать для получения соединений алюминия и железа;

- также разработанную технологию рекомендовано использовать при переработке аргиллитов и каолиновых глин фосфорной, соляной и азотной кислотами, а также спеканием с натрий- и кальцийсодержащими реагентами с целью получения фосфатов, нитратов и хлоридов алюминия и железа, которые используются в качестве коагулянтов для очистки питьевой воды, а также для нужд народного хозяйства страны;

- рекомендовано разложение каолиновых глин и аргиллитов с применением фосфорной кислоты с получением ряда ценных продуктов – минеральных удобрений, сырья для производства строительных материалов.

**СПИСОК НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных
ВАК при Президенте Республики Таджикистан:*

[1-А]. Мирзоев, Д.Х. Разложение аргиллитов месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан ортофосфорной кислотой / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, С.М. Гафорзода, У.М. Мирсаидов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2016. - №3(164). –С.74-78.

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

[3-А]. Мирзоев, Д.Х. Водно-солянокислотное разложение зеленых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана с предварительным спеканием с гидроксидом натрия / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, **Ш.Д. Отаев**, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2018. -Т.61. -№5. –С.467-469.

[4-А]. Мирзоев, Д.Х. Водно-солянокислотное выщелачивание зелёных глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана с предварительным спеканием с хлористым кальцием / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафорзода, **Ш.Д. Отаев**, Ш.Б. Назаров // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2018. -№2(171). –С.77-79.

[5-А]. Мирсаидов, У.М. Извлечение глинозема из алюмосиликатного руд Таджикистана солянокислотным разложением / У.М. Мирсаидов, Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, Н.М. Джамолов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2019. - №2(175). –С.65-70.

[6-A]. Mirzoev, D.Kh. Physicochemical basis of sulfuric acid decomposition of Tajikistan aluminosilicate ores / D.Kh. Mirzoev, **Sh.D. Otaev**, S.G. Muhamedova, Zh.A. Misratov, U.M. Mirsaidov // Applied solid state chemistry. -2019. -№4(9). – P.20-24.

[7-A]. **Отаев, Ш.Д.** Термодинамическая оценка разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана минеральными кислотами / Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, У.М. Мирsaidов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2019. - №4(177). –С.98-103.

[8-A]. **Отаев, Ш.Д.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана фосфорной кислотой // Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, Н.М. Джамолов, А.М. Каюмов, У.М. Мирsaidов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2019. – Т.62. -№11-12. –С.692-695.

[9-A]. **Отаев, Ш.Д.** Кинетика азотнокислотного разложения каолиновых глин с предварительным спеканием с гидроксидом натрия / Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, Н.Н. Джамолов, У.М. Мирsaidов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2020. –Т.63. -№1-2. –С.98-101.

[10-A]. **Отаев, Ш.Д.** Физико-химические основы переработки каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана спеканием с гидроксидом натрия с последующим азотнокислотным разложением/ Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, Н.Н. Джамолов, У.М. Мирsaidов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2020. –Т.63. -№3-4. –С.219-224.

[11-A]. Мирзоев, Д.Х. Сравнительный анализ коагулирующей способности сульфата алюминия со смешанным алюможелезосодержащим коагулянтom / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, У.М. Мирsaidов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2020. –Т.63. -№9-10. –С.626-630.

Статьи, опубликованные в материалах научных конференций, симпозиумов и семинаров:

[12-A]. Мирзоев, Д.Х. Выщелачивание каолиновых глин Чашма-Санг Республики Таджикистан уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, С.М. Гафoрзода // Международная научная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий», посвящ. 20-летию Дня примирения Республики Таджикистан. –Душанбе, 2017. –С.40-43.

[13-A]. **Отаев, Ш.Д.** Разложение аргиллитов фосфорной кислотой / Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, С.М. Гафoрзода, Д.Х. Мирзоев // Международная научная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий», посвящ. 20-летию Дня примирения Республики Таджикистан. – Душанбе, 2017. –С.75-76.

[14-A]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика фосфорнокислотного разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, С.М. Гафoрзода, Д.Х. Мирзоева / XIV Нумановские чтения «Вклад молодых ученых в развитии химической науки», посвящ. Году молодёжи. –Душанбе, 2017. –С.70-72.

[15-А]. Мирзоев, Д.Х. Изучение кинетических параметров солянокислотного разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с хлоридом кальция / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафурзода, **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоев // Международная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий». -Душанбе, АН Республики Таджикистан, Совет молодых ученых АН РТ. -2018. –С.23-25.

[16-А]. **Отаев, Ш.Д.** Оценка процесса разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг минеральными кислотами / Ш.Д. Отаев, С.М. Гафурзода, Ш.О. Аъзамов, Д.Х. Мирзоев // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан». - Душанбе, Институт химии им.В.И. Никитина АН РТ, 2018. – С.24-26.

[17-А]. Каюмов, А.М. Физико-химические основы низкокачественных алюмосодержащих руд минеральными кислотами / А.М. Каюмов, Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, С.М. Гафурзода / Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан». -Душанбе, Институт химии им.В.И. Никитина АН РТ, 2018. – С. 26-28.

[18-А]. Мирзоев, Д.Х. Оценка процесса разложения каолиновых глин минеральными кислотами и уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, С.М. Гафурзода, Ш.О. Аъзамов // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан». -Душанбе, Институт химии им.В.И. Никитина АН РТ, 2018. –С.126-129.

[19-А]. Мирзоев, Д.Х.. Изучение кинетики солянокислотного разложения зеленой глины месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с гидроксидом натрия / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, **Ш.Д. Отаев** // IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химий», посвящ. памяти д.х.н., проф. Х.М. Якубова и З.Н. Юсуфова. -Душанбе, ТНУ, 2019. –С.145-149.

[20-А]. Мирзоев, Д.Х. Спекание каолиновых глин с хлоридом кальция / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафурзода, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, С.Д. Махмаднабиев // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». –Душанбе, 2019. –С.22-23.

[21-А]. Мирзоев, Д.Х. Кинетика разложения зеленых глин соляной кислотой с предварительным спеканием с хлористым кальцием / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафурзода, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, А.М. Каюмов // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». –Душанбе, 2019. –С.24-26.

[22-А]. **Отаев, Ш.Д.** Получение комплексных удобрений из аргиллитов и каолиновых глин / Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, Г.У. Бахридинова, Д.Х. Мирзоев, У.М. Мирсаидов / XV Нумановские чтения «Современное состояние

химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». – Душанбе, 2019. – С.27-28.

[23-А]. Мирзоев, Д.Х. Получение эфиратов хлористого алюминия из аргиллитов и каолиновых глин / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, **Ш.Д. Отаев**, О.А. Азизов, Д.Х. Джураев // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». – Душанбе, 2019. – С.29-30.

[24-А]. Мирзоев, Д.Х. Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, Н.М. Джамолов, **Ш.Д. Отаев** // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан» посвященной 60 летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова Ишанкула Усмоновича. – Душанбе-2020-С.295-297.

Изобретений:

[25-А]. Малый патент ТЈ №1073. Способ получения хлористого алюминия в диэтиловом эфире / **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, П.М. Ятимов, У. Мирсаидов. – Заявка №1801262. -Заявл. 12.12.2018. Зарег. 03.04.2020.

[26-А]. Малый патент ТЈ №1086. Способ получения хлоридов металлов и бора из бор- и алюмосиликатных руд / **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоев, А.С. Курбонов, С.Д. Махмаднабиев, Ш.Б. Назаров. – Заявка №1801265. -Заявл. 13.12.2018. Зарег. 28.04.2020.

[27-А]. Малый патент ТЈ №1100. Способ переработки алюмосиликатов методом активации / **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, О.А. Азизов, Ш.О. Аъзамов, Ж.А. Мисратов, У.М. Мирсаидов. – Заявка №2001429. -Заявл. 23.04.2020. -Зарег. 26.06.2020.

[28-А]. Малый патент ТЈ №1109. Способ получения алюмогидридов металлов из алюмосиликатных руд / **Ш.Д. Отаев**, У.М. Мирсаидов, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, О.А. Азизов, А. Бадалов, Ш.О. Аъзамов. – Заявка №2001433. -Заявл. 24.04.2020. Зарег. 19.08.2020.

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ КИМИЁИ ба номи В.И. НИКИТИН**

Бо ҳуқуқи дастнавис
УДК 546.621



ОТАЕВ Шохрух Дилшодович

**АСОСҲОИ ФИЗИКАВӢ-ХИМИЯВИИ ҚОРҚАРДИ
АРГИЛЛИТҲО ВА ГИЛҲОҚҲОИ ҚАОЛИНИИ
ҚОНИ ЧАШМА-САНГИ ҚУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
БО УСУЛҲОИ ҚИСЛОТАГӢ ВА ҚУДОХТАҚУНӢ**

АВТОРЕФЕРАТИ

**диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
номзади илмҳои химия аз рӯи ихтисоси
05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ**

Душанбе – 2021

Диссертатсия дар озмоишгоҳи коркарди комплекси ашё ва партовҳои саноати Институти кимиё ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ:

доктори илмҳои химия, профессор, академики АМИТ, сарҳодими илмии Институти кимиё ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Мирсаидов Улмас Мирсаидович

Муқарризони расмӣ:

доктори илмҳои техникӣ, дотсент, муовини директори генералии ҶДММ «ШАТ Кемикал» оид ба илм, рушди технология ва сифат

Асрори Муродиён

номзади илмҳои химия, муаллими калони кафедраи «Химияи умумӣ ва ғайриорганикӣ»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Насриддинов Субҳиддин Қамарович

Муассисаи пешбар:

кафедраи химияи амалии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия 13 сентябри соли 2021, соати 9⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-007 назди Институти кимиё ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон баргузор мегардад. Суроға: 734063, ш. Душанбе, хиёбони Айнӣ, 299/2, E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Бо матни пурраи диссертатсия метавонед дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи Институти кимиё ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон шинос шавед: www.chemistry.tj

Автореферат санаи «___» _____ соли 2021 тавзеъ шудааст.

Котиби илмӣ
Шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои химия



Махкамов Ҳ.Қ.

МУҚАДДИМА

Мубрамӣ ва зарурати баргузории таҳқиқот. Дар кори мазкур масъалаи коркарди аргиллиҳо ва гилҳои каолинии кони Чашма-Санги Тоҷикистон бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунӣ, бо мақсади коркарди комплекси ашёи хоми пастсифати алминийдошта баррасӣ шудааст.

Ашёҳои хоми глинозёмдор сиенитҳои нефелинӣ, алунитҳо, гилҳои каолинӣ ва ғайра буда, аз онҳо маҳсулотҳои арзишманд – глинозём, намакҳои алюминий ва оҳан, сода, поташ, маводҳои сохтмонӣ ва ғайраро ҳосил кардан мумкин аст.

Ҷудокунии намакҳои оҳан ва алюминий аз маъданҳои мазкур аҳамияти махсус дорад. Намакҳои алюминий ва оҳан дар соҳаҳои гуногуни саноат истифодаи васеъ дорад ва барои тозакунии об ба сифати коагулянти омехтаи босамар мавриди истифода қарор дорад.

Дар замони ҳозира истеҳсоли глинозём – ниммаҳсулот барои ҳосилкунии алюминийи металлӣ асосан дар бокситҳо ҷойгир шудааст, ки ҳамчун ашёи глинозёмии баландсифат ба ҳисоб меравад, нигаронида шудааст. Дар ин маврид талаботи афзоянда ба истеҳсоли алюминий, аз ҷумла намакҳои алюминий, ки бо муваффақият ҳамчун коагулянтҳо барои тозакунии об истифода мешаванд, номувофиқии муайяно ба камбудии миқдори маъданҳои бокситӣ дар Тоҷикистон ба вучуд меорад, ки дар натиҷаи зарурияти истифодаи дигар маводҳои ашёи хом, ки дар таркиби глинозём доранд, ба амал меояд. Ба таври зиёд паҳншавии асоси (база)-и ашёи барои саноати алюминий бевосита ба пайдоиши намудҳои гуногуни ашё, ки дар таркибаш миқдори мухталифи глинозём дорад, ба вучуд омад. Дар ҳудуди Тоҷикистон қонҳои кашф шудаанд, ки дар таркиби маъдани онҳо миқдори гуногуни бокситҳои пастсифат, алунитҳо, каолинҳо, гилҳои ва нефелинҳо вучуд дорад.

Намудҳои нишондодашудаи ашёи маҳаллӣ дар таркиби худ миқдори ками глинозём дошта, онҳо ашёи арзишнок ба ҳисоб меравад, чунки дар таркиби онҳо инчунин каолинитҳои гуногуни дигари арзишнок мавҷуданд. Коркарди саноатии онҳо қулай буда, бо мақсади ба даст овардани глинозём ва коагулянтҳо бо истифодаи усулҳои комплексӣ коркарди онҳо пурра ба таври оқилона аст. пешниҳод карда мешавад

Санҷиши саноати ғудохта, ба саноати усули ғудохтакунӣ (спекание) ворид карда шуд. Бо истифодаи ин усул маъданҳои нефелинӣ бо бадаст овардани як қатор маҳсулотҳо – сада, поташ, семент ва ғайра коркард карда мешаванд.

Коркарди маъданҳои нефелинӣ бо усулҳои ғудохтакунӣ ба ҳосилшавии алюминатҳо (зимни таъсиркунии маъданҳои нефелинӣ бо ишқорҳо, ки дар таркиби маъданҳои мазкур мавҷуданд) асос карда шудааст. Аз ин сабаб, барои коркарди маъданҳои нефелинӣ бо усулҳои ғудохтакунӣ реагенти асосӣ оҳаксанг истифода мешавад.

Дар адабиёт оид ба коркарди аргиллитҳо ва гилҳои каолинии кони Чашма-Санги Тоҷикистон маълумот кам аст. Ин маъданҳо пастсифат буда, то 35% Al_2O_3 ва то 10% Fe_2O_3 – ро доранд.

Аз ин сабаб, омӯхтани асосҳои физико-химиявии коркарди аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санги Тоҷикистон бо усули кислотагӣ ва гудохтакунӣ масъалаи муҳим ба шумор меравад.

Дарҷаи омӯхташудаи масъалаи илмӣ. Қаблан коркарди комплекси маъданҳои алюминийдор, аз ҷумла, бокситҳо, алунитҳо ва гилхокҳои пастсифат омӯхта шуда буд. Гарчанде ки ин маъданҳо сифати паст доранд, аммо зимни коркарди онҳо комплекси пурраи маҳсулотҳои ғоиданокро ҳосил кардан мумкин аст. Ғайр аз ин дар ин кор равандҳои таҷзияшавии ашёҳои алюминийдор бо истифодаи кислотаҳои минералӣ ва бо роҳи хлоронидан, аз ҷумла коркарди кислотагӣ ва хлоронидани сиенитҳои кони Турпи бо муайянкунии кинетика ва равандҳои термодинамикӣ таҳқиқ карда шуд. Коркарди аргиллитҳо ва гилҳои каолинии Тоҷикистон бо роҳи таҷзиякунии бо кислотаҳои фосфат ва нитрат бо ҳосилкунии компонентҳои ғоиданок, аз ҷумла гудохтакунии ин маъданҳо бо реагентҳои гуногун ба таври нокифоя омӯхта шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот ин коркарди аргиллитҳо ва гилхокҳои каолиний бо кислотаҳои фосфат ва нитрат бо ҳосилкунии компонентҳои ғоиданок, инчунин гудохтакунии ин маъданҳо бо CaCl_2 ва NaOH бо минбаъд коркардкунии обию кислотагии маводи гудохташуда (спёк) мебошад.

Объекти таҳқиқот ин ҳосилкунии оксидҳои оҳан, алюминий ва коагулянти омехтаи алюминийоҳандор бо таҷзиякунии фосфатӣ, гидрогенхлоридӣ ва нитрати алюминатҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг, инчунин гудохтакунии ин маъданҳо бо реагентҳои натрий ва калсийдор мебошад.

Мавзӯи таҳқиқот. Коркарди фосфатӣ, гидрогенхлориди ва нитрати алюминатҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг, таҷзияи ин маъданҳо бо роҳи гудохтакунии бо NaOH ва CaCl_2 ба мақсади аз онҳо ҳосилкунии компонентҳои арзишманд. Нақшаҳои самараноки технологияи ҳосилкунии оксидҳои оҳан ва алюминий коркард карда шуд.

Масъалаҳои таҳқиқот:

- таҳқиқи тавсифоти физикию химиявии гилхокҳои каолини ва аргиллитҳои кони Чашма-Санг;
- таҳлили термодинамикии равандҳои, ки бо таҷзияшавии маъданҳои алюмосиликатӣ – гилҳои каолиний ва аргиллитҳо алоқаманд мебошанд;
- омӯхтани аргиллитҳо ва гилхокҳои каолиний бо усулҳои таҳлили рентгенофазавӣ ва дифференсиони ҳароратӣ;
- омӯхтани хусусиятҳои таҷзияшавии маъданҳои алюмосиликатӣ бо роҳи гудохтакунии бо NaOH ва CaCl_2 ;

Усулҳои таҳқиқот. Маъданҳои аввала – аргиллитҳо ва гилхокҳои каолиний, маҳсулотҳои пас аз коркарди онҳо бо роҳи сӯзонидан дар ҳароратҳои аз 500 то 600°C, ҳосилшуда маҳсулотҳои аз коркарди кислотагии онҳо ҳосилшуда ва маҳсулотҳои охири онҳо бо таҳлили рентгенофазавӣ омӯхта шуд. Инчунин усулҳои комплексонометрӣ ва вазнии таҳлил (барои

муайянкунии миқдори оҳан, алюминий ва силитсий) истифода шудаанд. Барои муайянкунии металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ – Na K Ca Mg усули спектралӣ (тайфӣ) ва усули фотометрикӣ бо истифодаи таҷҳизоти ПФМ-2 мавриди истифода қарор гирифт. Баҳодиҳии термодинамикии таҷзиякунии гилҳои каолинӣ бо кислотаҳои минералӣ, ҳисобҳои стехиометрикии кислотаи фосфат зимни таҷзиякунии гилҳои каолинӣ ва аргиллитҳо, ҳисобҳои моддӣ (материальных балансов)-и таҷзиякунии фосфатии маъданҳои қайдшуда гузаронида шуд.

Соҳаи таҳқиқот ба коркарди комплекси маъданҳои алюмосиликати Чумҳурии Тоҷикистон мутааллиқ мебошад.

Марҳилаҳои таҳқиқот омӯзиши манбаъҳои адабиёти аз рӯи мавзӯи коркарди комплекси ашёи минералӣ, партовҳои саноати алюминий, коркарди усулҳои таҳлил, гузаштани таҷриба мувофиқи коркарди мавзӯҳои алюмосиликатӣ бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунӣ коркарди ғудохтаҳо (спёков) бо роҳи таҷзиякунии кислотагӣ мебошад. Коркарди нақшаҳои принсипиалии технологияи коркардунии аргиллитҳо ва маъданҳои каолинии Тоҷикистон.

Пойгоҳи асосии иттилоотӣ ва озмоишии таҳқиқот. База (пойгоҳ)-и асосии иттилоотӣ ва таҷрибавӣ ҷустуҷӯи корҳои таҳқиқотиро ба воситаи маҷаллаҳои илмӣ бо истифодаи системаҳои иттилоотии байналхалқиро дар бар мегирад. Диққати махсус ба маводҳои илмӣ электронӣ, истифодабарии шабакаҳои компютерӣ дода шуд.

Ин таҳқиқот асосан дар базаи озмоишгоҳи коркарди комплекси ашёи хом ва партовҳои саноати Институти кимёи ба номи В.И.Никитини АМИТ гузаронида шуд. Баъзаи таҷрибавии институти мазкур имкон медиҳад, ки таҳқиқ аз рӯи таҳлили маъдан ва омӯзиши хосиятҳои физикию химиявии маъданҳои алюмосиликатӣ гузаронида шавад. Дар институт асбобҳо барои таҳлили рентгенофазавӣ (ТРФ) ва таҳлили дифференсиалию ҳароратӣ (ТДХ) мавҷуданд. Усулҳои самараноки коркарди маъданҳои алюмосиликатӣ ва гилҳои каолинии кони Чашма-Санг коркард карда шуд.

Эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсионӣ. Эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсионӣ бо таҷрибаҳои паралелӣ (мувозӣ) ва таҳлили химиявии якҷанд намунаҳо ва усулҳои назоратшавандаи таҳлили физикию химиявӣ тасдиқ карда мешавад.

Навгониҳои илмӣ таҳқиқот:

- механизмҳои равандҳои химиявии гузариши таҷзиякунии кислотагии маъданҳои алюмосиликатӣ (аргиллитҳо гилҳои каолинӣ) муайян карда шуд;
- механизмҳои гузариши равандҳои ғудохтакунӣ маъданҳои алюмосиликатӣ реагентҳои натрий ва калсийдор муайян карда шуд;
- вобастагии дараҷаи ҷудошавии компонентҳои ғоиданок аз концентратсияи кислотаҳо, давомнокии раванд ва ҳарорат ошкор карда шуд;
- коркарди нақшаҳои принсипиалии технологияи коркарди ашёи алюмосиликатӣ бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунӣ гузаронида шуд.

Аҳамияти назарии таҳқиқот. Механизмҳои таҷзиякунии фосфатӣ, гидрогенхлоридӣ, нитратӣ ва ғудохтакунии ба реагентҳои натрий ва калсийдори аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг ошкор карда шуд.

Аҳамияти амалии таҳқиқот аз он иборат аст, ки дар асоси таҳқиқотҳои гузаронида шуда технологияи самараноки коркарди аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинии Тоҷикистон бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунии коркард карда шуд.

Нуктаҳои ҷимояшавандаи диссертатсия:

- натиҷаҳои тавсифоти термодинамикии равандҳои таҷзиякунии маъданҳои алюминийдор;

- натиҷаҳои ТРФ ва ТДХ-ии маъданҳои алюмосиликатӣ;

- натиҷаҳои таҷзиякунии кислотагӣ ва ғудохтакунии ашёи алюминийи пастсифати Тоҷикистон;

- нақшаҳои принципалии технологияи таҷзиякунии гилхокҳои каолинӣ ва аргиллитҳои конҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон коркард карда шуд.

Саҳми шахсии доктараб. Гузаштани масъалаи таҳқиқот, таҳлил намудани манбаҳои адабиётӣ, аз рӯи мавзӯи диссертатсия, муайян кардани усулҳои ҳалли масъалаҳои гузошташуда ва коркарди таҷрибавии маълумотҳо саҳми шахсии унвонҷӯ мебошад.

Таъйиди диссертатсия ва иттилоот оид ба истифодаи натиҷаҳои он. Мавзӯҳои қори диссертатсионӣ маъруза ва муҳокима шудаанд Международной научной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инноваций и технологий», посвящённой 20-летию Дня примирения Республики Таджикистан (Душанбе, 2017); XIV Нумановских чтениях «Вклад молодых учёных в развитие химической науки», посвящённых Году молодёжи (Душанбе, 2017); Международной конференции «Роль молодых учёных в развитии науки, инновации и технологий» (Душанбе, 2018); Международной научно-практической конференции «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан» (Душанбе, 2018); IV Международной научной конференции «Вопросы физической и координационной химии», посвящённой памяти докторов химических наук, профессоров Х.М. Якубова и З.Н. Юсуфова (Душанбе, 2019); XV Нумановских чтениях «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан» (Душанбе, 2019).

Интишоори натиҷаҳои диссертатсия. Аз рӯи мавзӯи диссертатсия 24 қор аз ҷумла 11 мақола дар маҷаллаҳои илмӣ тавсияшудаи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, инчунин 13 фишурдаи мақолаҳо дар мавзӯҳои конфронсҳои баналхалқӣ ва ҷумҳуриявӣ нашр шудааст. 4 патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дарёфт карда шудааст.

Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи диссертатсионӣ аз муқаддима, 3 боб, шарҳи адабиёт иборат буда, 119 саҳифаи ҳуруфчинии компютерӣ 33 расм, 28 ҷадвал 105 номгӯи манбаи адабиётӣ ва замимароро дар бар мегирад.

МУҲТАВОИ АСОСИИ ТАҲҚИҚОТ

Дар боби якум манбаъҳои адабиёти аз рӯи коркарди маъданҳои гуногуни пастсифати алюминийдор – сиенитҳои нефелини, сиалитҳо ва гилхокҳои каолини, алунитҳо бо кислотаҳои мухталифи минералӣ, таҳқиқшуда, инчунин усулҳои коркарди онҳо омӯхта шудаанд.

БОБИ 2. ТАВСИФОТИ ФИЗИКИЮ ХИМИЯВИИ МАЪДАНҲОИ ГИЛХОКДОР ВА БАҲОДИҲИИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ТАҶЗИЯКУНИИ МАЪДАНҲО БО КИСЛОТАҲОИ МИНЕРАЛӢ

Маъданҳои алюминийдор дар конҳои Тоҷикистон ба таври васеъ мавҷуданд. Ин конҳои маъданҳо дорои миқдори зиёди алюминий мебошанд: аргиллитҳо, сеолитҳо, каолинҳо, сиенитҳои нефелинӣ ва ғайра. Ин маъданҳо аз ҳамдигар бо тавсифоти кристаллӣ, минералӣ ва химиявӣ фарқ мекунанд.

Таҳқиқоти маъданҳои аргиллит бо роҳи химиявӣ, таҳлили рентгенофазаӣ (ТРФ), бо усулҳои спектралӣ (тайфӣ), фотометрӣ ва ҳаҷми гузаронида шуд. Ҳамин тавр, муайянкунии таркиби химиявии маъданҳои аргиллителии кони Чашма-Санг миқдори зерини компонентҳоро дар таркиби маъданҳои мазкур (%-и массавӣ) нишон дод: Al_2O_3 – 31,6; Fe_2O_3 – 8,74; SiO_2 – 42,86; Na_2O – 0,1; K_2O – 2,95; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 10,5.

Мавофиқӣ маълумотҳои ТРФ дар таркиби аргиллитҳои кони Чашма-Санг минералҳои монтмориллонит, гематит, кварс, каолин мавҷуд мебошад.

Муайянкунии таркиби химиявии маъданҳои аргиллителии нишондодашудаи кони Зиддӣ миқдори зерини компонентҳоро дар таркиби маъдани мазкур (%-и массавӣ) нишош дод: Al_2O_3 – 19,75; Fe_2O_3 – 4,99; SiO_2 – 60; Na_2O – 0,1; K_2O – 1,2; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 10.

Мувофиқи маълумотҳои ТРФ дар таркиби аргиллитҳои кони Зиддӣ минералҳои монтмориллонит, гематит, кварс, каолинит, иллит мавҷуданд.

Муайянкунии таркиби химиявии гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг миқдори зерини компонентҳоро дар таркиби маъдани мазкур (%-и массавӣ) нишош дод: Al_2O_3 – 24,84; Fe_2O_3 – 10,98; SiO_2 – 50; Na_2O – 0,3; K_2O – 2,65; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 6,3.

Мувофиқи маълумотҳои таҳлилҳои фотомертиаи аланга (шӯъла) ва ҳаҷмӣ дар таркиби гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг минералҳои монтмориллонит, гематит, кварс, каолинит, иллит, гётит, гидраргиллит, гидрослюда мавҷуданд.

Усулҳои таҳқиқи физико-химиявӣ. Барои аргиллитҳои конҳои Чашма-Санг ва Зиддӣ (маъданҳои аввала ва сӯзондашуда) раванди термолиз дар ҳудудҳои ҳароратии аз 100 то 1000°C бо истифодаи дериватографи «Q - 1000» Паулик-Эрдей, ки суръати тағйирёбии ҳарорати 10°C/дақ хос мебошад, омӯхта шуд.

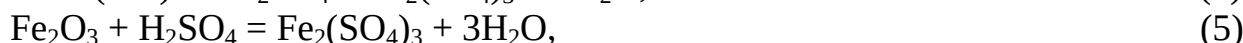
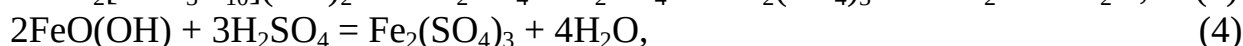
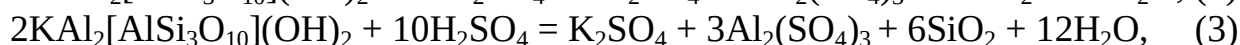
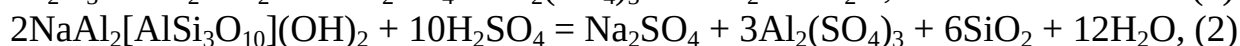
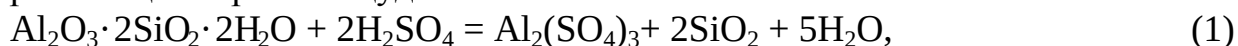
Дар кори диссертатсионии мо маъданҳои аввала – аргиллитҳо, гилхокҳои каолинӣ ва сабз маҳсулотҳои пас аз сӯзонидани пешакии онҳо дар ҳарорати аз 500 то 600°C ҳосилшуда, маҳсулотҳои коркарди кислотагӣ ва маҳсулотҳои охириини онҳо бо ТРФ омӯхта шуд. Деривотографияи модификатсияшудаи «ДРОН-3» бо $\text{CuK } \alpha$ -нурафканӣ, филтри никелӣ ва таъминоти барномавӣ

истифода шуд. Хатогии натиҷа зимни муайянкунии параметрҳо $\pm 0,005$ нм-ро ташкил дод.

Баҳодиҳии термодинамикии таҷзияи гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаҳои нимералӣ. Дар ин зерфасл (подраздель) баҳодиҳии термодинамикии таҷзияи гилхокҳои каолини бо кислотаҳои сулфат ва нитрат оварда шудааст. Ҳангоми омӯхтани раванди таҷзияи минералҳои таркибдиҳандаи гилхокҳои каолинӣ таҳлили термодинамикии имконияти гузариши раванд бо иштироки H_2SO_4 ва HNO_3 зарур мебашад.

Чи тавре ки маълум аст, гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг аз минералҳои зайл иборат аст: каолинит ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$), гематит (Fe_2O_3), гётит ($FeO(OH)$), кварс (SiO_2), монтмориллонит ($(OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot nH_2O$), иллит ($KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$), гидрагиллит ($Al(OH)_3$), гидрослюда ($3NaAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$).

Бо таъсири кислотаи сулфат ба минералҳои мазкур имконияти гузариши реаксияҳои зерин мавҷуд аст:



Тавсифоти термодинамикии реаксияҳои таҳқиқшаванда дар ҷадвали 1 оварда шудааст:

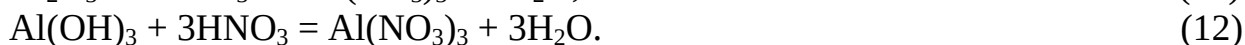
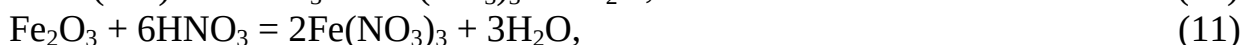
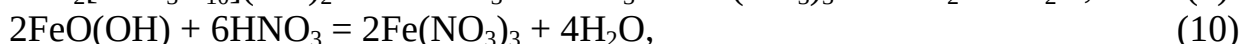
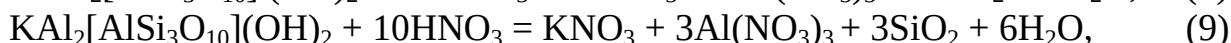
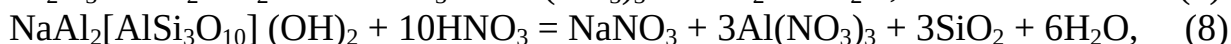
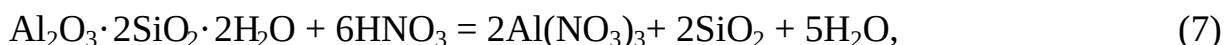
Ҷадвал 1 – Тавсифи термодинамикии реаксияҳои дахлдор бо иштироки кислотаи сулфат (нақша (1)-(6))

№ нақша	ΔH_{298}^0 , кҶ/мол	ΔS_{298}^0 , Ҷ/мол·град	ΔG_{298}^0 , кҶ/мол
(1)	-152.6	-0.8	-125.36
(2)	-3778.4	328.4	-3876.26
(3)	-3702.1	368.6	-3811.94
(4)	-165.6	28.8	-157.01
(5)	-173.6	65.6	-154.05
(6)	-85.4	48.0	-99.704

Таҳлили тағирёбии энергияи Гиббс аз ҳарорат барои минералҳои алюминийдор нишон дод, ки реаксияҳои (2) ва (3) аз ҷиҳати термодинамикӣ бартарӣ доранд.

Натиҷаҳои баҳодиҳии термодинамикии аз рӯи таҷзиякунии гилхокҳои каолинӣ бо кислотаи нитрат дар ҷадвали 2 оварда шудааст.

Ҳангоми таҷзиякунии минералҳои гилхокҳои каолинӣ бо кислотаи нитрат гузариши реаксияҳои зерин имкон дорад:

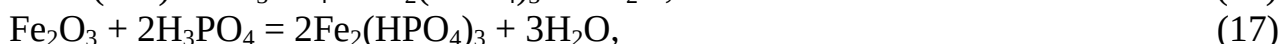
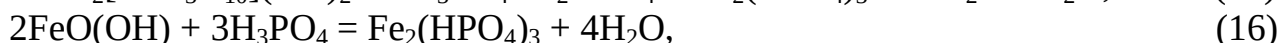
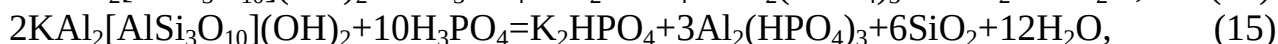
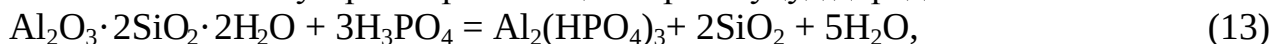


Ҷадвали 2- Тавсифоти термодинамикии реаксияҳои таҳқиқшаванда бо иштироки кислотаи нитрат (накшаҳои (2.7) - (2.12))

№ нақша	ΔH_{298}^0 , кҶ/мол	ΔS_{298}^0 , Ҷ/мол·град	ΔG_{298}^0 , кҶ/мол
(7)	-229.4	200.6	-289.178
(8)	-374.2	-667.18	-175.38
(9)	-336.05	-611.08	-153.95
(10)	-257.2	-509	-105.518
(11)	-265.2	-545.8	-102.55
(12)	-81.1	-186.8	-25.4336

Ҳамин тавр, таҷзиякунии маъданҳои гилхокҳои каолинии Чашма-Санги Тоҷикистон бо таъсиркунии кислотаи сулфат ва нитрат бартари дорад, чунки дар ҳамаи мавридҳо ΔG дорои қиматҳои манфӣ мебошад.

Ҳангоми таъсиркунии кислотаи фосфат бо минералҳои гилхокҳои каолини имкони гузариши реаксияҳои зерин вучуд дорад:



Барои ҳар як реаксия тавсифоти (характеристикаи) термодинамикӣ ҳисоб карда шуда, дар ҷадвали 3 оварда шудааст.

Ҷадвали 3 – Ҳисобкунии тавсифоти термодинамикии реаксияҳо ҳангоми таъсиркунии минералҳои гилхокҳои каолинӣ бо H_3PO_4

№ схем	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔS_{298}^0 , Дж/моль·град	ΔG_{298}^0 , кДж/моль
(13)	-54.2	191.4	-111.23
(14)	-239	669.6	-438.54
(15)	-200.4	511.42	-352.803
(16)	-49.37	49.42	-64.09
(17)	-106.77	62.04	-125.23
(18)	6.5	120.1	-29.3

Натиҷаҳои ҳисоби тавсифоти термодинамикии реаксияҳои пешбинишудаи (13) – (18) гузариши эҳтимоли реаксияҳоро дар шароитҳои стандартӣ нишон медиҳанд. Аз рӯи натиҷаҳои таҷрибаҳо муқаррар кардан мумкин аст, ки зиёдшавии ҳарорат ба раванди таҷзиякунии гилҳокҳои каолинӣ дар кислотаи фосфат таъсири мусбат мерасонад яъне, зимни зиёд кардани ҳарорат реаксияҳои (13) – (18) хеле зуд ба анҷом мерасанд.

Барои гилҳокҳои каолинӣ ва аргиллитҳои кони Чашма-Санг ҳисобкунии стехиометрии миқдорҳои кислотаи фосфати барои ҷудокунии максималии оксидҳои таркиби маъдан зарур гузаронида шудааст.

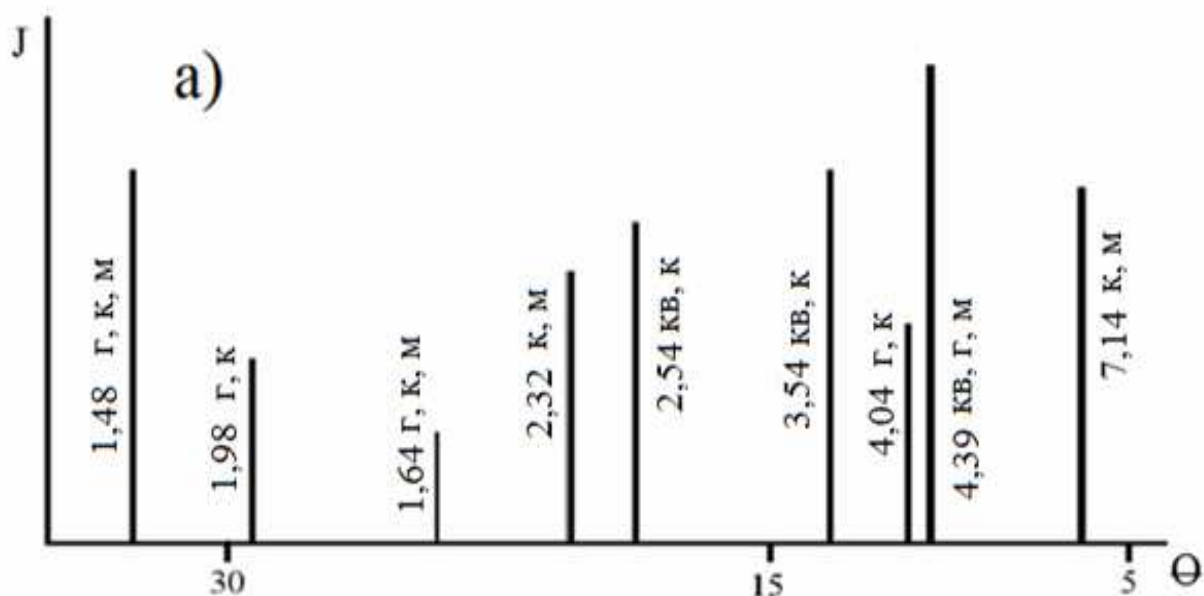
БОБИ 3. УСУЛҲОИ КИСЛОТАГӢ ВА ГУДОХТАКУНИИ ТАҶЗИИ МАЪДАНҲОИ АЛЮМОСИЛИКАТӢ – АРГИЛЛИТҲО ВА ГИЛҲОКҲОИ КАОЛИНӢ

Таҷзияи фосфатии аргиллитҳои кони Чашма-Санг. Муайян кардани таркиби химиявии маъданҳои нишондодашудаи аргиллити кони Чашма-Санг миқдори зерини компонентҳои таркиби маъданҳои мазкур нишон дода шуд:

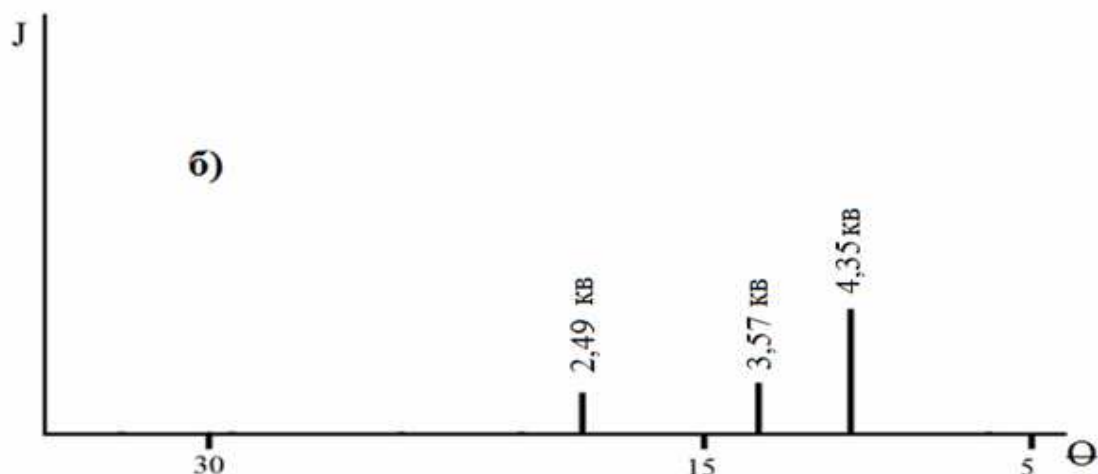
Al_2O_3 – 31.6; Fe_2O_3 – 8.74; Na_2O – 0.1; K_2O – 2.95; CaO – 1.0; MgO – 1.0; SiO_2 – 42.86; п.п.п -10.0.

Дар таркиби маъдани аргиллитӣ компонентҳои асосӣ оксидҳои алюминий, оҳан, силитсий, бура, ғайр аз ин инчунин дигар элементҳои химиявӣ бо миқдори хеле кам мавҷуданд.

Таҳқиқи рентгенофазавии маъданҳои аввалаи аргиллити кони Чашма-Санг гузаронида шуда маъданҳои пас аз таҷзияи ҳароратии маъдан дар муддати 1 соат дар ҳарорати 550-600°C бо кислотаи фосфати (30% H_3PO_4) таҷзия карда шуданд. Мувофиқи натиҷаҳои силсилаи таҷрибаҳои гузаронидашуда муайян кардан мумкин аст, ки моддаи боқимонда пас аз коркарди ҳароратӣ ва коркардкунӣ бо H_3PO_4 асосан аз кварс иборат аст (расми 1, 2).

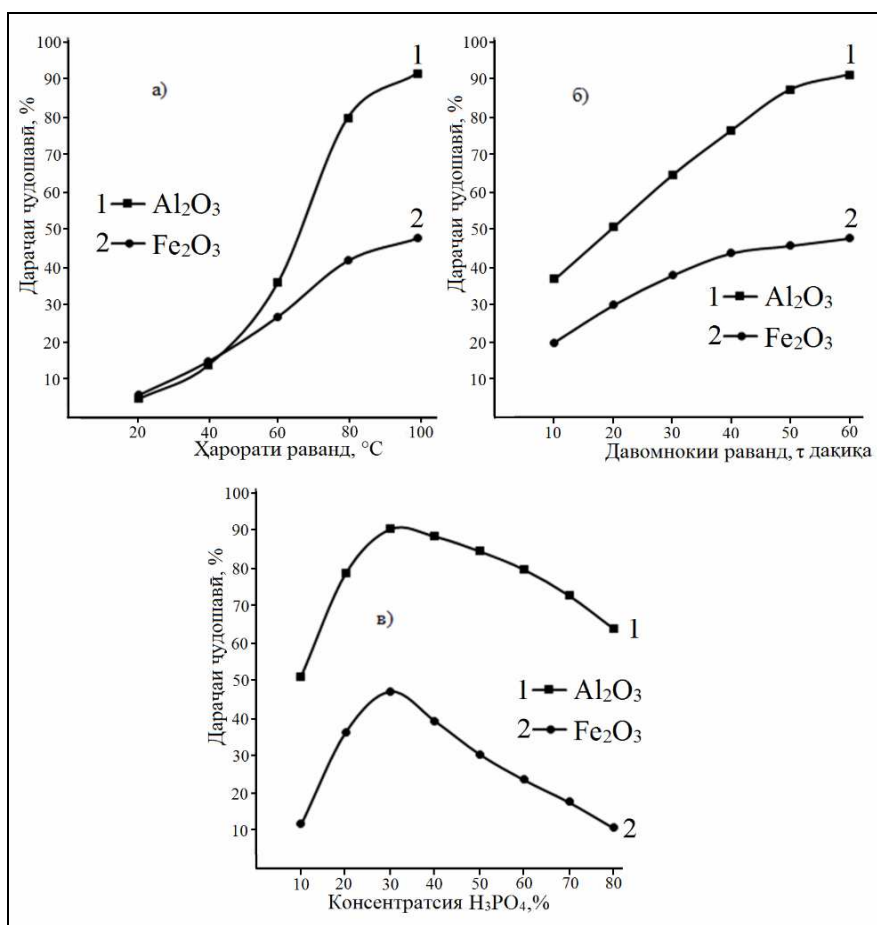


Расми 1 – Таҳлили рентгенофазавӣ маъдани аввалаи аргиллити кони Чашма-Санг (кв - кварс; к - каолинит; м - монтмориллонит; г – гематит)



Расми 2 – Таҳлили рентгенофазавӣ боқимондаи маъдани аввалаи аргиллит баъд аз таҷзияи кислотагӣ (кв - кварс)

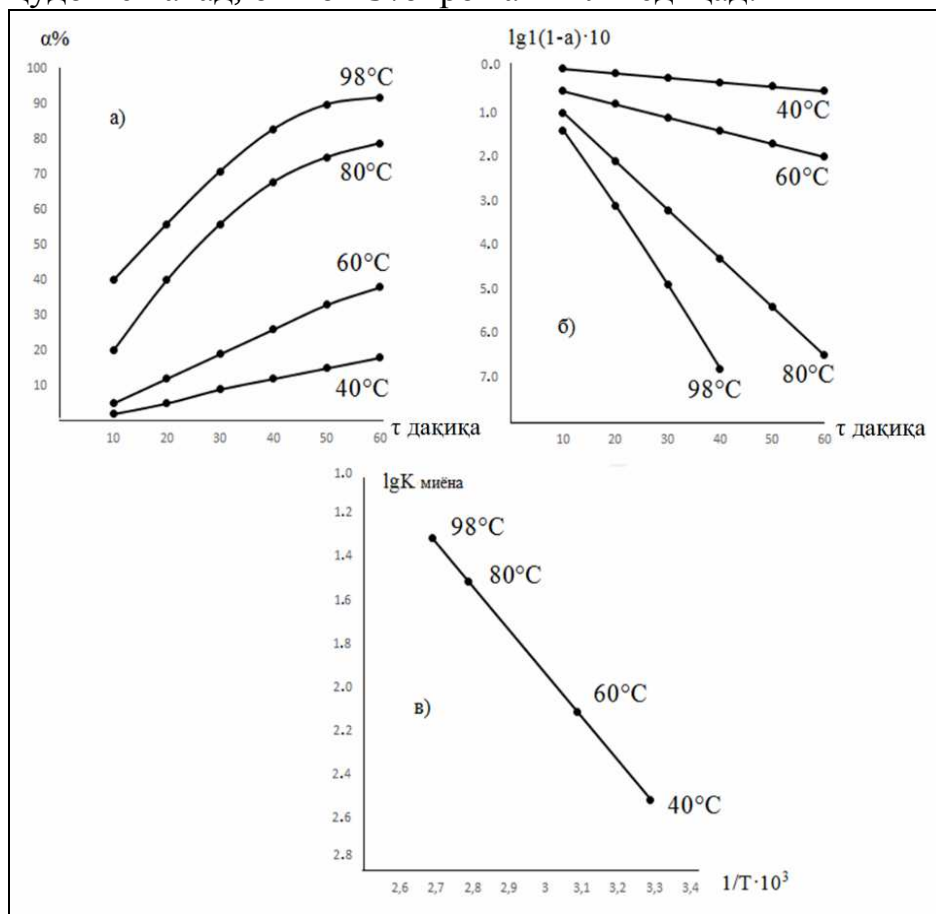
Параметрҳои гуногуни физикию химиявӣ таҷзияи фосфатии маъданҳои аргиллити бо мақсади муайян кардани параметрҳои оптималии таҷзия (t -и раванд, вақти таҷзия, консентратсияи кислотаи фосфат) омӯхта шуд (расми 3).



Расми 3 – Вобастагии дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 (1) ва Fe_2O_3 (2) дар маҳлул вобаста аз ҳарорат (а), давомнокии раванд (б) ва консентратсияи кислота (в)

Ҳамин тавр барои таҷзияи фосфатии маъданҳои аргиллити кони Чашма-Санг параметрҳои оптималии зерин тавсия шудаанд: сӯзонидани маъданҳои аргиллити бо яд дар ҳарорати аз 550 то 600°C, дар муддати 1 соат, таҷзияи кислотагии маъдан дар давоми 1 соат дар ҳарорати 95 то 98°C, концентратсияи кислотаи фосфат дар ҳудуди 30%, андозаи заррачаҳои маъдан <0,1 мм. Дар шароити мазкур дараҷаи истихроҷи Al_2O_3 аз маъдани аргиллит Al_2O_3 ба 92,0%, Fe_2O_3 – 48,0% баробар мешавад.

Кинетикаи таҷзияи аргилитҳои кони Чашма-Санги Тоҷикистон бо кислотаи фосфат. Барои омӯختани равандҳои кинетикӣ, ки ҳангоми коркарди аргиллитҳои маъдани кони Чашма-Санг бо кислотаи фосфат барои ба даст омадаи Al_2O_3 мегузаранд, қачхаттаи кинетикӣ равандҳои зикршуда сохта шудаанд (расми 4). Қайд кардан мумкин аст, ки дараҷаи максималии ҷудошавии оксиди алюминий аз таркиби маъдан дар муддати 1 соат ва ҳарорати 98°C ба назар мерасад, ки он 90-92%-ро ташкил медиҳад. Дар ҳароратҳои нисбаттан пасттар (70-80°C) дар муддати 1 соат миқдори камтари оксиди алюминий ҷудо мешавад, он 70-79%-ро ташкил медиҳад.



Расми 4 – вобастагии дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 аз: давомнокии раванди таҷзия (а), $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии аз $\lg K_{\text{миёна}}$ аз ҳарорати баракси маутлақ $1/T \cdot 10^3$ (в) натиҷаи коркарди аргиллити кони Чашма-Санг бо кислотаи 30%-и фосфат

Расми 4б графики вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт буда, кунҷи ҳамии (наклон) ростхаттаҳо аз 32 то 35 дараҷаро ташкил медиҳад.

Барои раванди таҷзияи фосфатии маъданҳои аргиллитӣ мақсади ҳосилкунии оксиди алюминий вобастагии константаи суръати он аз ҳарорат мувофиқи қонуни Аррениус тағйир меёбад, ки ин тағйирёбӣ аз расми 4в, ки вобастагии $\lg K_{\text{миёна}}$ аз $1/T \cdot 10^3$ ифода мекунад, маълум аст.

Энергияи фаъолшавии раванди нишондодашуда ҳисоб карда шуд, ки он ба 34,5 кҶ/мол мебошад баробар аст. Константаи кинетикӣ барои раванди мазкур оварда шуда, дар асоси онҳо гузариши раванд дар соҳаи назоратшавандаи кинетикӣ, ки бештар ба соҳаи омехтаи қимматҳо наздик аст, ошкор карда шуд.

Аз силсилаи таҷрибаҳо кинетикаи таҷзияи фосфатии маъданҳои аргиллитӣ бо ҷудокунии оксиди алюминий аз онҳо омӯхта шуда, соҳаи гузариши раванд муайян карда шуд. Гузариши ин раванд дар соҳаи назоратшавандаи қимматҳо, ки ба соҳаи омехтаи қимматҳо хеле наздик аст, ба амал меояд.

Нақшаи принципалии технологияи коркарди комплекси аргиллитҳои кони Чашма-Санг бо усули фосфати коркард карда шуда, зинаҳои зеринро дар бар мегирад: - хока кардани маъдан дар осиеб; - зарраҳоро ба қутр (диаметр)-и 0,1мм дар ғалбер (элак) ҷудо кардан; - сӯсонидани маъдан дар ҳарорати $t=550-600^\circ\text{C}$ дар давоми 1 соат; - дар реактор омехта кардани маъдани аргиллит бо кислотаи фосфат; - таҷзиякунии маъдани аргиллит бо кислотаи фосфат, дар давоми 1 соат, дар ҳарорати $t=20-100^\circ\text{C}$; - ҷудокунии лойобаи (пулла)-и ҳосилшуда ба фазаҳои моеъ ва сахт; - ҷудокунии фазаҳо – таҳшинкунӣ ва полоидан; - ҳосилкунии компонентҳои ғоиданок.

Ҳангоми таҷзияи маъданҳои аргиллитӣ бо кислотаи фосфат аз маъданҳои нишондодашуда, маводҳои ғоиданок ба монанди, намакҳои гуногуни фосфатӣ ва дигар маводҳои арзишнок ҷудо мешавад.

Гудохтакунии гилхокҳои каолинӣ бо хлориди калси бо таҷзиякунии минбаъда бо об ва кислотаи гидрогенхлорид. Таҳлилҳои ҳаҷмӣ ва фотометрияи алангавӣ (шӯъла) –и гилхокҳои каолинӣ павастаҳои зеринро (бо %) дар таркиби онҳо нишон дод: Al_2O_3 – 24.84; Fe_2O_3 – 10.98; Na_2O – 0.3; K_2O – 2.65; CaO – 1.0; MgO – 1.1; SiO_2 – 50.0; п.п.п. – 6.3.

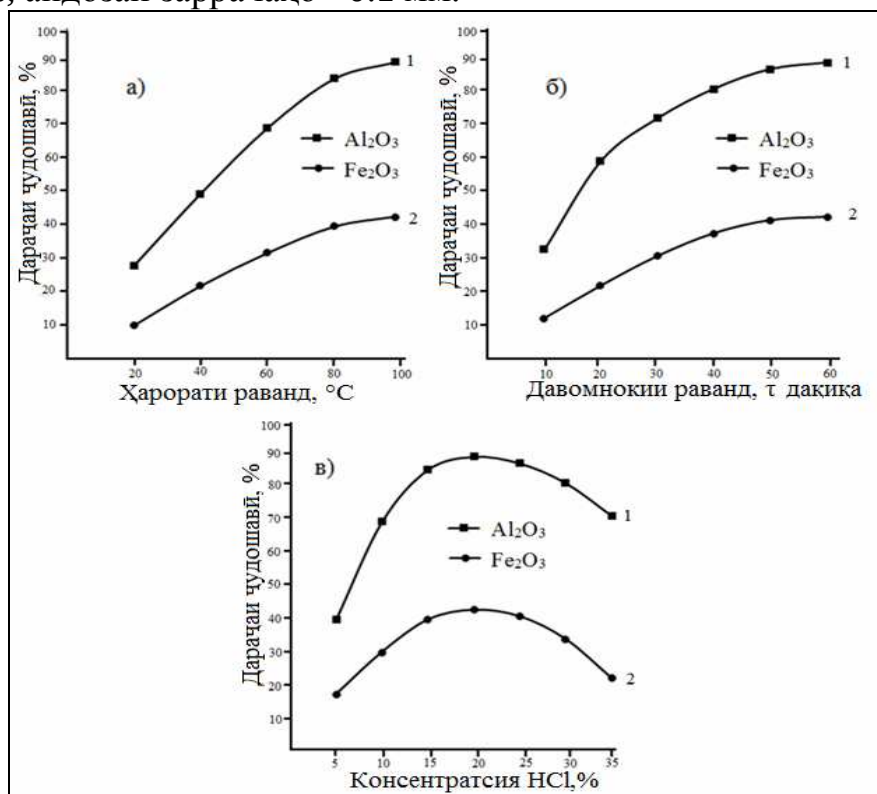
Гилҳоки каолинӣ дар ҳарорати $780-800^\circ\text{C}$ дар таносуби CaCl_2 : ашё = 1:1; андозаи зарраҳо 0,1мм; давомнокии раванди гудозиш 60 дақиқа.

Гудохтаи пас аз коркарди ҳароратии гилҳоки каолинӣ ҳосилшуда аввал бо об ва сипас бо кислотаи гидрогенхлорид коркард карда мешавад. Ин ду раванди ай дар пай дар ҳароратҳои якхела гузаронида мешавад: гудохта бо об ва сипас бо кислотаи гидрогенхлорид дар ҳарорати 98°C дар муддати 1 соат, дар консентратсияи кислота баробари 18-20% коркард карда мешавад. Гудохта бо об бо мақсади несткунии хлориди калсий коркард карда мешавад. Коркарди гидрогенхлоридӣ бо мақсади аз гилхокҳои каолинӣ ҷудокунии оксидҳои алюминий ва оҳан гузаронида мешавад. Дар раванди коркарди мазкур 40-44% Fe_2O_3 ва 88-90% Al_2O_3 ҳосил мешавад.

Дар расми 5 натиҷаҳои таҷзияи гудохтаи пас аз коркарди ҳароратии гилхокҳои каолинӣ бо коркарди минбаъда бо об ва кислотагии

гидрогенхлоридӣ оварда шудааст. Мақсади силсилаи таҷрибаҳои гузаронидашуда омӯхтани вобастагии дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 ва Fe_2O_3 –и раванди мазкур мебошад.

Дар асоси таҷрибаҳои гузаронидашуда муайян кардан мумкин аст, ки барои таҷзияи гилҳои каолинӣ параметрҳои оптималӣ инҳо мебошанд: таҷзиякунӣ бо HCl дар давоми 1 соат, дар ҳарорати $t=98^\circ\text{C}$, консентратсияи HCl аз 18 то 20%, андозаи заррачаҳо <0.1 мм.



Расми 5 – Вобастагии дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 ва Fe_2O_3 дар маҳлул аз: ҳарорат (а), давомнокии раванд (б) ва консентратсияи HCl (в). Ҳангоми коркарди гидрогенхлоридии гилҳои каолинии кони Чашма-Санг

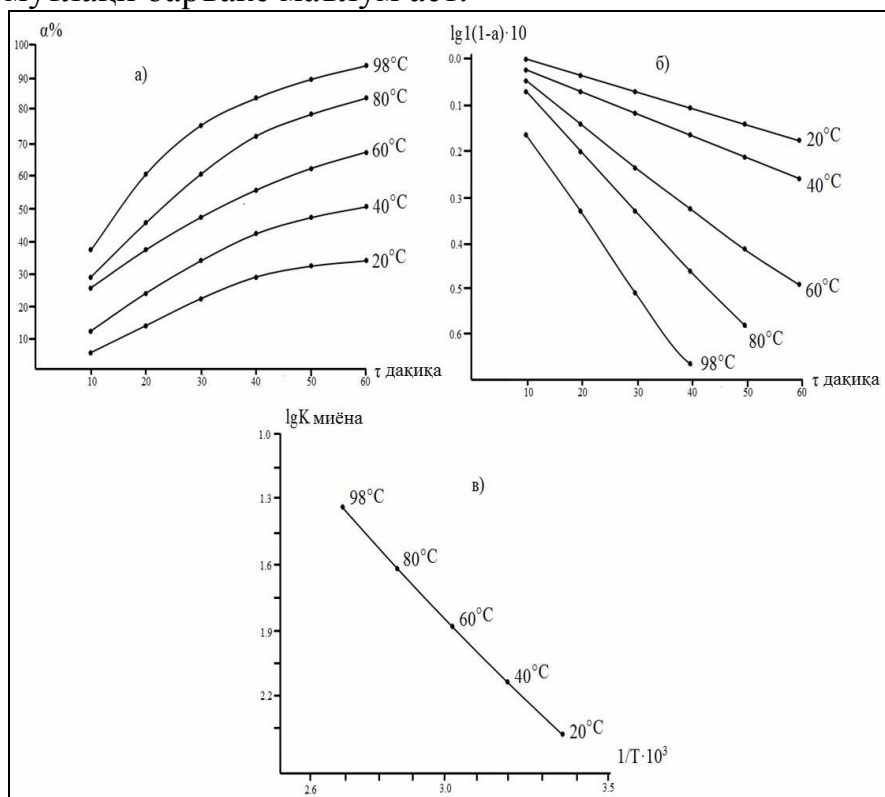
Омӯхтани параметрҳои кинетикии таҷзияи ҳароратии гилҳои каолинии кони Чашма-Санг бо қаблан ғудохтакунӣ бо хлориди калсий. Таҳқиқоти равандҳои кинетикӣ, ки ҳангоми коркарди гидрогенхлоридии каолинҳои кони Чашма-Санг гузаронида шуд. Дар ин раванд қаблан ғудохтакунии маъдан бо хлориди калсий гузаронида шуд.

Дар омӯхтани равандҳои кинетикӣ, ки зимни таҷзияи гидрогенхлоридии каолинҳои кони Чашма-Санг бо ҳосилкунии оксиди алюминий мегузаранд, қачхатаҳои кинетикии раванди мазкур сохта шудаанд (расми 6а).

Муайян кардан мумкин аст, ки ҷудошавии максималии оксиди алюминий аз гилҳои каолинӣ дар давоми 1 соат, дар ҳарорати $t=98^\circ\text{C}$ ба амал омада, аз 87-то 90%-ро ташкил медиҳад. Дар ҳароратҳои паст ($70-80^\circ\text{C}$) дар муддати 1 соат миқдори ками Al_2O_3 , ҷудо шуда, миқдораш аз 75 то 80% аст.

Барои раванди таҷзия бо ҳосилкунии оксиди алюминий суръати таҷзияи гилҳои каолинӣ ҳисоб карда шуд. Ҳисобкунӣ дар асоси муодилаи кинетикии тартиби якум гузаронида шуд. Расми 6б графики вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз

вактро ифода мекунад, ки кунҷҳои ҳамаи хатҳои рост дар ин график аз 34 то 38 дараҷаро ташкил медиҳад. Барои раванди омӯхташавандаи таҷзиякунӣ бо ҳосилкунии оксиди алюминий вобастагии собити суръати он аз вақт мувофиқи қонуни Аррениус тағйир меёбад, ки ин аз расми 6в, ки дар вобастагии $\lg K_{\text{миёна}}$ аз ҳарорати мутлақи баръакс маълум аст.



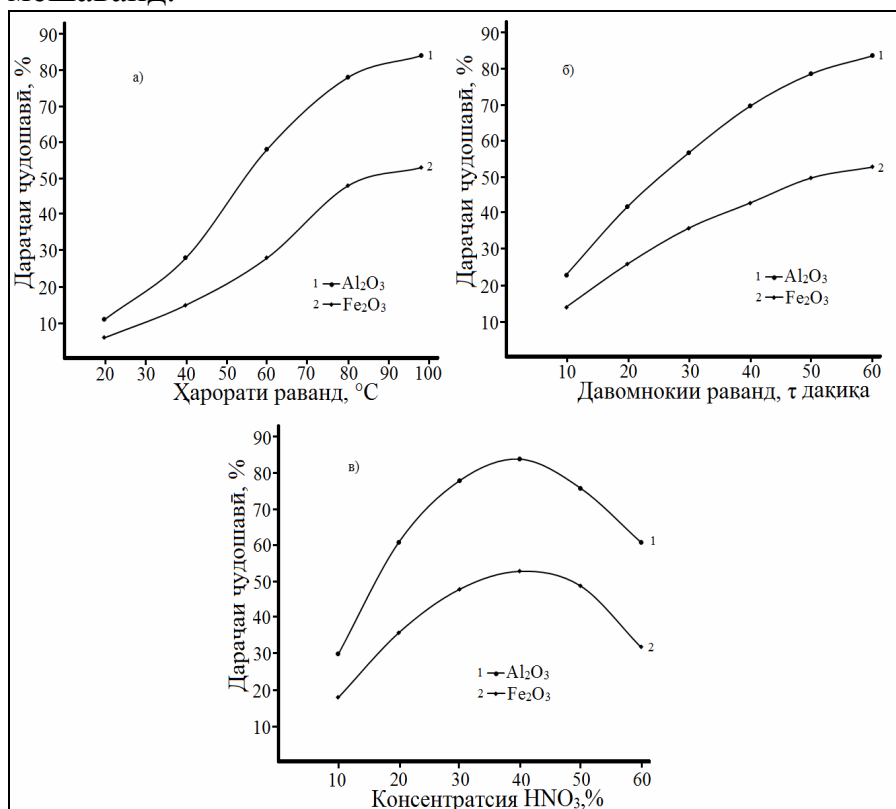
Расми 6 - Вобастагии дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 аз: давомнокии раванд (а); вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии $\lg K_{\text{миёна}}$ аз ҳарорати мутлақи баръакс $1/T \cdot 10^3$ (в) дар натиҷаи коркарди гилҳои каолинии қони Чашма-Санг бо маҳлули 20%-и кислотаи гидрогенхлорид бо қаблан ғудохтакунӣ бо хлориди калсий

Энергияи фаъолшавии раванди мазкур муайян карда шуд, ки он ба 23,7кҶ/мол баробар аст. Қаҷхатаҳои кинетикии раванди нишондодашуда сохта шуда, дар асоси онҳо гузариши раванд дар асоси қимматҳои назоратшавандаи диффузионии ба соҳаи омехта наздик ошкор (маълум) карда шуд.

Таҷзияи нитратии гилҳои каолинӣ бо қаблан ғудохтакунӣ бо гидрооксиди натрий. Параметрҳои гуногуни физикию химиявии таҷзияи нитратии каолинҳо бо мақсади муайянкунии параметрҳои бештар оптималӣ (t -и раванд, вақти таҷзия, консентратсияи кислотаи нитрат)-и таҷзия омӯхта шуд (расми 7).

Таъсири ҳарорат (расми 7а) ба таҷзияи нишондодашуда бо ҷудошавии оксидҳо - Al_2O_3 ва Fe_2O_3 таҳқиқ карда шуд. Муайян кардан мумкин аст, ки бо баландшавии ҳарорат аз 20 то 98°C ҷудошавии оксидҳои таркиби маъдани аргилит афзуда, дар нишондодҳои додашудаи ҳароратҳо ҷудошавии Al_2O_3 дар ҳарорати 20°C 11,0; дар ҳарорати 98°C 84,0%; ҷудошавии Al_2O_3 мувофиқан 6,0 ва 53,0%-ро ташкил медиҳад. Яъне хеле меафзояд.

Дар расми 7б натиҷаҳои омӯзиши таъсири вақти таҷзияи мазкури каолин ба чудошавии маводи фойданок, аз ҷумла, оксидҳои алюминий ва оҳан баррасӣ ва таҳқиқ шудааст. Ин нишондиҳанда дар таҷрибаҳо дар ҳудуди 10 дақиқа то 1 соат тағйир меёбад. Нишон дода шудааст, ки ҳангоми бо кислотаи нитрат дар муддати 10 дақиқа коркардкунии гилҳои каолинӣ 23,0% оксиди алюминий ва 14% оксиди оҳан чудо мешавад. Ҳангоми минбаъд дар муддати зиёдтари вақт коркардкунии маъдан бо кислотаи нитрат нишондодҳои қадшуда (дараҷаи чудошавии оксидҳо) афзуда дар давомнокии 1 соати вақт: Al_2O_3 84,0%, Fe_2O_3 53,0% чудо мешаванд.



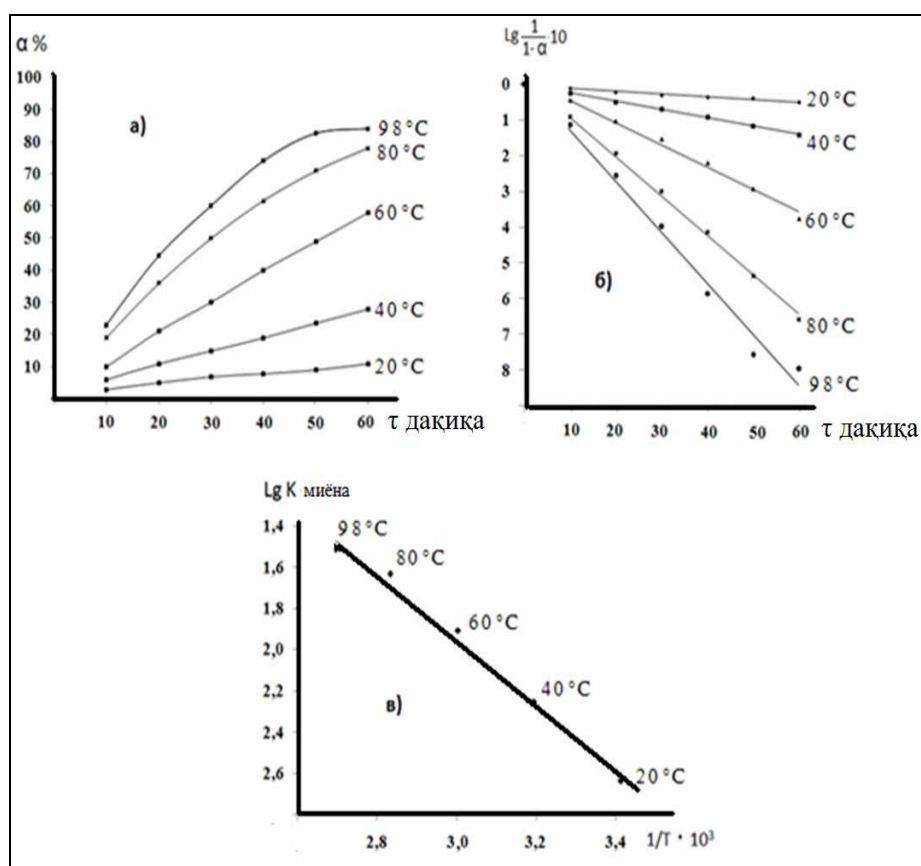
Расми 7 – Вобастагии дараҷаи ҷудошавии оксидҳои алюминий ва оҳан дар маҳлул аз: ҳарорат (а), давомнокии раванд (б) ва консентратсияи кислотаи нитрат (в) (1 — Al_2O_3 , 2 — Fe_2O_3)

Дар расми 7в натиҷаҳои таъсиркунии консентратсияи кислотаи нитрат ба дараҷаи ҷудошавии оксидҳо оварда шудааст. Консентратсияи кислотаи нитрат дар ҳудудҳои 10-60% тағйир меёбад. Нишон дода шудааст, ки консентратсияи минималӣ оксидҳои зимни ба 10% баробар будани консентратсияи кислотаи нитрат мушоҳида мешавад, ки он Al_2O_3 — 30,0% ва Fe_2O_3 — 18,0% -ро ташкил медиҳад. Дар аснои то 40% зиёд кардани консентратсияи кислотаи нитрат дараҷаи ҷудошавии оксидҳои алюминий ва оҳан афзуда, қимматҳои максималии Al_2O_3 — 84,0% ва Fe_2O_3 — 53,0% -ро ташкил медиҳад. Зимни консентратсияи максималии кислотаи нитрат (60%) нисбат ба консентратсияи 40%-и он дараҷаи ҷудошавии оксидҳо кам мешаванд.

Ҳамин тавр, барои таҷзиякунии гилҳои каолинии кони Чашма-Санг параметрҳои ратсионалӣ (оқилона) — и гузаронидани раванди таҷзиякунӣ тавсия

дода мешавад: гудохтакунӣ бо NaOH дар ҳароратҳои 800-850°C дар муддати 1 соат ва дар таносуби моддаҳо NaOH ва каолин = 1:1, коркарди обӣ (30-50 дақиқа) ва бо кислотаи нитрат (1 соат) дар ҳарорати 98°C, консентратсияи кислотаи нитрат 40%, андозаи заррачаҳои хокаи каолин < 0,1 мм. Дар вақти риоя кардани ин шаритҳо аз каолин 84,0% Al_2O_3 ва 53,0% Fe_2O_3 чудо мешавад.

Омӯхтани кинетикаи раванди таҷзиякунии гилҳои каолиний бо кислотаи нитрат, ки қаблан бо гидрооксиди натрий гудохта карда шудааст. Барои омӯхтани равандҳои кинетикӣ, ки зимни таҷзиякунии гилҳои каолиний бо кислотаи нитрат ва гудохтакунӣ бо гидрооксиди натрий бо ҳосилкунии оксиди алюминий мегузаранд, қатъхатаҳои кинетикӣ раванди мазкур (расми 8) ва ҳосил кардани оксиди оҳан (расми 9) сохта шудаан. Муайян кардан мумкин аст, ки аз гилҳои каолиний ба таври максималӣ ҷудошавии оксиди алюминий дар муддати 1 соат дар $t=98^\circ C$ ба амал меояд. Дар ин вақт аз маъдан 81-85% оксиди алюминий ҷудо мегардад. Дар ҳароратҳои паст (70-80°C) дар муддати 1 соат миқдори ками Al_2O_3 76-78% ҷудо мешавад.

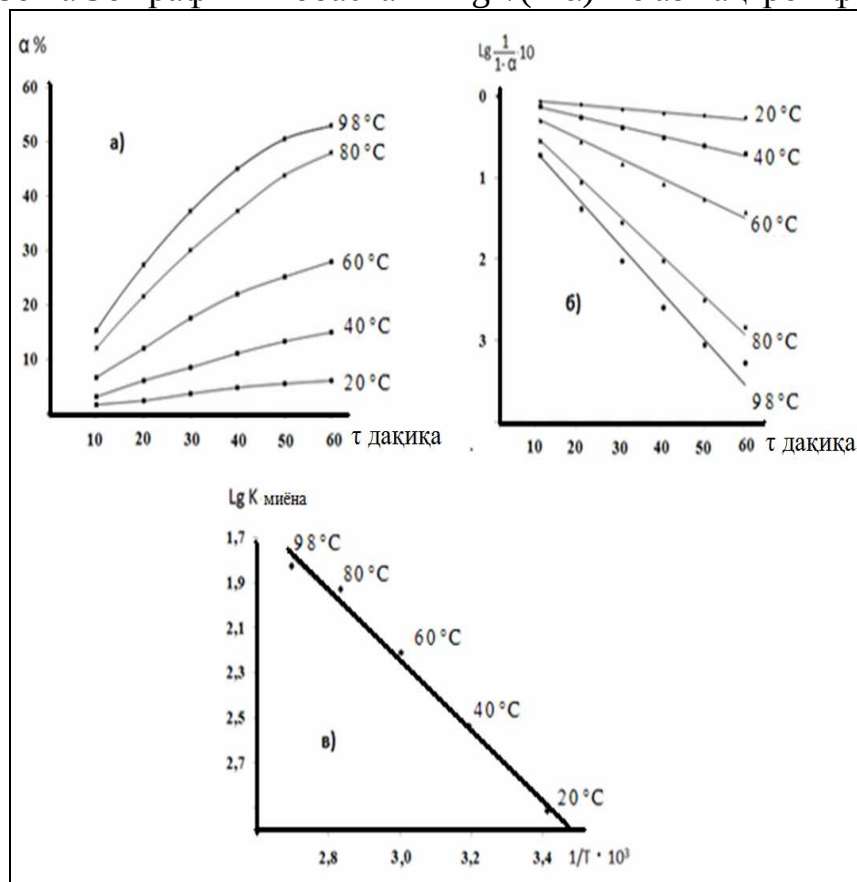


Расми 8- Вобастагии дараҷаи ҷудошавии Al_2O_3 аз давомнокии раванд (а), $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии $\lg K_{миёна}$ аз ҳарорати мутлақӣ баръакс $1/T \cdot 10^3$ (в) ҳангоми дар маҳлул ҷудошавии Al_2O_3 пас аз коркардкунии гилҳои каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаи нитрати 40%-а, ки қаблан бо NaOH гудохта карда шудааст

Барои раванди таҷзияи нитратии каолин бо ҳосилкунии оксидҳои алюминий суръати таҷзияшавии он омӯхта шуд. Ҳисобкунӣ дар асоси кинетикӣ тартиби якум гузаронида шуд.

Дар ҳудуди ҳарорати 20-40°C қачхаттаҳо рост буда, дар ҳарорати зиёда аз 60°C қачхаттаҳо паралелӣ мебошанд, чунки дар ин ҳарорат ва ҳарорати баландтар аз ин таҷзияшавии пурраи минералҳои глинозёмдор ба амал меояд.

Расми 8б ва 9б графики вобастагии $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақтро ифода мекунад.

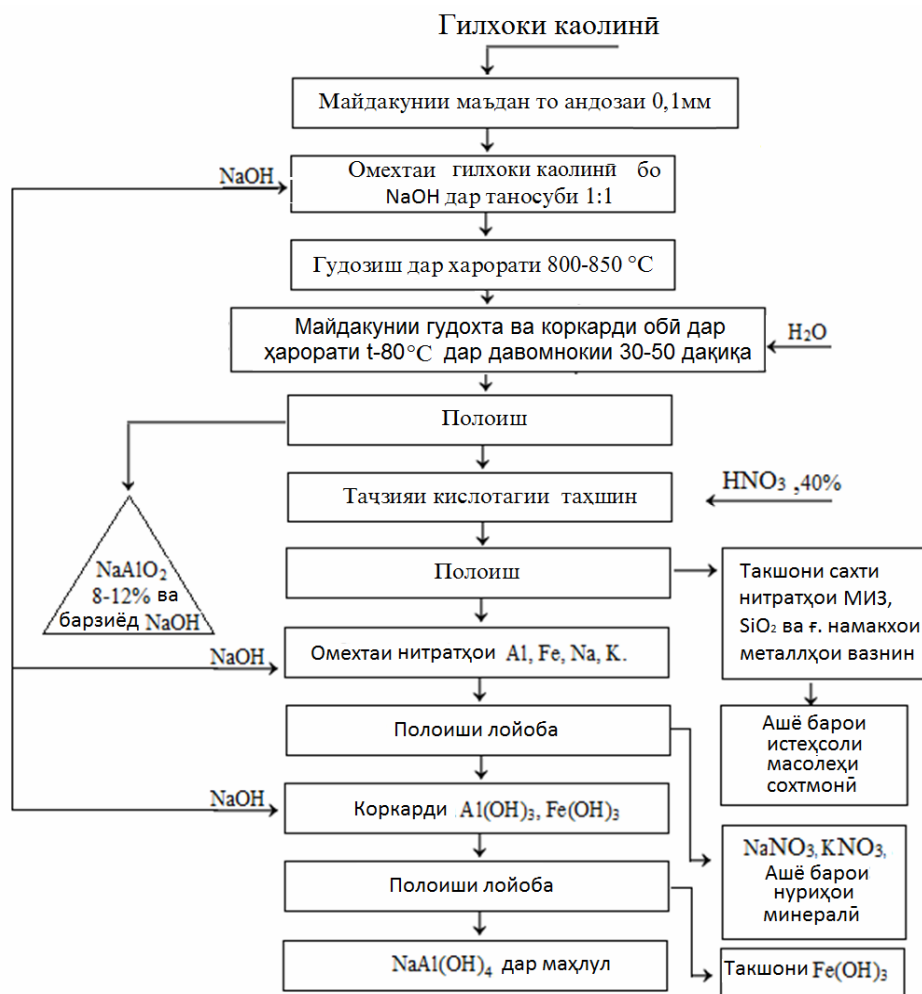


Расми 9 – вобастагии дараҷаи ҷудошавии Fe_2O_3 аз давомнокии раванд (а), $\lg 1/(1-\alpha) \cdot 10$ аз вақт (б) ва вобастагии $\lg K_{\text{миёна}}$ аз ҳарорати мутлақи баръакс $1/T \cdot 10^3$ (в) ҳангоми дар маҳлул ҷудошавии Fe_2O_3 пас аз коркардкунии гилҳои каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаи нитрати 40%-а, ки қаблан бо NaOH ғудохта карда шудааст

Барои таҷзияи нитрати каолин ҳосилкунии оксиди алюминий ва оксиди оҳан вобастагии суръати таҷзияи аз ҳарорат мувофиқи қонуни Аррениус тағйир меёбад. Ин тағйирот иборат аз расмҳои 8в ва 9в, ки вобастагии $\lg K_{\text{миёна}}$ аз ҳарорати мутлақи баръаксро ифода мекунад, бараъло маълум аст.

Энергияи фаолшавии равандҳои қайдшуда муайян карда шуд, ки он барои Al_2O_3 ба 28,36 кҶ/мол ва барои Fe_2O_3 27,79 кҶ/мол баробар аст. Қачхаттаҳои кинетикӣ барои равандҳои мазкур сохта шуда, дар асоси онҳо гузариши равандҳои ҷудошавии оксиди алюминий ва оксиди оҳан дар соҳаи қиматҳои омехтаи ба соҳаи қиматҳои (значений) диффузионӣ наздик ошкор карда шуд.

Дар асоси таҷрибаҳои гузаронидашуда барои коркарди гилҳои каолинии кони Чашма-Санг нақшаҳои принципиалии технологӣ фарогири раванди ғудохтани бо NaOH ва таҷзиякунии ин маъдани овардашуда бо кислотаи нитрат пешниҳод карда шуд (расми 10).



Расми 10 – Нақшаи принципаии технологияи коркарди гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг бо усули гудозиш ва таҷзиякунӣ бо кислотаи нитрат

Ҳангоми таҷзиякунии гилхокҳои каолинӣ бо кислотаи нитрат аз маъдани нишондодашуда маводҳои ғоиданок ба монанди намакҳои мухталифи кислотаҳои нитрат ва дигар маҳсулотҳои арзишманд (қиматбаҳо) ҷудо карда мешаванд.

ХУЛОСА

Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия:

1. Бо усулҳои физикию химиявӣ (ТРФ ва ТДХ) тавсифоти гиоҳҳои каолинӣ ва аргиллитҳои кони Чашма-Санги Тоҷикистон омӯхта шуд [1,5,6,10, 17-М].
2. Ба раванди таҷзияи гилхокҳои каолинӣ бо кислотаҳои гуногуни минералӣ баҳои термодинамики дода шуд. Эҳтимолияти гузариши ба самти ҳосилшавии пайвастҳои алюминий ва оҳан муайян карда шуд [7, 8, 11, 18, 24-М].
3. Барои таҷзияи фосфатии маъданҳои аргиллӣ кони Чашма-Санг параметрҳои таҷзияи оптималии зерин муайян ва тавсия карда шудаанд: коркарди ҳароратӣ дар $t=550-600^{\circ}\text{C}$ дар муддати як соат; таҷзиякунӣ бо маҳлули 30%-и кислотаи фосфат дар $t=95-98^{\circ}\text{C}$ дар давоми як соат; борики

(тонкость) – и орди маъдани аргиллит $<0,1$ мм, бо чудошавии максимали $92,0\% \text{ Al}_2\text{O}_3$ и $48,0\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$ [1, 6, 13, 14, 16-M].

4. Равандҳои кинетикии гузариши таъзияи фосфатии аргиллитҳо омӯхта шуда, нишон дода шуд, ки раванди таъзияи дар соҳаи назоратшавандаи кинетикии ба соҳаи омехтаи наздик мегузарад [2, 13, 14, 15, 19-M].
5. Раванди гузаронидани гилхокҳои каолинӣ бо CaCl_2 , бо коркарди минбаъдаи обию кислотагии гудохта омӯхта шуд, шароитҳои оптималии коркарди гидрогенхлориди гудохта дарёфт шуда, параметрҳои зерин тавсия карда шудаанд: дар ҳарорати 800°C гудохтакунӣ бо CaCl_2 ; дар давоми 60 дақиқа ҳарорати таъзияи кислотагӣ ба 98°C баробар аст; консентратсияи HCl 20% ; андозаи зарраҳо $0,1\text{мм}$ [4, 10, 15-M].
6. Равандҳои кинетикии таъзияи гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаи гидрогенхлорид, бо гудохтакунии қаблӣ ба CaCl_2 таҳқиқ карда шуда, гузариши раванди мазкур дар соҳаи омехтаи ба соҳаи кинетикӣ наздик нишон дода шуд [2, 15, 19, 20, 21-M].
7. Коркарди гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаи нитрат бо гудохтакунии қаблӣ бо NaOH омӯхта шуд. Параметрҳои оптималии раванди таъзияи гудохта бо кислотаи нитрат муайян карда шуда, параметрҳои зерини раванд тавсия шудаанд: дар муддати як соат ҳарорати гудохтакунӣ 850°C ; таносуби маъдан ва $\text{NaOH} = 1:1$; ҳарорати таъзияи кислотагӣ 98°C ; консентратсияи HNO_3 40% ; давомнокии раванд 60 дақиқа бо чудошавии максималӣ $84,0\% \text{ Al}_2\text{O}_3$ и $53,0\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$ [3, 9, 10-M].
8. Раванди кинетикии таъзияи гилҳоки кони Чашма-Санг бо кислотаи нитрат, ки қаблан бо NaOH гудохта шуда буд, таҳқиқ карда шуда, дар асоси раванди чудошавии оксиди алюминий ва оҳан қачхаттаҳои кинетикӣ сохта муайян карда шуд, ки ин раванд дар доираи омехта, наздиктар ба доираи диффузионӣ мегузарад [9, 15, 19, 21-M].
9. Технологияи принципаалии раванди таъзияи аргиллитҳо бо кислотаи фосфат коркард шуда ва нақшаҳои технологияи таъзияи гилҳоки каолинии кони Чашма-Санг бо роҳи гудохтакунӣ бо NaOH ва CaCl_2 ва коркарди минбаъдаи обию кислотагии гудохта пешниҳод карда шудааст [10,13,16-M].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо:

- технологияи коркарди маъданҳои алюмосиликатиро барои ҳосилкунии пайвастаҳои алюминий ва оҳан тавсия карда шуд;

- инчунин технологи коркардашуда ҳангоми коркарди хокаи аргиллитҳо ва каолинҳо бо кислотаҳои фосфат, хлорид ва нитрат инчунин гудохтакунӣ бо реагунтҳои натрий ва калсийдошта бо мақсади ба даст овардани фосфатҳо, нитратҳо ва хлоридҳои алюминий ва оҳан ки барои истифода хоҷагии халқи мамлакат лозим аст, тавсия дода шудааст.

- таъзияи гилҳоки каолинӣ ва аргиллитҳо бо истифодаи кислотаи фосфат барои ҳосилкардани як қатор маҳсулотҳои арзишнок – нуриҳои минерали, маҳсулот барои истехсоли маводҳои сохтмонӣ тавсия карда шудааст.

**ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ ИЛМИИ ДОВТАЛАБИ ДАРЁФИ
ДАРАҶАИ ИЛМӢ АЗ РӮӢИ МАВЗӢИ ДИССЕРТАТСИЯ**

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи КОА-и назди

Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон наиришуда:

[1-М]. Мирзоев, Д.Х. Разложение аргиллитов месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан ортофосфорной кислотой / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, С.М. Гафорзода, У.М. Мирсаидов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2016. -№3(164). –С.74-78.

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

[3-М]. Мирзоев, Д.Х. Водно-солянокислотное разложение зеленых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана с предварительным спеканием с гидроксидом натрия / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, **Ш.Д. Отаев**, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2018. -Т.61. -№5. –С.467-469.

[4-М]. Мирзоев, Д.Х. Водно-солянокислотное выщелачивание зелёных глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана с предварительным спеканием с хлористым кальцием / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафорзода, **Ш.Д. Отаев**, Ш.Б. Назаров // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. - 2018. -№2(171). –С.77-79.

[5-М]. Мирсаидов, У.М. Извлечение глинозема из алюмосиликатных руд Таджикистана солянокислотным разложением / У.М. Мирсаидов, Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, Н.М. Джамолов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2019. -№2(175). –С.65-70.

[6-М]. Mirzoev, D.Kh. Physicochemical basis of sulfuric acid decomposition of Tajikistan aluminosilicate ores / D.Kh. Mirzoev, **Sh.D. Otaev**, S.G. Muhamedova, Zh.A. Misratov, U.M. Mirsaidov // Applied solid state chemistry. -2019. -№4(9). –P.20-24.

[7-М]. **Отаев, Ш.Д.** Термодинамическая оценка разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана минеральными кислотами / Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, У.М. Мирсаидов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ-мат., хим., геол. и тех. наук. -2019. -№4(177). –С.98-103.

[8-М]. **Отаев, Ш.Д.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана фосфорной кислотой // Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, Н.М. Джамолов, А.М. Каюмов, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2019. –Т.62. -№11-12. –С.692-695.

[9-М]. **Отаев, Ш.Д.** Кинетика азотнокислотного разложения каолиновых глин с предварительным спеканием с гидроксидом натрия / Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, Н.Н. Джамолов, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2020. –Т.63. -№1-2. –С.98-101.

[10-М]. **Отаев, Ш.Д.** Физико-химические основы переработки каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана спеканием с гидроксидом натрия с последующим азотнокислотным разложением / Ш.Д. Отаев, Д.Х. Мирзоев, Н.Н. Джамолов, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2020. –Т.63. -№3-4. –С.219-224.

[11-М]. Мирзоев, Д.Х. Сравнительный анализ коагулирующей способности сульфата алюминия со смешанным алюможелезосодержащим коагулянтом / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, У.М. Мирсаидов // Доклады АН Республики Таджикистан. -2020. –Т.63. -№9-10. –С.626-630.

Мақолаҳои дар маводи конфронсиҳои илмӣ нашришуда:

[12-М]. Мирзоев, Д.Х. Выщелачивание каолиновых глин Чашма-Санг Республики Таджикистан уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, С.М. Гафурзода // Международная научная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий», посвящ. 20-летию Дня примирения Республики Таджикистан. –Душанбе, 2017. –С.40-43.

[13-М]. **Отаев, Ш.Д.** Разложение аргиллитов фосфорной кислотой / Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, С.М. Гафурзода, Д.Х. Мирзоев // Международная научная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий», посвящ. 20-летию Дня примирения Республики Таджикистан. –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**, С.М. Гафурзода, Д.Х. Мирзоева / XIV Нумановские чтения «Вклад молодых ученых в развитии химической науки», посвящ. Году молодёжи. – Душанбе, 2017. –С.70-72.

[15-М]. Мирзоев, Д.Х. Изучение кинетических параметров солянокислотного разложения каолиновых глин месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с хлоридом кальция / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафурзода, **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоева // Международная конференция «Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий». -Душанбе, АН Республики Таджикистан. Совет молодых ученых АН РТ. -2018. –С.23-25.

[16-М]. **Отаев, Ш.Д.** Оценка процесса разложения аргиллитов месторождения Чашма-Санг минеральными кислотами / Ш.Д. Отаев, С.М. Гафурзода, Ш.О. Аъзамов, Д.Х. Мирзоев // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан». -Душанбе, Институт химии им.В.И. Никитина АН РТ, 2018. – С.24-26.

[17-М]. Каюмов, А.М. Физико-химические основы низкокачественных алюмосодержащих руд минеральными кислотами / А.М. Каюмов, Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, С.М. Гафурзода / Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан». -Душанбе, Институт химии им.В.И. Никитина АН РТ, 2018. – С. 26-28.

[18-М]. Мирзоев, Д.Х. Оценка процесса разложения каолиновых глин минеральными кислотами и уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, **Ш.Д. Отаев**, С.М. Гафурзода, Ш.О. Аъзамов // Международная научно-практическая конференция «Перспективы использования материалов, устойчивых к коррозии, в промышленности Республики Таджикистан». -Душанбе, Институт химии им.В.И. Никитина АН РТ, 2018. –С.126-129.

[19-М]. Мирзоев, Д.Х.. Изучение кинетики солянокислотного разложения зеленой глины месторождения Чашма-Санг с предварительным спеканием с

гидроксидом натрия / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, **Ш.Д. Отаев** // IV Международная научная конференция «Вопросы физической и координационной химий», посвящ. памяти д.х.н., проф. Х.М. Якубова и З.Н. Юсуфова. -Душанбе, ТНУ, 2019. –С.145-149.

[20-М]. Мирзоев, Д.Х. Спекание каолиновых глин с хлоридом кальция / Д.Х. Мирзоев, С.М. Гафорзода, **Ш.Д. Отаев**, Ш.О. Аъзамов, С.Д. Махмаднабиев // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». –Душанбе, 2019. –С.22-23.

[21-М]. 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 // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». –Душанбе, 2019. –С.24-26.

[22-М]. **Отаев, Ш.Д.** Получение комплексных удобрений из аргиллитов и каолиновых глин / Ш.Д. Отаев, Ш.О. Аъзамов, Г.У. Бахридинова, Д.Х. Мирзоев, У.М. Мирсаидов / XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». –Душанбе, 2019. -С.27-28.

[23-М]. Мирзоев, Д.Х. Получение эфиратов хлористого алюминия из аргиллитов и каолиновых глин / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, **Ш.Д. Отаев**, О.А. Азизов, Д.Х. Джураев // XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан». –Душанбе, 2019. –С.29-30.

[24-М]. Мирзоев, Д.Х. Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Таджикистана уксусной кислотой / Д.Х. Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, Н.М. Джамолов, **Ш.Д. Отаев** // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции «Основы развития и перспективы химической науки в Республике Таджикистан» посвященной 60 летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова Ишанкула Усмоновича. – Душанбе-2020-С.295-297.

Ихтироъҳо:

[25-М]. Малый патент TJ №1073. Способ получения хлористого алюминия в диэтиловом эфире / **Ш.Д. Отаев**, Д.Х.Мирзоев, Ш.О. Аъзамов, П.М. Ятимов, У. Мирсаидов. – Заявка №1801262. -Заявл. 12.12.2018. Зарег. 03.04.2020.

[26-М]. Малый патент TJ №1086. Способ получения хлоридов металлов и бора из бор- и алюмосиликатных руд / **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоев, А.С. Курбонов, С.Д. Махмаднабиев, Ш.Б. Назаров. – Заявка №1801265. -Заявл. 13.12.2018. Зарег. 28.04.2020.

[27-М]. Малый патент TJ №1100. Способ переработки алюмосиликатов методом активации / **Ш.Д. Отаев**, Д.Х. Мирзоев, А.М. Каюмов, О.А. Азизов, У.М. Мирсаидов и др. – Заявка №2001429. -Заявл. 23.04.2020. -Зарег. 26.06.2020.

[28-М]. Малый патент TJ №1109. Способ получения алюмогидридов металлов из алюмосиликатных руд / **Ш.Д. Отаев**, У.М. Мирсаидов, Д.Х.Мирзоев, А.М. Каюмов, О.А. Азизов, А. Бадалов, Ш.О. Аъзамов. – Заявка №2001433. -Заявл. 24.04.2020. Зарег. 19.08.2020.

АННОТАТСИЯИ

диссертатсияи Отаев Шохрух Дилшодович дар мавзӯи «Асосҳои физикавӣ-химиявии коркарди аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санги Ҷумҳурии Тоҷикистон бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунӣ»
барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои химия аз рӯйи ихтисоси
05.17.01 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ

Калимаҳои калидӣ: таҷзиякунӣ, маъданҳои алюмосиликатӣ, гилҳои каолинӣ, таҷзиякунии каолинӣ ва ғудохтакунӣ, нақшаи технологӣ, тавсифот (характеристика) – и термодинамикӣ, асосҳои физикию химиявӣ.

Объект ва усулҳои таҳқиқот, дастгоҳҳои истифодашуда. Объекти таҳқиқот ин ҳосил кардани оксидҳои алюминий, оҳан ва ҳосилкунии коагулянти омехтаи алюминийю оҳан бо роҳи таҷзиякунии аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг бо кислотаҳои фосфат, нитрат ва гидрогенхлорид, инчунин ғудохтакунии маъданҳои мазкур бо реагентҳои наирӣ ва калсийдор мебошад. Таҳқиқоти физикию химиявӣ ашё ва маҳсулотҳои коркарди он бо истифодаи усулҳои рентгенофазаӣ (ТРФ), бо таҳлили дифференсиалии ҳароратӣ (ТДХ), ва бо усулҳои химиявӣ гузаронида шуд.

Мақсади таҳқиқот ин коркарди аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинӣ бо роҳи таҷзиякунӣ бо кислотаҳои фосфату нитрат бо ҳосилкунии компонентҳои фойданок буда, инчунин ғудохтакунии маъдани мазкур бо CaCl_2 ва NaOH , бо коркарди манбаъҳои обию кислотагии ғудохта ба ҳисоб меравад.

Натиҷаҳои ҳосилшуда ва навбониҳои онҳо. Тавсифот (характеристика) – и физикию химиявӣ аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинии кони Чашма-Санг таҳқиқ карда шуд; таҳлили термодинамикии равандҳои бо таҷзияи маъданҳои алюмосиликатӣ гилхокҳои каолинӣ ва аргиллитҳо алоқаманд гузаронида шуд; хусусиятҳои таҷзияи кислотагӣ ва ғудохтакунии аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинӣ бо ёрии усулҳои таҳлили рентгенофазаӣ ва таҳлили дифференсиалию ҳароратӣ омӯхта шуд; механизми равандҳои химиявӣ гузариши таҷзиякунии кислотагии маъданҳои алюмосиликатӣ (аргиллитҳо ва гилхокҳои каолинӣ) муайян карда шуд; механизми гузариши равандҳои ғудохтакунии маъданҳои алюмосиликатӣ бо реагентҳои натрий ва калсийдор муайян карда шуд; вобастагии дараҷаи ҷудошавии компонентҳои фойданок аз концентратсияҳои кислотаҳо, давомнокии раванд ва ҳарорат ошкор карда шуд; коркарди нақшаҳои принципалии технологияи ашёи алюмосиликатӣ бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунӣ гузаронида шуд. Арзиши амалии таҳқиқот дар он аст, ки дар асоси таҷрибаҳои гузаронидашуда технологияи самараноки коркарди аргиллитҳо ва гилхокҳои кони Чашма-Санги Тоҷикистон бо усулҳои кислотагӣ ва ғудохтакунӣ, ки коркарди комплекси маъданро таъмин мекунад, пешниҳод карда шуд. Зимни дар амал тадбиқ кардани усулҳои пешниҳодшуда (коркардшуда) самарани муайяни иқтисодиро ба даст овардан мумкин аст.

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо: технологияи коркарди маъданҳои алюмосиликатиро барои ҳосилкунии пайвастаҳои алюминий ва оҳан тавсия карда шуд; инчунин технологи коркардашуда ҳангоми коркарди хокаи аргиллитҳо ва каолинҳо бо кислотаҳои фосфат, хлорид ва нитрат инчунин ғудохтакунӣ бо реагентҳои натрий ва калсийдошта бо мақсади ба даст овардани фосфатҳо, нитратҳо ва хлоридҳои алюминий ва оҳан ки барои истифода хоҷагии халқи мамлакат лозим аст, тавсия дода шудааст; таҷзияи гилҳои каолинӣ ва аргиллитҳо бо истифодаи кислотаи фосфат барои ҳосилкардани як қатор маҳсулотҳои арзишнок – нуриҳои минерали, маҳсулот барои истеҳсоли маводҳои сохтмонӣ тавсия карда шудааст.

Соҳаи истифодабарӣ: саноати химиявӣ.

АННОТАЦИЯ

диссертации Отаева Шохруха Дилшодовича на тему: «Физико-химические основы переработки аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг Республики Таджикистан кислотными и спекательными методами», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ

Ключевые слова: разложение, алюмосиликатные руды, аргиллиты, каолиновые глины, кислотное и спекательное разложение, технологическая схема, термодинамические характеристики, физико-химические основы.

Объекты и методы исследования, использованная аппаратура. Объектом исследования является получение оксидов железа, алюминия и смешанного алюможелезосодержащего коагулянта фосфорно-, соляно- и азотнокислотным разложением аргиллитов и каолиновых глин месторождения Чашма-Санг, а также спеканием с натрий- и кальцийсодержащими реагентами. Физико-химические исследования сырья и продуктов его переработки проведены с применением современных методов и оборудования, рентгенофазового анализа (РФА), дифференциально-термический анализ (ДТА), химические методы анализа.

Целью исследования является переработка аргиллитов и каолиновых глин разложением фосфорной и азотной кислотами с получением полезных компонентов, а также спеканием указанных руд с CaCl_2 и NaOH с последующей водно-кислотной обработкой спёка.

Полученные результаты и их новизна. Исследованы физико-химические характеристики исходных каолиновых глин и аргиллитов Чашма-Сангского месторождения; проведён термодинамический анализ процессов, связанных с разложением алюмосиликатных руд – каолиновых глин и аргиллитов; изучены особенности кислотного и спекательного разложения аргиллитов и каолиновых глин с помощью рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа; установлены механизмы химических процессов протекания кислотного разложения алюмосиликатных руд (аргиллитов и каолиновых глин); - установлены механизмы протекания процессов спекания алюмосиликатных руд с натрий- и кальцийсодержащими реагентами; - выявлены зависимости степени извлечения полезных компонентов от концентрации кислоты, продолжительности процесса и температуры; - проведена разработка принципиальных технологических схем по переработке алюмосиликатного сырья кислотными методами и методом спекания. Практическая ценность исследования заключается в том, что на основе проведенных исследований разработана эффективная технология переработки аргиллитов и каолиновых глин Таджикистана кислотными методами и спеканием, которая обеспечивает их комплексную переработку. При внедрении разработанные способы могут дать определенный экономический эффект.

Рекомендации по практическому использованию результатов: разработанную технологию переработки алюмосиликатных руд Таджикистана рекомендовано использовать для получения соединений алюминия и железа; также разработанную технологию рекомендовано использовать при переработке аргиллитов и каолиновых глин фосфорной, соляной и азотной кислотами, а также спеканием с натрий- и кальцийсодержащими реагентами с целью получения фосфатов, нитратов и хлоридов алюминия и железа, которые используются в качестве коагулянтов для очистки питьевой воды, а также для нужд народного хозяйства страны; рекомендовано разложение каолиновых глин и аргиллитов с применением фосфорной кислоты с получением ряда ценных продуктов – минеральных удобрений, сырья для производства строительных материалов.

Область применения: химическая промышленность.

ANNOTATION

on dissertation of Otaev Shokhrukh Dilshodovich on the topic: " Physical and chemical bases of processing argillite and caolins (green) glin deposits of Republic Tajikistan Chashma-Sang acids and sintering metods" presented for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.17.01 - Technology of inorganic substances

Key words: decomposition, aluminosilicate ores, mudstones, kaolin clays, acid and sintering decomposition, technological scheme, thermodynamic characteristics, physicochemical bases.

Objects and methods of research, equipment used. The object of the study is to obtain oxides of iron, aluminum and a mixed alumina-iron-containing coagulant by phosphoric, hydrochloric and nitric acid decomposition of mudstones and kaolin clays of the Chashma-Sang deposit, as well as by sintering with sodium and calcium-containing reagents. Physicochemical studies of raw materials and products of its processing were carried out using modern methods and equipment, X-ray phase analysis (XRF), differential thermal analysis (DTA), chemical methods of analysis.

The aim of this work is the processing of mudstones and kaolin clays by decomposition with phosphoric and nitric acids to obtain useful components, as well as by sintering these ores with CaCl_2 and NaOH , followed by water-acid treatment of the sinter.

The results obtained and their novelty. The physicochemical characteristics of the initial kaolin clays and mudstones of the Chashma-Sangsky deposit have been investigated; a thermodynamic analysis of the processes associated with the decomposition of aluminosilicate ores - kaolin clays and mudstones; the features of acid and sintering decomposition of mudstones and kaolin clays were studied using X-ray phase and differential thermal analysis methods; the mechanisms of chemical processes of acid decomposition of aluminosilicate ores (mudstones and kaolin clays) have been established; - the mechanisms of the processes of sintering aluminosilicate ores with sodium and calcium-containing reagents have been established; - the dependences of the degree of extraction of useful components on the concentration of acid, the duration of the process and temperature were revealed; - the development of basic technological schemes for the processing of aluminosilicate raw materials by acidic methods and by the method of sintering has been carried out. The practical value of the study lies in the fact that on the basis of the research carried out, an effective technology for the processing of mudstones and kaolin clays of Tajikistan by acidic methods and sintering has been developed, which ensures their complex processing. When introduced, the developed methods can give a certain economic effect.

Recommendations for the practical use of the results: the developed technology for processing aluminosilicate ores in Tajikistan is recommended to be used to obtain aluminum and iron compounds; Also, the developed technology is recommended to be used in the processing of mudstones and kaolin clays with phosphoric, hydrochloric and nitric acids, as well as sintering with sodium and calcium-containing reagents in order to obtain phosphates, nitrates and chlorides of aluminum and iron, which are used as coagulants for the purification of drinking water, and also for the needs of the national economy of the country; decomposition of kaolin clays and mudstones with the use of phosphoric acid is recommended to obtain a number of valuable products - mineral fertilizers, raw materials for the production of building materials.

Application: chemical industry.

Разрешено в печать 07.06.2021 г., подписано в печать 10.06.2021 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Гарнитура литературная. Печать офсетная.

Усл. Печ. Л. 3,0. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии «Донишварон».

