

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ИНСТИТУТ ХИМИИ ИМ. В. И. НИКИТИНА
АГЕНТСТВА ПО ХИМИЧЕСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ,
РАДИАЦИОННОЙ И ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК : 622.349.5(575.3)

ББК : 24.126(2Т)

Б - 72



На правах рукописи

БОБОЕВ Комрон Одилевич

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ УРАНОВЫХ РУД
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СЕВЕРНЫЙ ТАДЖИКИСТАН-2 » И ОТХОДОВ
ХВОСТОХРАНИЛИЩА АДРАСМАН**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
доктора философии (PhD), доктора по специальности
6D072001– Технология неорганических веществ**

Душанбе – 2024

Диссертация выполнена в Агентстве по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана и Институте химии имени В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана

Научный руководитель: **Мирсаидов Ульмас**
доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, главный научный сотрудник Агентстве по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана

Официальные оппоненты: **Розиков Зафар Абдукахорович**
доктор технических наук, профессор, кафедры «Экология» Горно – металлургического института Таджикистана

Зоиров Хусайн Абдурахмонович
кандидат химических наук, доцент кафедрой общей и неорганической химии Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими

Ведущая организация: кафедра «Общей и неорганической химии»
Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни

Защита состоится «08» апреля 2024 года в 09-00 часов на заседании диссертационного совета 6D.КООА-042 при Институте химии им. В.И. Никитина НАНТ по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни 299/2, E-mail: f.khamidov@cbrn.tj

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

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Хамидов Ф.А.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и необходимость проведения исследования. Представляет интерес поиск и выделение урановых концентратов из руд месторождения «Северный Таджикистан - 2» и отходов хвостохранилища Адрасман Таджикистан. При эффективной технологии и сорбции урана из этих руд и отходов можно получить концентрат урана в виде U_3O_8 .

В целом, в пос. Адрасман накоплено большое количество уранового наследия Советского Союза, которое дает возможность постановки ряда научно-исследовательских работ. Разнообразие уранового наследия хвостохранилищ, забалансовых руд, отвалов, шахтных и дренажных вод вынуждает принять экстренные меры по решению экологических проблем Таджикистана. Кроме того, Таджикистан имеет определённый запас урановых руд. Поиск технологических основ переработки этих руд также является актуальной задачей.

Степень научной разработанности изучаемой проблемы. В Агентстве по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана исследуются вопросы, направленные на изучение физико-химических основ переработки ураносодержащих руд различных месторождений Таджикистана, а также из отходов урановой промышленности, супесчаных ураносодержащих почв, шахтных и дренажных вод с получением U_3O_8 . Для переработки ураносодержащих руд разработаны различные методы – перспективными среди которых можно назвать сернокислотные методы выделения урана.

Сернокислотный метод разложения ураносодержащих руд позволяет получить уран из месторождения «Северный Таджикистан - 2» и раскрыть механизм кислотного разложения руд.

Сырьевая база для нужд уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности Таджикистана является достаточно обширной, и предложен гидрометаллургический метод переработки сырья, так как подземное и кучное выщелачивание из-за горной местности трудно применяется.

Ураносодержащие руды месторождений Таджикистана являются перспективными для получения из них урановых концентратов и для их переработки разработаны обобщённые технологические схемы с целью получения урановых соединений с использованием местных сырьевых материалов.

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Данное диссертационное исследование выполнено в рамках научной программы Агентства по ХБРЯ безопасности и Института химии имени В. И. Никитина НАН Таджикистана на тему: «Физико-химические основы выделения урановых концентратов из руд и отходов». Государственная регистрация 0120 TJ 01030.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью исследования является разработка технологических основ, направленных на переработку урановой руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» и урановых отходов хвостохранилища Адрасман.

Объектом исследования являются руды из уранового месторождения «Северный Таджикистан - 2» и отходов хвостохранилища Адрасман.

Предмет исследования – это изучение физико-химических и технологических основ по выделению из урановых руд и ураносодержащих отходов концентратов урана.

Основными задачами исследования являются:

- определение химического и минералогического составов месторождения «Северный Таджикистан - 2» (Октябрьское) и урановых отходов хвостохранилища Адрасман;
- изучение возможности разложения руд и отходов урана кислотным методом;
- определение для процесса разложения ураносодержащих руд энергетических и кинетических характеристик;
- разработка технологических схем для переработки урановой руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» и урановых отходов;
- выделение урановых концентратов из ураносодержащих вод.

При достижении цели работы решались следующие **задачи**:

1. Анализ выполненных работ по переработке урановых отходов, извлечению урановых концентратов из дренажных и шахтных вод и получению урана из руд северного Таджикистана (по результатам литературных источников и патентных исследований).

2. Изучение физико-химических свойств урановых руд месторождения «Северный Таджикистан - 2» различными методами – дифференциально-термическим (ДТА) и рентгенофазовым (РФА).

3. Изучение физико-химических характеристик сернокислотного извлечения уранового концентрата из ураносодержащих руд Таджикистана.

4. Разработка перспективных обобщённых технологических схем для извлечения концентрата урана из руд и урановых отходов.

5. Выделение урана из дренажных и технических вод.

Методы исследования. Современные физико-химические методы исследования урановых руд Таджикистана (ДТА, РФА, альфа- и гамма-спектрометрический, рентгеноспектральный).

Отрасль исследования относится к задачам комплексной переработки ураносодержащих руд Республики Таджикистан.

Этапы исследования включают изучение имеющихся источников литературы различных авторов по следующим темам: физико-химические основы переработки урановых руд и ураносодержащих отходов Таджикистана сернокислотными методами, разработка методов анализа, постановка эксперимента по переработке урановых руд кислотными методами. Разработка основных технологических схем по переработке урановых руд и отходов Республики Таджикистан.

Основная информационная и экспериментальная база включает поиск в информационных международных системах научных журналов, в которых опубликованы близкие к нашей диссертационной теме исследовательские работы. Особое внимание уделялось использованию сети Интернет и научным материалам в электронных форматах. Результаты диссертационной работы получены в исследовательской лаборатории технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности и в лаборатории «Комплексная переработка минерального сырья и промышленных отходов» ГНУ

«Институт химии им. В. И. Никитина» НАН Таджикистана. В лаборатории имеются все необходимые приборы и установки, применяемые в ходе исследования.

Обоснованность и достоверность научных исследований, выводов и рекомендаций основаны на результатах, полученных на сертифицированном и аттестованном лабораторном оборудовании, где также были использованы различные физико-химические методы исследования – методы ДТА и РФА, спектральные, включая α - и γ -спектроскопию. Теоретическая часть диссертационного исследования согласуется с законами физической химии и технологии неорганической веществ.

Научная новизна работы. Показано, что сернокислотным разложением ураносодержащих руд можно получить уран из месторождения «Северный Таджикистан - 2». Раскрыт механизм кислотного разложения руд из уранового месторождения «Северный Таджикистан - 2».

Теоретическая и научно-практическая ценность работы заключается в нахождении оптимальных параметров процесса разложения урановых руд месторождения «Северный Таджикистан - 2» и отходов хвостохранилища Адрасман.

Установлен механизм разложения руд и отходов, проведена и представлена термодинамическая оценка разложения руды серной кислотой.

Практическая ценность работы заключается в разработке основных технологических схем по выделению концентратов урана, которые могут применяться на гидрометаллургических заводах по получению урановых концентратов.

Положения, выносимые на защиту:

- минералогический и химический анализ ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2», определяемые методами РФА, ДТА, альфа- и гамма-спектрометрии;

- минералогический и химический составы урановых отходов хвостохранилища Адрасман;

- изучение процесса разложения руд ураносодержащего месторождения «Северный Таджикистан - 2», а также урановых отходов хвостохранилища Адрасман и установление оптимальных параметров процесса;

- установление энергетических и кинетических характеристик для процессов разложения ураносодержащих руд и отходов серной кислотой;

- разработка основных обобщённых схем для переработки урановой руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» и отходов хвостохранилища Адрасман.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 6D072001 - Технология неорганических веществ по следующим параметрам:

- производственные процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты;

- технологические процессы (химические, физические и механические) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве неорганических продуктов;

- способы и средства разработки, технологических расчётов, проектирования, управления технологическими процессами и качеством продукции применительно к производственным процессам получения неорганических продуктов;
- химические и физико-химические основы технологических процессов: химический состав и свойства веществ, термодинамика и кинетика химических и межфазных превращений;
- механические процессы изменения состояния, свойств и формы сырья материалов и компонентов в неорганических технологических процессах;
- способы и последовательность технологических операций и процессов переработки сырья, промежуточных и побочных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты.

Реализация выводов и рекомендации работы. Данное исследование выполнялось в соответствии с программой «Физико-химические основы выделения урановых концентратов из руд и отходов». Государственная регистрация 0120 ТЈ 01030, а также результаты введены в обучающие программы Горно-металлургического института Министерства образования и науки Республики Таджикистан.

Личный вклад соискателя заключается в установлении исследовательских методов для решения сформулированных задач, проведении эксперимента, использовании методов расчёта и эксперимента для достижения намеченных целей, обработке, анализе и обобщении полученных в результате работы экспериментальных и расчётных данных, их публикации в различных печатных изданиях. В формулировке и обобщении основных положений и выводов диссертационной работы.

Апробация и реализация результатов диссертации.

Основные положения диссертации были представлены и обсуждались на следующих общественных научных мероприятиях: Республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки» с участием международных организаций (Душанбе, 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы химии, применение и их перспективы», посвящённой 60-летию кафедры органической химии и памяти д.х.н., профессора Ш.Х. Халикова (Душанбе, 2021 г.); Республиканской научно-практической конференции «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов» (Душанбе, 2021 г.); Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2021 г.); XVII Нумановских чтениях «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI веке» (Душанбе, 2022 г.).

Публикации по теме диссертации. По результатам исследований опубликовано 17 работ, в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК Республики Таджикистан, 8 тезисов докладов в материалах международных и республиканских конференций, получен 1 Малый патент Республики Таджикистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация представляет собой рукопись, изложенную на 150 страницах компьютерного набора, содержит введение, обзор литературы, результаты исследований и их обсуждение, заключение, список

цитируемой литературы, включающий 124 наименования библиографических ссылок и приложения. Работа иллюстрирована 47 рисунками и 45 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении* отражена актуальность проблем отрасли и практическая значимость выбранной темы исследования. Сформулированы цели и задачи диссертационной работы, отражены её научная и практическая значимость.

В *первой главе* диссертации приводится краткий литературный обзор по сырьевой базе урановой промышленности Таджикистана, состояние вопроса, получение урановых концентратов из: супесчаных почв; шахтных и дренажных вод, а также получение урановых концентратов из отходов хвостохранилищ урановой промышленности. В литературном обзоре также отражены методы переработки урановых руд, получения урановых концентратов и сорбционные методы извлечения урана.

Во *второй главе* дана характеристика объектов исследования, приведены физико-химические свойства урановых руд месторождения «Северный Таджикистан-2» и хвостохранилища Адрасман, методы проведения экспериментов, методы физико-химического анализа и спектрометрические методы. В этой главе показан термодинамический анализ протекающих процессов при серноокислотном разложении урановых руд.

В *третьей главе* исследованы физико-химические особенности извлечения урана из руды месторождения «Северный Таджикистан-2» и хвостохранилища Адрасман серноокислотным разложением. Приводятся результаты сорбции урана из растворов при использовании природного сорбента на основе микрогеля, а также кинетика процесса разложения урановых руд.

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ДТА, РФА

Обращение с отходами урановой промышленности и урановыми рудами

Изучение современной радиологической обстановки на площадках уранового наследия Таджикистана, в частности, на хвостохранилище Адрасман, является важной актуальной задачей.

Всё минеральное сырьё и материалы содержат радионуклиды природного происхождения, из которых наиболее важными для целей радиационной защиты являются радионуклиды ^{238}U , ^{232}Th и ^{40}K .

Хвостохранилище Адрасман находится над месторождением Большой Конимансур, и поэтому вторичная переработка отходов этого хвостохранилища имеет особое значение, в настоящей работе дана оценка вторичной переработке указанных отходов.

Методология и методика эксперимента при переработке урановых руд и отходов

Как известно, в методологическом плане первым этапом научной работы является теоретический анализ объекта исследования.

Предварительно были изучены объекты отходов урановой промышленности и урановые руды. Были выбраны наиболее не изученные объекты – отходы и сырьё.

Были сопоставлены литературные данные с новым объектом исследования: урановыми рудами месторождения «Северный Таджикистан-2» («Октябрьское») и отходами хвостохранилища Адрасман. Был проведён предварительный теоретический анализ возможности переработки сырья серной кислотой в присутствии окислителей.

Известно, что экспериментальные методы – это проверка тех или иных гипотез, результаты которых имеют выход на практику. Собранная информация по переработке руд и отходов показывает целесообразность переработки отходов хвостохранилища Адрасман и урановой руды месторождения «Северный Таджикистан-2».

Особенности анализа урана в ураносодержащих рудах и отходах

Ураносодержащие руды считаются перспективными для переработки, если в рудах содержание урана 0.1% и выше. В таблице 1 приведены химический и минералогический составы ураносодержащих руд Таджикистана, в таблицах 2 и 3 – содержание урана в отходах уранового производства и в дренажных и шахтных водах.

Таблица 1 - Химико-минералогические составы урановых руд в различных ураносодержащих месторождениях Республики Таджикистан

Месторождения	Минералогический состав	Химический состав, %	
Северный Таджикистан-1	Титанаты урана, силикат урана, настуран, уранинит, пирит, галенит, антимонит, кальцит	U – 0.241 Th – 0.02 Cr – 0.027 Co – 0.033 SiO ₂ – 54.85 Cu – 0.035	TiO ₂ – 1.76 MnO – 1.27 Fe ₂ O ₃ – 19.04 Zn – 0.1 Pb – 0.013 V – 0.07
Центральный Таджикистан	Кальциевый титаносиликат урана, коффинит, уранофан, пирит, кварц, кальцит, альбит, магнетит, гематит	U – 0.027 Ca – 5.4 Mg – 0.25 P ₂ O ₅ – 0.12 K ₂ O – 2.89	TiO ₂ – 0.48 MnO – 0.11 Fe ₂ O ₃ – 4.52 Al ₂ O ₃ – 13.55 SiO ₂ – 61.85
Западный Таджикистан	кварц, альбит, мусковит, пирит, уранинит, урановая слюда	U – 0.11 Cr – 0.011 Pb – 0.10 V – 0.05 SiO ₂ – 69.4	TiO ₂ – 0.53 MnO ₂ – 0.08 Fe ₂ O ₃ – 8.13 Al ₂ O ₃ – 13.7 Na ₂ O – 2.40
Северный Таджикистан-2	Урановая слюда, уранинит, коффинит, пирит, каолинит, сфен, кварц, альбит	U – 0.033 Cr – 0.064 Pb – 0.283 V – 0.021 SiO ₂ – 81 Zn – 0.404	TiO ₂ – 0.3 MnO ₂ – 0.088 Fe ₂ O ₃ – 3.27 Al ₂ O ₃ – 12.4 Na ₂ O – 2.40 Cu – 0.064

Таблица 2 - Содержания урана в ураносодержащих отходах хвостохранилищ Республики Таджикистан

Хвостохранилища	Количество урана, %
Табошарское	0.015-0.030
Дигмайское	0.01-0.03
Адрасманское	0.024
Карта 1-9	0.018
Гафуровское	0.008-0.518

Таблица 3 - Содержание урана в дренажных и шахтных водах

Дренажные и шахтные воды	Количество урана, мг/л
Шахтные воды Киик-Тал	14-16
Дренажные воды г. Истиклол (Табошар)	30-36
Шахтные воды г. Истиклол (Табошар)	1.7-2.0
Озеро Сасык-Куль	17-20

Наиболее перспективным методом является титриметрический, основанный на восстановлении урана (VI) до урана (IV) при титровании его растворами окислителей, с последующим титрованием последнего стандартными растворами окислителей.

Дифференциально-термический анализ урановых руд месторождения «Северный Таджикистан-2»

Для работы использовали дериватограф Labsys Evo-1600 фирмы Setaram. LabSys Evo - современный дериватограф (синхронный термический анализатор).

В урановой руде месторождения «Северный Таджикистан-2» не наблюдается α - и β -перехода кварца, а также ДТА показывает отсутствие карбонатных соединений (рисунок 1).

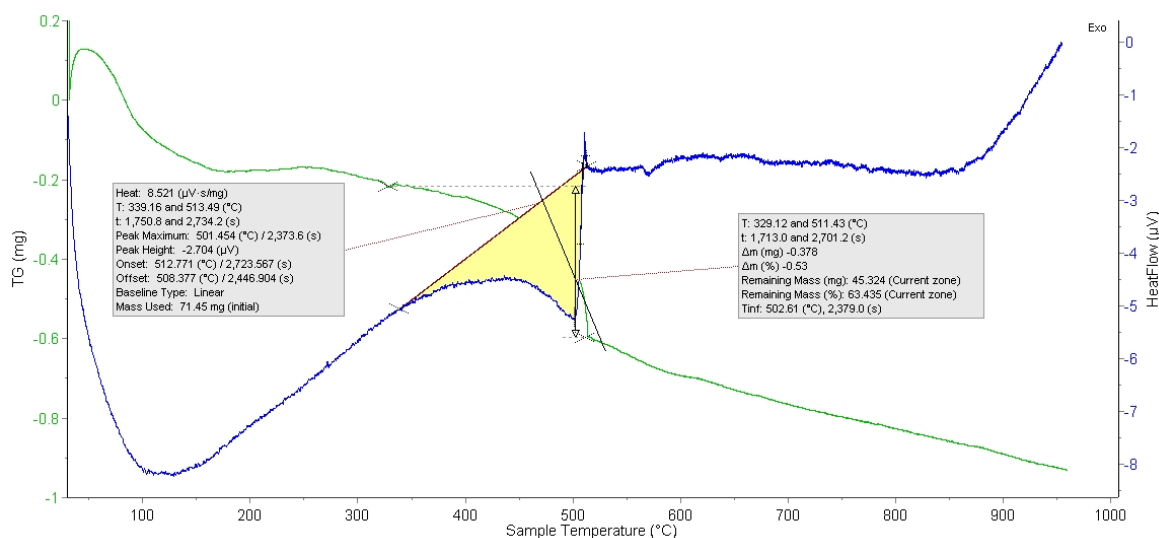


Рисунок 1 - Термические кривые линии образца ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2».

Как показывают кривые ДТА, минералогический состав урановой руды месторождения «Северный Таджикистан-2» предлагает сернокислотный способ переработки сырья путём использования окислителей в процессе переработки.

Рентгенофазовый анализ урановых руд «Северный Таджикистан-2»

В настоящем подразделе приводятся результаты исследований химического и минералогического состава урановых руд месторождения «Северный Таджикистан-2». Установлено, что основными минералами руд являются кварц, альбит, мусковит, пирит, уранинит и урановая слюда (таблица 4).

По химическому и минералогическому составу урановые руды месторождения «Северный Таджикистан-2» относятся в основном к силикатным (таблица 5).

Таблица 4 - Минералогический состав проб ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2»

Наименование проб	Минерал	Содержание, %		
		№1	легкая фракция	серый
Руда	Кварц - SiO_2	87.67	90.64	92.99
	Альбит - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	12.33	-	-
	Альбит - $(\text{K}_{0.88}\text{Na}_{0.10}\text{Ca}_{0.009}\text{Ba}_{0.012})(\text{Al}_{1.005}\text{Si}_{2.995}\text{O}_8)$	-	2.48	-
	Ортоклаз - $(\text{Na}_{0.98}\text{Ca}_{0.02})(\text{Al}_{1.02}\text{Si}_{2.98}\text{O}_8)$	-	6.88	-
	Альбит - $\text{K}(\text{Si}_{0.75}\text{Al}_{0.25})_4\text{O}_8$	-	-	1.67
	Микроклин - $\text{K}_{0.2}\text{Na}_{0.8}\text{AlSi}_3\text{O}_8$	-	-	2.09
	Флогопит - $\text{K}(\text{Mg, Fe})_3(\text{Al, Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH, F})_2$	-	-	3.25
Отвал	Кварц - SiO_2	88.16	-	-
	Альбит - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	11.84	-	-

Таблица 5 - Содержание элементов в составе пробы ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2»

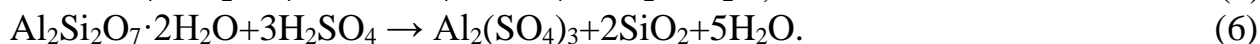
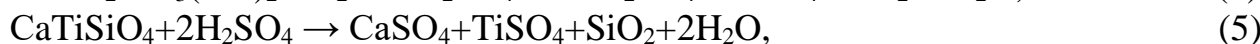
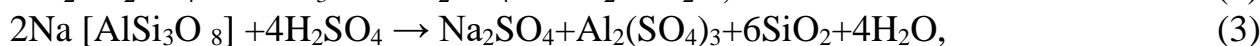
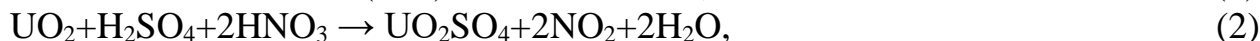
Наименование проб	Содержание элементов											
	Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	V	Cr	Fe_2O_3	U*
	мг/кг											%
Руда	174	-	4	864	43	14	19	144	72	94	2	0.16
Отвал	165	526	123	177	37	6	4	144	79	94	5	0.06

Примечание: *Содержание урана определено объёмным методом.

Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении ураносодержащих руд серной кислотой

Ранее были изучены процессы разложения ураносодержащих руд минеральными кислотами, найдены оптимальные условия процессов разложения кислотами и предложены технологические схемы переработки ураносодержащих руд.

При взаимодействии серной кислоты с минералами месторождения «Северный Таджикистан-2» возможны следующие реакции:



В таблице 6 и на рисунке 2 приведены значения энергии Гиббса при различных температурах.

Таблица 6 - Энергия Гиббса (ΔG , кДж/моль) для химических реакций (1)-(6) при различных температурах

№ схемы реакции	ΔG^0_{298}	ΔG^0_{313}	ΔG^0_{333}	ΔG^0_{353}	ΔG^0_{373}
(1)	-65.7	-93.3	-130.1	-166.9	-203.7
(2)	-192.41	-188.76	-188.64	-188.53	-188.41
(3)	-387.35	-373.36	-354.9	-336.4	-317.91
(5)	-359.91	-362.47	-365.88	-369.28	-372.7
(6)	-737.53	-749.38	-765.18	-780.98	-796.8

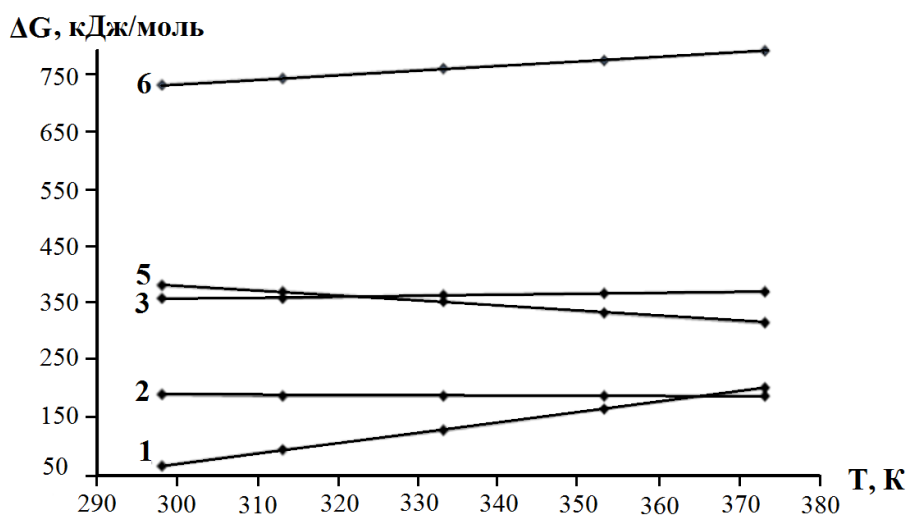


Рисунок 2 - Изменение энергии Гиббса (ΔG) от тем-ры разложения минералов ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» (1 - пирит, 2 - уранинит, 3 - альбит, 4 - сфен, 5 – каолинит).

Материальный баланс разложения ураносодержащей руды

Расчёт материального баланса сернокислотного разложения руды месторождения «Северный Таджикистан-2»

Для ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» рассчитали материальный баланс. Материальный баланс рассчитали из расчёта на 1 кг руды, который разлагали 30% H_2SO_4 . Серной кислоты указанной концентрации было израсходовано на разложение 1209.6 г, то есть при пересчёте на 100% серной кислоты это было равно 644 г серной кислоты (таблица 7).

Таблица 7 - Расчёт материального баланса при сернокислотном разложении 1 кг ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2»

Приход	В г	%	Расход	В г	%
Al ₂ O ₃	124.0	5.6	Al ₂ (SO ₄) ₃	415.8	18.8
Fe ₂ O ₃	32.7	1.5	Fe ₂ (SO ₄) ₃	81.7	3.7
CaO	3	0.13	CaSO ₄	9	0.4
TiO ₂	0.88	0.04	Ti(SO ₄) ₂	2.5	0.11
Na ₂ O	24.0	1.1	Na ₂ SO ₄	54.96	2.48
CuO	5	0.22	CuSO ₄	9.94	0.45
MnO ₂	1.87	0.085	Mn(SO ₄) ₂	4.82	0.22
ZnO	0.864	0.04	ZnSO ₄	1.72	0.08
ZrO ₂	0.174	0.001	Zr(SO ₄) ₂	0.4	0.02
SiO ₂	650	29.4	SiO ₂ , в том числе непрореагировавшие элементы	950.5	43.02
Кристаллизационная вода	157.352	7.137	H ₂ O	301.54	13.71
UO ₂	0.16	0.007	UO ₂ SO ₄	0.22	0.01
H ₂ SO ₄ , 30%	1209.6	54.74	H ₂ SO ₄ , избыток	376.5	17.0
<i>Итого:</i>	2209.6	100	<i>Итого:</i>	2209.6	100

С использованием при разложении 644 г серной кислоты, как было вычислено при расчёте материального баланса, из ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» извлечение оксида урана (UO₂) составило 75.7%, в опыте получено 0.22 г UO₂SO₄, то есть можно констатировать, что при этом не прореагировавшей остаётся примерно 24.3% ураносодержащей руды. В расходной части материального баланса получен избыток H₂SO₄, составивший 376.5 г.

Расчёт материального баланса сернокислотного разложения на 1 кг руды хвостохранилища Адрасман

Расчёт материального баланса ураносодержащей руды хвостохранилища Адрасман был произведён на 1 кг руды. При разложении 1 кг руды 30% серной кислотой было израсходовано 1209.6 г 30% серной кислоты, при пересчёте на 100% H₂SO₄, что было равно 644 г серной кислоты (таблица 8).

С использованием при разложении 644 г серной кислоты, как было вычислено при расчёте материального баланса, из ураносодержащей руды хвостохранилища Адрасман извлечение оксида урана (UO₂) составило 90.0%, в опыте получено 0.03 грамма UO₂SO₄, то ест можно констатировать, что при этом не прореагировавшей остаётся примерно 10% ураносодержащей руды. В расходной части материального баланса получен избыток H₂SO₄, составивший 376.5 грамм.

Таблица 8 - Расчёт материального баланса при сернокислотном разложении 1 кг ураносодержащей руды хвостохранилища Адрасман

Приход	В г	%	Расход	В г	%
SrO	0.129	0.007	SrSO ₄	0.23	0.01
ZnO	0.132	0.006	ZnSO ₄	0.26	0.012

Co ₂ O ₃	0.186	0.0086	Co ₂ (SO ₄) ₃	0.45	0.02
MnO ₂	0.109	0.005	Mn(SO ₄) ₂	0.31	0.014
Fe ₂ O ₃	90	4.07	Fe ₂ (SO ₄) ₃	225	10.18
PbO ₂	0.304	0.014	Pb(SO ₄) ₂	0.51	0.023
SiO ₂	862.316	39.02	SiO ₂ , в том числе непрореагировавшие элементы	1301.81	58.92
Кристаллизационная вода	46.8	2.1284	H ₂ O	304.5	13.82
UO ₂	0.024	0.001	UO ₂ SO ₄	0.03	0.001
H ₂ SO ₄ , 30%	1209.6	54.74	H ₂ SO ₄ , избыток	376.5	17.0
<i>Итого:</i>	2209.6	100	<i>Итого:</i>	2209.6	100

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА АДРАСМАН И УРАНОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СЕВЕРНЫЙ ТАДЖИКИСТАН - 2»

Переработка ураносодержащих отходов урановой промышленности хвостохранилища Адрасман

Минералы в составе ураносодержащих отходов Адрасманского хвостохранилища были изучены методом рентгенофазового анализа на аппаратуре «ДРОН-3» (модифицированный) с цифровой обработкой на медном аноде (35 кВ, 20 мА) и никелевом фильтре. Показано, что в основном минералы в исследуемых ураносодержащих отходах представлены кварцем, урановой слюдой, ортоклазом и альбитом (рисунок 3).

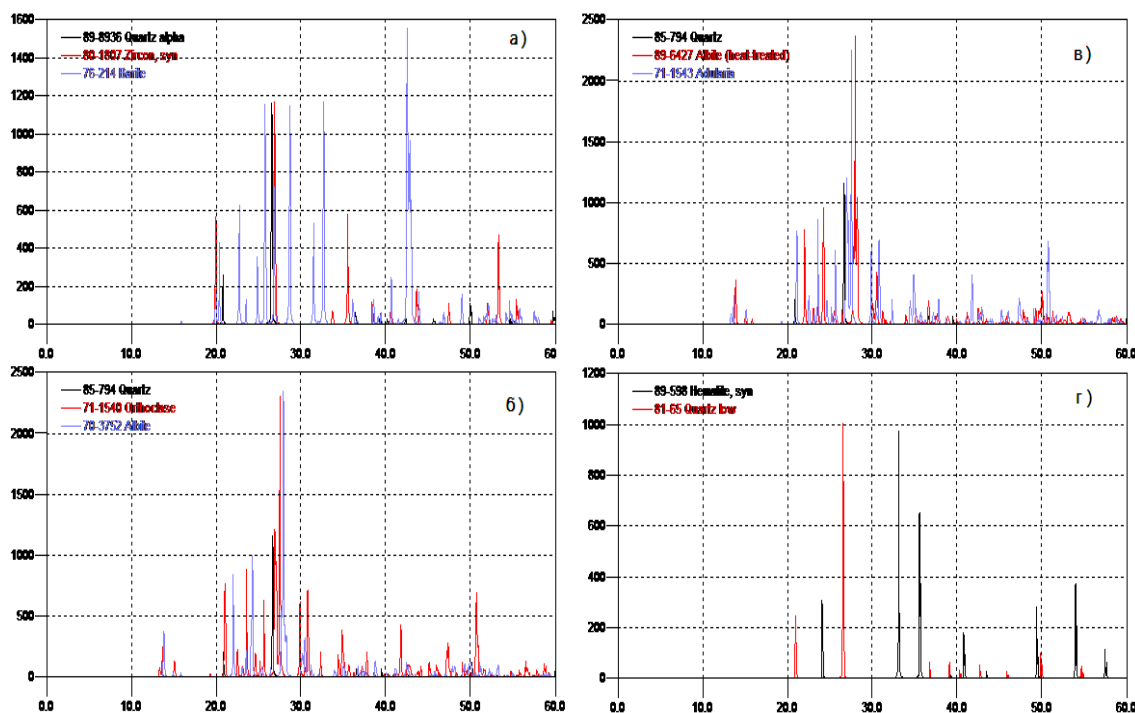


Рисунок 3 - Рентгенограмма ураносодержащих отходов Адрасманского хвостохранилища.

Результаты химических анализов обобщены в таблице 9.

Таблица 9 - Содержание химических элементов в ураносодержащих отходах Адрасманского хвостохранилища

Содержание элементов											
Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	V	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	U
мг/кг									%		
129	304	103	132	42	5	186	109	51	0,3	9	0.024
Анализ на уран объёмным методом, %											

На рисунке 4 приводится сравнительная оценка извлечения урана из урановых хвостохранилищ Таджикистана. Как видно из рисунка 3.4, максимальные степени извлечения отмечаются для хвостохранилищ г. Гафурова – 90% и для хвостохранилищ г. Истиклол – 96%. Так как хвостохранилище Адрасман является карбонатным, для него был использован щелочной метод выделения U₃O₈. Остальные хвостохранилища сульфатные, поэтому для них использовано кислотное выщелачивание.

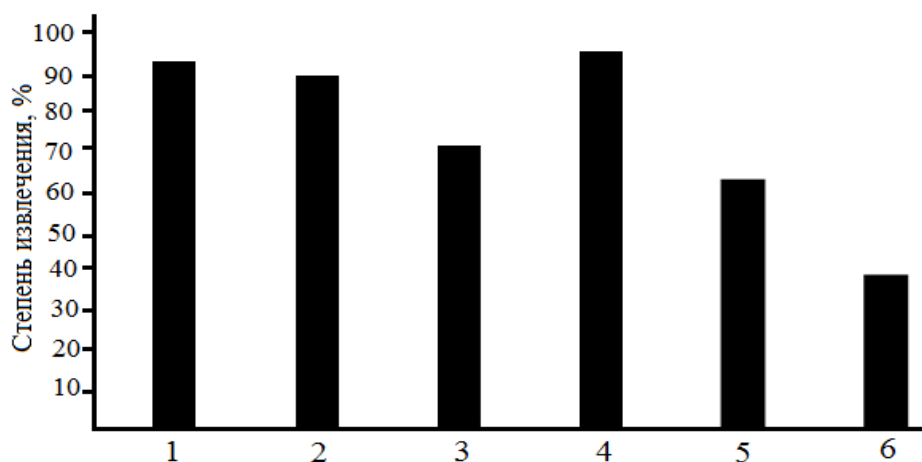


Рисунок 4 - Извлечение урана из ураносодержащих отходов хвостохранилищ Таджикистана («Карта 1-9» г. Бустон; 2 - Гафуровское; 3 - Адрасман; 4 - хвостохранилища г. Истиклол; 5 – Фабрика бедных руд г. Истиклол; 6 - отвалы г. Истиклол).

Физико-химические основы сернокислотного разложения ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2»

В настоящем подразделе изучено сернокислотное разложение урановых руд месторождения «Северный Таджикистан - 2».

В таблице 10 в качестве сравнения приводятся химические составы ураносодержащих руд таких урановых месторождений, как «Центральный Таджикистан» и «Западный Таджикистан» в сравнении с аналогичными параметрами руды месторождения «Северный Таджикистан - 2».

В качестве примера на рисунке 5 представлена линейная дифрактограмма образца ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2». Согласно данным РФА, в составе исследуемой руды урановые минералы представлены известняком, уранинитом, силикатами урана, титанатами урана, а также минералами марганца и титана

Таблица 10 - Химический состав ураносодержащей руды различных урановых месторождений Республики Таджикистан (в %)

№	Руда	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂
1	«Северный Таджикистан-2»	59.4	7.2	16.1	1.76	1.27
2	«Центральный Таджикистан»	53.1	8.25	6.3	1.4	0.26
3	«Западный Таджикистан»	69.4	13.7	8.13	0.53	0.27

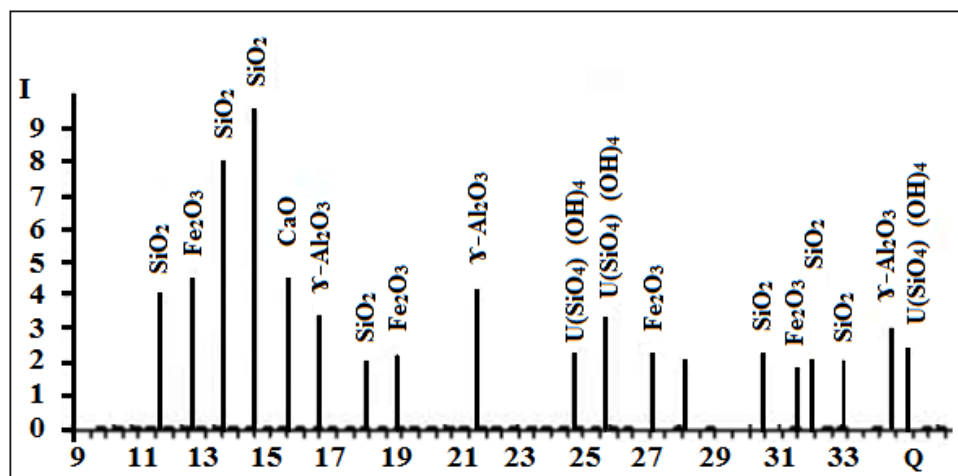


Рисунок 5 - Линейная дифрактограмма образца ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2».

Кинетика сернокислотного разложения ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2»

В данном разделе рассмотрены вопросы, касающиеся кинетических параметров разложения ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» и проведена разработка и лабораторное подтверждение обобщённой технологической схемы для переработки указанной руды.

В урановом месторождении «Северный Таджикистан - 2» руда является традиционной, характерной для урановых месторождений республики.

Минералогическая характеристика руды данного месторождения исследована и определена методом рентгенофазового анализа, который показал наличие в данной ураносодержащей руде минералы кварца, уранофана, каолинита, сфена, альбита, уранинита, пирита.

Согласно минералогической характеристике ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2», в данной руде уран находится в составе минералов уранофан и уранинит. Поскольку руда содержат уран в четырех- и шестивалентной формах, их можно подвергать кислотному или карбонатному разложению. Но в связи с тем, что в ураносодержащей руде месторождения «Северный Таджикистан - 2» присутствует в значительных содержаниях минерал кварц, то при кислотном разложении извлечение урана достигается значительно больше по сравнению с карбонатным разложением. Кроме

того, в кислотном методе используется серная кислота, которая является более дешёвым реагентом по сравнению с карбонатными реагентами.

В таблице 11 приводится влияние концентрации серной кислоты на изменения степеней извлечения урана из руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» при постоянных параметрах – тем-ра 60°C, время разложения 60 минут.

Таблица 11 - Влияние концентрации серной кислоты на изменения степеней извлечения урана из руды месторождения «Северный Таджикистан - 2»

Концентрация H ₂ SO ₄ , %	10	20	30	40	50
Соотношение Т:Ж	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
Степень извлечения урана, %	33.2	50.1	63.1	65.3	66.6

Результаты исследования сернокислотного разложения ураносодержащей руды свидетельствуют о том, что при концентрации H₂SO₄, равной 30%, достигается максимальное извлечение из руды уранового концентрата. При концентрациях серной кислоты свыше 30% не отмечается существенных изменений в извлечении уранового концентрата. Соответственно, максимальное извлечение урана достигается при следующих условиях – время разложения руды 60 минут, серная кислота концентрации 30% с добавлением в процесс азотной кислоты, при этих условиях извлечение считается максимальным и составляет 66.6%.

В таблице 12 представлено изменение процентного извлечения урана в зависимости от температуры при постоянных параметрах - времени разложения 60 минут и концентрации серной кислоты 30%.

Таблица 12 - Влияние температуры на изменения степеней извлечения урана из руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» (концентрация H₂SO₄ 30%, время разложения 60 мин, Т:Ж=1:2)

Температура, °С	30	40	50	60	70	80	90
Степень извлечения урана, %	25.4	45.3	56.7	63.1	65.3	68.8	69.1

Как показано в таблице 12, степени извлечения урана из руды увеличиваются с повышением температуры. В интервале 60-80°C степень извлечения возрастает, соответственно, до 63-69% и остается неизменной при дальнейшем повышении температуры.

Также было изучено изменение процентного извлечения урана в зависимости от времени разложения при постоянных параметрах - температура 80°C и концентрации H₂SO₄ 30% (таблица 13). Показано, что через 90 мин от начала процесса разложения извлечение достигает 75.5%, при дальнейшем увеличении времени разложения извлечение не увеличивается.

В изотермических условиях изучены кинетические параметры сернокислотного разложения ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» при оптимальной концентрации H₂SO₄ 30%, в диапазоне тем-ры от 303 до 353 К, эти параметры приводятся в таблице 14, из которой видно, что максимальное извлечение урана достигается при разложении в течение 1.5 ч и тем-ре 80°C, составляя 75.7%.

Таблица 13 - Влияние времени разложения на изменения степеней извлечения урана из руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» (концентрация H_2SO_4 30%, тем-ра $80^\circ C$, Т:Ж=1:2)

Продолжительность процесса, ч	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Степень извлечения урана, %	60.0	68.8	75.7	75.7	75.7

Таблица 14 - Кинетика извлечения урана из руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» при концентрации H_2SO_4 30%

Температура, $^\circ C$	Продолжительность процесса, ч				
	0.5	1	1.5	2	2.5
30	18.6	25.4	44.5	44.5	44.5
40	25.7	45.3	55.7	55.7	55.7
50	37.6	56.7	63.1	63.1	63.1
60	44.5	63.1	65.3	65.3	65.3
70	55.7	65.3	66.8	66.8	66.8
80	60.0	68.8	75.7	75.7	75.7

Как видно из рисунка 6, с увеличением температуры от 303 до 353 К и времени извлечения степень извлечения урана в раствор возрастает.

На рисунке 7 приведены результаты исследования зависимости lgK от обратной абсолютной температуры при сернокислотном разложении руды месторождения «Северный Таджикистан-2».

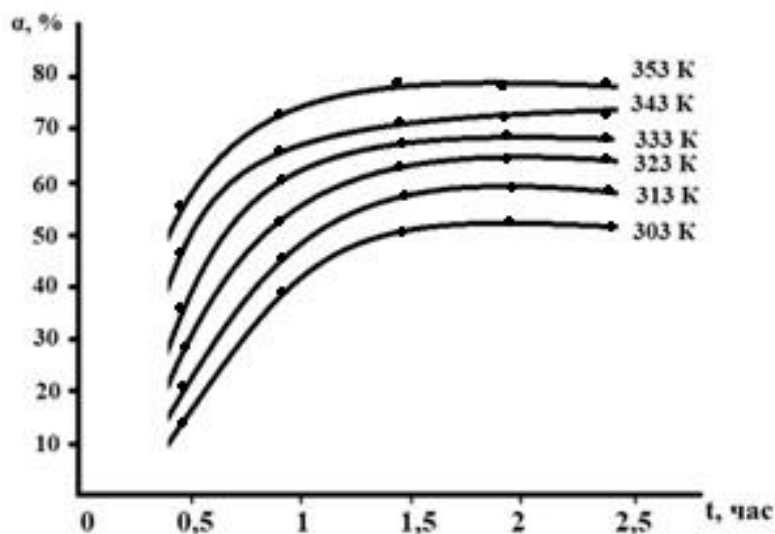


Рисунок 6 - Кинетические кривые линии сернокислотного разложения руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» в зависимости от температуры и времени разложения (Т:Ж равно 1:2).

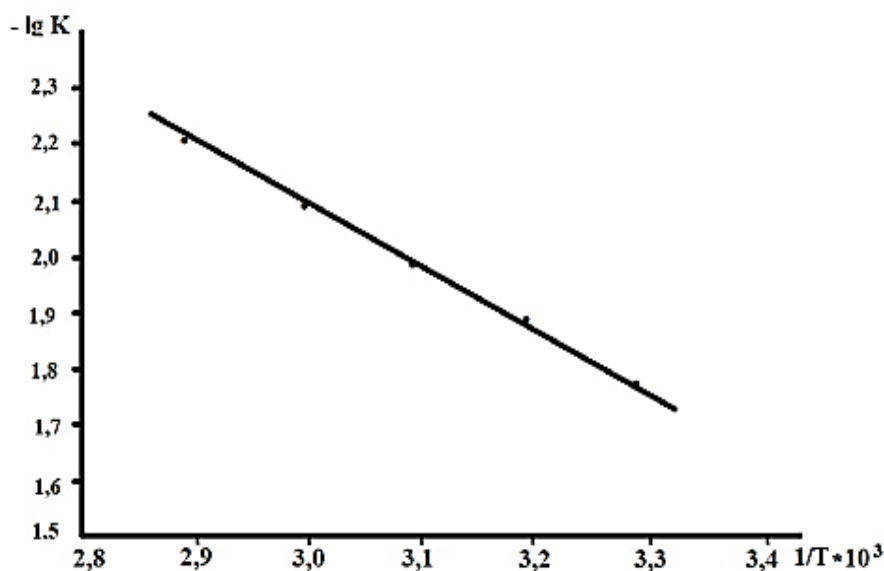


Рисунок 7 - Влияние обратной абсолютной температуры ($1/T$) на $\lg K$ при проведении сернокислотного разложения руды месторождения «Северный Таджикистан - 2».

В соответствии с рисунком 7, экспериментально полученные точки удовлетворительно ложатся на прямую, по наклону которой было рассчитано значение энергии активации (15.37 кДж/моль). По этому значению и зависимости скорости реакции от температуры и времени разложения можно заключить о прохождении разложения под диффузионным контролем.

Таким образом, на основании проведённых исследований раскрыты механизмы, на основании которых происходит разложение ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2». После определения кинетических характеристик, на их основании выбраны оптимальные режимы реализации разложения указанной руды. Также проведён анализ влияния таких параметров, как температура, время разложения, концентрация H_2SO_4 на процентное извлечение урана из ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» - это температура $80^\circ C$, время разложения 1.5 ч, концентрация H_2SO_4 30%, Т:Ж равно 1:2, при использовании этих параметров из руды извлекается 75.7% урана.

Установлено, что сернокислотное разложение руды с извлечением урана является изотермическим процессом. Для выявления механизма протекания этого процесса проведено построение кинетических кривых линий, характеризующих данный процесс. Кинетические кривые линии построены в широком диапазоне изменения основных параметров – в диапазоне тем-ры 303-353 К, времени разложения 0.5-2.5 ч, концентрации H_2SO_4 10-50%. Определено значение энергии активации сернокислотного разложения руды, равное 15.37 кДж/моль. По этому значению и зависимости скорости реакции от тем-ры и времени разложения можно заключить о прохождении разложения под диффузионным контролем.

Сорбция урана из растворов при помощи микрогеля

Для сорбции урана из шахтных вод был использован микрогель на основе пектиновых полисахаридов, полученных из корзинки подсолнечника, который

является активным сорбентом, с размером частиц до +0.4 мм, полученный по следующей методике.

Измельченные высушенные корзинки подсолнечника помещали в колбу и заливали раствором HCl, поддерживая pH в пределах 1-2, а гидромодуль в соотношении 1:10. Полученную смесь нагревали до 40-50°C в течение определенного времени для набухания при постоянном перемешивании смеси. Экстракцию урана проводили на водяной бане при 85°C в течение 30 мин, при параметрах общего гидромодуля 1:20 и скорости перемешивания 2500 оборотов в минуту. После завершения экстракции полученная смесь направлялась на фильтрацию через полиамидный фильтр. Для полного отделения компонентов, оставшихся на фильтре - клеточной стенке, осадок промывали кипяченой дистиллированной водой не менее трёх раз, затем высушивали при комнатной температуре и определяли процентный выход целевого продукта. Полученный раствор разделяли на отдельные фракции: микрогель, пектиновые вещества и олигосахариды. Полученный раствор – гидролизат охлаждали, затем нейтрализовали аммиаком до pH=3.5-4. При этом один из компонентов раствора - микрогель – выпадал в осадок, поскольку микрогель нерастворим в слабокислых и нейтральных средах. Микрогель от раствора отделяли центрифугированием, которое проводили в течение 30 мин при скорости вращения 5000 оборотов в минуту. Полученная масса геля содержала в своём составе красители и балластные вещества, поэтому массу промывали этанолом не менее трёх раз, затем фильтровали и высушивали.

Сорбцию проводили следующим образом: к определённой массе (1 г) сорбента (микрогеля) с размерами частиц до 0.4 мм добавляют воду с целью его набухания. Набухший сорбент помещают в сорбционную колонку. Далее через сорбционную колонку пропускают определённый объем ($V=0.2$ мл/мин) ураносодержащего раствора определённой концентрации. Отбирают пробы из вытекающего раствора по 5 мл и определяют содержание урана.

После протекания процесса сорбции, который контролируется содержанием урана в жидкости, насыщенный ураном сорбент обжигается в печи при 250-350° до полного сгорания. Зола с содержанием урана, растворяют с использованием серной кислоты, добавляют окислители (железо трёхвалентное и азотную кислоту). После растворения полученная масса фильтровалась и в растворе был получен фильтрат уранил-сульфата. Затем уран из раствора осаждался аммиачной водой с получением закиси-оксида урана, полученный продукт высушивался при 100-150°C в вакууме. Выход продукта 90-95%. Содержание основного вещества 90-95%. Результаты испытания приведены в таблице 15.

Таким образом, такой способ переработки шахтных вод урановых рудников позволяет использовать микрогель на основе пектиновых полисахаридов, полученных из корзинки подсолнечника, для выделения ценного продукта U_3O_8 .

Также был проведён сравнительный анализ сорбции урана из растворов различными сорбентами при статическом режиме. Результаты сравнения сорбции приведены в таблице 16.

Таким образом, выявлено, что сорбент на основе микрогеля хорошо сорбирует уран, как и другие традиционные сорбенты.

Таблица 15 - Сорбция ионов урана из раствора в микрогель в нейтральной и кислой среде

Характеристика	Показатели	
	pH (раствора) = 7	pH (раствора) = 2-6
Размер частиц сорбента, мм	до 0.4	до 0.4
Температура раствора, °С	20-25	20-25
Концентрация урана в исходном растворе, мг/л	35.7	20
Вес сорбента в колонке, г	1	1
Высота слоя сорбента в колонке, мм	80	80
Объём раствора, пропущенного через колонку, мл	50	50
Сорбционная ёмкость сорбента, мг/г	1.6	0.72
Степень извлечения урана из растворов, %	90-95	70-75

Таблица 16 - Сравнительный анализ сорбции урана из растворов различными сорбентами при статическом режиме

Сорбент	Количество сорбента, г	Количество раствора, мл	Время выдержки, час	Степень сорбции, %
АМ 25	3	20	24	50.35
АМП 100	3	20	24	37.53
Уголь, термообработанный	3	20	24	63.20
Сорбент К	3	20	24	62.52
Микрогель	1	20	24	52.52

ВЫВОДЫ

Основные научные результаты диссертации:

1. Изучены химический и минералогический составы отходов хвостохранилища Адрасман и ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» методами химического, дифференциально-термического и рентгенофазового анализа [1-А], [2-А], [3-А], [6-А], [11-А].
2. Поведён термодинамический анализ протекающих процессов при разложении ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» и показана возможность протекания процессов разложения отдельных минералов руды [4-А].
3. Показана возможность переработки ураносодержащих отходов Адрасманского хвост хранилища. Найдены оптимальные параметры процесса выделения урана и дана сравнительная оценка получения концентрата урана из ураносодержащих отходов уранового производства [10-А], [14-А].
4. Исследовано сернокислотное разложение ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2». Найдены оптимальные параметры разложения указанной руды [6-А], [7-А].
5. Изучена кинетика разложения ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2». Вычислено значение энергии активации данного процесса, составившего 15.37 кДж/моль, что свидетельствует о прохождении процесса под диффузионным контролем [5-А], [12-А], [15-А].
6. Разработаны обобщённые технологические схемы для переработки ураносодержащих отходов хвост хранилища Адрасман и ураносодержащей руды месторождения «Северный Таджикистан - 2», которые включают следующие основные стадии: дробление, разложение пульпы, фильтрация, сорбция, десорбция, процесс осаждения и получение U_3O_8 [9-А], [13-А], [16-А], [17-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- разработанную технологию переработки ураносодержащих руд Таджикистана рекомендовано использовать для получения концентратов урана;
- при переработке ураносодержащих руд рекомендуется использовать пероксид водорода как наилучшей окислитель по сравнению с другими окислителями;
- в качестве сорбента для получения урана из ураносодержащих растворов рекомендуется местный растительный сорбент;
- показано, что сырьевая база для нужд уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности Таджикистана является достаточно обширной, и предложен гидрометаллургический метод переработки сырья, так как подземное и кучное выщелачивание из-за горной местности трудно применяется.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ
Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных
ВАК при Президенте Республики Таджикистан:

[1-А]. **Бобоев, К. О.** Оценка возможности переработки урановых отходов хвостохранилища Адрасман / Х. М. Назаров, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов), Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2021. - № 2 (183). - С. 84-89.

[2-А]. **Бобоев, К. О.** Физико химические основы сернокислотного разложения урансодержащих руд Таджикистана/ М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов), К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Доклады НАН Таджикистана. – 2021. – Т. 64. - № 1-2. – С. 92-96.

[3-А]. **Бобоев, К. О.** Выделение урановых концентратов из рассолов, дренажных и технических вод / У. М. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, И. Мирсаидзода, Дж. Н. Эшов // Доклады НАН Таджикистана. – 2021. – Т. 64. - № 3-4. – С. 219-223.

[4-А]. **Бобоев, К. О.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении урансодержащих руд / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Дж. Н. Эшов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2022. - № 1 (186). - С. 88-92.

[5-А]. **Бобоев, К. О.** Кинетика процесса выщелачивания урансодержащей руды месторождения «Октябрьский / К. О. Бобоев // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. – Т. 65. - № 7-8. – С. 523-527.

[6-А]. **Бобоев, К. О.** Особенности анализа урана в урансодержащих рудах и отходах / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. – Т. 66 . - № 3-4 . – С.218-222.

[7-А]. **Бобоев, К. О.** Дифференциально-термический анализ урановых руд Таджикистана / М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, Б. Б. Баротов, С. К. Ходжиев, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. – Т. 65 . - № 9-10 . – С. 643-646

[8-А]. **Бобоев, К. О.** Характерные особенности урановых руд месторождений Таджикистана / М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, Х. М. Назаров, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2022. - № 4 (189). - С. 90-96.

Публикации в материалах научных конференций:

[9-А]. **Бобоев, К. О.** Технологические основы переработки урансодержащих руд Таджикистана / И. Мирсаидзода, Б. Б. Баротов, М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Материалы Республиканской научно-практической конференции « Инновационное развитие науки» с участием международных организации. – Душанбе, 2020. - С. 97-98.

[10-А]. **Бобоев, К. О.** Поиск и оценка возможности переработки урановых отходов хвостохранилища Адрасман / Х. М. Назаров, И. Мирсаидзода, М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Материалы Республиканской научно-практической конференции « Инновационное развитие науки» с участием международных организации. – Душанбе, 2020. - С. 117-119.

[11-А].**Бобоев, К. О.** Физико-химические основы получения урановых концентратов из отходов горнорудной промышленности / И. Мирсаидзода, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, Дж. Н. Эшов // II Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы химии, применение и их перспективы», посвящённая 60-летию кафедры органической химии и памяти д.х.н., профессора Ш. Х. Халикова. – Душанбе, 2021. – С. 308-311.

[12-А].**Бобоев, К. О.** Оценка возможности переработки урановых руд месторождения Октябрьское / К. О. Бобоев // Республиканская научно-практическая конференция «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов». – Душанбе, 2021. - С14-16.

[13-А].**Бобоев, К. О.** Об перспективах переработки урансодержащих руд месторождения «Северный Таджикистан-2» / К. О. Бобоев, Б. Б. Баротов, Х. М. Назаров, И. Мирсаидзода // Республиканская научно-практическая конференция «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов». – Душанбе, 2021. – С. 11-14.

[14-А].**Бобоев, К. О.** Поиск и оценка возможности переработки урановых отходов и отвалов посёлка Адрасман Республики Таджикистан / У. М. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, Х. М. Назаров // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, 2021. - С. 279-282.

[15-А].**Бобоев, К. О.** Кинетика процесса выщелачивания урансодержащей руды месторождения «Октябрьский» Таджикистана / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, А. М. Мирзоев // XVII Нумановские чтения «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI веке». – Душанбе, 2022. – С. 50-52.

[16-А].**Бобоев, К. О.** Переработки местного урансодержащего сырья Таджикистана / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Дж. Н. Эшов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // XVII Нумановские чтения «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI веке». – Душанбе, 2022. - С. 103-104.

Патенты и изобретения:

[17-А].Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1223. Способ извлечения урана из шахтных вод / **К. О. Бобоев**, М. Д. Бобоёров, И. Мирсаидзода, Дж. Х. Халиков, Д. С. Мухиддинов, Б. Б. Баротов, Ф. А. Хамидов. - 21.10.2020.

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ ХИМИЯИ ба номи В.И. НИКИТИН
АГЕНТИИ АМНИЯТИ ХИМИЯВӢ, БИОЛОГӢ,
РАДИАТСИОНӢ ВА ЯДРОӢ**

УДК : 622.349.5(575.3)

ББК : 24.126(2Т)

Б - 72

Ба ҳуқуқи дастнавис



БОБОЕВ Комрон Одилович

**АСОСҲОИ ТЕХНОЛОГИИ КОРКАРДИ МАЪДАНҲОИ УРАНДОРИ КОНИ
«ТОҶИКИСТОНИ ШИМОЛӢ-2» ВА ПАРТОВҲОИ МАҲФУЗГОҲИ
АДРАСМАН**

АВТОРЕФЕРАТИ

**диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии
доктори фалсафа (PhD), доктор аз рӯи ихтисоси
6D072001 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ**

Душанбе – 2024

Диссертатсия дар Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ:

Мирсаидов Улмас

доктори илмҳои химия, профессор, академики АМИТ, сарходими илмии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ:

Розиқов Зафар Абдуқаҳорович

доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи “Экология”-и Донишкадаи куҳӣ-металлургии Тоҷикистон

Зоиров Хусайн Абдурахмонович

номзади илмҳои химия, доценти кафедраи химияи умӯми ва ғайриорганикии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осими

Муассисаи пешбар:

кафедраи «Химияи умӯми ва ғайриорганикии»-и Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни

Ҳимояи диссертатсия «08» апрели соли 2024, соати 09-00 дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-042 назди Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ баргузор мегардад. Суроға: 734063, ш. Душанбе, куч. Айнӣ 299/2, E-mail: f.khamidov@cbrn.tj

Бо мӯҳтавои диссертатсия дар китобхонаи илмӣ ва сомонаи Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ www.chemistry.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «__» _____ соли 2024 фиристода шуд.

Котиби илмии
Шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ



Ҳамидов Ф.А.

МУҚАДДИМА

Мубрамият ва зарурати таҳқиқот дарёфт ва чудо намудани концентратҳои урандошта аз таркиби маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасмани Тоҷикистон ба ҳисоб меравад.

Ҳангоми босамар истифода намудани ин усул, концентрати уранро аз ин гуна маъданҳо ва партовҳо дар намуди U_3O_8 сорбсия намуда, чудо кардан мумкин аст.

Маҷмуан, дар шаҳраки Адрасман миқдори зиёди партовҳои урандори Иттиҳоди Шӯравӣ ҳам шудааст, ин имконияти медиҳад, ки як қатор корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ гузаронида шавад. Шаклҳои гуногуни партовҳои урандор, маъданҳои гуногунтаркиб, партовгоҳҳои хурд, обҳои ҷоҳҳо ва захбурҳо, ҷораҳои ғаврии ҳалли масъалаҳои экологии Тоҷикистонро талаб мекунад. Ғайр аз ин, Тоҷикистон дорои захираҳои муайяни маъданҳои урандошта мебошад. Ҷустуҷӯи асосҳои технологияи коркарди ин маъданҳо низ, аз масъалаҳои мубрам ба ҳисоб меравад.

Дарачаи таҳқиқи илмии масъалаи омӯхташаванда. Дар Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон масъалаҳои омӯзиши асосҳои физико-химиявии коркарди маъданҳои урандори конҳои гуногуни Тоҷикистон ва инчунин, пасмондаҳои саноати уранӣ, хоки регдори уранӣ, обҳои ҷоҳҳо ва захбурҳо бо мақсади ба даст овардани U_3O_8 таҳқиқ карда мешаванд. Барои коркарди маъданҳои урандор усулҳои гуногун таҳия пешниҳод шудаанд, ки аз байни онҳо коркард бо кислотаи сулфатро, ҳамчун усули ояндадори ба даст овардани уран муаррифӣ кардан мумкин аст.

Таҷзияи маъданҳои урандор бо истифодаи кислотаи сулфат имкон медиҳад, ки аз кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» уран ба даст оварда шуда ва механизми таҷзияи кислотагии маъдан ошкор шавад.

Захираи ашёи хом барои истихроҷ ва коркарди саноатии уран дар Тоҷикистон хело зиёд буда, аз сабаби кӯҳсор будани мавзёи ишқоронии зеризаминӣ мушкилиҳои зиёд дорад, бинобар ин усули гидрометаллургӣ пешниҳод шудааст.

Конҳои маъданҳои урандори Тоҷикистон барои аз онҳо ба даст овардани концентрати уран хело мувофиқ мебошад ва барои коркарди онҳо нақшаи умумии технологӣ бо мақсади ба даст овардани пайвастагиҳои урандор аз ашёҳои маҳаллӣ тартиб дода шудааст.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳои илмӣ (лоиҳаҳо), мавзӯҳо. Рисолаи таҳқиқотии мазкур дар доираи барномаи илмии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон (АМИТ) ва Институти химия ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дар мавзӯи: «Асосҳои физико-химиявии ҷудосозии концентратҳои урандор аз маъдан ва партовҳо» иҷро карда шудааст. Рақами бақайдгирии давлатӣ 0120 ТҶ 01030.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот таҳияи асосҳои технологияи, ки ба коркарди маъдани урандоштаи кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» ва партовҳои урандоштаи маҳфузгоҳи Адрасман равона карда шудааст, ба ҳисоб меравад.

Объекти таҳқиқот – маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман мебошад.

Мавзӯи (предмети) таҳқиқот – ин омӯзиши асосҳои физико-химиявӣ ва технологии ҷудо намудани концентрати уран аз таркиби маъданҳои урандошта ва партовҳои урандор мебошад.

Вазифаҳои асосии таҳқиқот:

- муайян намудани таркиби химиявӣ ва минералогии маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ва партовҳои урандори маҳфузгоҳи Адрасман;

- омӯзиши имкони таҷзияи маъданҳо ва партовҳои урандор бо усули кислотагӣ;

- муайян намудани тавсифи энергетикӣ ва кинетикии раванди таҷзияи маъданҳои урандор;

- Таҳияи нақшаи технологии коркарди маъданиҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ва партовҳои урандошта;

- ҷудо намудани концентратҳои урандошта аз таркиби обҳои урандор.

Ҳангми амалисозии мақсади таҳқиқот вазифаҳои зерин иҷро шудаанд:

1. Таҳлили корҳои илмӣ оиди коркарди партовҳои урандор, истихроҷи концентратҳои уран аз таркиби обҳои ҷоху захбурҳо ва инчунин ҷудо намудани уран аз маъданҳои кони Тоҷикистони шимолӣ (аз рӯи манбаҳои адабиёт ва таҳқиқотҳои патентӣ).

2. Омӯзиши хосиятҳои физико-химиявии маъданҳои урандоштаи кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» бо истифодаи усулҳои гуногун – ба монанди таҳлили дифференциалӣ-термикӣ (ТДТ) ва таҳлили рентгенофазавӣ (ТРФ).

3. Омӯзиши хусусияти физико-химиявии ҷудо намудани концентрати уран аз таркиби маъданҳои урандори Тоҷикистон бо истифода аз кислотаи сулфат.

4. Тартиб додани нақшаи технологии умумӣ, самаранок ва ояндадор барои ҳосил намудани концентрати уран аз маъданҳо ва партовҳои урандошта.

5. Ҷудо намудани уран аз таркиби захбурҳо ва обҳои техникӣ.

Усулҳои таҳқиқот. Усулҳои муосири физико-химиявии таҳқиқоти маъданҳои урандоштаи Тоҷикистон (ТДТ, ТРФ, альфа- ва гамма-спектрометрӣ, рентгеноспектралӣ).

Самти таҳқиқот ба вазифаҳои коркарди комплекси маъданҳои урандори Ҷумҳурии Тоҷикистон мансуб аст.

Зинаҳои таҳқиқот омӯзиши манбаҳои адабиёти илмӣ муаллифони гуногунро аз рӯи мавзӯҳои зерин дар бар мегирад: асосҳои физико-химиявии коркарди маъданҳои урандошта ва партовҳои урандоштаи Тоҷикистон бо истифодаи усулҳои кислотагӣ (бештар – сулфатӣ), коркарди усулҳои таҳлил, гузаронидани таҷриба оиди коркарди маъданҳои урандошта ва партовҳои урандор бо истифодаи усулҳои кислотагӣ. Тарҳи нақшаи технологии коркарди маъданҳои урандошта ва партовҳои урандори Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳисоб меравад.

Базаи асосии иттилотию эксперименталӣ ин ҷустуҷуи корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ, ки дар системаи иттилоотии маҷаллаҳои илмӣ байналмилалӣ нашр шуданд ва ба мавзӯи қори таҳқиқотии мо наздиктар аст, дар бар мегирад. Дар ин ҷода таваҷҷӯҳи асосӣ ба истифодаи сомонаҳои интернетӣ ва маводҳои илмӣ формати электронӣ дошта нигаронида шудааст. Натиҷаҳои рисолаи илмӣ дар озмоишгоҳи таҳқиқотии хизматрасониҳои техникии Агентии амнияти химиявӣ, биологӣ, радиатсионӣ ва ядроии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон (АМИТ) ва озмоишгоҳи «Коркарди комплекси ашёи минералӣ ва партовҳои саноатӣ»-и МДИ

«Институти кимиёи ба номи. В.И. Никитин»-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ба даст оварда шудааст. Дар озмоишгоҳҳо ҳамаи асбобҳо ва таҷҳизотҳои зарурӣ, ки дар рафти таҳқиқот истифода мешуданд, мавҷуд аст.

Дарачаи эътимоднокии таҳқиқоти илмӣ, хулосаҳо ва тавсияҳо дар асоси натиҷаҳои илмӣ бо истифода аз таҷҳизотҳои лаборатории дорои сертификат буда ва аз аттестатсия гузашта асоснок карда шуда, инчунин усулҳои гуногуни физико-химиявии таҳқиқоти муосир – ба монанди усулҳои ТДТ (ДТА) ва ТРФ (РФА), усулҳои спектралӣ ва α - ва γ -спектроскопия истифода шудаанд. Қисмати назариявии таҳқиқоти диссертатсионӣ бо қонунҳои химияи физикӣ ва технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ мувафиқат мекунад.

Навгонии таҳқиқоти илмӣ. Нишон дода шудааст, ки бо усули кислотагӣ тавассути кислотаи сулфат таҷзия намудани маъдани урандор аз кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» уран ба даст овардан мумкин аст. Механизми таҷзияи кислотагӣ маъданҳои кони урандори «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ошкор карда шуд.

Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ-амалии таҳқиқот дарёфти параметрҳои оптималии равади таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасманро дар бар мегирад.

Механизми таҷзияи маъданҳо ва партовҳо муқаррар карда шуда, баҳогузори термодинамикии раванди таҷзияи маъдан бо истифодаи кислотаи сулфат гузаронида ва пешниҳод карда шудааст.

Арзиши амалии таҳқиқот ин таррҳезии нақшаҳои асосии технологияи ҷудо намудани концентратҳои уран, ки дар оянда метавонанд онҳо дар заводҳои гидрометаллургӣ бо мақсади ба даст овардани концентратҳои босифати уранӣ истифода шаванд.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

- таҳлили минералогӣ ва химиявии маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2», ки тавассути усулҳои таҳлили рентгенофазавӣ (ТРФ), таҳлили дериватографӣ (ТДТ), α - ва γ -спектрометрӣ муайян карда шудаанд;

- таркиби минералогӣ ва химиявии партовҳои урандори маҳфузгоҳи Адрасман;

- омӯзиши раванди таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» инчунин партовҳои урандори маҳфузгоҳи Адрасман ва муқаррар намудани параметрҳои оптималии раванд;

- муайян намудани тавсифи энергетикӣ ва кинетикии равандҳои таҷзияи маъданҳои урандор ва партовҳо бо истифода аз кислотаи сулфат;

- таҳияи нақшаи умумӣ барои коркарди маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман.

Мувофиқати рисола ба шиносномаи ихтисоси илмӣ. Рисола ба шиносномаи ихтисоси илмӣ 6D072001– Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ, аз рӯи параметрҳои зерин мувофиқат мекунад:

- раванди истеҳсоли ба даст овардани маҳсулотҳои ғайриорганикӣ: намакҳо, кислотаҳо ва ишқорҳо, нуриҳои минералӣ, изотопҳо ва маҳсулоти ғайриорганикии тозагяш баланд, катализаторҳо, сорбентҳо, маводҳои ғайриорганикӣ;

- раванди технологияи (химиявӣ, физикавӣ ва механикии) тағйирёбии таркиб, ҳолат, хосият, шакли ашё, мавод дар истеҳсоли маҳсулотҳои ғайриорганикӣ;

- усулҳо ва воситаҳои коркард, ҳисобҳои технологӣ, лоихақашӣ, идораи раванди технологӣ ва сифати маҳсулот, ки истифодаи онҳо дар равандҳои истехсоли бадаст овардани маҳсулоти ғайриорганикӣ имконпазир бошад;

- асосҳои химиявӣ ва физико-химиявии равандҳои технологӣ: таркиби химиявӣ ва хосияти моддаҳо, термодинамика ва кинетикаи табaddулоти химиявӣ бо баъзи фазаҳои;

- равандҳои механикӣ тағйирёбии ҳолат, хусусият ва шакли ашё ва ҷузъҳо дар равандҳои технологияи ғайриорганикӣ;

- усулҳо ва пайдарпаии амалиётҳои технологӣ, равандҳои коркарди ашё, маҳсулоти мобайнӣ ва иловагӣ (ғайриасосӣ), захираҳои дуомдараҷаи (партовҳои истехсолӣ ва истеъмолӣ) дар маҳсулоти ғайриорганикӣ.

Амалисозии хулосаҳо ва тавсияҳои таҳқиқотӣ. Таҳқиқоти мазкур дар мувофиқа бо барномаи «Асосҳои физико-химиявии истихроҷи концентратҳои урани аз маъданҳо ва партовҳо» иҷро карда шудааст. Рақами бақайдгирии давлатӣ 0120 ТҶ 01030, инчунин натиҷаҳои кор ба барномаҳои таҳсилоти Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон, Вазорати маъориф ва илми Ҷумҳурии Тоҷикистон дохил карда шудааст.

Саҳми шахсии доктараб мураббабсозии усулҳои таҳқиқотӣ бо мақсади иҷрои вазифаҳои дар пеш гузошта шуда, гузаронидани таҷрибаҳо, истифодаи усулҳои ҳисобӣ ва эксперименталӣ барои расидан ба ҳадафҳои мақсади гузошташуда, коркард, таҳлил ва ҷамъбасти натиҷаҳои дар ҷараёни корҳои эксперименталӣ ба даст омада ва маълумотҳои ҳисобӣ, таъбу наشري онҳо дар маҷаллаҳои гуногуни илмӣ ва инчунин, мураббабсозӣ ва ҷамъбасти нуктаҳои асосӣ ва хулосаҳои кори диссертатсиониро дар бар мегирад.

Нашр ва амалисозии натиҷаҳои рисола.

Натиҷаҳои асосии рисола дар ҷорабиниҳои ҷамъиятҳои илмӣ зерин пешниҳод ва муҳокима карда шудаанд: Конфронси илмию-амалии Ҷумҳуриявӣ “Тараққиёти инноватсионии илм” бо иштироки ташкилотҳои байналмилалӣ (Душанбе, с. 2020); Конфронси байналмилалӣ илмию-амалии “Проблемаҳои муосири химия, истифода ва ояндаи онҳо”, бахшида ба 60-солагии кафедраи химияи органикӣ ва хотираи д.и.х., профессор Ш.Х. Халиков (Душанбе, с. 2021); Конфронси илмию-амалии Ҷумҳуриявӣ “Илми бунёдӣ асоси мукамалсозии технологияҳо ва маводҳо” (Душанбе, ш. 2021); Конфронси илмӣ байналмили “Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века” (Минск, с. 2021); Хонишҳои XVII Нумоновӣ “Натиҷаҳои тадқиқоти инноватсионӣ дар соҳаи илмҳои кимиёвӣ ва техникӣ дар асри XXI” (Душанбе, с. 2022).

Интишороти аз рӯи мавзӯи диссертатсия. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқотҳо 17 маводи илмӣ нашр карда шудааст, аз ҷумла 8 мақола дар маҷаллаҳои тавсиянамудаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 8 фишурдаи маърузаҳо дар маводҳои конфронсҳои байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ ҷоп шуда, 1 патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи диссертатсионӣ 150 саҳифаи дастанвис тариқи ҳуруфчинии компютериро дар баргирифта, аз муқаддима, шарҳи адабиёт, натиҷаҳои таҳқиқот ва муҳокимаи онҳо, хулосаҳо, феҳристи адабиёти иқтибосӣ, ки 124 номгӯйро дар бар мегирад ва замимаҳо иборат аст. Кори илмӣ аз 47 расм ва 45 ҷадвал иборат аст.

МУНДАРИҶАИ АСОСИИ КОР

Дар *муқаддима* мубрамаи ва зарурияти масъалаи соҳа ва аҳамияти амалии мавзӯи интихобшуда дарҷ ёфтааст. Мақсад ва ҳадафҳои кори диссертатсионӣ муайян карда шуда, аҳамияти илмӣ ва амалии онҳо инъикос карда шудааст.

Дар *боби якуми* рисола шарҳи мухтасари адабиётҳои илмӣ оиди манбаҳои ашёи хоми саноатии уранди Тоҷикистон, ҳолати масъала, ҳосил намудани концентратҳои уран аз: таркиби хокҳои регдор; обҳои чоҳу захбурҳо, инчунин ҳосил намудани концентратҳои уран аз партовҳои саноатии уран оварда шудааст. Дар ин қисмат, инчунин маълумот оиди усулҳои гуногуни коркарди маъданҳои урандошта, ба даст овардани концентратҳои урандошта ва усулҳои сорбсионии ҷудокунии уран оварда шудааст.

Дар *боби дувум* таснифи объектҳои таҳқиқотӣ, хосиятҳои физико-химиявии маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман, усулҳои гузаронидани таҷрибаҳо, усулҳои таҳлили физико-химиявӣ ва спектрометрӣ оварда шудаанд. Инчунин дар ин боб таҳлили термодинамикии равандҳое, ки ҳангоми таҷзияи маъданҳои урандор бо кислотаи сулфат мегузаранд, нишон дода шудааст.

Дар *боби сеюм* асосҳои физико-химиявии истихроҷи уран аз таркиби маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман бо истифодаи кислотаи сулфат таҷзия карда шуда, мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Натиҷаҳои сорбсияи уран аз маҳлулҳо бо истифодаи сорбенти табиӣ дар асоси микрогел ва инчунин кинетикаи раванди таҷзияи маъданҳои урандор оварда шудааст.

МУОМИЛА БО ПАРТОВҲОИ САНОАТИ УРАНӢ, МЕТОДИКАИ ТАҶРИБАВӢ, ТАҲЛИЛИ ХИМИЯВӢ, ТДТ (ДТА), ТРФ (РФА)

Муомила бо партовҳои саноати уранӣ ва маъданҳои урандошта

Омӯзиши ҳолати муосири радиологии майдонҳои урандоштаи Тоҷикистон, аз ҷумла дар маҳфузгоҳи Адрасман, вазифаи аввалиндараҷа ва муҳим ба ҳисоб меравад.

Тамоми ашёҳои минералӣ ва маводҳо дорои радионуклидҳои табиӣ мебошанд, ки дар байни онҳо бо мақсади ҳимоя аз радиатсия муҳимтаринашон радионуклидҳои ^{238}U , ^{232}Th ва ^{40}K ба шумор мераванд.

Партови маҳфузгоҳи Адрасман дар қисмати болоии кони «Конимансури калон» ҷой гирифтааст. Аз ин сабаб, коркарди дубораи партовҳои ин маҳфузгоҳ аҳамияти махсус дорад. Дар кори мазкур коркарди дубораи партовҳои зикршуда баҳогузорӣ карда шудааст.

Методология ва методикаи таҷриба дар раванди коркарди маъданҳои урандор ва партовҳо

Чунон ки маълум аст, аз нуқтаи назари методологӣ марҳилаи аввали кори илмӣ ин таҳлили назариявии объекти таҳқиқшаванда мебошад.

Қаблан объектҳои партовҳои саноатии уранӣ ва маъданҳои урандошта омӯхта шуда буданд. Объектҳое, ки нисбатан омӯхта нашуда буданд – партовҳо ва ашёҳои интихоб карда шуданд. Маълумотҳои адабиётҳо бо объектҳои нави таҳқиқотшаванда: маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» ва

партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман муқоиса карда шуд. Таҳлили назариявии пешакии имконпазирии коркарди ашё бо кислотаи сулфат дар иштироқи оксидкунандаҳо гузаронида шуд.

Маълум аст, ки таҷриба – ин санчиши ин ва ё он фарзияҳои мебошад, ки натиҷаҳои онҳо имконияти амалӣ шуданро доранд. Маълумоти ҷамъшуда оиди коркарди маъданҳо ва партовҳо ба мақсад мувофиқ будани коркарди партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман ва қони «Тоҷикистони шимолӣ-2»-ро нишон медиҳанд.

Хусусиятҳои таҳлили уран дар таркиби маъданҳо ва партовҳои урандор

Маъданҳои, ки дар таркибашон аз 0.1% ва аз он зиёдтар дар таркиби худ уран доранд, қобили коркард ба ҳисоб мераванд. Дар ҷадвали 1 таркиби химиявӣ ва минералогии маъданҳои урандори қонҳои Тоҷикистон, дар ҷадвалҳои 2 ва 3 бошад – миқдори уран дар таркиби партовҳои истеҳсолии уран ва обҳои захбурҳо ва чоҳҳо оварда шудааст.

Ҷадвали 1 – Таркиби химиявӣ ва минералогии маъданҳои урандори қонҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Қонҳо	Таркиби минералогӣ	Таркиби химиявӣ, %	
Тоҷикистони шимолӣ-1	Титанатҳои уран, силикати уран, настуран, уранинит, пирит, галенит, антимонит, кальцит	U – 0.241 Th – 0.02 Cr – 0.027 Co – 0.033 SiO ₂ – 54.85 Cu – 0.035	TiO ₂ – 1.76 MnO – 1.27 Fe ₂ O ₃ – 19.04 Zn – 0.1 Pb – 0.013 V – 0.07
Тоҷикистони марказӣ	Титаносиликати урани калтсий, коффинит, уранофан, пирит, кварц, калтсит, албит, магнетит, гематит	U – 0.027 Ca – 5.4 Mg – 0.25 P ₂ O ₅ – 0.12 K ₂ O – 2.89	TiO ₂ – 0.48 MnO – 0.11 Fe ₂ O ₃ – 4.52 Al ₂ O ₃ – 13.55 SiO ₂ – 61.85
Тоҷикистони ғарбӣ	кварц, албит, мусковит, пирит, уранинит, абраки урани	U – 0.11 Cr – 0.011 Pb – 0.10 V – 0.05 SiO ₂ – 69.4	TiO ₂ – 0.53 MnO ₂ – 0.08 Fe ₂ O ₃ – 8.13 Al ₂ O ₃ – 13.7 Na ₂ O – 2.40
Тоҷикистони шимолӣ-2	Абраки урани, уранинит, коффинит, пирит, каолинит, сфен, кварц, албит	U – 0.033 Cr – 0.064 Pb – 0.283 V – 0.021 SiO ₂ – 81 Zn – 0.404	TiO ₂ – 0.3 MnO ₂ – 0.088 Fe ₂ O ₃ – 3.27 Al ₂ O ₃ – 12.4 Na ₂ O – 2.40 Cu – 0.064

Ҷадвали 2 – Миқдори уран дар таркиби партовҳои урандори маҳфузгоҳҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

Партовгоҳ	Миқдори уран, %
Табосар	0.015-0.030
Деҳмой	0.01-0.03

Адрасман	0.024
Карта 1-9	0.018
Ғафуров	0.008-0.518

Қодвали 3 - Миқдори уран дар таркиби обҳои захбур ва чоҳӣ

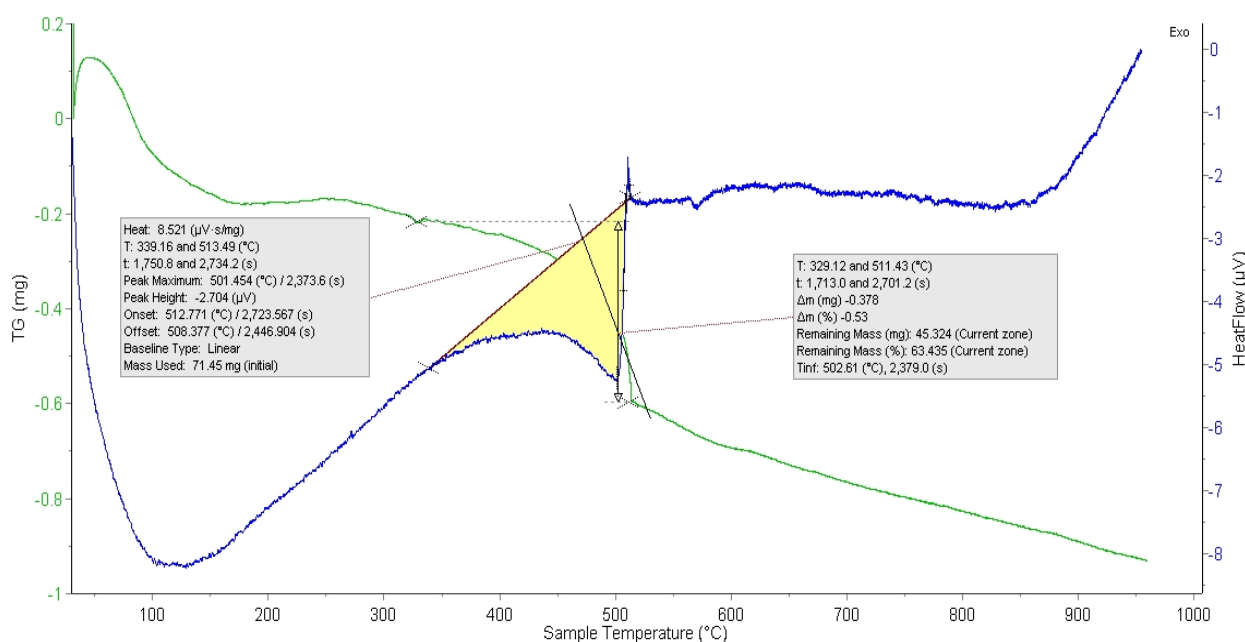
Обҳои конӣ ва чоҳӣ	Миқдори уран, мг/л
Обҳои чоҳии Киик-Тол	14-16
Обҳои чоҳии ш. Истиклол (Табошар)	30-36
Обҳои конии ш. Истиклол (Табошар)	1.7-2.0
Кӯли Сасиқ-Кӯл	17-20

Усули титриметрӣ нисбатан усули пешрафта буда, ки ба барқарор намудани урани (VI) ба урани (IV) ҳангоми титронидани он бо маҳлулҳои оксидкунандаҳо ва титронидани минбаъдаи он бо маҳлулҳои стандартӣ асос ёфтааст.

Таҳлили дифференциалӣ-термикӣ маъданҳои урандоштаи кони «Тоҷикистони шимолӣ-2»

Дар таҳқиқотҳо дериватографи Labsys Evo-1600 ширкати Setaram истифода шуд. LabSys Evo – дериватографи муосир мебошад (таҳлилгари ҳароратии синхронӣ).

Дар маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» α - ва β -гузариши кварце мушоҳида намешавад, инчунин аз натиҷаҳои ТДТ дида мешавад, ки пайвастиҳои карбонатӣ вуҷуд надоранд (расми 1).



Тасвири 1 – Қачхатаи ҳароратии намунаи маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2».

Чуноне, ки аз қачхатаи ҳароратии ТДТ (ДТА) дида мешавад, таркиби минералогии маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» имкон фароҳам меорад, ки коркарди он бо усули кислотагӣ бо кислотаи сулфат ва инчунин дар ин раванд аз оксидкунандаҳо истифода намудан мувофиқи мақсад аст.

Таҳлили рентгенофазавии маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2»

Дар зербоби мазкур натиҷаҳои таҳқиқоти таҳлили химиявӣ ва минералогии таркиби маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» оварда шудаанд. Муқаррар карда шудааст, ки минералҳои асосии таркиби ин маъдан квартс, албит, мусковит, пирит, уранинит ва абраки ураний мебошанд (ҷадвали 4).

Аз ҷиҳати таркиби химиявӣ ва минералогӣ маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» асосан ба қатори маъданҳои силикатӣ мансуб мебошанд (ҷадвали 4).

Ҷадвали 4 – Таркиби минералогии намунаҳои маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2»

Номгӯи намуна	Минерал	Таркиб, %		
		№1	Қисмати сабук	Ҳокис тар-ранг
Маъдан	Квартс - SiO ₂	87.67	90.64	92.99
	Албит - Na(AlSi ₃ O ₈)	12.33	-	-
	Албит - (K _{0.88} Na _{0.10} Ca _{0.009} Ba _{0.012})(Al _{1.005} Si _{2.995} O ₈)	-	2.48	-
	Ортоклаз - (Na _{0.98} Ca _{0.02})(Al _{1.02} Si _{2.98} O ₈)	-	6.88	-
	Албит - K(Si _{0.75} Al _{0.25}) ₄ O ₈	-	-	1.67
	Микроклин - K _{0.2} Na _{0.8} AlSi ₃ O ₈	-	-	2.09
	Флогопит - K(Mg, Fe) ₃ (Al, Fe)Si ₃ O ₁₀ (OH,F) ₂	-	-	3.25
Партов	Квартс - SiO ₂	88.16	-	-
	Албит - Na(AlSi ₃ O ₈)	11.84	-	-

Ҷадвали 5 – Миқдори элементҳо дар таркиби намунаи урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2»

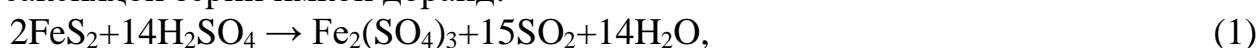
Номгӯи намунаҳо	Миқдори элементҳо											
	Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	V	Cr	Fe ₂ O ₃	U*
	мг/кг										%	
Маъдан	174	-	4	864	43	14	19	144	72	94	2	0.16
Партов	165	526	123	177	37	6	4	144	79	94	5	0.06

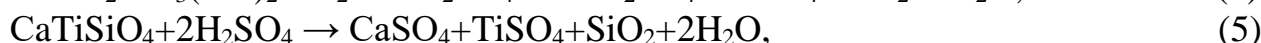
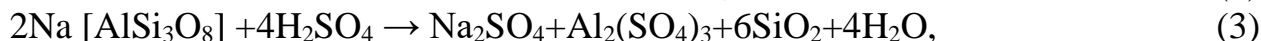
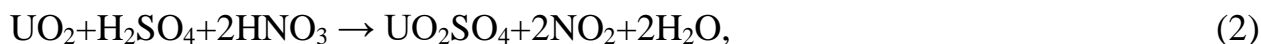
Эзоҳ: *Миқдори уран бо усули ҳаҷмӣ муайян карда шудааст.

Таҳлили термодинамикии равандҳои таҷзияи маъданҳои урандор бо кислотаи сулфат

Қаблан омӯзиши равандҳои гуногуни таҷзияи маъданҳои урандор бо истифода аз кислотаҳои минералӣ гузаронида шуда, шароитҳои оптималии раванди таҷзия муайян карда шуда ва нақшаҳои технологияи коркарди ингуна маъданҳо пешниҳод карда шуда буданд.

Ҳангоми таъсири кислотаи сулфат бо минералҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» реаксияҳои зерин имкон доранд:

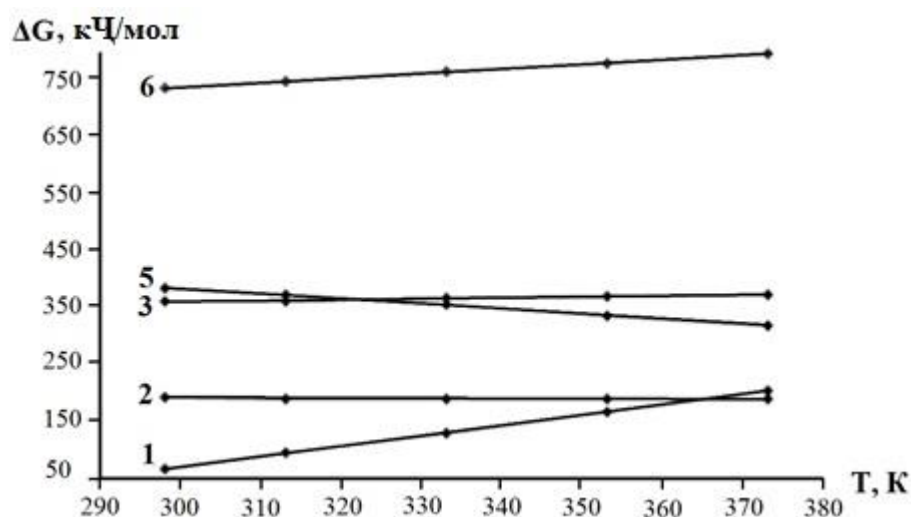




Дар ҷадвали 6 ва расми 2 қиммати энергияи Гиббс дар ҳароратҳои гуногун оварда шудааст.

Ҷадвали 6 – Энергияи Гиббс (ΔG , кҶ/мол) барои реаксияҳои химиявии (1)-(6) дар ҳароратҳои гуногун оварда шудааст.

№ тарҳи реаксия	ΔG^0_{298}	ΔG^0_{313}	ΔG^0_{333}	ΔG^0_{353}	ΔG^0_{373}
(1)	-65.7	-93.3	-130.1	-166.9	-203.7
(2)	-192.41	-188.76	-188.64	-188.53	-188.41
(3)	-387.35	-373.36	-354.9	-336.4	-317.91
(5)	-359.91	-362.47	-365.88	-369.28	-372.7
(6)	-737.53	-749.38	-765.18	-780.98	-796.8



Расми 2 – Вобастагии тағйирёбии энергияи Гиббс (ΔG) аз ҳарорати таҷзияи маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» оварда шудааст (1 - пирит, 2 - ураниннит, 3 - албит, 4 - сфен, 5 – каолинит).

Мувозинати моддии таҷзияи маъданҳои урандор

Ҳисоби мувозинати моддии таҷзияи маъдани кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» бо истифодаи кислотаи сулфат

Ҳисоби мувозинати моддӣ барои маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» гузаронида шуд. Ҳисоби мувозинати моддӣ барои 1 кг маъдан, ки бо маҳлули 30%-и H_2SO_4 таҷзия карда шудааст, оварда шудааст. Барои миқдори зикршудаи маъдан 1209,6 г кислотаи сулфати 30%-а сарф шуд, ки ба 644 г кислотаи 100%-а рост меояд (ҷадвали 7).

Ҷадвали 7 - Ҳисоби мувозинати моддии таҷзияи маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» бо истифодаи кислотаи сулфат нишон дода шудааст.

Ворид	Бо г	%	Харҷ	Бо г	%
Al_2O_3	124.0	5.6	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	415.8	18.8

Fe ₂ O ₃	32.7	1.5	Fe ₂ (SO ₄) ₃	81.7	3.7
CaO	3	0.13	CaSO ₄	9	0.4
TiO ₂	0.88	0.04	Ti(SO ₄) ₂	2.5	0.11
Na ₂ O	24.0	1.1	Na ₂ SO ₄	54.96	2.48
CuO	5	0.22	CuSO ₄	9.94	0.45
MnO ₂	1.87	0.085	Mn(SO ₄) ₂	4.82	0.22
ZnO	0.864	0.04	ZnSO ₄	1.72	0.08
ZrO ₂	0.174	0.001	Zr(SO ₄) ₂	0.4	0.02
SiO ₂	650	29.4	SiO ₂ , аз он ҷумла унсурҳои ба реаксия дохил нашуда	950.5	43.02
Оби кристаллизатсионӣ	157.352	7.137	H ₂ O	301.54	13.71
UO ₂	0.16	0.007	UO ₂ SO ₄	0.22	0.01
H ₂ SO ₄ , 30%	1209.6	54.74	H ₂ SO ₄ , изофа	376.5	17.0
Ҷамъ:	2209.6	100	Ҷамъ:	2209.6	100

Натиҷаҳои ҳисоби мувозинати моддӣ нишон додаанд, ки маҳсулнокии оксиди уран (UO₂) ҳангоми истифодаи 644 г кислотаи сулфат аз таркиби маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» 75.7%-ро ташкил мекунад. Дар амал 0.22 г UO₂SO₄ ҳосил мешавад, ин маънои онро дорад, ки тақрибан 24.3%-и маъдани урандор ба реаксия дохил нашуда боқӣ мемонад. Дар қисмати харҷии ҳисоби мувозинати моддӣ миқдори изофай H₂SO₄ 376.5 граммро ташкил мекунад.

**Ҳисоби мувозинати моддии таҷзияи 1 кг маъдани партовҳои маҳфузгоҳи
Адрасман бо истифодаи кислотаи сулфат**

Ҳисоби мувозинати моддии таҷзияи маъдани урандори партовҳои Адрасман барои 1 кг маъдан амалӣ карда шуд. Ҳангоми таҷзияи 1 кг маъдан бо истифодаи кислотаи сулфати 30 %-а 1209.6 г кислотаи 30%-и сулфат сарф шуд, ки ин ба 644 г кислотаи 100%-а рост меояд (ҷадвали 8).

Чунон, ки ҳисоби мувозинати моддӣ нишон дод, истихроҷи оксиди уран (IV) (UO₂) аз таркиби маъданҳои партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман ҳангоми таҷзия бо 644 г кислотаи сулфат, 90.0%-ро ташкил дод. Дар амал 0.03 г UO₂SO₄ ҳосил мешавад, ин маънои онро дорад, ки тақрибан 10%-и маъдани урандор ба реаксия дохил нашуда боқӣ мемонад. Дар қисмати масрафшавии ҳисоби моддӣ 376.5 грамм H₂SO₄ изофагӣ ба даст омад.

Ҷадвали - 8 Ҳисоби мувозинати моддии таҷзияи 1 кг маъдани урандори партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман бо истифодаи кислотаи сулфат

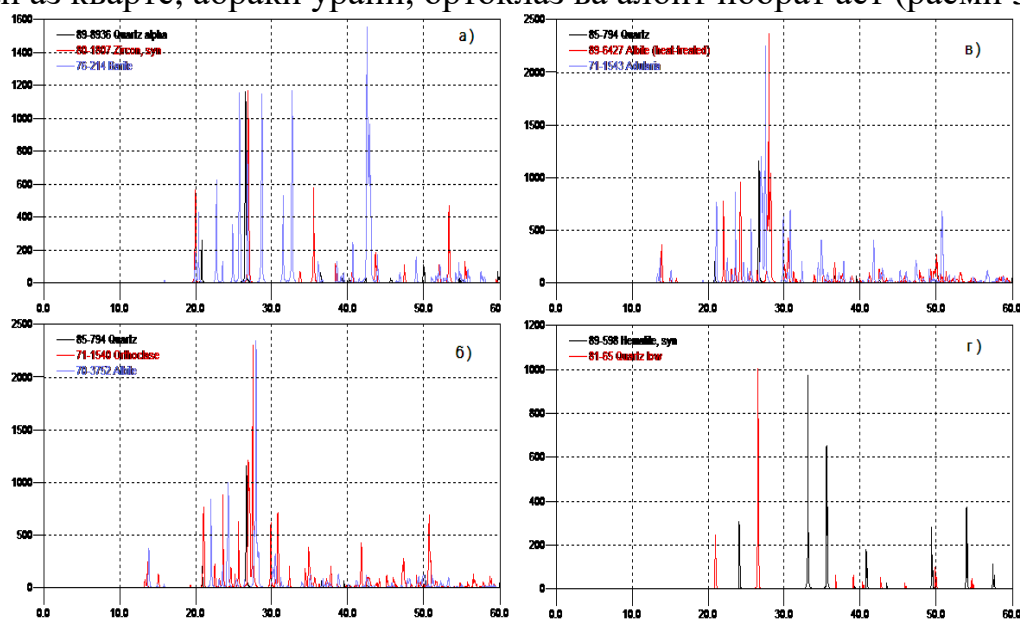
Ворид	Бо г	%	Харҷ	Бо г	%
SrO	0.129	0.007	SrSO ₄	0.23	0.01
ZnO	0.132	0.006	ZnSO ₄	0.26	0.012
Co ₂ O ₃	0.186	0.0086	Co ₂ (SO ₄) ₃	0.45	0.02
MnO ₂	0.109	0.005	Mn(SO ₄) ₂	0.31	0.014
Fe ₂ O ₃	90	4.07	Fe ₂ (SO ₄) ₃	225	10.18
PbO ₂	0.304	0.014	Pb(SO ₄) ₂	0.51	0.023

SiO ₂	862.316	39.02	SiO ₂ , аз он ҷумла унсурҳои ба реаксия дохил нашуда	1301.81	58.92
Оби кристаллизатсионӣ	46.8	2.1284	H ₂ O	304.5	13.82
UO ₂	0.024	0.001	UO ₂ SO ₄	0.03	0.001
H ₂ SO ₄ , 30%	1209.6	54.74	H ₂ SO ₄ , изофа	376.5	17.0
Ҷамъ:	2209.6	100	Ҷамъ:	2209.6	100

КОРКАРДИ ПАРТОВҲОИ САНОАТИ УРАНДОРИ ПАРТОВҲОИ МАҲФУЗГОҲИ АДРАСМАН ВА МАЪДАНҲОИ УРАНДОРИ КОНИ «ТОҶИКИСТОНИ ШИМОЛӢ – 2»

Коркарди партовҳои урандори саноати урании партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман

Минералҳои таркиби партовҳои урандори маҳфузгоҳи Адрасман бо усули таҳлили рентгенофазавӣ дар дастгоҳи муосири «ДРОН-3» дорои имконияти коркарди рақамӣ бо аноди мисӣ (35 кВ, 20 мА) ва филтри никелӣ, омехта шуданд. Нишон дода шудааст, ки таркиби минералии партовҳои урандори таҳқиқшаванда асосан аз квартс, абраки уранӣ, ортоклаз ва албит иборат аст (расми 3).



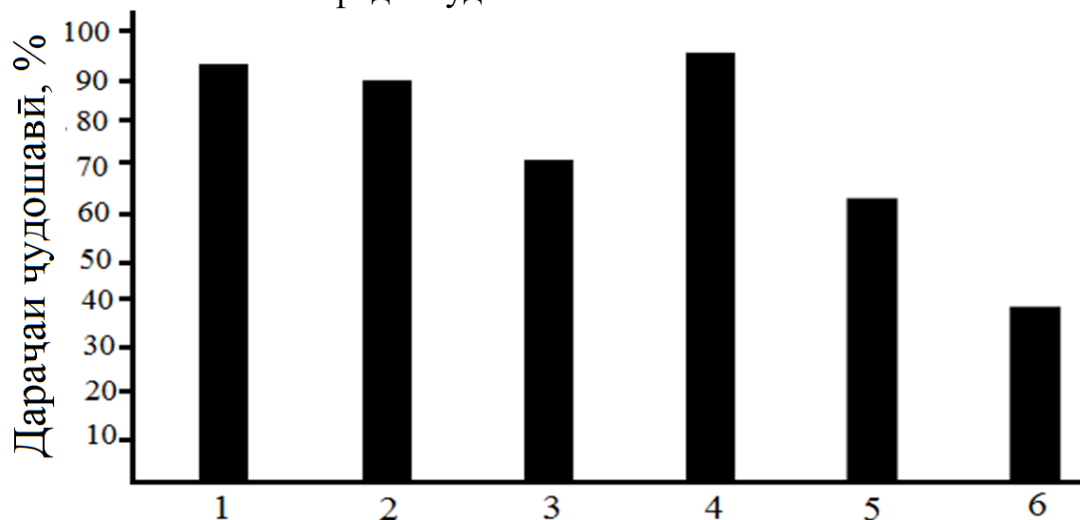
Расми 3 – Рентгенограммаи партовҳои урандори маҳфузгоҳи Адрасман.

Натиҷаҳои таҳлилҳои химиявӣ дар ҷадвали 9 умумӣ карда шудаанд.

Ҷадвали 9 – Миқдори элементҳои химиявӣ дар таркиби партовҳои урандори маҳфузгоҳи Адрасман

Миқдори элементҳо											
Sr	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	V	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	U
мг/кг									%		
129	304	103	132	42	5	186	109	51	0,3	9	0.024
Таҳлили уран бо усули ҳаҷмӣ, %											

Дар расми 4 баҳогузори муқоисавии ҷудокунии уран аз таркиби партовҳои урандори Тоҷикистон оварда шудааст. Ҷи тавре, ки аз расми 3.4 дида мешавад, дараҷаи баландтарини ҷудошавӣ дар маҳфузгоҳи ш. Ғафуров – 90% ва маҳфузгоҳи ш. Истиклол – 96% - ро ташкил медиҳад. Азбаски маҳфузгоҳи Адрасман асосан карбонатӣ мебошад, бинобарин барои ҷудо кардани U_3O_8 усули ишқорӣ истифода бурда шуд. Маҳфузгоҳҳои дигар бошад сульфатӣ мебошанд, аз ин рӯ барои онҳо ишқорронии кислотагӣ истифода шудааст.



Расми 4 – Истихроҷи уран аз таркиби партовҳои урандори маҳфузгоҳҳои Тоҷикистон («Карта 1-9» ш. Бӯстон; 2 - Ғафуров; 3 - Адрасман; 4 – партовҳои маҳфузгоҳи ш. Истиклол; 5 – Фабрикаи маъданҳои камғизои ш. Истиклол; 6 – партовгоҳи ш. Истиклол).

Асосҳои физико-химиявии таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2»

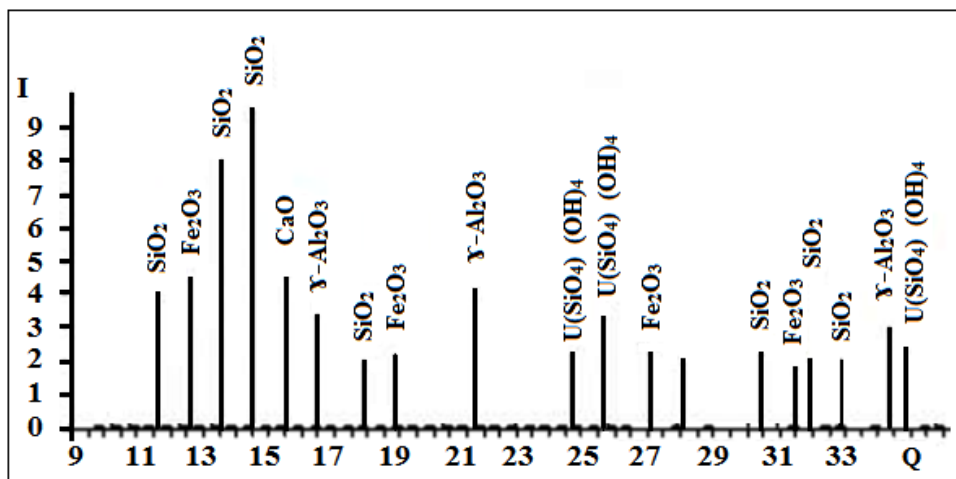
Дар ин қисмати таҳқиқот омӯзиши таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» бо истифодаи кислотаи сульфат омӯхта шудааст.

Дар ҷадвали 10 таркиби маъданҳои урандори конҳои «Тоҷикистони марказӣ» ва «Тоҷикистони ғарбӣ» дар муқоиса бо параметрҳои муқоисавии кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» оварда шудааст.

Ба сифати мисол, дар расми 5 дифрактограммаи хаттии маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» оварда шудааст. Мувофиқи маълумотҳои таҳлили рентгенофазаӣ (РФА), таркиби маъдани таҳлилшаванда аз оҳаксанг, уранинит, силикатҳои уран, титанатҳои уран, инчунин минералҳои манган ва титан иборат мебошад.

Ҷадвали 10 – Таркиби химиявии конҳои мухталифи урандори Ҷумҳурии Тоҷикистон (бо %)

№	Маъдан	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂
1	«Тоҷикистони шимолӣ - 2»	59.4	7.2	16.1	1.76	1.27
2	«Тоҷикистони марказӣ»	53.1	8.25	6.3	1.4	0.26
3	«Тоҷикистони ғарбӣ»	69.4	13.7	8.13	0.53	0.27



Расми 5 – Дифрактограммаи хаттии намунаи маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2».

Кинетикаи таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» бо истифодаи кислотаи сулфат

Дар ин фасл масъалаҳо оид ба параметрҳои кинетикии таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» инъикос ёфта, мураттабсозӣ ва тасдиқи тарҳи ҷамбастии технологияи коркарди маъданҳои мазкур дар озмоишгоҳ оварда шудааст.

Маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ба монанди конҳои дигари урандори кишвар маъмулӣ мебошанд.

Таснифи минералогии маъданҳои кони мазкур бо истифода аз усули таҳлили рентгенофазаӣ мавриди омӯзиш қарор гирифта, дар таркиби маъданҳои урандор минералҳои кварс, уранофан, каолинит сфен, албит, уранинит ва пирит муайян карда шудааст.

Мувофиқи таснифи минералогии маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2», уран дар таркиби маъдан дар намуди минералҳои уранофан ва уранинит мавҷуд аст. Азбаски, ки маъдан дар таркибаш урани чор ва шашвалента дорад, онро бо усулҳои карбонатӣ ва кислотагӣ таҷзия кардан мукин аст. Аммо, аз сабабе, ки дар таркиби маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2», миқдори зиёди кварс мавҷуд аст, ҳангоми таҷзияи кислотагӣ дар муқоиса бо усули карбонатӣ ҷудошавии уран хелло назаррас аст. Ғайр аз ин, ҳангоми истифодаи усули кислотагӣ бо кислотаи сулфат ҳамчун реагент, дар муқоиса бо реагентҳои карбонатӣ нисбатан хелло арзонтар мебошад.

Дар ҷадвали 11 таъсири консентратсияи кислотаи сулфат ба тағйироти дараҷаи ҷудошавии уран аз таркиби маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ҳангоми доимӣ будани параметрҳои он – ҳарорати 60 °C ва вақти таҷзия 60 дақиқа оварда шудааст.

Ҷадвали 11 – Таъсири консентратсияи кислотаи сулфат ба дараҷаи ҷудошавии уран аз таркиби маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2»

Консентратсияи H ₂ SO ₄ , %	10	20	30	40	50
Таносуби C:M	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
Дараҷаи ҷудошавии уран, %	33.2	50.1	63.1	65.3	66.6

Натиҷаҳои таҳқиқоти таҷзияи маъдани урандор бо истифодаи кислотаи сулфат аз он шаҳодат медиҳанд, ки дар шароити ба 30% баробар будани концентратсияи H_2SO_4 дараҷаи баландтарин ҷудошавии уран аз таркиби маъданҳои урандор ба назар мерасад. Ҳангоми аз 30% баланд бардоштани концентратсияи кислотаи сулфат тағйирёбии назарраси ҷудошавии концентрати уран дида намешавад. Амалан миқдори зиёдтарини ҷудошавии уран дар шароитҳои зерин ба даст меояд: вақти таҷзия 60 дақиқа, концентратсияи кислотаи сулфат 30% бо илова намудани кислотаи нитрат дар раванди таҷзия, дар чунин шароит дараҷаи баланди ҷудошавӣ дида мешавад, ки он 66.6% баробар аст.

Дар ҷадвали 12 тағйирёбии фоизи ҷудошавии уран вобаста аз ҳарорат ҳангоми доимӣ будани параметрҳои дигари ҷараён: давомнокии таҷзия 60 дақиқа ва концентратсияи кислотаи сулфат ба 30% баробар будан, пешниҳод карда шудааст.

Ҷадвали 12 – Таъсири ҳарорат ба дараҷаи ҷудошавии уран аз таркиби маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» (концентратсияи H_2SO_4 30%, вақти таҷзия 60 дақ., С:М=1:2)

Ҳарорат, °С	30	40	50	60	70	80	90
Дараҷаи истихроҷи уран, %	25.4	45.3	56.7	63.1	65.3	68.8	69.1

Чи гунае, ки дар ҷадвали 12 оварда шудааст, дараҷаи ҷудошавии уран бо зиёдшавии ҳарорат меафзояд. Дар ҳудуди ҳароратҳои 60-80 °С, дараҷаи ҷудошавӣ мутаносибан аз 63 то 69% афзуда, ҳангоми зиёдшавии минбаъдаи ҳарорат бетағйир мемонад.

Инчунин, тағйирёбии ҷудошавии уран бо ҳисоби фоиз вобаста аз вақти таҷзия ҳангоми доимӣ будани параметрҳои дигари он – концентратсияи кислотаи сулфат 30% ва ҳарорати 80 °С омӯхта шуд (ҷадвали 13). Нишон дода шудааст, ки баъди гузаштани 90 дақиқа аз оғози раванд дараҷаи истихроҷ то ба 75.5% мерасад. Бо зиёдшавии минбаъдаи фосилаи вақти раванди таҷзия дараҷаи истихроҷ намеафзояд.

Дар шароити изотермикӣ параметрҳои кинетикии таҷзияи маъдани урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» бо истифодаи кислотаи сулфат дар концентратсияи муфид ва мувофиқи 30%-а, дар фосилаи ҳарорати 303-353 К мавриди омӯзиш қарор гирифта шуд, ки натиҷаҳои он дар ҷадвали 14 оварда шудааст. Маълум мешавад, ки дараҷаи баландтарини ҷудошавии уран ҳангоми таҷзияи он дар давоми 1.5 соат дар ҳарорати 80 °С ба даст меояд, ва он тахминан ба 75.7% мерасад.

Ҷадвали 13 – Таъсири давомнокии раванди таҷзия ба тағйирёбии дараҷаи ҷудошавии уран аз таркиби маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» (концентратсияи H_2SO_4 30%, ҳарорат 80°С, С:М=1:2)

Давомнокии раванд, соат	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Дараҷаи ҷудошавии уран, %	60.0	68.8	75.7	75.7	75.7

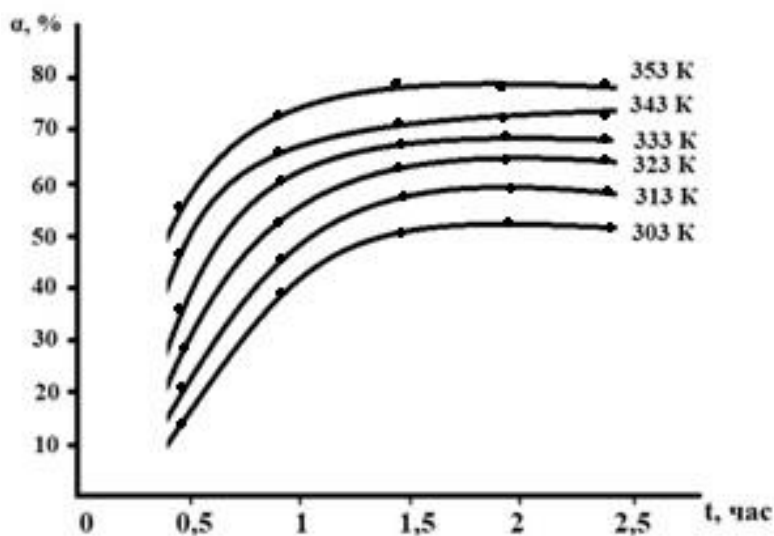
Ҷадвали 14 – Кинетикаи ҷудошавии уран аз таркиби маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» ҳангоми концентратсияи H_2SO_4 ба 30% баробар будан

Ҳарорат, °С	Давомнокии раванд, соат
-------------	-------------------------

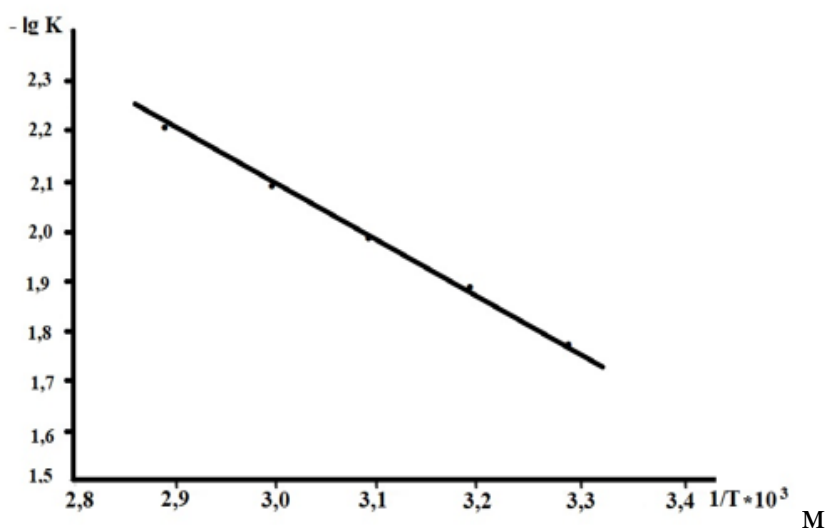
	0.5	1	1.5	2	2.5
30	18.6	25.4	44.5	44.5	44.5
40	25.7	45.3	55.7	55.7	55.7
50	37.6	56.7	63.1	63.1	63.1
60	44.5	63.1	65.3	65.3	65.3
70	55.7	65.3	66.8	66.8	66.8
80	60.0	68.8	75.7	75.7	75.7

Чи гунае, ки аз расми 6 дида мешавад, бо зиёдшавии ҳарорат аз 303 то ба 353 К ва давомнокии раванд, дараҷаи ҷудошавии уран дар маҳлул меафзояд.

Дар расми 7 натиҷаҳои таҳқиқот оиди вобастагии $\lg K$ аз ҳарорати баракси мутлақ ($1/T$) ҳангоми таҷзияи маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» бо истифодаи кислотаи сулфат оварда шудааст.



Расми 6 – Кинетикии таҷзияи маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» бо истифодаи кислотаи сулфат вобаста аз ҳарорат ва давомнокии раванди таҷзия ($C:M = 1:2$).



Расми 7 – Вобастагии ҳарорати баракси мутлақ ($1/T$) ва $\lg K$ дар раванди таҷзияи маъданҳои кони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» бо истифодаи кислотаи сулфат.

Мувафиқи расми 7, нуқтаҳои бо роҳи таҷрибавӣ ҳосил шуда дар ҳағти рост қаноатбахш мхобанд, ки аз рӯи нишебии он бузургии энергияи фаълшавӣ (15.37 кДж/моль) ҳисоб карда шудааст. Дар асоси ин қимат ва вобастагии суръати реаксия аз ҳарорат ва вақти таҷзия ба ҳулосае омадан мумкин аст, ки ин раванд дар ҳудудҳои диффузионӣ сурат мегиранд.

Ҳамин тавр, дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда механизми раванд ошкор карда шуда, дар асоси он таҷзияи маъдани урандори қони «Тоҷикистони шимолӣ – 2» ба роҳ монда шуд. Баъди муайян намудани хусусиятҳои кинетикӣ, дар асоси онҳо шароитҳои муносиби таҷзияи маъдани мазкур интихоб карда шудаанд. Инчунин, таҳлили таъсири параметрҳои монанди ҳарорат, вақти таҷзия, консентратсияи H_2SO_4 ба фоизи истихроҷи уран аз таркиби маъдани қони «Тоҷикистони шимолӣ – 2», ки инҳо – ҳарорати 80 °С, вақти таҷзия 1.5 соат, консентратсияи H_2SO_4 30%, таносуби С:М баробари 1:2 мебошанд, гузаронида шуд. Ҳангоми истифодаи ин параметрҳо истихроҷи уран аз таркиби маъдан то ба 75.7% мерасад.

Муқаррар карда шудааст, ки таҷзияи маъдан бо ҷудокунии уран ҷараёни экзотермӣ мебошад. Бо мақсади муайян намудани механизми гузаштани ин раванд қачхатаҳои кинетикӣ, ки ин равандро тавсиф мекунад, сохта шуданд. Ин қачхатаҳои кинетикӣ дар доираи васеи тағйирёбии параметрҳои асосӣ – дар фосилаи ҳарорати 303-353 К, вақти гузариши таҷзия 0.5-2.5 соат, консентратсияи H_2SO_4 10-50% сохта шуданд. Муайян карда шуд, ки энергияи фаълшавии таҷзияи маъдан бо истифодаи кислотаи сулфат 15.37 кҶ/мол-ро ташкил мекунад. Аз рӯи ин бузургӣ ва вобастагии суръати реаксия аз ҳарорат ва вақти таҷзия дар бораи ҷой доштани ҷараёни таҷзия дар ҳудудҳои диффузионӣ ҳулосабарорӣ кардан мумкин аст.

Сорбсияи уран аз маҳлулҳо бо ёрии микрогел

Бо мақсади сорбсияи уран аз таркиби обҳои хоҳӣ сорбенти микрогели фаёли андозаи зарраҳои то +0.4 мм дар, ки аз полисахаридҳои пектини сабати офтобпараст гирифта шудааст, истифода карда шуд ва аз рӯи методикаи зерин тайёр шудааст.

Дар дохили қолбаи химиявӣ сабатҳои хушки майдакарда шудаи офтобпараст ҷойгир намуда, аз болои он маҳлули HCl мерезем. рН-и маҳлул бояд дар ҳудудҳои 1-2 ва таносуби гидромодул 1:10 нигоҳ дошта шавад. Омехтаи ҳосилшударо то ҳарорати 40-50 °С дар фосилаи вақти муайян барои варамкунии дар баробари омехтакунии доимӣ гарм намудем. Экстраксияи уран дар ҳаммоми обии ҳарораташ 85 °С дар давоми 30 дақиқа, ҳангоми 1:20 будани параметри гидромодули умумӣ ва суръати даврзании омехтакунии 2500 давр дар як дақиқа, гузаронида шуд. Баъди ба охир расидани экстраксия омехтаи ҳосил шуда бо истифодаи филтри полиамидӣ филтронида шуд. Барои ҷудошавии пурраи компонентаҳои дар филтр – девораи панҷарагӣ боқиманда, таҳшинро бо оби ҷӯши тақтиршуда на кам аз се бор шуста, баъдан дар ҳарорати хонагӣ хушк карда шуд ва баромади маҳсулот бо фоиз ҳисоб карда шуд. Маҳлули ҳосилшударо ба фраксияҳои алоҳидаи: микрогел, моддаҳои пектинӣ ва олигосахаридҳо ҷудо намудем. Маҳлули ҳосилшуда – гидролизатро хунук намуда, баъдан то рН=3.5-4 бо истифодаи аммиак нейтрализатсия намудем. Дар натиҷа, яке аз компонентаҳои маҳлул – микрогел, аз сабаби ҳалнашаванда будани он дар муҳитҳои кислотагии суст ва бетараф, таҳшин ҳосил намуд.

Микрогел аз маҳлул бо роҳи сентрафуга дар давоми 30 дақиқа, ҳангоми ба 5000 давр дар як дақиқа баробар булани суръати даврзанӣ ҷудо карда шуд. Аз сабаби он, ки миқдори ҳосилшудаи гел дар таркиби худ рангкунандаҳо ва моддаҳои балластӣ дорад, онро дар маҳлули этанол на кам аз 3 бор шуста, баъдан филтр ва хушконидем.

Чараёни сорбсия ба таври зерин амалӣ мешавад: ба миқдори муайяни массаи гел (1 г) бо андозаи зарраҳояш то 0.4 мм бо мақсади варамсозӣ об илова мекунад. Сорбенти варамшударо ба дохили сутуни сорбсионӣ ҷойгир намуда, баъдан ба воситаи он як миқдор ҳаҷми ($V=0.2$ мл/дақ.) маҳлули урандори концентратсияш муайянро мегузаронанд. Аз маҳлули ҷоришуда намунаҳои 5 миллилитра гирифта, миқдори уран дар таркиби онҳо муайян карда мешавад.

Баъди ба охир расидани чараёни сорбсия, ки дар он назорати миқдори уран дар маҳлули ҷоришаванда бурда мешавад, сорбенти бо уран бой гардида баъди хушконидаи дар печи ҳарораташ 250-350 °C пурра сӯзонида мешавад. Хокистари урандорро дар маҳлули кислотаи сулфат ҳал намуда, оксидкунандаҳоро (оксиди оҳан (III) ва кислотаи нитрат) илова мекунад. Баъди ҳалшавии пурра, омехтаи ҳосилшударо филтр намуда филтратаи уранилсулфат ҳосил мекунад. Баъдан уран аз таркиби маҳлул бо истифодаи маҳлули обии аммиак бо ҳосил намудани оксиди уран ($U_2O_5 \cdot UO_3$) ба ҳолати таҳшин гузаронида мешавад. Маҳсули ҳосил шуда зери вакуум дар ҳарорати 100-105 °C хушконида шуд. Маҳсулнокии чараён 90-95%.-ро ташкил медиҳад. Баромади маҳсулот 90-95% -ро ташкил медиҳад. Натиҷаҳои санҷиш дар ҷадвали 15 оварда шудаанд.

Ҳамин тавр, ин усули коркарди обҳои ҷоҳии конҳои урандор бо истифодаи микрогели дар асоси полисахаридҳои пектини аз сабадҷаи офтобпараст ҳосил карда шуда, имконияти ҷудо намудани маҳсулоти қимматбаҳои U_3O_8 -ро фароҳам меорад.

Инчунин, таҳлили муқоисавии сорбсияи уран аз маҳлулҳо бо истифодаи сорбентҳои гуногун дар шароити статикӣ гузаронида шуд. Натиҷаи муқоисавии сорбсия дар ҷадвали 16 пешниҳод шудааст.

Ҳамин тавр, муайян карда шуд, ки сорбенти дар асоси микрогел уранро ба монанди сорбентҳои дигари маъмули ба таври кофӣ сорбсия мекунад.

Ҷадвали 15 – Сорбсияи ионҳои уран аз маҳлул аз ҷониби микрогел дар муҳитҳои нейтралӣ ва кислотагӣ

Таснифот	Нишондиҳандаҳо	
	pH (маҳлул) = 7	pH (маҳлул) = 2-6
Андозаи зарраҳои сорбент, мм	то 0.4	то 0.4
Ҳарорати маҳлул, °C	20-25	20-25
Концентратсияи уран дар маҳлули аввала, мг/л	35.7	20
Вазни сорбент дар сутунча, г	1	1
Баландии қабати сорбент дар сутунча, мм	80	80
Ҳаҷми маҳлули ба воситаи сутунча гузашта, мл	50	50
Ғунҷоиши сорбсионии сорбент, мг/г	1.6	0.72

Дараҷаи истихроҷи уран аз маҳлулҳо, %	90-95	70-75
---------------------------------------	-------	-------

Ҷадвали 16 – Таҳлил муқоисавии сорбсия уран аз маҳлулҳо бо истифодаи сорбентҳои гуногун дар шароити статикӣ

Сорбент	Миқдори сорбент, г	Миқдори маҳлул, мл	Вақти ниғаҳдорӣ, соат	Дараҷаи сорбсия, %
АМ 25	3	20	24	50.35
АМП 100	3	20	24	37.53
Ангишти зерӣ ҳарорат коркард шуда	3	20	24	63.20
Сорбент К	3	20	24	62.52
Микрогел	1	20	24	52.52

ХУЛОСАҲО

Хулосаҳои асосии илмӣ рисола:

1. Таркиби химиявӣ ва минералогии партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман ва маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» бо истифодаи усулҳои таҳлили химиявӣ, дифференсиль-термикӣ ва рентгенофазавӣ мавриди омӯзиш қарор дода шуд [1-М], [2-М] [3-М], [6-М], [11-М].
2. Таҳлили термодинамикии равандҳо ҳангоми таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» амалӣ карда шуда, имконияти гузариши равандҳои таҷзияи минералҳои алоҳидаи маъдан ошкор карда шуд [4-М].
3. Имконияти коркарди партовҳои урандори партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман нишон дода шуд. Параметрҳои муфиди ҷараёни ҷудосозии уран дарёфт ва баҳогузори муқоисавии ҳосил намудани концентрати уран аз таркиби партовҳои урандори саноати истеҳсоли уран амалӣ карда шуд [10-М], [14-М].
4. Таҳқиқоти таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» бо истифодаи кислотаи сулфат гузаронида шуд. Параметрҳои оптималии таҷзияи маъдани мазкур муқаррар карда шуд [6-М], [7-М].
5. Омӯзиши кинетикаи таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» гузаронида шуд. Энергияи фаъолшавии ҷараёни мазкур ҳисоб карда шуд ва он 15.37 кҶ/молро ташкил дод, ки ин аз ҷой доштани ҷараён дар ҳудудҳои диффузионӣ гувоҳӣ медиҳад [5-М], [12-М], [15-М].
6. Нақшаҳои технологияи умумӣ барои коркарди партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман ва маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» мурағаб карда шуд, ки зинаҳои асосии зеринро дар бар мегирад: майдакунӣ, таҷзияи пулпа, филтратсия, сорбсия, десорбсия, раванди таҳшинкунӣ ва ҳосил намудани U_3O_8 [9-М], [13-М], [16-М], [17-М].

Тавсияҳои истифодаи амалии натиҷаҳо:

- технологияи коркарди маъданҳои урандори Тоҷикистон таҳия карда шуда, барои ҷорӣ намудан дар корҳои ҳосилкунии концентрати уран пешниҳод карда шуд;

- ҳангоми коркарди маъданҳои урандор истифодаи пероксидаи гидроген, чун оксидкунандаи беҳтарин дар муқоиса бо оксидкунандаҳои дигар тавсия карда мешавад;

- бо мақсади ба даст овардани уран аз таркиби маҳлулҳои урандор, ба сифати сорбсияи уран сорбенти маҳаллии аз растанӣ гирифта шуда тавсия карда мешавад;

- нишон дода шудааст, ки заминаи ашёи хом барои эҳтиёҷоти саноати ҷудокунии уран ва коркарди уранҳои Тоҷикистон хеле васеъ буда, усули гидрометаллургии коркарди ашёи хом пешниҳод шудааст, зеро аз сабабе, ки мавзехо кӯҳӣ буда, истифода бурдани ишқорронии зеризаминӣ душвор аст, пешниҳод карда мешавад.

РҶҲАТИ ИНТИШОРОТ АЗ РҶИ МАВЗҶИ РИСОЛА

Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ аз ҷониби ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия шуда:

- [1-М]. **Бобоев, К. О.** Оценка возможности переработки урановых отходов хвостохранилища Адрасман / Х. М. Назаров, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов), Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2021. - № 2 (183). - С. 84-89.
- [2-М]. **Бобоев, К. О.** Физико химические основы сернокислотного разложения урансодержащих руд Таджикистана/ М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, И. Мирсаидзода (И. У. Мирсаидов), К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Доклады НАН Таджикистана. – 2021. – Т. 64. - № 1-2. – С. 92-96.
- [3-М]. **Бобоев, К. О.** Выделение урановых концентратов из рассолов, дренажных и технических вод / У. М. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, И. Мирсаидзода, Дж. Н. Эшов // Доклады НАН Таджикистана. – 2021. – Т. 64. - № 3-4. – С. 219-223.
- [4-М]. **Бобоев, К. О.** Термодинамический анализ протекающих процессов при разложении урансодержащих руд / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Дж. Н. Эшов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // Известия НАН Таджикистана. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. - 2022. - № 1 (186). - С. 88-92.
- [5-М]. **Бобоев, К. О.** Кинетика процесса выщелачивания урансодержащей руды месторождения «Октябрьский / К. О. Бобоев // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. – Т. 65. - № 7-8. – С. 523-527.
- [6-М]. **Бобоев, К. О.** Особенности анализа урана в урансодержащих рудах и отходах / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. – Т. 66 . - № 3-4 . – С.218-222.
- [7-М]. **Бобоев, К. О.** Дифференциально-термический анализ урановых руд Таджикистана / М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, Б. Б. Баротов, С. К. Ходжиев, И. Мирсаидзода // Доклады НАН Таджикистана. – 2022. – Т. 65 . - № 9-10 . – С. 643-646 .
- [8-М]. **Бобоев, К. О.** Характерные особенности урановых руд месторождений Таджикистана / М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, Х. М. Назаров, Б. Б. Баротов,

Интишорот дар маводҳои конфронси илмӣ:

- [9-М]. **Бобоев, К. О.** Технологические основы переработки урансодержащих руд Таджикистана / И. Мирсаидзода, Б. Б. Баротов, М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки» с участием международных организаций. – Душанбе, 2020. - С. 97-98.
- [10-М]. **Бобоев, К. О.** Поиск и оценка возможности переработки урановых отходов хвостохранилища Адрасман / Х. М. Назаров, И. Мирсаидзода, М. Д. Бобоёров, К. О. Бобоев, У. М. Мирсаидов // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Инновационное развитие науки» с участием международных организаций. – Душанбе, 2020. - С. 117-119.
- [11-М]. **Бобоев, К. О.** Физико-химические основы получения урановых концентратов из отходов горнорудной промышленности / И. Мирсаидзода, Ф. А. Хамидов, Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, Дж. Н. Эшов // II Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы химии, применение и их перспективы», посвящённая 60-летию кафедры органической химии и памяти д.х.н., профессора Ш. Х. Халикова. – Душанбе, 2021. – С. 308-311.
- [12-М]. **Бобоев, К. О.** Оценка возможности переработки урановых руд месторождения Октябрьское / К. О. Бобоев // Республиканская научно-практическая конференция «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов». – Душанбе, 2021. - С14-16.
- [13-М]. **Бобоев, К. О.** Об перспективах переработки урансодержащих руд месторождения «Северный Таджикистан-2» / К.О. Бобоев, Б. Б. Баротов, Х. М. Назаров, И. Мирсаидзода // Республиканская научно-практическая конференция «Фундаментальная наука – основа совершенствования технологий и материалов». – Душанбе, 2021. – С. 11-14.
- [14-М]. **Бобоев, К. О.** Поиск и оценка возможности переработки урановых отходов и отвалов посёлка Адрасман Республики Таджикистан / У. М. Мирсаидов, Б. Б. Баротов, К. О. Бобоев, Х. М. Назаров // Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века». - Минск, 2021. - С. 279-282.
- [15-М]. **Бобоев, К. О.** Кинетика процесса выщелачивания урансодержащей руды месторождения «Октябрьский» Таджикистана / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Б. Б. Баротов, А. М. Мирзоев // XVII Нумановские чтения «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI веке». – Душанбе, 2022. – С. 50-52.
- [16-М]. **Бобоев, К. О.** Переработки местного урансодержащего сырья Таджикистана / К. О. Бобоев, М. Д. Бобоёров, Дж. Н. Эшов, Б. Б. Баротов, У. М. Мирсаидов // XVII Нумановские чтения «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI веке». – Душанбе, 2022. - С. 103-104.

Патенту ихтироот:

[17-М]. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 1223. Способ извлечения урана из шахтных вод / **К. О. Бобоев**, М. Д. Бобоёров, И. Мирсаидзода, Дж. Х. Халиков, Д. С. Мухиддинов, Б. Б. Баротов, Ф. А. Хамидов. - 21.10.2020.

АННОТАТСИЯИ

рисолаи Бобоев Комрон Одирович дар мавзӯи: «Асосҳои технологияи коркарди маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ-2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман» барои дарёфти дараҷаи илмии доктори фалсафа (PhD), доктор аз рӯи ихтисоси 6D072001 – Технологияи моддаҳои ғайриорганикӣ

Калимаҳои калидӣ: коркарди маъданҳои урандор, партовҳои урандор, таҷзия, кислотаи сулфат, хусусиятҳои термодинамикӣ, сорбсия, нақшаи технологӣ.

Объект ва усулҳои тадқиқот, дастгоҳҳои истифодашуда. Маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони Шимолӣ - 2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасман интиҳоб шудааст. Усулҳои муосири физико-химиявии коркарди маъданҳои урандори Тоҷикистон (таҳлилҳои термикӣ дериватографӣ, рентгенофазавӣ, алфа ва гамма спектрометрӣ, рентгеноспектралӣ, флуоресцентӣ) истифода шудааст. Инчунин таҳлили ҳаҷмии химиявӣ намунаҳои маъданҳои урандор омехта шудаанд.

Мақсади таҳқиқот асосҳои технологияи коркарди маъдани урандоштаи кони “Тоҷикистони шимолӣ-2” ва партовҳои урандоштаи маҳфузгоҳи Адрасман ба ҳисоб меравад, равона карда шудааст.

Натиҷаҳои ҳосилшуда ва навгониҳои онҳо. Нишон дода шудааст, ки бо усули кислотагӣ тавассути кислотаи сулфат таҷзия намудани маъдани урандор аз кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» уран ба даст овардан мумкин аст. Механизми таҷзияи кислотагии маъданҳои кони урандори «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ошкор карда шуд.

Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ-амалии таҳқиқот дарёфти параметрҳои оптималии равади таҷзияи маъданҳои урандори кони «Тоҷикистони шимолӣ - 2» ва партовҳои маҳфузгоҳи Адрасманро дар бар мегирад.

Механизми таҷзияи маъданҳо ва партовҳо муқаррар карда шуда, баҳогузори термодинамикӣ раванди таҷзияи маъдан бо истифодаи кислотаи сулфат гузаронида ва пешниҳод карда шудааст.

Тавсияҳо оиди истифодаи амалии натиҷаҳо:

- технологияи коркарди маъданҳои урандори Тоҷикистон таҳия карда шуда, барои ҷорӣ намудан дар корҳои ҳосилкунии концентрати уран пешниҳод карда шуд;
- ҳангоми коркарди маъданҳои урандор истифодаи пероксидаи гидроген, чун оксидкунандаи беҳтарин дар муқоиса бо оксидкунандаҳои дигар тавсия карда мешавад;
- бо мақсади ба даст овардани уран аз таркиби маҳлулҳои урандор, ба сифати сорбсияи уран сорбенти маҳаллии аз растанӣ гирифта шуда тавсия карда мешавад;
- нишон дода шудааст, ки заминаи ашёи хом барои эҳтиёҷоти саноати ҷудокунии уран ва коркарди уранҳои Тоҷикистон хеле васеъ буда, усули гидрометаллургии коркарди ашёи хом пешниҳод шудааст, зеро аз сабабе, ки

мавзеҳо кӯҳӣ буда, истифода бурдани ишқоррони зеризаминӣ душвор аст, пешниҳод карда мешавад.

Соҳаи истифодабарӣ: саноати химиявӣ.

АННОТАЦИЯ

диссертации Бобоева Комрона Одидовича на тему: «Технологические основы переработки урановых руд месторождения «Северный Таджикистан-2» и отходов хвостохранилища Адрасман представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD), доктора по специальности 6D072001– Технология неорганических веществ

Ключевые слова: переработка урановых руд, урановые отходы, разложение, серная кислота, термодинамические характеристики, сорбция, технологическая схема.

Объекты и методы исследования, использованная аппаратура: являются руды из уранового месторождения «Северный Таджикистан - 2» и отходов хвостохранилища Адрасман. Современные физико-химические методы исследования урановых руд Таджикистана (ДТА, РФА, альфа- и гамма-спектрометрический, рентгеноспектральный, флуоресцентный). Кроме того, проведение объёмный метод химического анализа образцов урановых руд.

Целью исследования является разработка технологических основ, направленных на переработку урановой руды месторождения «Северный Таджикистан - 2» и урановых отходов хвостохранилища Адрасман.

Полученные результаты и их новизна. Показано, что серноокислотным разложением ураносодержащих руд можно получить уран из месторождения «Северный Таджикистан - 2». Раскрыт механизм кислотного разложения руд из уранового месторождения «Северный Таджикистан - 2».

Теоретическая и научно-практическая ценность работы заключается в нахождении оптимальных параметров процесса разложения урановых руд месторождения «Северный Таджикистан - 2» и отходов хвостохранилища Адрасман. Установлен механизм разложения руд и отходов, проведена и представлена термодинамическая оценка разложения руды серной кислотой.

Рекомендации по практическому использованию результатов:

- разработанную технологию переработки ураносодержащих руд Таджикистана рекомендовано использовать для получения концентратов урана;
- при переработке ураносодержащих руд рекомендуется использовать пероксид водорода как наилучшей окислитель по сравнению с другими окислителями;
- в качестве сорбента для получения урана из ураносодержащих растворов рекомендуется местный растительный сорбент;
- показано, что сырьевая база для нужд уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности Таджикистана является достаточно обширной, и предложен гидрометаллургический метод переработки сырья, так как подземное и кучное выщелачивание из-за горной местности трудно применяется.

Область применения: химическая промышленность.

ANNOTATION

on dissertation of Boboev Komron Odilovich on the topic: “Technological foundations for processing uranium ores of the Northern Tajikistan-2” deposit and waste from the Adrasman tailings dump submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD), doctor in specialty 6D072001 – Technology of inorganic substances

Key words: processing of uranium ores, uranium waste, decomposition, sulfuric acid, thermodynamic characteristics, sorption, technological scheme.

Objects and methods of research, equipment used. are ores from the uranium deposit “Northern Tajikistan - 2” and waste from the Adrasman tailing dump. Modern physical and chemical methods for studying uranium ores in Tajikistan (DTA, XRF, alpha and gamma spectrometric, X-ray spectral, fluorescent). In addition, conducting a volumetric method of chemical analysis of samples of uranium ores.

The purpose of the study is to develop technological fundamentals aimed at processing uranium ore from the Northern Tajikistan - 2 deposit and uranium waste from the Adrasman tailings dump.

The theoretical and scientific-practical value of the work lies in finding the optimal parameters for the decomposition process of uranium ores from the “Northern Tajikistan - 2” deposit and waste from the Adrasman tailings dump. The mechanism of ore and waste decomposition was established, and a thermodynamic assessment of ore decomposition by sulfuric acid was carried out and presented.

Recommendations for the practical use of the results:

- the developed technology for processing uranium-containing ores in Tajikistan is recommended to be used to obtain uranium concentrates;
- when processing uranium-containing ores, it is recommended to use hydrogen peroxide as the best oxidizing agent compared to other oxidizing agents;
- local plant sorbent is recommended as a sorbent for obtaining uranium from uranium-containing solutions;
- it is shown that the raw material base for the needs of the uranium mining and uranium processing industry of Tajikistan is quite extensive, and a hydrometallurgical method for processing raw materials is proposed, since underground and heap leaching is difficult to apply due to the mountainous terrain.

Application: chemical industry.