



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Бобоёрова Мехровара Диловаровича на тему: «Физико-химические основы переработки урансодержащих руд Таджикистана сернокислотными методами», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 - физическая химия.

Актуальность темы диссертации

Уран встречается в разнообразном геологическом окружении, и для его добычи используются почти все существующие методы. Для удовлетворения специальных потребностей в этой отрасли промышленности также разработаны новые технологии. Разнообразие месторождений урановой руды отражается на технологии ее последующей переработки.

Наличие в урановой промышленности такого разнообразия методов добычи и обработки урана обусловлено тем, что урановые руды могут иметь весьма различный состав. Технологические схемы обработки урановой руды должны разрабатываться с учетом конкретного минералогического состава и характеристик обрабатываемой руды. Характеристики обрабатываемой руды, добываемой из различных точек даже одной шахты, могут в значительной степени различаться. При проведении исследований, направленных на разработку технологической схемы для какого-либо конкретного предприятия, необходимо попытаться понять и количественно определить такие различия и затем избрать такую комбинацию операций, которая обеспечивала бы наибольшую экономичность.

Быстрое развитие атомной энергии требует постоянного поиска новых месторождений и ставит задачи поиска новых технологических задач переработки урановых руд, в том числе бедных руд и отходов урановой промышленности. Кроме того, важнейшей задачей для технологических процессов по переработке урансодержащих руд можно назвать выбор эффективных сорбентов для урана.

Перспективы на будущее включают извлечение урана из более комплексных ресурсов, имеющих более низкое качество полезного вещества и

большую глубину залегания, чем разрабатываемые в настоящее время месторождения. Проводимые во всем мире научные исследования направлены на разработку таких технологий, которые удовлетворяли бы как экономическим, так и экологическим требованиям.

В связи с тем, что в мировом масштабе урансодержащие месторождения исчерпываются, разработка новых методов, направленных на выделение урана из урансодержащих руд Республики Таджикистан, является перспективной для промышленности.

Разведанные запасы урана в мире достаточно велики – примерно 2000-2500 тысяч тонн. Но многие месторождения не разрабатываются из-за слишком высоких затрат на добычу. В связи с этим, особенно актуальными становятся вопросы по выбору технологии переработке руд в технико-экономическом отношении.

Таким образом, процессы усовершенствования добычи урановых концентратов являются актуальной задачей нашего времени.

В диссертации Бобоёрова М.Д. приведены следующие результаты:

- анализа минералогического состава урансодержащих руд из месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”;
- исследования физико-химических характеристик урановых руд методами дифференциально-термического и рентгенофазового анализов;
- особенностей анализа руд альфа и гамма-спектроскопическими приборами;
- возможности извлечения урана методами сорбции из продуктивных растворов различными сорбентами;
- исследования физико-химических основ по переработке урансодержащих руд Республики Таджикистана с разработкой технологических схем по получению концентратов из месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”;
- особенностей переработки урановых руд Таджикистана.

Цель диссертационной работы Бобоёрова М.Д. является разработка физико-химических основ по переработке урансодержащих руд месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”, а также физико-химические исследования сорбционных характеристик термообработанного угля для сорбции урана.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: определено химический и минералогический состав руд; установлено изотопный состав радиоактивных элементов урановых руд; изучено физико-химические основы переработки урановых руд Таджикистана; определено кинетические и энергетические параметры процесса выщелачивания урановых руд, изучено

сорбционные характеристики термически обработанного угля и разработана принципиальная технологическая схема переработки урановых руд месторождений «Центральный Таджикистан» и «Западный Таджикистан».

Диссертационная работа Бобоёрова М.Д. посвящена извлечению урана с использованием физико-химических способов переработки руд. Исследования выполнены в рамках научной программы Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана на тему: «Физико-химические основы выделения урановых концентратов из руд и отходов». Государственная регистрация 0120 TJ 01030.

Рецензируемая диссертационная работа *соответствует паспорту специальности 1.4.4* - физическая химия по ряду пунктов:

п.2 – экспериментальное определение кинетических и энергетических параметров процесса (определенны истинная скорость растворения урана при водной обработке, рассчитана кажущаяся энергия активации);

п.3 – установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз (изучен процесс сорбции продуктивного раствора с использованием термообработанного угля);

– п.11 – физико-химические основы процессов химической технологии.

Объектом исследования являются руды из урановых месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”, которые требуют всестороннего изучения химико-минералогического состава, изучения исходных веществ, полупродуктов и конечного продукта (U_3O_8).

Предмет исследования – это изучение физико-химических и технологических основ по извлечению уранового концентрата из руд.

Методы исследования. Современные физико-химические методы исследования урановых руд Таджикистана (ДТА, РФА, альфа- и гамма-спектрометрический, рентгеноспектральный, флуоресцентный анализ). Кроме того, проведение масс-спектрометрического анализа образцов урановых руд.

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

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

Основная информационная и экспериментальная база включает поиск в информационных международных системах научных журналов, в которых опубликованы близкие к данной диссертационной теме исследовательские

работы. Особое внимание уделялось использованию сети Интернет и научным материалам в электронных форматах. Результаты диссертационной работы получены в основном в исследовательской лаборатории технических услуг Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности НАН Таджикистана. В лаборатории имеются все необходимые приборы и установки, применяемые в ходе исследования.

Достоверность полученных выводов и рекомендаций основаны на результатах, полученных на аттестованном и сертифицированном лабораторном оборудовании с использованием различных физико-химических методов исследований – спектральных, масс-спектроскопии, альфа- и гамма-спектроскопии, методов ДТА и РФА. Теоретическая часть диссертации опирается на законы физической химии.

Научная новизна работы. Показано, что сернокислотным разложением урансодержащих руд с использованием различных окислителей возможно получить уран из месторождений Таджикистана. Раскрыт механизм кислотного разложения руд из урановых месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”. Использовался термически обработанный уголь в качестве сорбента урана из растворов.

Теоретическая ценность исследования заключается в нахождения оптимальных параметров процесса разложения урановых руд из месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”. Установлен механизм разложения руд, 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 урановых руд, а также физико-химические свойства руд, определяемые методами РФА, ДТА, масс-спектрометрии и альфа- и гамма-спектрометрии;
- изучение процесса разложения руд урансодержащих месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан” и установление оптимальных параметров процесса;
- установление энергетических и кинетических характеристик для процессов разложения урансодержащих руд серной кислотой;
- определение сорбционных свойств сорбента - термически обработанного угля;

- разработка основных технологических схем по переработке урансодержащих руд месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”.

Личный вклад автора заключается в установлении исследовательских методов для решения сформулированных задач, использовании методов расчёта и эксперимента для достижения намеченных целей, обработке, анализе и обобщении полученных расчётных и экспериментальных результатов работы, их опубликование в печати. Также в формулировании и обобщении основных положений и выводов диссертационного исследования.

Публикации по теме диссертации. По результатам исследований опубликовано 21 работ, в том числе 8 статей в журналах, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 11 тезисов докладов в материалах международных и республиканских конференций, и получены 2 Малых патента Республики Таджикистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация представляет собой рукопись, изложенную на 128 страницах компьютерного набора, содержит введение, обзор литературы, результаты исследований и их обсуждение, заключение, список цитируемой литературы, включающий 143 наименований библиографических ссылок и приложения. Работа иллюстрирована 37 рисунками и 25 таблицами.

В диссертации детально изучены физико-химические свойства урансодержащих руд месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”. Для этих руд проведено определение химического и минералогического составов различными физико-химическими методами: рентгеноспектральный флуоресцентный анализ, дифференциальноптермический анализ, альфа-спектральный анализ, гамма-спектрометрический анализ, масс-спектрометрический анализ, рентгенофазовый анализ. Показана эффективность действия пероксида водорода, как окислителя в процессе выделения диоксида урана в зависимости от pH растворов. При сравнении окислителя пероксида водорода с другими традиционными окислителями, как диоксид марганца, перманганат калия, сульфат аммония, показана более высока эффективность H_2O_2 в процессе выделения диоксида урана из сернокислых растворов.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, отражена научная и практическая ее 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; рапы озера Сасык-Куль Таджикистана, а также получение урановых концентратов из некоторых руд Таджикистана. В литературном обзоре также отражены методы переработки урановых руд, получения урановых концентратов с предварительной активацией и сорбционные методы извлечения урана. Как следует из литературного обзора, вопросы переработки новых месторождений урана Таджикистана практически, кроме месторождения «Северный Таджикистан», не изучены.

Во второй главе диссертации изучены физико-химические характеристики месторождений урановых руд “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”. В данный главе описаны методы проведения экспериментов, определены химический и минералогический составы месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”. Образцы проб изучены рентгеноспектрально-флуоресцентным методом анализа, а также методами ДТА и РФА. Произведён альфа-спектрометрический, масс-спектрометрический анализ урансодержащих руд указанных месторождений, также для указанных руд методами альфа- и масс-спектрометрии проведено исследование по установлению изотопного состава этих урансодержащих руд, а также для изотопного состава установлены соотношения изотопов урана. В указанной главе диссертации определена эффективность действия пероксида водорода, как окислителя диоксида урана в зависимости от pH среды.

Таким образом, вторая глава диссертации даёт возможность выбора методов разложения урановых руд, исходя из химического состава сырья.

В третьей главе приведены результаты извлечения урана серной кислотой различной концентрации из урансодержащих руд месторождений “Центральный Таджикистан” и “Западный Таджикистан”. Изучена зависимость процесса выщелачивания от расхода окислителей при постоянной температуре и концентрации серной кислоты. Изучена зависимость разложения руды от концентрации H_2SO_4 и зависимость от времени разложения. Найдены оптимальная условия разложения руды серной кислотой.

Важнейшим разделом третьей главы является сорбция урана из растворов термически обработанным углем. Сорбция на основе углей вначале испытана на шахтных урансодержащих водах, затем на урансодержащих растворах, которое получены при разложении руды серной кислотой.

В результате исследования рекомендованы следующие оптимальные параметры разложения руды месторождения «Западный Таджикистан»: температура разложения 80°C, длительность процесса 1 час, концентрация серной кислоты – 30%. При указанных оптимальных параметров из урансодержащей руды извлекается 88,2% урана.

Изучена кинетика процесса разложения урансодержащей руды. Для процесса разложения руды построены кинетические кривые, на основании которых проведено вычисление величины энергии активации, составившей 14,1 кДж/моль. Данная величина Е соответствует прохождению процесса разложения руды в диффузионно контролируемой области значений данного процесса.

Изучено сернокислотное выщелачивание урана из ураносодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан». Поскольку руда содержит 34,5% кварца, расход серной кислоты остаётся минимальным. Определено, что высокая степень извлечения урана (96%) достигается при условиях: $T=60^{\circ}\text{C}$; $t=4$ часа; $\text{C}_{\text{H}_2\text{O}_2}=50$ л/т; $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4}=150$ кг/т; $\text{T:Ж}=1:2$. Следует отметить, что использование перекиси водорода в качестве окислителя вместо традиционно используемых ранее окислителей (таких, как диоксид марганца, азотная кислота) позволило добиться заметно более высокой степени извлечения урана.

Для урансодержащих руд Республики Таджикистан различными физико-химическими методами определены их химические и минералогические составы. На основании физико-химических исследований применительно к процессу извлечения урана из урансодержащих руд месторождений «Центральный Таджикистан» и «Западный Таджикистан» определены оптимальные параметры процессов для выделения из них U_3O_8 . Экспериментально определены энергии активации этих процессов и разработаны обобщённые технологические схемы для переработки урансодержащих руд республики.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.

Автором предлагается:

- разработанную технологию переработки урансодержащих руд Таджикистана можно использовать для получения урановых концентратов;
- при обработке урансодержащих руд использовать пероксид водорода как наилучший окислитель по сравнению с другими окислителями;
- в качестве сорбента использовать местный термообработанный уголь для очистки урансодержащих растворов;
- для нужд уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности Таджикистана использовать гидрометаллургический метод переработки сырья, так как подземное и кучное выщелачивание из-за горной местности трудно применяется.

Вместе с тем по диссертационной работе Бобоёрова Мехровара Диловаровича имеются следующие замечания:

1. На принципиальной технологической схеме сернокислотного извлечения урана месторождения «Западный Таджикистан» указан процесс дробления и измельчения, однако при исследования не установлено какова классы крупности нужно для последующего разложения руды.
2. В диссертации желательно было бы дать сравнительную оценку эффективности местных сорбентов с другими синтетическими сорбентами.
3. В работе изучена только кинетика процесса разложения урансодержащих руд месторождения «Западный Таджикистан». Желательно бы также изучат кинетику процесса разложения урансодержащих руд для месторождения «Центральный Таджикистан».
4. Качество рисунков 2.6 и 4.1 в диссертации можно было бы улучшить.
5. В работе не даны сравнительные оценки карбонатного и кислотного выщелачивания.
6. В диссертации не приведены экономические расчеты по извлечения урана из руды.

Однако возникшие замечания нисколько не умаляют достоинства выполненной работы.

Заключение

Результаты, полученные диссидентом, являются новыми, выводы сформулированы аргументировано. Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а опубликованные работы, действительно, отражают основное содержание диссертации.

Диссертационная работа Бобоёров М.Д. представляет собой завершенное научное исследование, выполненное автором самостоятельно на высоком уровне, в котором изложены новые научно-обоснованные решения в области физико-химических и технологических основ получения урановых концентратов из урановых руд месторождений «Центральный Таджикистан» и «Западный Таджикистан», внедрение которых вносит значительный вклад в экономическое развитие страны. Полученные автором результаты, несомненно, достоверны и имеют не только практическое, но и теоретическое значение. По своему содержанию и объему работа отвечает критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы Бобоёрова М.Д. заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 - физическая химия.

Отзыв обсужден на расширенном заседании кафедры прикладной химии химического факультета Таджикского национального университета. Протокол № 6 от «26» января 2023 г.

Председатель, заведующий кафедрой
прикладной химии ТНУ,
к.х.н., доцент

Рафиев Р.С.

Секретарь, к.х.н., доцент

Ёрмамадова С.Г.

Эксперт, д.т.н.

Рузиев Дж.Р.

Почтовый адрес: 734025, Душанбе,
проспект Рудаки 17.
Тел.: (992 37) 227-94-34, www.tnu.tj

Подлинность подписей кандидата
химических наук, доцента Рафиева Р.С.,
к.х.н., доцента Ёрмамадовой С. и
д.т.н., профессора Рузиева Дж.Р. заверяю:
Начальник УК и СЧ Таджикского
национального университета

Тавкиев Э.Ш.



01.02.2023,