

ОТЗЫВ

официального оппонента Разыкова Зафара Абдукахоровича на диссертационную работу Ходжиева Саидмукбила Косимовича на тему «Физико-химические и технологические основы переработки ураносодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 - физическая химия

Актуальность темы выполненной работы. Перспективы развития атомной энергетики напрямую связаны с расширением сырьевой базы урана за счет выявления новых месторождений, а также за счет комплексного использования руд с внедрением новых технологий их добычи и переработки, чем обуславливается экономическая рентабельность разработки месторождений со сложными геологическими условиями, с низким содержанием урана, а также месторождений с небольшими запасами. Следует отметить, что территория Таджикистана в 40-х годах прошлого столетия была известна как потенциально ураноносный регион бывшего Советского Союза, и здесь были развернуты геологоразведочные работы с целью выявления новых месторождений урановых руд. Так, на разведанных урановых месторождениях в Средней Азии уже в 1945 г. заработало первое предприятие по добыче и переработке урановых руд – комбинат № 6 (ныне ГУП «Таджикские редкие металлы»). В результате многолетней деятельности данного предприятия, месторождения урана в Моголтау-Карамазарской провинции (Северный Таджикистан) практически отработаны, и в настоящее время, из-за отсутствия минерального сырья, единственный ураноперерабатывающий гидрометаллургический завод простаивает. В этой связи диссертационная работа Ходжиева С.К., научное направление которой заключается в исследовании вещественного состава и разработке технологических условий получения закиси-оксида урана из урановых руд перспективного месторождения «Центральный Таджикистан», без сомнения, чрезвычайно актуальна.

Достоверность и новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций. Достоверность результатов работы обусловлена и

подтверждена использованием высокоточных сертифицированных лабораторных оборудований с привлечением современных физико-химических методов исследований:

- минералогические анализы проб проводились на CamScan со спектрометром Link и анализатором AN 10000;

- рентгенодифракционный анализ порошковых препаратов проводился при помощи рентгеновского дифрактометра ULTIMA-IV фирмы Rigaku;

- рентгеноспектральный флуоресцентный анализ проводился с использованием спектрометра серии «Спектроскан-GF2E» с программным обеспечением «QAV» и на вакуумном спектрометре последовательного действия (с дисперсией по длине волны), модель AxiosmAXAdvanced производства компании PANalytical;

- термогравиметрия (ТГ) проводилась на приборе NETZSCH STA 449F3;

- альфа-спектральный анализ проводился на приборе Alpha Analyst;

- масс-спектрометрический анализ проводился на масс-спектрометре типа MC-ICP-MS;

- для гамма-спектрометрического анализа по определению изотопов урана использовались гамма-спектрометры высокого разрешения из широкодиапазонного детектора на основе высокочистого германия коаксиального типа «Canberra» и «Baltic Scientific Instruments».

Новизна исследований обусловлена применением указанных современных оборудований, позволившего определить минералогический, вещественный и изотопный состав руд, содержание термоактивных минералов и т.п., каковые анализы ранее не проводились для изучения характеристик урановой руды месторождения «Центральный Таджикистан». Это позволило выбрать выщелачивающий реагент и получить принципиально новые результаты:

- доказано нахождение урана в руде в виде минералов коффинита, уранофана, Са-титаносиликата урана, уранового циркона и оксида урана в

смеси с FeS_2 и CaTiSiO_4 , ранее предсказанного только на основании элементарной диагностики минералов в виде одной разновидности уранинита – настурана в ассоциации с хлоритом и мелкочешуйчатым гематитом;

- доказано, что в исследуемой руде базовая минеральная составляющая представлена преимущественно силикатными минералами;

- впервые определено альфа-спектрометрическим методом отношение чётных изотопов $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, а методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (MC-ICP-MS) изучены вариации изотопного отношения $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ в исследуемых урановых рудах;

- комплексно исследованы физико-химические и технологические основы переработки урановых руд месторождения «Центральный Таджикистан», и показана возможность сернокислотного выщелачивания урана с применением пероксида водорода в качестве окислителя.

Научная новизна исследований подтверждается малым патентом Республики Таджикистан на способ выщелачивания урановых руд.

Выводы базируются на полученных диссертантом экспериментальных данных и аргументированно обоснованы.

Значимость для науки и производства полученных результатов.

Разработанная и предложенная технология прошла лабораторно-технологические испытания на ГУП «Таджикские редкие металлы», в результате которых степень извлечения урана в раствор составила не менее 95%. Прирост извлечения с добавлением окислителя – перекиси водорода – составил не менее 40% (без окислителя $\epsilon_{\text{U}} \approx 52\div 54\%$), что говорит о практической значимости полученных результатов для производства. Установленные технологические режимы могут быть использованы при разработке данного месторождения на различных стадиях технологической линии гидрометаллургического завода ГУП «Таджикские редкие металлы».

Диссертантом, для переработки продуктивных растворов, предложена действующая совершенная осадительно-сорбционная технология с применением сильноосновного макропористого анионита АМ-п. Это позволяет ис-

пользовать при переработке урановых руд месторождения «Центральный Таджикистан» существующее модернизированное сорбционно-десорбционное оборудование типа СНК, КНС, КДС или барабанно-шнековые аппараты на ГМЗ ГУП «Таджикские редкие металлы».

Необходимо отметить, что разработанная технология извлечения урана из руд с таким минералогическим составом может быть распространена на другие объекты уранодобывающей промышленности.

Полученные научно-технологические результаты имеют значение для развития науки и существующих лекционных курсов, лабораторных и практических занятий при подготовке обучающихся по направлению «Металлургия», и могут быть использованы при обучении аспирантов.

Оценка содержания диссертации, её завершенность. Диссертация Ходжиева С.К. изложена на 105 страницах компьютерного набора, состоит из введения, 3-х глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа иллюстрирована 37 рисунками, 18 таблицами. Список использованной литературы включает 94 наименования.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, отражена её научная и практическая значимость.

В первой главе диссертации приводится анализ литературных данных по физико-химическим основам получения урановых концентратов. Анализ представленных сведений показывает, что многообразие минералогического и вещественного состава руд и вмещающих пород урановых месторождений предопределяет применение для их отработки различных технологических способов с использованием кислых и карбонатных растворов в сочетании с окислителями. Глава завершается постановкой задач.

Во второй главе изложены характеристики материалов, методика исследований и методы физико-химического анализа по установлению пригодности урановых руд месторождения «Центральный Таджикистан» для отработки по серноокислотной технологии. Приведены и интерпретированы ре-

зультаты минералогического, химического, дифференциально-термического, альфа-, гамма- и масс-спектрометрического анализов.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований, полученные Ходжиевым С.К. при проведении сернокислотного извлечения урана из урановых руд месторождения «Центральный Таджикистан». Автором приводятся сравнительные данные, позволяющие сделать заключение о положительном влиянии различных окислителей на степень извлечения урана в раствор. Установлено, что наиболее эффективным окислителем является пероксид водорода. На основе экспериментальных данных установлен оптимальный технологический режим агитационного выщелачивания урана серной кислотой в присутствии пероксида водорода.

Также диссертантом выполнен большой объем работы по кинетике процесса выщелачивания урана в присутствии окислителей, и определены значения экспериментальных энергий активации.

Учитывая накопленный многолетний практический опыт переработки продуктивных растворов, Ходжиевым С. предложено использование ионообменной технологии с применением общедоступного сильноосновного макропористого анионита АМ-п. Насыщенный анионит АМ-п подвергается сернокислотной десорбции растворами серной кислоты, и далее из десорбатов путем прямого химического осаждения урана раствором аммиака получают первичный урановый концентрат «жёлтый кек». Таким образом, разработана принципиальная технологическая схема переработки урановых руд месторождения «Центральный Таджикистан».

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения, выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации, подтверждена значительным объемом экспериментов, использованием современных методов и методик физико-химических исследований, а также сходимостью результатов химического анализа с результатами рентгенофлюоресцентного анализа, которые являются убедительными и не вызывают сомнений.

Ходжиевым С.К. изучены и проанализированы известные достижения и теоретические положения, существующие в современной литературе по вопросам физико-химических основ гидрометаллургии урана. Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Результаты и выводы диссертанта обоснованы и достоверны, они опираются на точные экспериментальные данные.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям. Ходжиевым С.К. выполнены все требования, предъявляемые к диссертациям. Подготовлен анализ литературных данных по физико-химическим основам получения урановых концентратов из рудных материалов. Структура работы логична, составляющие ее разделы взаимосвязаны. Этим обеспечивается убедительность результатов и, в основном, корректность выводов.

Следует отметить высокое качество обзора литературных источников, отражающих известные физико-химические свойства урана и его минералов, особенности переработки урановых руд и радиоактивных отходов Республики Таджикистан, а также окисление диоксида урана в сернокислой среде.

Диссертация написана хорошим научным языком, уместно иллюстрирована и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Материалы исследований отражены в 10 публикациях, в том числе в 5 публикациях в журналах из перечня ВАК РФ. Результаты исследований доложены и обсуждены на 3-х международных конференциях.

Основные достоинства и недостатки по содержанию диссертации.

Результаты диссертационной работы Ходжиева С.К. без сомнения полезны научным работникам и техническим специалистам в области переработки урановых руд. Предлагаемые технологические решения могут быть реализованы на ГМЗ ГУП «Таджикские редкие металлы» и других действующих предприятиях с незначительными корректирующими исследованиями и минимальными капитальными затратами. Разработка исследуемого место-

рождения и вовлечение его в переработку позволят обеспечить ГУП «Таджикские редкие металлы» местным минеральным сырьем и могут вывести предприятие на новый уровень развития.

Обсуждаемая работа включает целый комплекс технологических аспектов, различающихся по природе и методам решения стоящих перед автором задач. Вместе с тем, при рассмотрении диссертационной работы возникли некоторые вопросы, замечания и пожелания:

1. В литературном обзоре основной акцент сделан на сернокислотный метод переработки ураносодержащих материалов. Для сопоставительной оценки недостаточно внимания уделено карбонатным методам выщелачивания, которые применительно к рудам некоторых месторождений обладают несомненными преимуществами по сравнению с сернокислотными.

2. При изучении исходных характеристик объекта исследований осуществлялся минералогический и рентгенофазовый анализ, однако по неизвестным причинам, не проводились аналогичные анализы на кеках выщелачивания.

3. Непонятно, для чего проводилось определение изотопного состава урана в исходной руде, так как в дальнейшем в работе полученные результаты не обсуждаются. Кроме того, аналогичным анализам, в целях сравнения продуктивных растворов, не были подвержены кеки выщелачивания и насыщенный анионит.

4. В работе указана концентрация реагентов в единицах кг/т и л/т. Возможно, автор имел в виду удельный расход реагентов?

5. В работе имеется незначительное количество технических ошибок, опечаток и т.п – например, марка используемой автором диссертации ионообменной смолы должна записываться как «АМ-п», а не «АМ(п)»; на стр. 71 указано, что при наивысшей степени извлечения урана, концентрация перекиси водорода составляет 25 л/т, тогда как в остальных участках текста оптимальная концентрация указывается в 50 л/т; в таблице 3.1 допущена ошибка оформления - отсутствует выравнивание крупности классов по ши-

рине; присутствует несоответствие номеров ссылок пунктам в списке литературы (в частности, ссылка на работу Condon D.J.).

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общее высокое качество диссертационной работы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ

Р 7.0.11-2011. Структура, содержание, а также оформление списка цитируемой литературы соответствуют ГОСТу Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. -М.: Стандартинформ, 2012».

Диссертация Ходжиева С.К. соответствует направлению 02.00.04 - Физическая химия (технические науки) по следующим пунктам: п. 5 - изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений (подглавы 2.1, 2.3÷2.6); п.3 - определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях (подглава диссертации 3.4); п.7 - макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация (подглавы диссертации 3.1 и 3.2); п.11 - физико-химические основы процессов химической технологии (подглава диссертации 3.1). Это дает основание считать, что соискатель Ходжиев С.К. достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия (технические науки).

Заключение

Диссертационная работа Ходжиева С.К. «Физико-химические и технологические основы переработки ураносодержащих руд месторождения «Центральный Таджикистан» является хорошей научно-квалификационной работой, представляет собой законченный научный труд, выполненный автором самостоятельно на современном научном и техническом уровне, в кото-

ром четко изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения в области физико-химических и технологических основ переработки урановых руд, внедрение которых может внести значительный вклад в развитие Республики Таджикистан. По уровню и объёму выполненных исследований, научной новизне и практической ценности представленная диссертация в полной степени соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями постановления Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ходжиев Саидмукбил Косимович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Профессор кафедры экологии
Горно-металлургического института Таджикистан,
доктор технических наук,
специальность 02.00.04 – физическая химия



Разыков З.А.

Разыков Зафар Абдукахорович
Адрес: 735730, Республика Таджикистан,
Согдийская область, г.Бустон, ул.Московская, 6
Тел.: +992 92 777 44 33
E-mail: zafarrazzykov@mail.ru

Подпись д.т.н., профессора Разыкова З.А. заверяю:

Начальник отдела кадров
Горно-металлургического
института Таджикистан



Д.М. Муминова

« 12 » 10 2018г.