

## ОТЗЫВ

Кандидата технических наук Сурковой Татьяны Юрьевны  
на диссертационную работу Садуакасовой Айгуль Талгатовны  
« Сорбционная технология извлечения урана из техногенного и  
гидроминерального сырья с применением природных модифицированных  
сорбентов» представленную на соискание ученой степени доктора философии  
(PhD) по специальности 6D070900 – Metallургия

### 1. Актуальность темы исследования

В настоящее время мировое развитие науки и техники определяется огромным, по своим масштабам, научно-техническим прогрессом, характерной чертой которого является быстрый рост энерговооруженности производства.

Основная роль в удовлетворении потребностей в электроэнергии больших и малых производств в 21 веке отводится атомной энергетике, где ключевую роль играет уран.

Казахстан занимает второе место в мире по запасам природного урана и лидирующие позиции в его производстве. Возрастающая год от года доля республики в удовлетворении мирового спроса на уран приводит к постепенному истощению кондиционного сырья и требует изыскания новых сырьевых источников, которыми, в перспективе, могут быть гидротермальные воды .

При этом одновременно обеспечивается расширение сырьевой базы урана и улучшение экологического состояния окружающей среды.

Жидкие отходы урановых химико-металлургических производств содержат первые десятки мг/дм<sup>3</sup> урана. Учитывая большие объёмы отходов, накопленных в химико-металлургических производствах, запасы урана в этих отходах ориентировочно оцениваются сотнями тонн. Поэтому доизвлечение из них урана позволит повысить экологическую безопасность и экономическую эффективность урановых производств.

Следует отметить, что в основе технологии извлечения урана лежит сорбционный способ. При этом применяются главным образом органические ионообменные смолы. Однако в последнее время ведутся исследования по использованию для сорбции урана неорганических сорбентов, в частности, гидроксидов металлов, которые по сравнению с органическими сорбентами отличаются повышенной термической и радиационной устойчивостью, избирательностью по отношению к отдельным ионам, доступностью и лёгкостью синтеза.

Между тем, в Казахстане имеются крупные месторождения таких природных материалов, как шунгит и цеолит, которые, обладая сорбционными свойствами, могут быть использованы в качестве матрицы для получения более ёмких по отношению к урану сорбентов после их модификации гидроксидами металлов. Исходя из вышеизложенного, тема исследований диссертационной работы Садуакасовой А.Т является актуальной.

## **2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (Правила присуждения ученых степеней и паспортов соответствующих специальностей научных работников)**

Научные результаты, полученные соискателем, заключаются в следующем:

1. Выполнены химический, рентгеноструктурный и термогравиметрический анализ шунгита месторождения Коксу, цеолита месторождения Тайжузген и фосфогипса ТОО «Казфосфат».

2. Разработано 15 способов получения модифицированных сорбентов на основе использования природных шунгита, цеолита, техногенного фосфогипса, а также гидроксидов меди, никеля и цинка для сорбции урана из разбавленных растворов.

3. Исследованы процессы сорбции-десорбции урана в статическом и динамическом режимах на модифицированных неорганических сорбентах из техногенных отходов и гидротермальных источников.

4. По результатам исследований предложены неорганические сорбенты и способы их применения для очистки сбросных растворов УП АО «УМЗ» от урана в статических и динамических условиях. Показана возможность очистки подземной воды ТОО «Казцинк».

5. Разработаны и опробованы композиции неорганических сорбентов, обеспечивающие глубокую очистку от урана вод гидротермальных источников.

## **3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Полученные результаты и сформулированные выводы являются обоснованными и достоверными, т.к. диссертант в работе использовал целый комплекс достаточно точных классических и современных методов исследования (термогравиметрия, рентгеноструктурный метод, титриметрия и др.)

## **4. Новизна темы**

Диссертационная работа содержит следующие элементы новизны:

1. Установлено, что химическое осаждение гидроксидов меди (II), никеля, цинка на шунгите и цеолите повышает сорбционные свойства и механические характеристики шунгита и цеолита по отношению к урану при его извлечении из опробованного техногенного и гидроминерального сырья. Показано, что сорбционные свойства и механические характеристики композиций из шунгита, цеолита, фосфогипса и гидроксидов меди (II), никеля и цинка определяются массовым соотношением данных компонентов.

2. Установлены закономерности синтеза новых неорганических сорбентов, исследованы их физико-химические и сорбционные свойства. Определены величины степени ионизации ионогенных групп  $pK_{и}$  для разработанных в диссертации сорбентов, составившие от 8,40 до 10,36 при потенциометрическом титровании сорбентов 0,1 н раствором КОН.

По результатам потенциометрического титрования установлено, что полученные модифицированные сорбенты являются катионитами, способными сорбировать ионы урана в виде  $UO_2^{2+}$  и его комплексов.

3. Показано, что в составе насыщенных сорбентов уран может присутствовать в виде 10-водного магнийуранилфосфата  $[\text{Mg}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ , карбоната уранила  $\text{UO}_2\text{CO}_3$ , 7-водного тетрафторида урана  $[\text{UF}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ , 4-водного фосфата уранила  $[(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ . При создании условий, способствующих образованию указанных соединений (внедрение в структуру сорбентов соответствующих компонентов), следует ожидать повышения сорбционной ёмкости по урану.

4. Найдены функциональные зависимости содержания урана в сбросном растворе АО «УМЗ» ( $y_1$ , в мг/дм<sup>3</sup>) и расчетного содержания урана в фосфогипсе ( $y_2$ , в % масс.) от удельного расхода фосфогипса на сорбцию урана из указанного раствора, которые выражены уравнениями  $y = -8,55x + 4,22$  и  $y = -8,89x + 2,57$ , для статических условий сорбции. Указанные зависимости позволили установить оптимальный удельный расход фосфогипса при сорбции урана из сбросного раствора АО «УМЗ», составивший 0,142 кг фосфогипса на 1 г урана в сбросном растворе.

**5. Оценка внутреннего единства полученных результатов.** Диссертационная работа обладает внутренним единством, обусловленным общей целенаправленностью работы на достижение прикладной цели, логической взаимосвязью теоретических положений и практических результатов. Все её разделы объединены основной задачей. Логическим завершением работы является применение разработанных композиций модифицированных сорбентов для извлечения урана из техногенных и гидротермальных источников.

**6. Направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи.**

Реализация полученных соискателем результатов особо ценна для экологической безопасности республики, обладающей значительным урановым потенциалом. Применение модифицированных сорбентов для извлечения урана из техногенных отходов позволит снизить их количество, поступающее на шламовые поля и накопители, оздоровить экологическую обстановку в регионе их дислокации и получить дополнительно значительное количество урана. Кроме того, данные сорбенты возможно использовать для извлечения урана из сырья с низким содержанием.

**7 Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключений диссертационной работы.**

Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы достаточно полно отражены в 23 публикациях, изданных в Казахстане, ближнем и дальнем зарубежье. В изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки РК для публикации материалов диссертаций, опубликовано 8 статей ( в т.ч. 1 статья в журнале Российской Академии наук, входящем в базу данных Scopus). Материалы диссертации опубликованы в сборниках Международных научных конференций -15 докладов.

## 8. Недостатки по содержанию и оформлению диссертационной работы.

Оформление диссертационной работы полностью соответствует предъявляемым требованиям. По содержанию работы имеются следующие замечания и пожелания:

1. В 1 главе излишне подробно даны описания сорбционной обменной емкости, динамической обменной емкости, полной динамической обменной емкости сорбента. Работа рассчитана на специалистов в области сорбции вообще и в области сорбции урана в частности. Поэтому данные подробности можно опустить.
2. В главе 2 диссертант разработал и опробовал 15 композиций модифицированных сорбентов. При этом многократно повторяет методику проведения испытаний. Достаточно один раз подробно описать методику испытаний и затем лишь фиксировать изменения отдельных параметров.
3. Было бы интересно и полезно привести ориентировочную эффективность предлагаемой сорбционной технологии с использованием модифицированных сорбентов для доизвлечения урана из жидких отходов химических и металлургических производств и гидротермальных источников, а также сопоставительный анализ технологических параметров известных сорбентов для извлечения урана и разработанных диссертантом композиций.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не ставят под сомнение основные результаты исследований диссертанта.

## 9. Соответствие диссертации присуждению ученых степеней.

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, обеспечивающей решение, в первую очередь, важной задачи: оздоровление экологии республики.

Работа выполнена на актуальную тему, обладает новизной и практической значимостью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии в области металлургии, а ее автор – Садуакасова Айгуль Талгатовна. заслуживает присуждения ей искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – Металлургия

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории спец. методов  
гидрометаллургии АО «Институт  
металлургии и обогащения»,  
кандидат технических наук



*(Handwritten signature)*

Суркова Т.Ю.

Қолы/подпись	<i>Суркова Т.Ю.</i>
растаймын / заверяю	
Бас ғылыми хатшы / Главный ученый секретарь	
«Металлургия және кен байыту институты» АҚ	
« 09 » 06 20 17 ж. <i>(Signature)</i>	