

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Диссертационного совета по Металлургии, обогащению и материаловедению при Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева по защите диссертационной работы Әбдікерім Бекзата Ерубайұлы на тему «Получение модифицированных сорбентов на основе природного сырья для извлечения урана», представленной на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07204– «Металлургическая инженерия».**

Работа выполнена в АО «Институт металлургии и обогащения», Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева и представлена в форме диссертационной работы. Защита состоялась на русском языке.

### **Научные консультанты:**

1. Кенжалиев Багдаулет Кенжалиевич – доктор технических наук, профессор, АО «Институт металлургии и обогащения», Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева г. Алматы, Республика Казахстан.

2. Суркова Татьяна Юрьевна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатории специальных методов гидрометаллургии им. Б.Б. Бейсембетова, АО «Институт металлургии и обогащения», Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева г. Алматы, Республика Казахстан.

3. Бражендра Мишра - доктор PhD, профессор Института обработки металлов, Вустерского политехнического института, г. Вустер, США.

### **Рецензенты:**

1. Джумадилов Талкыбек Кожатаевич - доктор технических наук, заведующий лабораторией синтеза и физикохимии полимеров, АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», имеется в наличии более 5 научных публикаций по программе образовательной 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

2. Куленова Наталья Анатольевна – кандидат технических наук, Руководитель ЦОР «VERITAS», профессор в НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», г. Усть-Каменогорск, Казахстан, имеется в наличии более 5 научных публикаций по программе образовательной 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

Основные выводы, положения и результаты, изложенные в диссертации, опубликованы в 19 научных трудах, из них 1 в базе данных Scopus и WoS; 4 публикация в журнале, рекомендованном КОКСНВО МНиВО РК; 15 публикаций в материалах международных конференций.

Защита состоялась 18 июля 2025 г., в 11:00 часов в АО «Институт металлургии и обогащения» КазНИТУ имени К.И. Сатпаева.

На сегодняшний день разработка эффективных и доступных технологий для извлечения урана из жидких радиоактивных отходов (ЖРО) представляет особую актуальность как для атомной промышленности, так и для обеспечения экологической безопасности. Рост уранодобывающей отрасли, особенно в Казахстане — мировом лидере по добыче урана, — сопровождается образованием значительных объёмов продуктивных растворов с низким содержанием урана, что требует внедрения недорогих, но эффективных решений по их очистке и утилизации.

Особый интерес представляет использование природных минералов, таких как цеолиты и шунгиты, обладающих химической устойчивостью, доступностью и низкой стоимостью. Однако их практическое применение в сорбции урана ограничено низкой сорбционной ёмкостью. Повышение эффективности таких природных сорбентов возможно за счёт их целенаправленной модификации с применением техногенного сырья.

В данной работе предложено инновационное направление — использование фосфорных шлаков, образующихся как техногенные отходы при производстве жёлтого фосфора. Основу этих шлаков составляет волластонит ( $\text{CaSiO}_3$ ), обладающий выраженными сорбционными свойствами, а также фосфорсодержащие соединения, способные взаимодействовать с уранил-анионами. Совокупность этих свойств делает фосфорные шлаки перспективным и малозатратным модификатором природных минералов.

Особое внимание в работе уделено активации фосфорных шлаков в хлоридной и карбонатной средах, что позволяет управлять их структурой, формировать активные центры, пористую поверхность и закреплять функциональные группы. Это, в свою очередь, значительно повышает сорбционную активность природных минералов. Проведено аппретирование цеолита и шунгита с добавлением полиакриламида, что позволило получить стабильные композиционные сорбенты по типу твёрдофазных экстрагентов.

В результате комплексных исследований достигнута сорбционная ёмкость по урану до 38 мг/г, а степень извлечения – до 98,7 %, что в разы превышает показатели немодифицированных природных сорбентов. Также исследована десорбция урана раствором карбоната натрия, где достигнута эффективность до 70 %, открывая возможность повторного использования сорбента.

Актуальность разработки заключается в создании низкочастотных и воспроизводимых технологий, основанных на местном минеральном и техногенном сырье, применимых для промышленной очистки урансодержащих растворов с минимальными затратами на химические реагенты. Полученные материалы и методики могут быть использованы как в рамках уранодобычи, так и при ликвидации последствий радиоактивного загрязнения.

Результаты голосования по вопросу о присуждении степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия» Эбдікерім Бекзата Ерубайұлы:

«ЗА» - \_\_\_ голосов  
«ПРОТИВ» - нет  
недействительных бюллетеней нет.

Таким образом, Диссертационный Совет по металлургии, обогащению и материаловедению на основании публичной защиты диссертации и результатов тайного голосования принял решение присудить Әбдікерім Бекзату Ерубайұлы степень доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

## КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ДИССЕРТАЦИИ

### 1. Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:

1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета

2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы.

3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)

### 2. Важность для науки:

Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта

### 3. Уровень самостоятельности:

1) Высокий 2) Средний 3) Низкий 4) Самостоятельности нет

### 4. Принцип внутреннего единства

1) Актуальность обоснована/содержание диссертации отражает тему диссертации/цель и задачи соответствуют теме диссертации

2) Актуальность частично обоснована/содержание диссертации частично отражает тему диссертации/ цель и задачи частично соответствуют теме диссертации

3) Актуальность не обоснована/содержание диссертации не отражает тему диссертации/ цель и задачи не соответствуют теме диссертации

### 5. Принцип научной новизны

5.1 Научные результаты и положения являются новыми?

1) полностью новые;

2) частично новые (новыми являются 25-75%);

3) не новые (новыми являются менее 25%)

## **5.2 Выводы диссертации являются новыми?**

- 1) полностью новые;
- 2) частично новые (новыми являются 25-75%);
- 3) не новые (новыми являются менее 25%)

## **5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:**

- 1) полностью новые;
- 2) частично новые (новыми являются 25-75%);
- 3) не новые (новыми являются менее 25%)

## **6. Обоснованность основных выводов:**

Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы

## **7. Основные положения, выносимые на защиту**

### **7.1 Доказано ли положение?**

- 1) доказано 2) скорее доказано 3) скорее не доказано 4) не доказано

### **7.2 Является ли новым?**

- 1) да 2) нет

### **7.3 Уровень для применения?**

- 1) узкий 2) средний  3) широкий

## **8. Достоверность источников и предоставляемой информации**

### **8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:**

- 1) да 2) нет

### **8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий**

- 1) да 2) нет

## **9. Принцип практической ценности**

### **9.1 Диссертация имеет теоретическое значение**

- 1) да 2) нет

### **9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике**

- 1) да 2) нет

### **9.3 Предложения для практики являются новыми?**

- 1) полностью новые;
- 2) частично новые (новыми являются 25-75%);
- 3) не новые (новыми являются менее 25%)

**10. Качество написания и оформления**

- 1) высокое;
- 2) среднее;
- 3) ниже среднего;
- 4) низкое.

**11. Уровень внедрения (использования) результатов диссертаций, имеющей прикладное значение**

1) на международном уровне (проданы лицензий, получены международные гранты);

2) на межотраслевом уровне

3 в масштабах отрасли

4 в рамках организаций

**12. Рекомендации по расширенному использованию результатов диссертаций, имеющих прикладное значение**

1) требует расширенного использования

2) не требует расширенного использования

**Заместитель Председателя Диссертационного совета по Металлургии, обогащению и материаловедению, доктор технических наук**



**Исмаилов М.Б.**

**Ученый секретарь Диссертационного совета по Металлургии, обогащению и материаловедению, кандидат физико-математических наук**

**Мамаева А.А.**