

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Наливайко Ксении Андреевны на тему **«Разработка технологии извлечения урана из твердых радиоактивных отходов конверсионного уранового производства»**, представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.8. - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Диссертационная работа Наливайко Ксении Андреевны посвящена разработке технологии извлечения урана из твердых радиоактивных отходов конверсионного уранового производства для последующего использования его в ядерно-топливном цикле.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность задачи разработки эффективных методов извлечения урана из отходов предприятий, занимающихся добычей и переработкой урановых руд, является важным технологическим процессом. Проблема извлечения урана из пульп, осадков и растворов до сих пор полностью не решена. Одним из перспективных методов извлечения урана из твердых урансодержащих отходов является выщелачивание с применением растворов сильных кислот (серной, азотной и соляной), а также карбоната и бикарбоната натрия. Трудности, возникающие при осаждении урана из водных растворов обусловлены тем, что необходим выбор реагента осадителя. Известны способы повышения концентрирования урана из растворов любого ионного состава с помощью сорбционных методов, обеспечивающих селективное извлечение урана. Все это позволяет расценивать тему диссертационной работы Наливайко К.А. как весьма важную и актуальную.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- впервые установлен состав и морфология твердых радиоактивных отходов комплексом физико-химических исследований, отобранных их хвостохранилища № 2 АО «ЧМЗ», определена форма нахождения в них урана и характер его распределения в осадке;
- впервые экспериментально установлены основные закономерности процесса выщелачивания урана из твердых радиоактивных отходов хвостохранилища № 2 2 АО «ЧМЗ» и поведение основных компонентов твердых радиоактивных отходов в ходе выщелачивания урана; а также

показано влияние на процесс выщелачивания урана характера растворителя, температуры, концентрации выщелачивающих реагентов;

- впервые изучены закономерности сорбции урана в статических и динамических режимах из продуктивных растворов выщелачивания твердых радиоактивных отходов ионитами различного класса и строения.

Теоретическая и практическая значимость работы

Основным итогом работы является развитие, совершенствование и физико-химическое обоснование переработки техногенных образований, содержащих радиоактивные элементы.

Для АО «Чепецкий механический завод» разработана и апробирована технология вскрытия твердых радиоактивных отходов конверсионного производства. Опытно-промышленное испытание сернокислотной технологии наработано 2,5 тонн концентрата с массовой долей урана 2,34-5,40%. Представлена к испытаниям инновационную комбинированную схему переработки твердых радиоактивных отходов содовым и азотнокислым раствором с последующей селективной сорбции урана.

Обоснованность и достоверность защищаемых положений, полнота решения задач

Достоверность результатов подтверждается большим объемом проведенных исследований, использованием надежных классических и современных методов исследования, корректной, обработкой экспериментальных данных.

Сделанные по работе выводы вполне **обоснованы**.

Положения, выносимые на защиту, **соответствуют содержанию диссертации**.

Материалы диссертации **соответствуют специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов**.

Автореферат и опубликованные работы, в число которых входит 3 статьи, опубликованных в международных научных изданиях, реферируемых в базах данных Scopus и Web of Science, и 11-ти тезисах докладов конференций в полной мере отражают содержание диссертации.

Во введении автором обоснована актуальность темы диссертации, изложены цель и задачи исследования, рассмотрена степень разработанности темы исследования, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, а также выносимые на защиту основные положения.

В литературном обзоре представлены сведения о состоянии твердых радиоактивных отходов в приповерхностном хвостохранилище №2 АО «ЧМЗ» в г. Глазов (Удмуртская республика), способы переработки твердых радиоактивных отходов, методы выщелачивания урана из низкосортных руд и отходов серной, азотной и соляной кислотами, карбонатными растворами, сорбционная переработка продуктивных графитов урана и получения концентрата урана из товарного регенерата. Отмечено, что приповерхностные хвостохранилища представляют экологическую угрозу экологии прилегающих территорий. Для переработки твердых отходов определен метод кислотного и щелочного выщелачивания, позволяющий высокую эффективность извлечения урана из руд и метод ионного обмена, обеспечивающий селективное извлечение урана.

В экспериментальной части приведены физико-химические характеристики твердых радиоактивных отходов, установлен фазовый и химический состав образцов шлама, методы анализа и обработки экспериментальных данных.

Далее в диссертации представлены полученные в работе экспериментальные данные, проведено их обсуждение и дана трактовка.

В разделе 3 приведены физико-химические свойства твердых радиоактивных отходов и выщелачивание из них урана различными реагентами. Показано, что содержание установленных фаз меняется в зависимости от выбранного режима сушки осадка, выщелачивание происходит за счет растворения основных компонентов шлама. Установлено селективное извлечение урана за счет образования карбонатных комплексных ионов, при этом макрокомпоненты шлама остаются в твердом осадке. Изучен радионуклидный состав исходного шлама и нерастворимых остатков кислотного выщелачивания. Установлен радионуклидный состав твердых осадков.

В разделе 4 изучена сорбция урана на анионитах в виде ионов $[UO_2(SO_4)_3]^{2-}$, $[UO_2(SO_4)_3]^{4-}$, UO_2F_2 из сернокислых продуктивных растворов выщелачивания твердых радиоактивных отходов. Установлено увеличение сорбционной способности сильноосновных анионитов Purolite A660/4759 и его отечественного аналога Axionit U-9.

Показано извлечение урана из азотнокислых продуктивных растворов выщелачивания только с использованием фосфорсодержащих ионитов, которые образуют комплексные соединения урана с фосфорильными группировками и эффективную десорбцию с использованием карбонатных растворов. Установлен режим инновационного способа осаждения урана из

карбонатных растворов и разрушения комплексного соединения с удалением из структуры фосфора, таким образом, увеличивается массовая доля урана в концентрате до 55,4%.

Установлено, что возможно извлекать уран из пятикратно разбавленных продуктивных растворов карбонатного выщелачивания в динамическом режиме сильноосновным макропористым анионитом Axionit U-9 для снижения сорбции карбонат-ионов.

В разделе 5 изложены выбор и обоснование технологической схемы извлечения урана при переработке твердых радиоактивных отходов конверсионного уранового производства. Разработаны технологические схемы по сернокиислому и содово-азотнокиислому вскрытию шламов, которые включают сорбционное концентрирование урана и осаждение концентратов урана. Проведены опытно-промышленные испытания сернокислового вскрытия твердых отходов хвостохранилища № 2 АО «Чепецкий механический завод».

Диссертационная работа заканчивается **заключением и списком литературы**. В заключении представлены 6 основных выводов, которые соответствуют поставленной цели и задачи работы, а также положениям, выносимым на защиту.

Разработанные технологии сернокислотной и содово-азотистой технологии извлечения урана из твердых радиоактивных отходов будут рекомендованы к внедрению на АО «Чепецкий механический завод».

По результатам работы исмеются вопросы и замечания:

1. В пункте 4.1.2 для извлечения урана из азотнокислых растворов автор считает, что необходимо использовать катиониты и амфолиты, хотя в литературе имеются сведения о возможности использовать для извлечения иониты с различными функциональными группами.

2. В четвертом разделе диссертации рассматривается сорбционное извлечение урана разными ионитами. Возникает вопрос, чем объясняются высокие значения сорбционных характеристик ионита Axionit U-9?

3. В процессе десорбции урана из раствора остальные примесные ионы (Mo, Al, Ca, Si, Ti и Fe) остаются в маточном растворе осаждения. Что можно предпринять по извлечению этих элементов из маточного раствора?

Указанные замечания не снижают ценности выполненной работы.

Диссертационная работа на тему: «Разработка технологии извлечения урана из твердых радиоактивных отходов конверсионного уранового

производства», соответствует паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов и требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Ноливайко Ксения Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Профессор кафедры Строительные материалы
Строительный институт, ФГБОУ ВО
Тюменский индустриальный университет
профессор, доктор химических наук
по специальности 05.17.02 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов



Пимнева Людмила Анатольевна

«20» ноября 2024 г.

Контактные данные:

625000, г. Тюмень, ул. Володарского 38,

тел. **8(3452)28-39-20**

Эл почта: pimnevala@tyuiu.ru

подпись заверяю:

