

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Кузнецовой Татьяны Федоровны

на диссертационную работу Леонтьевой Татьяны Геннадьевны «Алюмосиликатные сорбенты, полученные на основе глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий», для безопасного обращения с жидкими радиоактивными отходами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

Соответствие диссертации специальностям и отрасли науки, по которым она представлена к защите, со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК

Диссертационная работа Леонтьевой Т.Г. соответствует п. 10 паспорта специальности 05.14.03 – ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации, а именно:

– снятие АЭС с эксплуатации, обращение с радиоактивными отходами и их захоронение;

– разработка экологически безопасных методов, способов и технологий переработки, очистки, утилизации, хранения и захоронения радиоактивных отходов.

Актуальность темы диссертации

Развитие атомной энергетики в Республике Беларусь является приоритетным стратегическим направлением, нацеленным на долгосрочную перспективу. В 2022 г. в стране введена в эксплуатацию Белорусская АЭС мощностью 2,4 ГВт, предполагается ввод новых энергоблоков на действующей АЭС и заявлено о возможном строительстве второй атомной электростанции. Несмотря на эффективность использования мирного атома, эта отрасль сопряжена с возникновением вредных и опасных радионуклидов, находящихся в газовых и жидких средах, образующихся как в процессе работы станций, так и в процессе переработки отработавшего ядерного топлива. В связи с этим проблема снижения радиационной токсичности является приоритетом отрасли и требует разработки новых технологий для ее решения.

В соответствии с нормами МАГАТЭ по безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды, радиоактивные отходы при их простом качественном описании классифицируют на газообразные, жидкие (низкоуровневые) и твердые (высокоуровневые). В настоящее время для извлечения радиоактивных элементов из растворов различного химического состава широко используют сорбционные и мембранные методы. В рамках оппонируемой диссертации планировалось сосредоточиться на радионуклидах, которые необходимо извлекать из жидких сред.

В жидкой форме радиоактивные отходы образуются, начиная от растворов сцинтилляционных счётчиков из исследовательских установок до высокоактивных отходов, образующихся при переработке ядерного топлива. Наиболее распространены и опасны радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs . При этом последний – один из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы – содержится в радиоактивных выпадениях, радиоактивных отходах, сбросах заводов, перерабатывающих радиоактивные отходы АЭС.

Используемые в настоящее время способы очистки жидких радиоактивных отходов от различных радионуклидов не всегда позволяют снизить их содержание до требуемых норм либо связаны с большими материальными издержками. В связи с этим проблема разработки новых, более эффективных и дешевых методов выделения радиоактивных элементов из водных растворов является весьма актуальной как с технико-экономической, так и с экологической точки зрения.

Научная новизна настоящей диссертации состоит в разработке новых подходов и сорбционных материалов к решению задачи селективного выделения радиоактивных элементов из растворов с использованием сорбционных процессов.

Согласно Стратегии обращения с радиоактивными отходами, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.02.2023 № 128, одним из основных направлений совершенствования национальной системы обращения с радиоактивными отходами является разработка новых и совершенствование существующих технологий по обращению с радиоактивными отходами, что позволит исключить дальнейшую миграцию радионуклидов в объекты окружающей среды.

Следовательно, актуальным является поиск доступных и эффективных материалов как альтернативного источника сырья, применение которого будет экономически целесообразно при переработке и использовании в качестве сорбентов радионуклидов. В диссертации Т.Г. Леонтьевой в качестве потенциальных алюмосиликатных сорбентов для использования в технологиях обращения с жидкими радиоактивными отходами используются промышленные отходы – глинисто-солевые шламы, образующиеся при переработке сивинитовой руды на ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск, Минская обл.) и представляющие собой нерастворимый глинистый осадок.

Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту

В представленной диссертационной работе:

– приведены новые данные о химическом, минералогическом и гранулометрическом составе образцов глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий», содержащих SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , FeO , K_2O , и алюмосиликатных сорбентов на их основе;

– доказано, что основой мелкодисперсных частиц глинисто-солевого шлама является минерал иллит, обладающий высокими сорбционными свойствами;

– установлены закономерности сорбции радионуклидов ^{137}Cs и ^{85}Sr , параметры селективной сорбции ^{137}Cs при очистке растворов, моделирующих жидкие радиоактивные отходы АЭС, в зависимости от состава, pH раствора, времени контакта сорбента с раствором и соотношения сорбент/раствор;

– показано, что сорбция радионуклида ^{85}Sr протекает по механизму ионного обмена, и наличие в очищаемых растворах конкурирующих ионов, в частности Ca^{2+} , существенно снижает эффективность сорбентов на основе глинисто-солевых шламов;

– разработан и научно обоснован способ получения алюмосиликатных сорбентов для безопасного обращения с низко- и средне-активными жидкими радиоактивными отходами;

– подготовлены технические условия ТУ ВУ 190341033.006-2024 «Сорбент алюмосиликатный».

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа дает наглядное представление о ней как о завершенной научной работе с логичным изложением результатов, полной их анализа и обоснованностью выводов. Достоверность полученных результатов обеспечена сочетанием современных физико-химических методов исследования (сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, лазерного анализа размера частиц, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, жидкофазной адсорбции, рентгенофазового, термогравиметрического рентгенофлуоресцентного, микрорентгеноспектрального анализа и др.), выполненного на современном экспериментальном оборудовании. Научные утверждения и выводы, сделанные на основе полученных результатов, хорошо обоснованы и согласуются с известными литературными данными.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждена также результатами представления научной общественности и обсуждения на национальных и международных конференциях: Междунар. науч. конф. «Сахаровские чтения: экологические проблемы XXI-го века» (Минск, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017); Междунар. молодежном науч. форуме «Ломоносов-2015» (Россия, Москва, 13–17.04.2015); Междунар. научно-технич. конф. «Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления» (Минск, 19–21.10.2016); III Всерос. конф. с междунар. участием «Актуальные проблемы адсорбции» (Москва, 17–21.10.2016); Междунар. (Региональной) науч. конф. «Техногенные системы и экологический риск» (Обнинск, 2017, 2018); 4th International Conference on Environmental Radioactivity «Radionuclides as Tracers of Environmental Processes (ENVIRA2017)» (Vilnius, Lithuania, 29.05–02.06.2017); 82-ой научно-технич. конф. профес.-препод. состава, науч. сотруд. и аспирантов (с междунар.

участием) (Минск, 01–14.02.2018); Междунар. конф. «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии XXI века» (Минск, 2018, 2020); научно-практич. конф. «Современное состояние и направления развития технологий, машинного и аппаратного обеспечения, эколого-безопасного природопользования и переработки промышленных отходов горнопромышленных комплексов на территории Евразийского экономического пространства» (Минск, 5–6.09.2019); VI Рос. совещании по глинам и глинистым минералам «ГЛИНЫ-2023» (г. Санкт-Петербург, 13–16.06.2023).

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Представленные в диссертации новые экспериментальные данные о минералогическом, химическом, гранулометрическом составе и структурных особенностях глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» подтверждают наличие в их составе глинистого минерала иллита. Слоистая структура иллита со значительным количеством мелкодисперсных фракций обеспечивает высокое соотношение поверхности и массы минерала, а его химический состав – возможность практического использования шламов для получения алюмосиликатных сорбентов.

Разработка способов изготовления алюмосиликатных сорбентов путем водной и кислотно-водной обработок глинисто-солевых шламов способствовала усовершенствованию метода их обогащения и подготовке технических условий на сорбенты радионуклидов.

Анализ физико-химических свойств обогащенных алюмосиликатных сорбентов, полученных путем водной и кислотно-водной обработок, а также изучение эффективности жидкофазной сорбции ими радионуклидов ^{137}Cs и ^{85}Sr , в том числе из растворов, моделирующих жидкие радиоактивные отходы АЭС, позволили оценить возможный потенциал алюмосиликатных сорбентов для их практических приложений.

Сравнение сорбционных свойств алюмосиликатных сорбентов и известных глинистых материалов доказало высокую эффективность и целесообразность применения изученных сорбентов для очистки низко- и средне-активных жидких радиоактивных отходов от радионуклида ^{137}Cs .

Проведенная технико-экономическая оценка финансовых затрат технологии получения алюмосиликатных сорбентов на основе глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» представлена как приемлемый результат в сравнении со стоимостью известных природных сорбентов.

Значительные объемы накопившихся на промышленной площадке ОАО «Беларуськалий» глинисто-солевых шламов позволяют считать данные отходы в качестве перспективного источника техногенного сырья для производства алюмосиликатных сорбентов радионуклидов, что позволит иметь в дальнейшем и значительный экологический эффект.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

По теме диссертации опубликовано 41 научная работа, из них 9 статей (4,8 авторских листа) – в рецензируемых журналах в соответствии с требованиями пункта 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, в том числе 6 статей в зарубежных научных изданиях, включенных в перечень ВАК России, индексируемых в Scopus, Web of Science и 2 статьи в других зарубежных изданиях, 29 тезисов докладов и материалов международных конференций, получен патент на изобретение. Общий объем опубликованных по теме диссертации материалов составляет 5,9 авторских листов.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями пп. 24, 26 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий (в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 №190)

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

Несмотря на ряд достоинств, в диссертационной работе обнаружены отдельные недостатки, которые не влияют существенно на представленные выводы и результаты и не снижают высокого научного уровня исследования.

1. Подробно рассмотрены вопросы морфологии, сорбционных и физико-химических свойств алюмосиликатных сорбентов, позволяющие прогнозировать кинетику, емкость поглощения, селективность и режим применения, однако не ясно, как учитывалось влияние удельной поверхности, объема и размера пор на жидкофазную сорбцию радионуклидов. Сорбенты, обладающие мезопорами (размер пор 2–50 нм), желательны, когда требуется быстрая диффузия ионов и молекул к внутренней поверхности пористых материалов, обычно имеющих развитую удельную поверхность, оцениваемую методом БЭТ из изотермы низкотемпературной адсорбции азота и обеспечивающую более активные участки адсорбции, чем непористые тела. Очевидно, что доступность азота к поверхности в сухом состоянии не обязательно означает, что активные участки сорбции будут одинаково доступны для радионуклидов в жидкой фазе.

2. На с. 42 диссертации азот ошибочно назван газом-адсорбентом. Это – газ-адсорбтив.

3. Не уточнено, как рассчитывали значение среднего гидравлического диаметра пор в табл. 3.11 на с. 58 диссертации. Возможно, из отношения объема пор к удельной поверхности как половину ширины щелевидной поры в слоистом материале. Однако и в таком случае значения диаметра пор должны быть равны 8 и 6 нм соответственно вместо 6 и 7 нм, приведенных в табл. 3.11.

4. Согласно Номенклатуре неорганической химии ИЮПАК (Красной книге), если металл имеет более одного возможного значения степени окисления, представляемого римской цифрой в скобках сразу после

химического символа, название иона металла становится неоднозначным. Поэтому на с. 89-90 диссертации и на с. 13 автореферата вместо Cs(I), Sr(II), Eu(III) и Am(III) правильнее писать Cs, Sr, Eu(III) и Am(III).

В целом считаю, что диссертационная работа Леонтьевой Татьяны Геннадьевны выполнена на современном научно-техническом уровне и представляет собой завершенное научное исследование.

Соответствие (несоответствие) научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

По своей актуальности, научной и практической значимости, объему выполненных исследований и полученным результатам диссертационная работа Леонтьевой Татьяны Геннадьевны соответствует требованиям ВАК Беларуси, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Соискателю Леонтьевой Татьяне Геннадьевне может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации – за совокупность полученных научных результатов, включающих:

- новые данные о физико-химических свойствах глинисто-солевых шламов как техногенного сырья для получения на их основе алюмосиликатных сорбентов радионуклидов ^{137}Cs , ^{85}Sr , ^{152}Eu , ^{241}Am , ^{99}Tc , эффективных для обеспечения безопасного обращения с жидкими радиоактивными отходами;

- разработку способов преобразования глинисто-солевых шламов для получения алюмосиликатных сорбентов, адаптированных к различным солевым составам и концентрациям радионуклидов, заключающихся в поэтапной водной обработке глинисто-солевых шламов для удаления водорастворимых солей до < 1 г/л (в растворе) и последовательной модификации сорбентов для увеличения доли иллита в их составе;

- исследование эффективности сорбции полученных сорбентов относительно радионуклидов ^{137}Cs , ^{85}Sr , ^{152}Eu , ^{241}Am по достижении средней степени сорбции сорбентом АС-1о 99,0, 99,0, 91,1 и 97,4 %, а сорбентом АС-1м – 98,6, 98,4, 87,0 и 92,3 % соответственно;

- экспериментальное подтверждение высокой эффективности полученных сорбентов для очистки ЖРО по сравнению с другими сорбционными материалами, такими как клиноптилолит, цеолит NaA, бентонитовая глина из месторождений России, Казахстана и Азербайджана;

- экспериментальные результаты, доказывающие использование алюмосиликатных сорбентов в качестве перспективного материала для

эффективной очистки низкосолевых низко- и среднеактивных ЖРО от радионуклида ^{137}Cs ;

– результаты исследований по выщелачиванию радионуклидов ^{137}Cs и ^{85}Sr из цементных компаундов с внесением алюмосиликатных сорбентов, подтверждающие соответствие разработанных сорбентов нормативным требованиям ГОСТ Р 51883-2002, предъявляемым к цементным компаундам по механической прочности и скоростям выщелачивания из них радионуклидов ^{137}Cs и ^{85}Sr ;

– разработку технических условий ТУ ВУ 190341033.006-2024, содержащих практические рекомендации по использованию алюмосиликатных сорбентов для обеспечения безопасного обращения с жидкими радиоактивными отходами.

Заведующий лабораторией адсорбентов и адсорбционных процессов Государственного научного учреждения «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси», кандидат химических наук, доцент

Т.Ф. Кузнецова



Отзыв поступил
31.01.2025г.
И.И. - чл. секретарь