

ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМАТИКЕ ОБРАЩЕНИЯ
С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ В НЕКОТОРЫХ
ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПЕЧАТНЫХ ИЗДАНИЯХ ЗА 2017–2018 гг.

От редакции. Как уже отмечалось ранее, начиная с этого номера мы приступаем к следующему шагу по консолидации информации и знаний по тематике обращения с РАО, являющейся основной целью создания нового журнала. Мы планируем, один-два раза в год представлять обзор новых российских научных публикаций по тематике РАО на страницах журнала. Обзор будет охватывать преимущественно следующие периодические научно-технические журналы: «Атомная энергия», «Вопросы радиационной безопасности», «Ядерная и радиационная безопасность», «Радиохимия», «Горный журнал», «Радиационная гигиена». В обзор будут включаться все статьи по РАО.

В отношении опубликованных материалов, представляющих по мнению редакции наибольший практический интерес или значимость, будут даваться соответствующие комментарии. К этому своеобразному рецензированию будут привлекаться члены редакционной коллегии или определенные ими высококвалифицированные специалисты. В случае если авторы статей будут не согласны с мнением наших рецензентов, это может явиться предметом последующей дискуссии на страницах журнала в разделе «Письма в редакцию».

По-видимому, со временем форма таких обзоров будет иметь иную тематическую или проблемную структуру, но пока мы ограничимся лишь линейным рассмотрением публикаций в различных журналах. Это тем более полезно, что, по нашему убеждению, создание научно-технического журнала «Радиоактивные отходы» не должно снизить публикационную активность в других изданиях.

Журнал «Атомная энергия», тома 122–124

Всего в трех томах журнала было 6 публикаций по теме обращения с РАО, в том числе 2 из них — по актуальным системным вопросам развития Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами (ЕГС РАО) [2, 4], 2 — по теме обращения с отходами реакторного графита [1, 6], 1 — по новым технологиям, разрабатываемым в проекте «Прорыв» [5], 1 — по интересной с научной точки зрения технологии самозахоронения [3].

К системным вопросам развития ЕГС РАО мы относим вопросы классификации РАО (особые, удаляемые и т. д.), контроля и оценки соответствия упаковок РАО критериям приемлемости при передаче их на захоронение, размещения и создания объектов для захоронения РАО и др.

В этом смысле интересна работа [2], которая акцентировала внимание на вопросах долгосрочной безопасности при обращении с РАО. В статье приводятся критерии обоснования отнесения радиоактивных отходов к особым РАО. Эта тема представляется нам очень актуальной, уже рассматривается и будет активно рассматриваться в нашем журнале. В опубликованной позже работе [7] рассмотрены проблемы, связанные с тем, что критерии на происхождение отходов, местоположение объекта и его санитарно-защитной зоны не позволяют отнести радиоактивные отходы некоторых крупных объектов к особым, хотя их удаление является неоправданным как по дозовым нагрузкам, риску потенциального облучения, так и по финансовым затратам. В рецензируемой работе также предложены категории пунктов размещения особых РАО для включения в разрабатываемые нормативные документы, регламентирующие их безопасную эксплуатацию и перевод в пункты консервации и захоронения. Определенной проблемной зоной работы [2] стало упрощенное отношение к вопросам выделения объекта как самостоятельной единицы в терминах земельного кадастра. Именно эти вопросы сдерживают доведение состояния проблемы до нормативно логического завершения.

В работе [4] рассмотрены вопросы оценки радионуклидного состава РАО, поступающих из организаций, технологический цикл которых позволяет установление корреляций между активностью различных радионуклидов. Цель — упрощение определения активностей сложнотекстурируемых радионуклидов (^3H , ^{14}C , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{238}U , $^{238, 239, 240}\text{Pu}$ и др.) в партиях отходов. В статье отмечается, что применение предложенного критерия и алгоритма для отходов Нововоронежской АЭС позволило сформировать согласованный с Национальным оператором по обращению с РАО перечень контролируемых радионуклидов, установить корреляции между активностью отдельных радионуклидов и подтвердить применимость методики для характеристики радиоактивных отходов АЭС. Ценность и значимость для развития ЕГС РАО более чем очевидна как с позиций установочных коллизий оператора по захоронению РАО, так и с позиций разработки сквозных систем обеспечения качества. Важно только отметить, что окончательное оформление критериев качества для приемки РАО на захоронение необходимо проводить после устранения проблемных вопросов действующей классификации удаляемых РАО, рассмотренных в работе [8].

Тема реакторного графита является актуальной на сегодняшний день как по причине его значительного объема, накопленного у нас в стране (120 тыс. тонн), так и отсутствия концепции его захоронения. В этом смысле интересна работа [1], которая предлагает конкретные технологические решения по сжиганию графита с последующей очисткой образующихся газов. Полученные результаты весьма ценны, поскольку отчетливо показывают, что этот способ бесперспективен, несмотря на то, что в процессе испытаний установки УСГ-1 подтверждены работоспособность узлов установки и возможность прямого сжигания облученного реакторного графита в воздушном потоке. Исследования по сжиганию облученных графитовых втулок реактора ЭИ-2 на установке УСГ-1 показали, что полнота сгорания составила 95 %, эффективность улавливания — порядка 95 %. Представляется, что это пренебрежимо малая эффективность, которая не решает проблему, а создает новую, и более крупную. Активность долгоживущих радионуклидов РАО снижается на порядок, но их кондиции существенно ухудшаются. Поэтому утверждение авторов, что «при доработке конструкции узла газоочистки установка УСГ-1 может быть использована для сжигания облученного графита, загрязненного следами ядерного топлива, при контроле за выбросом в атмосферу $^{14}\text{CO}_2$ », является малообоснованным.

Работа [6], акцентирующая проблемные вопросы обращения с реакторным графитом, не дает простых рецептов обращения, но содержит много полезной информации, которую нужно обдумывать и обобщать. Предлагаемой авторами разработки высокоэффективных методик измерения удельной активности ^{14}C с целью последующей сепарации радиоактивного графита по уровню загрязнения и определения дальнейшей технологии обращения с ним, по-видимому, избежать не удастся. Важно только сделать такую методику максимально работоспособной. Относительно отмеченной авторами возможности использования ^{14}C в качестве источника энергии также необходимо отметить, что она обращает опять-таки к более общему вопросу — обоснованности при отнесении материалов к радиоактивным отходам, а именно не подлежащим дальнейшему использованию. В более широком контексте эта тема затронута в работе [8].

Работа [5] принципиально важна, поскольку знаменует переход от схемы «разрабатывается ядерная технология, а потом, иногда много позже, рассматриваются вопросы обращения с РАО и ВЭ» к схеме «ядерная технология разрабатывается с учетом требований по безопасному обращению с РАО». В работе описан способ обращения с одним из видов РАО, образующихся при эксплуатации реактора БРЕСТ-300, — конструкционными материалами ТВС. В создаваемом

модуле переработки потери делящихся материалов вместе со всеми видами отходов не должны превышать 0,1 % исходного количества, в связи с чем предельно допустимое содержание делящихся материалов в конструкционных материалах, направляемых на длительное хранение, не должно превышать 0,001 % по массе. Уровень проработки вопроса позволяет предположить, что данная технология может быть адаптирована к решению иных практически важных задач. К сожалению, эту тему авторы оставили за рамками статьи. В качестве еще одного позитивного момента необходимо отметить публичность разработки. Мы убеждены, что подобный уровень научной публичности должен сопровождать все решения по обращению с РАО.

В работе [3] рассмотрен механизм прямого нагрева пород излучением для передачи энергии окружающей породе в устройствах погружения, использующих тепловыделение при радиоактивном распаде. Получено пространственное распределение энерговыделения за счет поглощения γ -излучения ^{60}Co в слое гранита, соли и льда. Для устройства на основе ^{60}Co выполнены оценки распределения температуры и скорости погружения. Полученные результаты представляются ценными не столько для рассмотрения схем промышленного захоронения РАО, сколько для демонстрации имеющегося расчетно-аналитического аппарата.

Источники

1. Кащеев В. А., Устинов О. А., Якунин С. А., Загуменнов В. С., Павлюк А. О., Котляровский С. Г., Беспала Е. В. Технология и установка для сжигания облученного реакторного графита // Атомная энергия. 2017. Т. 122. № 4. С. 210–2013.
2. Линге И. И., Ведерникова М. В., Савкин М. Н., Самойлов А. А. Перспективы обращения с особыми радиоактивными отходами // Атомная энергия. 2017. Т. 122. № 6. С. 321–324.
3. Арутюнян Р. В., Большой Л. А., Шведов А. М. Самозахоронение радиоактивных отходов в геологических формациях за счет прямого нагрева пород γ -излучением // Атомная энергия. 2017. Т. 123. № 2. С. 88–91.
4. Коротков А. С., Щипунов А. Н., Ярына В. П., Тимофеева Е. Б., Шаров Д. А. Определение активности радиоактивных отходов АЭС корреляционным методом // Атомная энергия. 2018. Т. 124. № 2. С. 95–98.
5. Каленова М. Ю., Кузнецов И. В., Щепин А. С., Бурдин О. Н. Кондиционирование конструкционных материалов облученных ТВС методом индукционно-шлакового расплава // Атомная энергия. 2018. Т. 124. № 5. С. 273–277.
6. Семенов С. Г., Чесноков А. В. Проблемы обращения с радиоактивным графитом при выводе из эксплуатации ядерных реакторов // Атомная энергия. 2018. Т. 124. № 5. С. 286–290.

7. Бочаров К. Г., Михеев С. В., Ведерникова М. В. Перспективы работ по накопленным РАО в организациях Топливной компании АО «ТВЭЛ» // Радиоактивные отходы. 2017. № 1. С. 85—92.

8. Дорофеев А. Н., Линге И. И., Самойлов А. А., Шарафутдинов Р. Б. К вопросу финансово-экономического обоснования повышения эффективности нормативной базы ЕГС РАО // Радиоактивные отходы. 2017. № 1. С. 22—31.

Журнал «Радиохимия», тома 59—60

В томах 59—60 журнала «Радиохимия» нами выделено 14 статей [1—14] по темам, связанным со сбором, переработкой и кондиционированием РАО [1, 9, 12]; исследованием свойства матриц для иммобилизации РАО [2, 3, 8, 10, 11, 14]; исследованием миграционных свойств радионуклидов в подземном пространстве [5, 6, 7, 13]; одна статья посвящена определению свойств сорбента, селективного по отношению к стронцию [4]. Кроме того, применению биологических технологий для обращения с РАО на различных переделах посвящено две статьи [2, 13].

Очень кратко охарактеризуем эти публикации в разрезе заявленных тем.

В практически значащей работе [1] описана разработка дезактивирующих полимерных композиционных рецептур на основе связующего — раствора поливинилового спирта с активными добавками HNO_3 , HBF_4 , 1-гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты и ее триаммонийной соли, синтетического моющего средства и наполнителей — природного трепела; трепела, модифицированного ферроцианидами никеля и меди; пылевидного доломита, модифицированного ферроцианидом никеля; клиноптилолита, модифицированного хлоридами железа (III) и кальция, фосфатом натрия и ферроцианидом калия; гидролизного лигнина. Применение подобных паст существенно снижает объем образования ЖРО на АЭС. Отсутствие специфических и ориентированных исключительно на оборудование АЭС применений позволяет рекомендовать для рассмотрения и на объектах ЯТЦ и в работах по ВЭ.

Результаты работы [9] практически очень полезны вследствие накопления ЖРО от судов с ЯЭУ. Описаны технологии переработки ЖРО, содержащих морскую воду, также описаны свойства селективных по ^{90}Sr и ^{137}Cs сорбентов на основе силикатов бария, а также марганецсодержащих сорбентов, селективных для осаждения переходных металлов и ТУЭ. Технологии внедрены на различных объектах Дальнего Востока, описаны схемы очистки на установках «Ландыш» и «Барьер». Разработанные технологии позволяют очищать содержащие морскую воду ЖРО с активностью до 10^7 Бк/л до норм, позволяющих сбрасывать очищенные воды в акваторию.

Интересны результаты опытно-промышленных испытаний [12], демонстрирующие эффективность применения клиноптилолита в качестве материала геохимического барьера для предотвращения миграции радионуклидов в грунтовые воды от реакторной установки БН-350 на территории ТОО «МАЭК-Казатомпром» в Казахстане. Предложена конструкция геохимического барьера. Проницаемым реакционным барьерам уделяется в нашей стране недостаточное внимание. Следует поощрять проработку этих технологий.

Использование микробиологического окисления органических ЖРО — отработанных вакуумных и трансформаторных масел [2] — представляется очень важным. Биологическая стадия обработки радиоактивных масел приводит к уменьшению массы и объема органических РАО, а также увеличивает их включаемость в цементный компаунд (до 30 об.%) с сохранением его прочностных характеристик. Особенностью примененной технологии является использование чистых культур микроорганизмов, выделенных из нефтяных пластов. Технология реабилитации нефтезагрязненных грунтов при помощи природных и модифицированных микробиологических культур широко применяется на практике. Применение этой технологии для снижения объемов РАО стоит приветствовать.

В статье [3] представлены результаты по изучению гидролитической устойчивости новых видов стекол — урансодержащих натрийалюмо(железо)фосфатных стекол. Определены, в зависимости от содержания в них урана, параметры выщелачивания синтезированных стекол. Полученные зависимости скорости выщелачивания компонентов стекла от содержания в них урана носят сложный характер, что объясняется авторами изменением строения стекломатрицы при росте содержания урана. Гидролитическая устойчивость изученных стекол к выщелачиванию находится на том же уровне, что и из референтных составов натрийалюмофосфатных стекол IP40WGCCIM и IP40WG (США). Важным результатом является то, что для всех этих видов стекол натрий является наиболее выщелачиваемым элементом. Особенностью работы является применение для выщелачивания зарубежной методики с измельчением пробы стекла.

Работа [8] будет интересна специалистам, занимающихся вопросами солидификации РАО. В ней приведены данные по влиянию термического отжига в диапазоне температур 400—800 °С на гидролитическую устойчивость нового класса стекломатриц — боробазальтовых систем, полученных с применением пироэлектрохимической технологии, содержащих имитаторы радиоактивных отходов. Описаны оптимальные пределы содержания макрокомпонентов стекла. Примечательно, что в зависимости от типа

отходов и температуры отжиг может приводить как к увеличению, так и снижению скорости выщелачивания.

Результаты работы [10] представляют ценность для специалистов, занимающихся вопросами цементации РАО. В предлагаемый двухстадийной схеме цементации загрязненного радионуклидами вакуумного масла марки ВМ-4, на первой стадии масло поглощается в поглотителе, состоящем из окиси магния и синтетического полимера N910, а затем полученный продукт подвергается цементации с использованием смеси, состоящей из порландцемента марки 400 (94,7%), бентонита (5%) и суперпластификатора С-3 (0,3%). Данный подход повышает включаемость масла до 20 % масс., что потенциально может привести к существенному снижению объемов отходов. Авторы утверждают, что обеспечивается получение маслосодержащих компаундов, удовлетворяющих нормативным требованиям ГОСТ Р 51883-2002 по химической, иммерсионной и радиационной стойкости, причем использование в качестве поглотителя окиси магния более эффективно, чем полимера N910. Уровень проработки позволяет предположить, что данная технология может быть усовершенствована с введением стадии включения биодegradации масел при помощи природных и модифицированных микробиологических культур. Вообще, следует указать на относительно малое внимание исследователей к биогенным процессам при обращении с РАО.

В работе [11] определены состояния окисления железа и урана и координационное окружение железа в урансодержащих натрийалюможелезосодержащих стеклах. Результаты статьи могут быть полезными специалистам, занимающимся вопросами моделирования растворения стекломатриц.

В работе [14] представлены итоги работ по перспективному магнийкалийфосфатному компаунду для иммобилизации РАО. Представляется важным, чтобы спектр возможных применений этого компаунда был рассмотрен более широко и детально как по составу перерабатываемых ЖРО, так и по характеристикам продуктов переработки.

Результаты работ [5–7] принципиально важны и практически интересны для оценки безопасности проектируемого ПГЗРО в Нижнеканском массиве, а также для прогнозирования миграции радионуклидов из пунктов глубинной закачки ЖРО. В статье [5] представлены результаты исследования влияния температуры на сорбционные свойства горных пород Нижнеканского массива по отношению к U, Pu, Am, Cs, Sr в диапазоне температур от 20 до 90 °С. В работе [6] определено влияние температуры на формы нахождения сорбированных Pu, Am, Cs, Sr на горных породах (гнейс и долерит) Нижнеканского массива в аэробных условиях при температурах

20 и 90 °С. Повышение температуры контакта увеличивает долю сорбированного радионуклида, при этом с течением времени наблюдается перераспределение форм нахождения радионуклидов. В работе [7] было определено, что параметры диффузионно-сорбционного взаимодействия пород с изотопами Sr, Cs, U, Np, Pu, Am зависят преимущественно от свойств сорбирующегося радионуклида и открытой пористости породы. Обнаружен следующий ряд эффективных коэффициентов диффузии: $Sr = Cs \gg U > Np > Am > Pu$. Ряд кажущегося коэффициента диффузии следующий: $Sr = Cs > Np > U \gg Am > Pu$. Определен следующий ряд сорбируемости: $Pu > Am \gg Cs = Sr > U > Np$.

В работе [13] приведен практически очень важный результат: в ходе статических экспериментов дан ответ на вопрос, как повлияют биогенные процессы (в присутствии бактериально-го сообщества, выделенного из реального водоема коллектора ЖРО) на сорбционные свойства по отношению к Cs, Sr, U и Tc природных материалов (апатита, вермикулита, керамзита, древесных опилок, перлита, цеолита «Трейд», шунгита) в верхних водоносных горизонтах. Ответ вполне определен — микробиологическое воздействие значительно не влияет на сорбционные характеристики барьера. Обоснована возможность использования этих материалов в фильтрационных барьерах в верхних водоносных горизонтах. Полученные в статье результаты являются базисом для исследований в динамических экспериментах с предлагаемыми проникаемыми многослойными полифункциональными барьерами. Вообще, исследование влияния биогенных процессов на свойства барьерных материалов должно стать обязательными при их оценке эффективности при создании инженерных барьеров в ПЗРО.

В работе [4] изучены аспекты сорбции ионов стронция мезопористым оксидом марганца типа OMS-2. Изучено влияние параметров пористой структуры, фазового и химического состава оксида марганца на его сорбционные свойства и селективность к ионам стронция. Определены механизмы процесса. Синтезированные сорбенты обладают высокой эффективностью и селективностью к сорбции стронция даже на фоне 0,1 моль/л NaCl и 0,05 моль/л CaCl₂. Полученные авторами результаты указывают, что эксперименты по определению сорбционных параметров исследуемых материалов должны проводиться при разных начальных концентрациях радионуклидов. Результаты работы полезны для специалистов, занимающихся вопросами удаления радионуклидов стронция из ЖРО.

Источники

1. Вороник Н. И., Торопова В. В. Полимерные рецептуры для «сухой» дезактивации оборудования

и помещений АЭС // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 2. С. 165–169.

2. Трегубова В. Е., Сафонов А. В., Бабич Т. Л., Прошин И. М., Захарова Е. В., Герман К. Э. Микробиологическая обработка маслосодержащих радиоактивных отходов перед цементованием // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 2. С. 170–178.

3. Данилов С. С., Винокуров С. Е., Стефановский С. В., Мясоедов Б. Ф. Гидролитическая устойчивость урансодержащих натрийалюмо(железо)фосфатных стекол // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 3. С. 226–229.

4. Иванец А. И., Кацошвили Л. Л., Кривошапкин П. В., Прозорович В. Г., Кузнецова Т. Ф., Кривошапкина Е. Ф., Радкевич А. В., Зарубо А. М. Сорбция ионов стронция мезопористым оксидом марганца типа OMS-2 // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 3. С. 230–236.

5. Коневник Ю. В., Захарова Е. В., Мартынов К. В., Андрющенко Н. Д., Прошин И. М. Влияние температуры на сорбционные свойства горных пород Нижнеканского массива // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 3. С. 274–279.

6. Коневник Ю. В., Захарова Е. В., Мартынов К. В., Ширяев А. А. Влияние температуры на формы нахождения сорбированных радионуклидов на горных породах Нижнеканского массива // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 3. С. 280–284.

7. Мартынов К. В., Коневник Ю. В., Захарова Е. В. Барьерные свойства кристаллических горных пород при миграции радионуклидов // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 4. С. 371–378.

8. Иванов В. В., Кузнецов Д. Г., Попов И. Б. Влияние термического отжига на свойства боробазальтовых систем, содержащих имитаторы радиоактивных отходов пироэлектростимулирующей технологии // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 4. С. 351–354.

9. Авраменко В. А., Егорин А. М., Папынов Е. К., Сокольницкая Т. А., Тананаев И. Г., Сергиенко В. И. Технологии переработки жидких радиоактивных отходов, содержащих морскую воду // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 4. С. 355–360.

10. Волкова Т. С., Тананаев И. Г. Изучение свойств цементных компаундов, содержащих отработанное вакуумное масло, загрязненное радионуклидами // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 5. С. 466–469.

11. Стефановский С. В., Ширяев А. А., Тетерин Ю. А., Калмыков С. Н., Глазкова Я. С. Состояние окисления и координационное окружение железа и урана в натрийалюможелезофосфатных стеклах // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 6. С. 495–501.

12. Буленова К. Ж., Панова Е. Н., Блинский П. А., Яковлев И. Л., Жаксыбекова К. А. Разработка технологии защиты подземных вод от ¹³⁷Cs на территории реакторной установки БН-350 // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 6. С. 567–572.

13. Андрющенко Н. Д., Сафонов А. В., Бабич Т. Л., Иванов П. В., Коневник Ю. В., Кондрашова А. А., Прошин И. М., Захарова Е. В. Сорбционные характеристики материалов фильтрационного барьера в верхних водоносных горизонтах, загрязненных радионуклидами // Радиохимия. 2017. Т. 59. № 4. С. 361–370.

14. Винокуров С. Е., Куликова С. А., Крупская В. В., Мясоедов Б. Ф. Магнийкалийфосфатный компаунд для иммобилизации радиоактивных отходов: фазовый состав, структура, физико-химическая и гидролитическая устойчивость. // Радиохимия. 2018. Т. 60. № 1. С. 66–73.

Журнал «Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геохронология», 2017–2018 гг.

За рассматриваемый период в журнале были опубликованы три статьи, в той или иной степени относящиеся к проблеме обращения с радиоактивными отходами.

В работе [1] авторами вполне аргументированно указано на невозможность достоверного моделирования и оценки долговременной безопасности объектов хранения и захоронения радиоактивных отходов, основываясь на показателях свойств материалов инженерных барьеров и свойств горных пород, принятых только на литературных материалах, что обосновывается их большим разбросом и зависимостью от многих факторов. К сожалению, в настоящее время в отечественной литературе практически отсутствуют материалы, методики и результаты измерений параметров, характеризующих защитные свойства горных пород, которые использовались при проведении расчетов миграции радиоактивного загрязнения и оценки долговременной безопасности объектов, в которых размещаются радиоактивные отходы. Интересным представляется описание экспериментального стенда для определения коэффициента фильтрации и коэффициента эффективной диффузии в рыхлых грунтах, методики проведения экспериментов, их аналитического обеспечения и обработки результатов. Полученные значения коэффициентов эффективной диффузии могут быть использованы при расчетах.

К недостаткам данной работы следует отнести использование стабильных изотопов элементов в существенно больших концентрациях, чем содержание радиоизотопов в реальных отходах. Не проведена оценка влияния столь значимых отличий на значения определяемого показателя.

В работе [2] наибольший интерес представляют приведенные авторами результаты долговременных наблюдений за содержанием радия в объектах окружающей среды и динамикой их изменений в районе расположения пункта размещения особых РАО. В то же время статья не содержит ответа на вопрос об эффективности выполненных мероприятий по созданию системы инженерных барьеров, что отмечается и самими авторами работы. Результаты работы могут быть полезны при разработке системы радиоэкологического мониторинга для объекта консервации особых РАО, установлении

контролируемых параметров, объема и периодичности проводимых работ.

Работа [3] посвящена исследованиям в достаточно широко обсуждаемой теме — коллоидной миграции радионуклидов в подземных водах. Приведены результаты экспериментов по выщелачиванию компонентов матрицы и ЖРО из раскристаллизованных и нераскристаллизованных образцов натрийалюмофосфатного стекла. Исследовано распределение размеров коллоидных частиц, образовавшихся при взаимодействии образцов стекла с водой и содержание иммитаторов радиоактивных компонентов ЖРО в коллоидной и жидкой фазах. В статье еще раз подтверждена необходимость исследования изменения свойств стекломатрицы и миграционных форм радионуклидов в подземной воде при оценке долговременной безопасности объектов изоляции высокоактивных отходов. К недостаткам работы следует отнести то, что авторами не показано соответствие образцов стекол, используемых в экспериментах, промышленным образцам (так,

например, содержание стронция, цезия и урана в модельных стеклах почти в 200 раз превышает их количество в промышленном стекле). Не оценено влияние этого несоответствия на полученные результаты.

Источники

1. Лехов В. А., Соколов В. Н. Экспериментальное определение коэффициента фильтрации и коэффициента диффузии в слабопроницаемых отложениях // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2017. № 3. С. 67–75.
2. Шапошникова Л. М., Рачкова Н. Г. Анализ эффективности реабилитации территории хранилища отходов радиевого производства в республике Коми // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2018. № 2. С. 74–85.
3. Первухина А. М. Формирование первичных радиокolloидов при выщелачивании натрийалюмофосфатной стекломатрицы радиоактивных отходов // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2018. № 3. С. 72–76.

Обзор подготовили:

А. С. Баринов, К. А. Болдырев, И. И. Линге