



ГХК
РОСАТОМ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ГОРИО-ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»
(ФГУН «ГХК»)**

ул. Ленина, д. 53, г. Железнодорожск,
Красноярский край, Россия, 662972
Телеграф: Железнодорожск 288006 «СТАРТ»
Телефон: 8 (391) 266-23-37, 8 (3919) 75-20-13
Факс: 8 (391) 266-23-34
E-mail: sibghk@rosatom.ru
ОКПО 07622986 ОГРН 1022401404871
ИНН/КПП 2452000401/785150001

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор предприятия
кандидат технических наук



Д.Н. Колупаев

2022 года

Отзыв

на автореферат диссертации Винокурова Сергея Евгеньевича
**«Минералоподобная магний-калий-фосфатная матрица для отверждения
радиоактивных отходов»**, представленной на соискание ученой степени доктора
химических наук по специальности 02.00.14 – Радиохимия

На отзыв представлен автореферат диссертации, содержащий общую характеристику работы, ее основное содержание, выводы и список работ, опубликованных автором по теме диссертации.

Актуальность диссертационной работы

Эффективность решения проблемы обращения с радиоактивными отходами (РАО), образующимися при переработке отработавшего ядерного топлива реакторных установок, выводе из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов определяет направление развития атомной отрасли. Практика обращения с РАО предусматривает их перевод в стабильную отвержденную форму, пригодную для временного контролируемого хранения и окончательного захоронения отходов. При этом допускается использование ряда консервирующих матриц различной природы.

Актуальность разработки эффективных минералоподобных матриц для отверждения РАО обусловлена возможностью использования кристаллических минералоподобных матриц – синтетических аналогов природных минералов, обладающих стабильностью в геологической среде, в том числе устойчивостью по отношению к выщелачиванию радионуклидов.

Научная новизна

Определены оптимальные условия получения новой низкотемпературной минералоподобной МКФ матрицы и компаундов на ее основе для отверждения жидких РАО различного химического состава. Установлены формы нахождения урана, цезия, стронция, РЗЭ и других компонентов РАО в образцах компаунда, полученных при отверждении растворов.

Изучены условия для обеспечения высокой механической прочности, гидролитической устойчивости и термической стойкости компаунда, установлены его теплофизические характеристики с учетом условий размещения отвержденных отходов в хранилище.

Определены характеристики гидролитической устойчивости исследованных компаундов к выщелачиванию радионуклидов, в том числе ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu , ^{237}Np , ^{241}Am , ^{99}Tc , ^{131}I , при контакте с водными растворами различного состава и при различных температурах; показано их соответствие действующим требованиям к отвержденным РАО.

Показана устойчивость образцов компаунда, полученного в выбранных условиях, к облучению с поглощенными дозами до 10^8 Гр ускоренными электронами, гамма-облучения, внутреннего облучения альфа-частицами подтверждено сохранение механической прочности и гидролитической устойчивости компаунда.

Практическая значимость

Выполнена разработка низкотемпературной минералоподобной МКФ матрицы для отверждения жидких РАО различной природы, а также суспензии карбоната кальция, как формы отходов с содержанием радиоуглерода, и отработавших ионообменных смол. На основе разработанных рекомендаций проведена успешная апробация МКФ матрицы на радиохимических предприятиях отрасли (ФГУП «ПО «Маяк», ФГУП «Горно-химический комбинат») для отверждения имитаторов и реальных кислых и щелочных РАО среднего и высокого уровня активности.

По теме диссертации опубликовано 35 работ (из них 20 статей в международных рецензируемых научных журналах); авторские права защищены 2 патентами.

Достоинства диссертации

Автором на основании анализа литературных источников рассмотрены характеристики применяемых матриц для отверждения РАО. С учетом расширяющейся номенклатуры радиоактивных отходов показана актуальность поиска новых эффективных матричных материалов.

Из приведенных литературных данных сделано заключение, что особенности и свойства МКФ матрицы указывают на перспективность ее использования для решения проблемы иммобилизации широкого спектра РАО.

По результатам анализа поставлены задачи диссертационного исследования, включающие исследования по надежности связывания

радионуклидов и механической, термической, гидролитической и радиационной устойчивости, демонстрацию возможностей практического использования матрицы при отверждении РАО.

В практической работе автором установлены оптимальные условия получения МКФ матрицы и компаундов на ее основе с отвержденными имитаторами РАО, в том числе: оптимальные характеристики оксида магния - размер частиц не более 50 мкм и предварительная термообработка; соотношение связующих компонентов и воды в отверждаемых жидких РАО $MgO : H_2O : K_2HPO_4 = 1 : 2 : 3$; введение замедлителя реакции синтеза матрицы и минеральных наполнителей - волластонита или цеолита; степень наполнения компаунда по отверждаемым отходам в зависимости от их вида.

Исследованы фазовый состав, структура и физико-химические свойства МКФ матрицы и образующихся компаундов для иммобилизации РАО. Экспериментами подтверждено формирование целевой устойчивой минералоподобной фазы матрицы $MgKPO_4 \cdot 6H_2O$. Показано, что при отверждении растворов – имитаторов РАО компоненты отходов находятся в компаунде в форме равномерно распределенных, устойчивых фосфатных соединений.

Автором определены показатели механической прочности, гидролитической устойчивости МКФ матрицы и образующихся компаундов для иммобилизации РАО различной природы в соответствии с российским и международными стандартными тестами, определены скорости и степени выщелачивания макрокомпонентов компаунда, радионуклидов и других компонентов отходов, оценены механизмы выщелачивания компонентов компаундов, радиационной устойчивости компаунда.

На основании полученных автором диссертации результатов накоплен ценный научный и технологический опыт применения МКФ матрицы для отверждения радиоактивных отходов различного химического состава и уровня активности, образующихся в ходе переработки отработавшего ядерного топлива и выводе из эксплуатации радиационно-опасных объектов.

Диссертационная работа «Минералоподобная магний-калий-фосфатная матрица для отверждения радиоактивных отходов» соответствует требованиям пункта 2.1-2.5 «Положения о присуждении научных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским/докторским диссертациям, а ее автор- Винокуров Сергей Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.14 – Радиохимия.

Отзыв составил:

Кандидат технических наук по специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов
Алексеевко Владимир Николаевич,

начальник отделения инновационных и кластерных разработок научно-производственного Международного центра инженерных компетенций ФГУП «ГХК»

Почтовый адрес: 662972 г. Железногорск, ул. Ленина, д.53
Телефон: 8 (391) 266-23-37
e-mail: sibghk@rosatom.ru

Начальник ОИиКР нп МЦИК ГХК, к.т.н.



/ В.Н. Алексеенко
06.06.2022

Нодпись Алексеенко В.Н. заверяю
Заведующий канцелярией

/ О.Е. Фаттахова

(М.П.)
Н ЧАЛЬНИК ОДО ФГУП ГХК
КОЛЕСНИК А. В.
09.06.2022

