

## 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

Одной из ключевых проблем, решение которой в значительной степени определяет перспективы развития атомной энергетики, является обращение с радиоактивными отходами. Используемые для этих целей стекла обладают определенными недостатками: ряд компонентов отходов нарушает структуру стекла; кроме того, при длительном нахождении в условиях могильника изоляционные свойства стекла могут постепенно ухудшаться. Что касается кристаллических матриц, то их недостатком является необходимость проведения синтеза при высокой температуре, что существенно усложняет технологию. Поэтому поставленная в диссертации задача разработки кристаллической матрицы, получаемой при невысоких температурах, представляется безусловно актуальной. В качестве такой матрицы автором выбран компаунд на основе фосфата магния-калия.

Основные элементы научной новизны и практической значимости работы связаны с определением оптимальных условий получения новой матрицы, установлением форм нахождения ряда компонентов радиоактивных отходов в ней, всестороннем анализе свойств матрицы (механическая прочность, гидролитическая устойчивость, теплофизические характеристики, термическая и радиационная стойкость, устойчивость к выщелачиванию). Автором пройден весь путь от формулирования идеи и оптимизации методики синтеза матрицы до опытно-промышленных испытаний на предприятиях атомной отрасли. Оптимизировано соотношение базовых компонентов в матрице, продемонстрирована целесообразность включения в состав матрицы наполнителей, в частности, цеолитов. Показано, что по своим физико-механическим и физико-химическим характеристикам полученная матрица удовлетворяет предъявляемым требованиям. В состав матрицы можно включать отходы самого разнообразного состава, причем не только различные неорганические соли, но и отработанные ионообменные смолы.

Достоверность полученных результатов определяется использованием широкого арсенала современных методов исследования, высокой сходимостью результатов параллельных опытов.

При общей высокой оценке работы по ней можно сделать некоторые замечания.

Прежде всего, устойчивость к выщелачиванию в соответствии с ГОСТ определяли в статических условиях. Вместе с тем, для пористых материалов, каковым является предлагаемая матрица (размер пор до 100 мкм), важную роль в выщелачивании может иметь поровый транспорт. В статических условиях он контролируется диффузией и протекает относительно медленно. Однако, если возникнут условия для направленного порового транспорта (например, при выделении радиолитического водорода, чередовании циклов осушения/обводнения, перепадах давления и т.п.), может произойти выброс выщелата, насыщенного радионуклидами, из порового пространства. На мой взгляд, целесообразно в будущем уделить больше внимания этому вопросу, а также более детально охарактеризовать пористую структуру материала.

Второе, более частное замечание касается описания условий синтеза матрицы. Автор оперирует массовыми отношениями, что, безусловно, удобно для технологов, однако для химиков в плане понимания состава матрицы было бы желательно привести мольные отношения компонентов.

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы, которая вносит крупный вклад в разработку нового практически важного научного направления – создание низкотемпературных минералоподобных кристаллических матриц для иммобилизации радиоактивных отходов. Работа соответствует требованиям пп. 2.1–

2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Винокуров Сергей Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.14 – Радиохимия.



Сидоренко Георгий Васильевич

Ученая степень: доктор химических наук

Ученое звание: старший научный сотрудник

Должность: ведущий научный сотрудник

Структурное подразделение: отдел ученого секретаря

Организация: АО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина», 194021, Санкт-Петербург, 2-й

Мурицкий пр., д. 28, интернет-сайт [www.khlopin.ru](http://www.khlopin.ru)

Контактная информация: телефон 8-921-925-86-97, e-mail [gevasid@mail.ru](mailto:gevasid@mail.ru)

Дата: 14.06.2022

Подпись Сидоренко Георгия Васильевича заверяю:



Муньбин К.С.  
Начальник УРНИК