

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Коробейникова Дениса Анатольевича** «Физико-химическое обоснование технологии иммобилизации в цементобетонных матрицах высокотоксичных и радиоактивных отходов, содержащих бериллий и тритий», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

**Актуальность работы.** Бериллий, так же как дейтерий и тритий является важным компонентом современных термоядерных установок и перспективным материалом термоядерной энергетики. Бериллий и тритий представляют опасность при воздействии на человеческий организм и потому требуют соблюдения особых мер как на стадии проведения эксперимента, так и при обращении с отходами и выводом термоядерных установок из эксплуатации. Поэтому проблема совместной иммобилизации трития и бериллия в сложных отходах от эксплуатации термоядерных установок является актуальной.

Актуальность работы подчеркивает факт выполнения исследований в рамках проекта Госкорпорация «Росатом» «Разработка опытно-промышленной технологии получения гидроксида бериллия, оксида бериллия и металлического бериллия с выпуском экспериментальных партий» (ЕОТП-МТ-379, приказ №1/1731-П от 23.12.2021 г.).

**Цель работы** – определение закономерностей процесса иммобилизации в бетонных матрицах отходов, содержащих бериллий и тритий, и разработка на их основе технологии обращения с бериллий- и тритийсодержащими отходами для создания установок управляемого термоядерного синтеза.

В работе поставлены и успешно решены следующие задачи:

- разработка новых цементобетонных составов для иммобилизации бериллия и трития;
- исследование механических и эксплуатационных характеристик разработанных цементобетонных составов;
- исследование удерживающих способностей цементобетонных матриц по отношению к бериллию и тритию;
- разработка технологических регламентов процессов иммобилизации бериллийсодержащих и тритийсодержащих отходов для перевода их в безопасное состояние.

**Научная новизна:**

- разработаны новые цементобетонные смеси для иммобилизации содержащих бериллий и тритий отходов;
- получены новые данные по эмиссии различных форм бериллия при его выщелачивании из цементобетонных смесей;
- проведено физико-химическое обоснование минеральных форм бериллия в цементобетонных матрицах, рентгенографическим методом показано,

Вход. № 16/8868  
04» 03 2024г

что наиболее вероятной минеральной фазой бериллия при иммобилизации ФБА в них является лейфит;

- определены диффузионные характеристики трития в новых цементобетонных составах.

- подтверждена возможность применения метода кондиционирования для временного хранения бериллий- и тритий содержащих РАО и отходов химического производства;

**Практической значимостью работ являются:**

- новые составы для иммобилизации бериллий- и тритийсодержащих отходов в цементных компаундах с использованием модифицирующих добавок;

- физико-химическое обоснование процессов иммобилизации бериллийсодержащих отходов для последующего безопасного захоронения;

- возможность использования иммобилизованных бериллиевых отходов в составе бетонных изделий для использования в бериллиевом производстве.

**Апробация** Результаты исследований прошли широкую апробацию в МИФИ, ВНИИХТ, ВНИИЭФ, ВНИИНМ. Опубликовано 9 статей в журналах входящих в список рецензируемых журналов ВАК.

**Внедрение.** Результат опытно-лабораторных испытаний по иммобилизации бериллийсодержащих отходов технологический регламент ТР 230.004-19 был внедрён в практику Отдела специальных неядерных материалов и технологий АО «ВНИИНМ» (Акт № 230/056 от 02.09.2020 г.).

Были изготовлены бетонные блоки, содержащие иммобилизованные в соответствии с технологическим регламентом ТР 230.004-19 бериллийсодержащие отходы которые были использованы в конструкции введенной в эксплуатации в АО «ВНИИНМ» индукционной плавильной печи разложения кристаллов фторбериллата аммония бериллиевого производства.

Анализ автореферата показывает, что цель и задачи, поставленные автором на основе глубокого анализа литературы по теме исследования, выполнены в полном объеме.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Не вполне удачно сформулирована научная новизна работы, не раскрыта суть полученных новых знаний.

2. Не приводятся данные о соответствии разработанного технического регламента требованиям НП-093-14.

3. На рис. 4 приведена корреляция концентраций выщелоченного алюминия с концентрациями выщелоченного бериллия, аппроксимированные двумя графиками, в тексте автореферата не приведен анализ представленных экспериментальных данных.

4. В части описания методики подготовки образцов не описан метод введения трития в компаунд, не понятно каким образом достигалось равномерное распределение трития и бериллия внутри образцов при их приготвлении.

В качестве пожелания дальнейшего развития работы, хотелось бы отметить аспект применимости технологии для кондиционирования РАО и отходов химического производства для нужд долговременного хранения.

В целом на необходимом научно-техническом и методическом уровне выполнена актуальная научно-исследовательская работа, которая по методологическим подходам, научной новизне, теоретической и практической значимости отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертационная работа Коробейникова Д. А. в полной мере отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Доктор технических наук  
(05.23.05 – Строительные материалы и изделия),  
Первый заместитель руководителя Центра финансовой ответственности  
«Наука и технологии» Акционерного общества  
«Институт «Оргэнергострой»

Дмитрий  
Николаевич  
Коротких

140055, Московская область, г. Котельники,  
мкр. Белая Дача, д. 25 к.1, кв. 368.  
+7 910 349 86 45  
korotkih.dmitry@gmail.com  
19.02.2024 г.

Кандидат физико-математических наук  
(01.04.15 - Физика атомного ядра и элементарных частиц)  
Руководитель Центра компетенции «Вывод из эксплуатации особо-опасных и технически-сложных объектов»  
«Институт «Оргэнергострой»

Тедиашвили  
Виктор  
Васильевич

109377, г. Москва,  
Ул. Зеленодольская д. 18, к. 1, кв. 14  
+7 903 213-26-00  
[tediashvilivv@ioes.ru](mailto:tediashvilivv@ioes.ru)  
19.02.2024 г.

Подписи Д.Н. Коротких и В.В. Тедиашвили заверяю:  
Заместитель генерального директора  
Акционерного общества  
«Институт «Оргэнергострой»

Олег  
Васильевич  
Кашенко

