

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Семенова Андрея Олеговича
по теме: **«Получение материала на основе алюмината неодима для
иммобилизации актиноидной фракции радиоактивных отходов методом
самораспространяющегося высокотемпературного синтеза»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

В представленной работе Семенова А.О. решается задача поиска нового метода обращения с актиноидной фракцией радиоактивных отходов, позволяющего надежно иммобилизовать радионуклиды для обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Предложенная диссертантом минералоподобная матрица обладает более совершенными свойствами и характеристиками по сравнению с традиционно применимыми боросиликатными и алюмофосфатными стеклами, а использование технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза позволяет решить проблему ее изготовления.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки научных основ технологии минералоподобной матрицы для иммобилизации актиноидной фракции радионуклидов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с заданными функциональными характеристиками и фазовым составом.

Следует отметить, что диссертация Семенова А.О. соответствует приоритетному направлению развития науки и техники в Российской Федерации (указ Президента РФ №899 от 07.06.2011г.), а также программе Российской Федерации «Развитие атомного промышленного комплекса» (Постановление правительства РФ № 289-13 от 16.03.2020г.).

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что:

- впервые предложен способ получения матричного материала путем использования реакции СВ-синтеза никельалюминия при включении в шихту реагирующих компонентов алюмината неодима;

- разработана модель, описывающая процесс горения различных СВС-систем с включением в нее оксидов алюминия и неодима, с получением NdAlO_3 ;

- впервые получен матричный материал, используемый для иммобилизации актиноидной фракции радиоактивных отходов, с требуемыми функциональными характеристиками в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

В результате проведенного в работе анализа были предложены условия проведения синтеза и выявлены критические параметры, при которых возможен процесс горения с образованием NdAlO_3 . Исследовано влияние массового содержания реагирующих компонентов оксидов алюминия и неодима в исходной шихте на фазовый состав матричного материала и определено их оптимальное количество, позволяющее получить максимальное массовое содержание алюмината неодима. Установлена динамика изменения характеристик синтезированного материала в процессе имитации длительного хранения.

Практическая значимость работы состоит в том, что автором исследованы процессы тепломассопереноса и разработаны физико-химические основы технологии иммобилизации актиноидной фракции радиоактивных отходов в инертную неорганическую матрицу с заданными физико-химическими и физико-механическими характеристиками, что обеспечивает перспективы практического применения. Автором диссертации разработана технологическая схема процесса иммобилизации, выбрано оборудование и получена опытная партия материала, прошедшая аттестацию в Учебно-научном центре «Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т».

При проведении исследования соискателем:

- предложен метод иммобилизации актиноидной фракции РАО и разработан матричный материал на основе алюмината неодима;

- установлены закономерности изменения фазового состава матрицы в зависимости от параметров подготовки исходной шихты компонентов и условий процесса синтеза (плотность системы 4,81–5,20 г/см³, начальная температура подогрева компонентов 400 – 700 К), позволившие получить целевой продукт, содержащий до 41,5 % масс. алюмината неодима;

- определено изменение гидролитической стабильности (уменьшение на 10-13%) и пределов прочности синтезируемых образцов (снижение в среднем на 7 %) в процессе имитации захоронения в геологические формации, доказывающее надежность включения радионуклидов в матричный материал на период до тысячи лет.

Достоверность выдвигаемых на защиту научных положений и результатов обусловлена использованием современных физико-химических и физических методов анализа, обширным набором экспериментальных данных, полученных в ходе выполнения работы.

В этой связи основные выводы работы не вызывают сомнения.

Структура диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов по работе, списка литературы из 147 источников и представляет собой завершенное исследование. Работа изложена на 135 страницах машинописного текста, содержит 20 таблиц и 46 рисунков. Содержание и структура представленной работы соответствуют заявленной специальности и поставленным цели и задачам.

Во введении кратко описано состояние исследований в данной области науки и технике, обосновывается актуальность диссертации, формулируются цель и задачи исследований.

Глава 1 посвящена описанию современных матриц, применяемых при обращении с РАО, описаны их достоинства, недостатки. Проведен анализ наиболее перспективных материалов, предлагаемых для использования для иммобилизации актиноидной фракции. Рассмотрены основные способы изготовления таких материалов.

В Главе 2 приводится описание методологии проведения экспериментов и используемого оборудования, процедуры исследования скоростей выщелачивания образцов и определения других характеристик синтезируемого материала.

Глава 3 посвящена описанию теоретической возможности получения алюмината неодима, а также экспериментальному определению закономерностей горения системы NiAl-NdAlO_3 на основе проведенного расчета; исследованию процессов фазообразования при варьировании плотностей исходной шихты компонентов и массового содержания имитатора актиноидов.

В Главе 4 представлены результаты измерения характеристик и свойств синтезированных образцов, показано их изменение в процессе имитации захоронения. В заключении перечисляются основные полученные результаты, на основе которых формируются положения, выносимые на защиту.

Все основные положения и результаты диссертационной работы прошли широкую апробацию на международных и всероссийских научных конференциях, симпозиумах, семинарах и форумах, опубликованы в 20 научных работах, из них: 4 статьи в журналах, индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science, 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК, и могут найти применение в научно-исследовательских институтах и высших учебных заведениях при решении задач, связанных с разработкой технологий функциональных материалов с заданными функциональными характеристиками, а так же прикладных исследований таких организаций как: ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара» (ВНИИНМ), ФГУП ПО «Маяк», АО «Сибирский химический комбинат», ФГУП «РАДОН», ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» и др.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Высоко оценивая фундаментальную и прикладную значимость работы, тем не менее, по тексту работы возникает ряд **вопросов и замечаний**:

1. В работе недостаточно полно обосновано применение оксида неодима в качестве имитатора актиноидов.
2. Отсутствуют результаты исследований, проведенных с использованием разных марок исходных порошков, отличающихся своими характеристиками.
3. Следовало бы привести сравнение характеристик действующих матричных материалов с характеристиками полученного продукта.
4. В тексте диссертации и автореферата встречаются опечатки и орфографические ошибки, например, с. 13 диссертации, строка 8 неправильное согласование окончания «радиоэкологическую обстановку»; с. 54, строка 5, ошибка в окончании «последующем».

В целом, текст автореферата и диссертации Семенова А.О. написаны достаточно ясным языком, материал изложен в логической последовательности, а приведенные замечания не снижают общего благоприятного впечатления.

Диссертация Семенова А.О. является законченной научно-квалификационной работой и в полной мере соответствует паспорту специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника, поскольку посвящена разработке научных основ получения иммобилизационной матрицы радиоактивных отходов путем проведения расчетно-теоретического анализа процесса горения системы NiAl с включением оксидов алюминия и неодима, и определению влияния параметров горения рассматриваемой системы на фазообразование алюмината неодима (п. 6 «Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях», и п. 7 «Экспериментальные и теоретические исследования процессов совместного переноса тепла и массы в бинарных и многокомпонентных смесях веществ, включая химически реагирующие смеси»).

Диссертационная работа Семенова А. О. «Получение материала на основе алюмината неодима для иммобилизации актиноидной фракции радиоактивных отходов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза», соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых

степеней» ВАК РФ, п.п. 2.1-2.5 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 362-Под от 28.12.2021г. (dis.tpu.ru), а её автор, Семенов Андрей Олегович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Согласен на сбор, обработку, хранение и размещение в сети «Интернет» моих персональных данных (в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России № 662 от 01.07.2015 г.), необходимых для работы диссертационного совета.

Заведующий лабораторией
«Инновационно-технологический
центр» Обособленного
структурного подразделения
«Сибирский физико-технический
институт» Томского
государственного университета,

доктор химических наук (05.17.02;
02.00.04), доцент (05.17.02)

Сачков Виктор Иванович
«25» 03 2022 г

Подпись Сачкова Виктора Ивановича заверяю,

Ученый секретарь НИ ТГУ,

к. г.-м. н.

Сазонтова Наталья Анатольевна

«25» 03 2022 г

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, (3822) 529-852,
www.tsu.ru, rector@tsu.ru