

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Легких Кристины Геннадьевны
«Обоснование применения пирохимической и газофазной технологий
переработки радиоактивных щелочных жидкометаллических теплоносителей
(натрий, натрий-калий) для решения практических задач при выводе из
эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.9 — Ядерные энергетические установки, топливный
цикл, радиационная безопасность

Актуальность

В соответствии с объединенной конвенцией о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, должна быть обеспечена безопасность обращения с радиоактивными отходами (РАО), особенно в тех случаях, когда РАО образуются в результате гражданской деятельности.

Для обеспечения безопасности обращения с РАО необходимо развитие технологий переработки отходов, в том числе тех, которые образуются при выводе из эксплуатации ядерных реакторов на быстрых нейтронах. К РАО при выводе из эксплуатации упомянутых реакторов относится радиоактивный щелочной теплоноситель первого контура. Ввиду физико-химических свойств щелочных теплоносителей для их переработки не могут быть использованы технологии, подходящие для других типов РАО.

На сегодняшний день на стадии подготовки к выводу из эксплуатации в России находится исследовательский реактор БР-10, готовится к останову исследовательский реактор БОР-60. В Казахстане ожидает вывода из эксплуатации БН-350, в Японии – Монджу, во Франции – Рапсодия.

В связи с вышеуказанным, является крайне актуальной разработка, научное обоснование и экспериментальная отработка технологии переработки щелочных теплоносителей с получением компаунда,

пригодного для захоронения и удовлетворяющего требованиям федеральных норм и правил, чему посвящена рассматриваемая диссертационная работа.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В основу технологии переработки щелочных жидкометаллических теплоносителей предложен способ твердофазного окисления щелочного теплоносителя, отработанных на исследовательском реакторе БР-10.

В диссертационной работе представлены экспериментальные данные о скоростях выщелачивания радионуклидов (Cs-137) из шлакощелочного компаунда, являющегося результатом твердофазного окисления, его водостойкости и механической прочности, подтверждающие обоснованность научных положений рассматриваемой диссертационной работы.

Также выполнен сравнительный анализ характеристик шлакощелочного компаунда, полученного с использованием твердофазного окисления, и цементного компаунда, полученного технологией растворения щелочного металла в растворе щелочи. Продемонстрированы преимущества использования способа твердофазного окисления, включая пожаровзрывобезопасность, объем конечного продукта, стоимость переработки. Выводы и рекомендации являются обоснованными.

Достоверность и новизна научных предложений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается:

- применением стандартных методик определения характеристик компаундов (в соответствии с ГОСТ);
- соответствием полученных данных информации, представленной в литературных источниках;
- воспроизводимостью результатов исследований;
- использованием средств измерений с известными метрологическими характеристиками;

– применением современных данных для описания физико-химических процессов, происходящих при взаимодействии щелочных металлов с твердыми и газообразными окислителями.

В диссертационной работе впервые разработан и экспериментально подтвержден способ переработки отработавшего щелочного жидкометаллического теплоносителя (ЩЖМТ), загрязненного ртутью, для обеспечения радиационной безопасности и экологической приемлемости вывода из эксплуатации исследовательского реактора БР-10.

В работе впервые представлены данные, подтверждающие эффективность применения сорбционного пиролюзитового фильтра в составе модуля переработки щелочного теплоносителя способом твердофазного окисления.

Впервые предложено и экспериментально подтверждено использование углекислого газа для разложения взрывоопасного гипонитрита натрия, что позволило модернизировать метод газо-фазного окисления недренируемых остатков ЩЖМТ для перевода внутриреакторного оборудования в пожаровзрывобезопасное состояние.

Впервые определены скорости выщелачивания Cs-137 образцов продуктов твердофазного окисления, отработавшего ЩЖМТ, отвержденного путем сброса шлака в расплав ЩЖМТ и посредством закачки ЩЖМТ под слой шлака.

Впервые проведен всесторонний сравнительный анализ переработки РАО натрия первого контура технологией твердофазного окисления (ТФО) и технологией растворения натрия в натриевой щелочи (НОАН).

Практическая значимость результатов работы

Результаты исследований были использованы для оснащения стенда МАГМА-ТФО пиролюзитовым фильтром при извлечении ртути из ЩЖМТ, было переработка 4,5 м³ отработавшего ЩЖМТ, загрязненного ртутью.

Нейтрализация недренируемых остатков ЩЖМТ во внутриреакторном оборудовании на площадке исследовательского реактора БР-10 выполнялась с использованием научных результатов рассматриваемой диссертационной работы.

С использованием предложенных автором диссертации технологий переведено в пожаровзрывобезопасное состояние 18 холодных ловушек оксидов (ХЛО) первого и второго контуров исследовательского реактора БР-10, что обеспечило их радиационную безопасность и экологическую приемлемость для национального оператора РАО при приемке на металлургическую переработку.

По результатам исследований выпущено техническое заключение «О безопасности продуктов ТФО натрия первого контура ИЯР БР-10, предназначенных к захоронению» в соответствии с РБ-155-20.

На основании полученных экспериментальных данных были проведены оценки стоимости иммобилизации отработавшего ЩЖМТ для РУ БОР-60 и БН-350.

Замечания и рекомендации

1. Из автореферата не понятно насколько перспективна методика извлечения ртути из системы натрий-калий-ртуть. Будет ли указанная методика иметь практическую значимость для других стендов.

2. Какой класс токсичности имели отработанные ЩЖМТ, загрязненные ртутью до извлечения ртути.

3. Диссертация охватывает достаточно широкий круг задач переработки щелочных жидкометаллических теплоносителей, личный вклад автора в работу коллектива специалистов требует уточнения.

Указанные замечания и рекомендации не снижают уровень научной новизны, практической значимости и качества исследований представленной диссертационной работы.

Представленная работа отражает суть научных исследований, написана и оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Содержание

диссертационной работы свидетельствует о завершенности научно-исследовательской квалификационной работы, соответствует специальности 2.4.9 «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность», а ее автор Легких Кристина Геннадьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Согласна на включение отзыва в аттестационное дело соискателя и дальнейшую обработку моих персональных данных, а также на размещение отзыва на сайте АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

Доцент отделения биотехнологий,
ИАТЭ НИЯУ МИФИ, к.х.н.


Ананьева Ольга Александровна

«08» сентября 2025

Подпись удостоверяю

И.о. директора ИАТЭ НИЯУ МИФИ


А.В. Панов

Обнинский институт атомной энергетики — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

249039, Калужская область, городской округ «Город Обнинск», г. Обнинск, тер. Студгородок, д.1,

<https://www.iate.obninsk.ru>,

+7 (484) 393-69-31,

info@iate.obninsk.ru