

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 5/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.626.21.0002

Тема: «Разработка технологии утилизации металлических радиоактивных отходов на основе плавильных агрегатов с жидкометаллическим отводом тепла»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЭ)

Критическая технология: Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом

Период выполнения: 01.12.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 159.70 млн. руб.

Бюджетные средства 104.70 млн. руб.,

Внебюджетные средства 55.00 млн. руб.

Получатель: Акционерное общество "Государственный научный центр Российской Федерации - Физико-энергетический институт имени А.И.Лейпунского"

Участник Консорциума: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

Участник Консорциума: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"

Участник Консорциума: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью ПРОЕКТНАЯ КОМПАНИЯ "КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Ключевые слова: Тяжелый жидкометаллический теплоноситель, пирометаллургический переплав, металлические радиоактивные отходы, гарнисажный плавильный агрегат, кондиционирование радиоактивных отходов.

#### 1. Цель проекта

Разработка технологии переработки металлических радиоактивных отходов (МРО), использующей жидкометаллический теплоноситель для отвода тепла с рабочей поверхности корпуса плавильного агрегата.

Результаты ПНИЭР должны обеспечить возможность создания Индустриальным партнером промышленного образца нового типа плавильного агрегата, предназначенного для переработки металлических радиоактивных отходов с получением товарного продукта.

#### 2. Основные результаты проекта

Разработан технологический регламент процесса переработки металлических радиоактивных отходов с применением плавильных агрегатов, использующих отвод тепла с рабочей поверхности корпуса жидкометаллическими теплоносителями. Регламент предназначен для определения порядка действия персонала при проведении испытаний и экспериментальных исследований процесса утилизации металлических радиоактивных отходов методом плавки под слоем кислого шлака.

Разработан проект ТЗ на проведение опытно-конструкторских работ, направленных на разработку опытно-промышленной установки переработки металлических радиоактивных отходов с применением плавильных агрегатов, использующих отвод тепла с рабочей поверхности корпуса жидкометаллическими теплоносителями.

Проведен анализ и обобщение результатов исследования локализации радионуклидов цезия.

Разработаны рекомендации по возможности использования результатов проведенных ПНИЭР в реальном секторе экономики. Исследованы новые конструкции прототипов осадительных камер, включающих как тангенциальный способ ввода газового потока, так и СФЭПП. Данные устройства получили условное название "фильтроциклоны". Разработанные конструкции фильтроциклонов, включающие в себя одновременно элементы осадительных камер, циклонов и фильтров на основе СФЭПП,

позволят значительно уменьшить габариты модуля локализации радионуклидов цезия при сохранении его высокой эффективности по очистке газового потока.

Проведены испытания экспериментального образца плавильного агрегата. Получены следующие основные результаты работ:

- на малогабаритной модели доказана работоспособность плавильного агрегата с жидкометаллическим отводом тепла от стального корпуса;
- модуль жидкометаллического контура охлаждения обеспечил необходимый теплоотвод от корпуса ЭПА, температура не превысила значение 410 °С;
- достигнут коэффициент дезактивации более 3000, а коэффициент сокращения объема отходов - 5,35;
- температура при проведении процессов расплавления составляла не менее 1800-1850°С;
- эффективность финишной очистки аэрозольного фильтра – не менее 99,95%;
- экспериментально установлено, что скорость выщелачивания  $^{137}\text{Cs}$  из образцов на седьмые сутки составляют менее  $1 \times 10^{-3}$  г/см<sup>2</sup>×сут., что соответствует требованиям ГОСТ Р 50926, НП-019-15.

Использованный в испытаниях шлак, предоставленный ООО ПК «КППТ» - индустриальным партнером Соглашения может быть рассмотрен как матрица для иммобилизации радионуклидов пригодная для дальнейшего долговременного хранения.

Выполнен анализ и оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным уровнем. Проведена проверка полученных результатов на соответствие ТЗ по ПНИЭР.

1) Подтверждение соответствия полученных результатов требованиям к выполняемому проекту.

Работы, выполненные по этапу 5, соответствуют требованиям Технического задания Соглашения о предоставлении субсидии.

2) Были подтверждены заложенные в технических заданиях требования к экспериментальному образцу плавильного агрегата.

3) Сопоставление с результатами аналогичных работ, определяющими мировой уровень.

Проведенные анализ позволяют сделать заключение, что по конструктивным и технико-экономическим показателям разрабатываемые в проекте решения будут превосходить существующие аналоги.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

Изобретение заявка от 22.09.2015 № 2015140421, «Способ получения высокотемпературного теплоизоляционного материала», РФ

Изобретение заявка от 29.12.2016 № 2016152323, «Фильтр-сорбер насыпного типа», РФ

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Ожидаемые результаты работы будут способствовать развитию производственно-технологического, кадрового, инфраструктурного и институционального потенциала Российской Федерации в области замкнутого ядерно-топливного цикла с реакторами на быстрых нейтронах и утилизации металлических радиоактивных отходов, направленных на повышение эффективности использования природных ресурсов, снижение затрат на хранение металлических радиоактивных отходов (МРО), повышение технико-экономических характеристик процесса утилизации МРО и развитию атомной энергетики Российской Федерации.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

В результате выполнения ПНИЭР подготовлено техническое задание на опытно-конструкторскую разработку нового класса плавильного агрегата применительно к

утилизации металлических радиоактивных отходов, использование которых позволит значительно повысить экономический потенциал нашей страны и улучшить экологическую обстановку на территории РФ.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

На основании ТЗ возможна разработка и изготовление опытно-промышленного образца плавильного агрегата, использующий отвод тепла с рабочей поверхности корпуса жидкометаллическим теплоносителем.

Потенциальными потребителями разработки является национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами, предприятия атомной промышленности, в том числе АЭС, научные подразделения, радиохимические лаборатории, деятельность которых приводит к образованию МРО.

### **7. Наличие соисполнителей**

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н.Фrumкина РАН (ИФХЭ РАН) – 2015 – 2016 гг.

2. Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»(ИАТЭ НИЯУ МИФИ) – 2015 – 2016 гг.  
3. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» – 2015 г.

Акционерное общество "Государственный научный центр Российской Федерации - Физико-энергетический институт имени А.И.Лейпунского"

Генеральный директор  
*(должность)*



*(подпись)*

Говердовский А.А.  
*(фамилия, имя, отчество)*

Руководитель работ по проекту

И.о. заместителя генерального директора -  
директора Отделения физико-химических  
технологий  
*(должность)*

*(подпись)*

Мельников В.П.  
*(фамилия, имя, отчество)*

М.П.