

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белоногова Михаила Николаевича

«Расчетные характеристики трансмутации минорных актиноидов в жидкосолевом реакторе», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью утилизации минорных актинидов (наиболее радиоактивных и долгоживущих отходов, таких как кюрий, америций и нептуний), для чего в Российской Федерации предложено использовать их трансмутацию в специализированной установке – жидкосолевым реакторе-сжигателе (ЖСР-С). Обоснование и реализация данных технологий запланированы в рамках выполнения федерального проекта «Специальные материалы и технологии атомной энергетики, опережающая подготовка квалифицированных кадров по направлению новые атомные технологии», являющегося частью национального проекта «Новые атомные и энергетические технологии», основной целью которого является обеспечение мирового лидерства Российской Федерации в атомной отрасли.

Научная новизна заключается в разработке и реализации расчетной методики связанного моделирования топливного цикла ЖСР-С, установлении основных закономерностей трансмутации минорных актинидов (МА) в ЖСР-С, определении характеристик ядерно-энергетической установки (тепловая мощность, объем топливной соли, ее начальный состав), обеспечивающих максимально эффективную трансмутацию МА, расчете ее характеристик (потребление плутония и МА, их составы, наработка РАО, активность и эффективная доза нуклидов топливной соли).

Теоретическая значимость заключается в том, что рассчитанные характеристики трансмутации МА в жидкосолевых реакторах на основе солей FLiNaK и FLiBe демонстрируют достоинства и недостатки способа трансмутации МА в ЖСР-С. Созданная расчетная методика моделирует основные физико-химические процессы в жидкосолевых реакторах и может быть использована для расчетов характеристик ЖСР разных типов, в том числе реактора-размножителя в урановом или ториевом ТЦ, подкритических установок с внешним источником нейтронов.

Практическая значимость работы подтверждается результатами экспериментов по определению температуры ликвидуса модельных составов топливной соли, коррозионной стойкости кандидатных конструкционных материалов и экспериментальной проверке процессов переработки топливной соли.

Материалы диссертации достаточно полно отражены в 18 научных публикациях, из них 8 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ. Результаты исследования прошли апробацию и обсуждение на 11 научных конференциях и семинарах.

По содержанию автореферата имеются следующие **замечания и вопросы**:

1. Расчёт нейтронно-физических характеристик ЯЭУ ЖСР-С и характеристик трансмутации в системе FLiNaK выполнен с использованием программных средств ПРИЗМА и РИСК с нейтронными константами ENDF/B-VII.1. При этом для сравнения с FLiBe используются данные, полученные НИЦ «Курчатовский институт» в программном комплексе MCU-ЖСР или аналоге. Представляло бы очевидный интерес проведение расчета нейтронно-физических характеристик ЯЭУ ЖСР-С и характеристик трансмутации в системе FLiBe с использованием ПРИЗМА и РИСК.

2. Автором сделан вывод о том, что после 50-ти лет трансмутации МА, что примерно соответствует времени эксплуатации ЖСР-С, даже при 100-летней выдержке активность накопленных радионуклидов (ПД, актиноидов в топливной соли и потерь актиноидов при переработке) примерно в три раза больше активности МА при их хранении. Означает ли это, что трансмутация МА в ЖСР-С неэффективна как для FLiNaK, так и FLiBe?

3. Из текста автореферата неясно, каким образом расчётно оценивали накопления продуктов коррозии конструкционных материалов в топливной соли.

Несмотря на отмеченные замечания, судя по автореферату, диссертационная работа Белоногова Михаила Николаевича на тему: «Расчетные характеристики трансмутации минорных актиноидов в жидкосолевым реакторе» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Доцент кафедры редких металлов и наноматериалов
физико-технологического института
Уральского федерального университета
им. первого Президента России Б.Н.Ельцина
кандидат химических наук,
Тел.: +7(343) 375-47-08
E-mail: i.b.polovov@urfu.ru

Половов Илья Борисович
05.10.2026

Подпись Половова И.Б. заверяю:

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира 19

