

ОТЗЫВ

**доктора химических наук, профессора, члена-корреспондента РАН
Зайкова Юрия Павловича 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 глобальной проблемой ядерной энергетики – накоплением долгоживущих минорных актиноидов (МА) в отработавшем ядерном топливе. В работе в качестве одного из вариантов решения этой проблемы рассматривается трансмутация МА в жидкосолевых реакторах (ЖСР). В нашей стране ведутся проектные работы, направленные на создание исследовательского реактора, а в отдаленной перспективе планируется создание реактора-сжигателя большой мощности. Обоснование и выбор оптимальных параметров такой установки требуют создания расчётных инструментов, позволяющих моделировать физико-химические процессы, протекающие как в активной зоне жидкосолевого реактора, так и на всех стадиях его топливного цикла. При этом результаты расчетов характеристик трансмутации МА являются основой для выбора конструкторских решений при проектировании реактора-сжигателя.

Научная новизна заключается в разработанной методике комплексного моделирования ЖСР, объединяющей в себе возможности проведения нейтронно-физических и теплогидравлических расчетов, расчетов эволюции нуклидного и химического состава. Расчётным путём установлены диапазоны параметров реактора и топливного цикла, позволяющие достичь требуемую трансмутацию МА с одновременной минимизацией потребления плутония и количества образующихся радиоактивных отходов. Для двух перспективных солей – LiF-NaF-KF и LiF-BeF_2 – проведён сравнительный анализ и обоснованы диапазоны характеристик ЖСР, соответствующие максимальной эффективности трансмутации МА.

Теоретическая значимость заключается в совершенствовании методов расчётного моделирования ЖСР. **Практическая значимость** работы подтверждается использованием результатов в экспериментальных исследованиях, в частности, при обосновании выбора состава топливной соли, технологий переработки, конструкционных материалов. Представленные результаты могут быть использованы для сравнительной оценки различных стратегий обращения с МА. Разработанная методика универсальна и применима для расчётов жидкосолевых реакторов разных типов.

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. из текста автореферата неясно для решения каких задач были использованы (или могут быть использованы) результаты теплогидравлических расчетов и расчетов накопления продуктов коррозии конструкционных материалов;

2. расчеты проведены для модельных (идеализированных) систем. Не приведены оценки изменения характеристик трансмутации при переходе к реальной конструкции ЖСР;

3. какие дальнейшие перспективы развития созданной расчетной методики? Что в ней может быть улучшено и какие новые инструменты необходимо создать?

Несмотря на отмеченные замечания, судя по автореферату, диссертационная работа Белоногова Михаила Николаевича на тему: «Расчетные характеристики трансмутации минорных актиноидов в жидкосолевом реакторе» представляет собой завершенную 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.

Научный руководитель
ИВТЭ УрО РАН,
доктор химических наук
профессор, член – корр. РАН

12.9

Зайков Ю.П.
«*11*» *сентября* 2026 г.

Почтовый адрес: 620066, Свердловская область,
г. Екатеринбург, ул. Академическая, стр. 20
Телефон:
+7 (343) 374-50-89
E-mail: zaikov@ihte.ru

Подпись Зайкова Ю.П. удостоверяю
Ученый секретарь ИВТЭ УрО РАН



me

Кодинцева А.О.