

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

ЗАДОРЖНОГО Антона Валерьевича

на тему

«Моделирование поведения смешанного нитридного уран-плутониевого топлива под облучением»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Диссертационная работа А. В. Задоржного посвящена модернизации твэльного кода БЕРКУТ-У в части моделирования поведения смешанного нитридного уран-плутониевого (СНУП) топлива под облучением и его валидации на имеющихся экспериментальных данных. Актуальность работы очевидна – для обоснования безопасности новых проектов реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем необходимо детальное моделирование поведения твэлов на всех уровнях иерархии структуры от атомарного до целого изделия для всех эксплуатационных и аварийных режимов, в том числе тяжелоаварийных.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней выполнена комплексная модернизация и валидация численного твэльного кода БЕРКУТ-У для моделирования поведения СНУП топлива под облучением. Предложенная автором модель впервые учитывает влияние твердофазных включений (преципитатов), формирующихся в структуре топлива, на его теплопроводность, а также влияние исходных характеристик топливных таблеток, в частности, открытой и закрытой пористости, на набухание и выход неконденсирующихся газов – газообразных продуктов деления (ГПД) и гелия. В рамках работы усовершенствованная модель валидирована на экспериментальных данных послереакторных исследований твэлов. Произведена оценка погрешности расчета набухания и выделения неконденсирующихся газов во внутренний объем твэла. На основе сравнительного анализа экспериментальных данных и расчетов, проведенных с помощью кода БЕРКУТ-У, получены новые эмпирические зависимости параметров доработанных моделей. Впервые с помощью кода БЕРКУТ-У проанализированы и определены параметры СНУП топлива и твэлов, существенно влияющие на его поведение в процессе выгорания в условиях облучения на быстрых реакторах. В частности, наглядно продемонстрировано преимущество использования жидкометаллического подслоя по сравнению с гелиевым подслоем в части уменьшения температуры и набухания топлива, а также выхода из него ГПД.

Практическая значимость работы состоит в том, что улучшенные автором модели позволяют на новом уровне точности прогнозировать поведение топлива на разных этапах эксплуатации реакторной установки, в предаварийных и аварийных режимах, включая запроектные, в том числе, тяжелые аварии. Широкое использование БЕРКУТ-У позволит проводить оптимизацию проектов ядерных реакторов на всех стадиях жизненного цикла от проектирования до вывода из эксплуатации, что определенно будет способствовать повышению уровня безопасности и надежности эксплуатации АЭС нового поколения. Результаты работы могут и должны быть использованы для дальнейшего совершенствования программных кодов и топлива будущих реакторов.

Работа выполнена в рамках проекта «Коды нового поколения» проектного направления «Прорыв» и нескольких государственных контрактов. По теме диссертационной работы опубликовано 12 научных работ, из них 4 статьи, опубликованные в журналах перечня ВАК, а также входящих в индексируемые базы данных WoS и Scopus.

Результаты работы были представлены на 8 всероссийских и международных конференциях в виде устных и стендовых докладов.

В ходе ознакомления с авторефератом диссертации возникли следующие вопросы:

1. В автореферате не приведена информация о химических формах, размере и положении в структуре топлива преципитатов, поэтому из текста автореферата не очень понятно, каким образом их влияние учтено при реализации модели.
2. На рисунке 7,б при размере топливного нитридного зерна 5 мкм после выгорания 1.8 % тяж. ат. СНУП топливо перестает распухать при дальнейшем выгорании. Что это означает? Какой механизм приводит к такому результату? Объяснение, данное автором, не совсем понятно.
3. На рисунке 11 температура топлива при наличии свинцового подслоя практически не зависит от степени выгорания. С чем это связано?

Указанные вопросы носят уточняющий характер, не затрагивают основные выводы диссертационного исследования и не влияют на сильное положительное впечатление от полученных Антоном Валерьевичем результатов. Диссертация представляет собой законченное исследование, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (в ред. Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (в настоящей редакции)), а ее автор, Задорожный Антон Валерьевич, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Начальник отдела
исследований тяжелых аварий
ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», к.х.н.



Альмяшев
Вячеслав
Исхакович

26 ноября 2025 г.

ФГУП «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова»
Копорское шоссе, д. 72,
г. Сосновый Бор, Ленинградская область, 188540
т.: +7 (813-69) 22-667 (секретариат)
факс: +7 (813-69) 23-672
e-mail: foton@niti.ru
р.т. рецензента: 8 (813-69) 59-012
м.т. рецензента: +7 (921) 797-00-39
e-mail рецензента: vac@mail.ru

Я, Альмяшев Вячеслав Исхакович, начальник отдела исследований тяжелых аварий ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова», даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись начальника отдела исследований тяжелых аварий
ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова» В. И. Альмяшева
и эксперта ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова» В. Б. Хабенского
удостоверяю:

Ученый секретарь

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»



А. М. Ситников

26 ноября 2025 г.