

Отзыв

на автореферат диссертации Задорожного Антона Валерьевича «Моделирование поведения смешанного нитридного уран-плутониевого топлива под облучением» по специальности 2.4.9 Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертационного исследования основывается на совершенствовании твэльного кода БЕРКУТ-У, разрабатываемого ИБРАЭ РАН и предназначенного для расчетного моделирования состояния ядерного топлива. Для совершенствования кода БЕРКУТ-У автором предлагается разработка и внедрение нескольких новых моделей поведения смешанного нитридного уран-плутониевого (СНУП) топлива с газовым и жидкометаллическим подслоем, уточняющих его свойства при облучении. Диссертационное исследование проводится в отношении перспективного СНУП топлива, которое планируется использовать в реакторных установках на быстрых нейтронах (БРЕСТ-ОД-300, БР-1200, БН-1200М), работающих в замкнутом ядерном топливном цикле, в рамках развития новой технологической платформы атомной энергетики.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации основана на последовательном и адекватном формулировании цели, задач, планировании процесса проведения моделирования и расчетных исследований, разработке моделей и алгоритмов, а также интерпретации полученных результатов в соответствии с актуальными задачами обоснования безопасности объектов использования атомной энергии. Научные положения, выводы и рекомендации сформулированы с учетом актуального состояния развития науки, техники и технологии в области рассматриваемой научной проблемы, а также результатов научных исследований, изложенных в научных публикациях и отчетах различных коллективов.

Научная новизна работы состоит из следующих положений:

- в твэльный код БЕРКУТ-У внедрена модель учета влияния твердых фазовых включений (преципитатов) на теплопроводность СНУП топлива в процессе его выгорания;
- на основе сравнительного анализа данных исследований экспериментальных твэлов со СНУП топливом и результатов расчетов кода БЕРКУТ-У получены эмпирические зависимости параметров моделей, учитывающие влияние открытой и закрытой пористости топлива на его набухание, выход ГПД и гелия от исходных параметров топливных таблеток;
- выполнена валидация твэльного кода БЕРКУТ-У на данных ПРИ твэлов и определены значения погрешностей расчёта набухания СНУП топлива и выхода газов из него;
- с помощью твэльного кода БЕРКУТ-У проанализированы и определены параметры СНУП топлива, существенно влияющие на его поведение в процессе выгорания в условиях облучения в быстрых реакторах.

Достоверность результатов подтверждается аргументированным и научно-обоснованным выбором параметров и характеристик СНУП топлива для дальнейшей разработки математических моделей, описывающих их изменение в процессе облучения; сравнением результатов расчетного моделирования с экспериментальными данными, полученными по результатам послереакторных исследований экспериментальных твэлов со СНУП топливом, облученных в реакторах БОР-60 и БН-600; использованием аттестованного в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору твэльного кода БЕРКУТ-У. Результаты диссертационной работы представлены в 4-х статьях в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного ВАК Минобрнауки России, или входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, а также в 6-ти статьях в материалах российских и международных конференций и семинаров

После ознакомления с текстом автореферата возникли следующие замечания:

1. Во второй главе отмечено, что в твэльном коде БЕРКУТ-У каждая зона твэла разбивается на некоторое количество осевых ячеек, которые, в свою очередь разбиваются на цилиндрические слои для центрального отверстия в таблетки (при наличии), таблетки, зазора и оболочки твэла. Однако, для полученных кривых зависимостей теплопроводности и распухания не представлено пояснений о том, учитывалось ли при моделировании пространственное распределение преципитатов, а также, например, газовых пузырей и пор, по радиусу и высоте топливных таблеток или нет.

2. Учитывая то, что к эксплуатационным пределам и пределам безопасной эксплуатации, как правило, относится такой параметр как максимальная температура топлива, а не теплопроводность, в 4 и 5 главе рекомендуется привести сравнение кривых зависимостей максимальной температуры топлива, рассчитанной с использованием новых внедренных моделей в твэльный код БЕРКУТ-У и без их учета, что позволило бы оценить эффект от их внедрения на верхнеуровневый параметр безопасности. В представленной на рассмотрение редакции автореферата сравнение расчетной максимальной температуры топлива представлено лишь для твэла с газовым и свинцовым подслоем, без демонстрации эффекта от внедрения новых математических моделей.

3. На странице 20 в отношении рисунка 9 (б) рекомендуется представить пояснение о причинах резкого роста газового распухания в диапазоне от 0 до ~ 0,5 % выгорания по тяжелым атомам. В случае, если подобный рост распухания является следствием математических приближений и допущений при выполнении моделирования, это также следует отразить в тексте.

Несмотря на отмеченные выше замечания, которые носят рекомендательный характер, высокое качество выполненной автором диссертационной работы не вызывает сомнений. Диссертационная работа «Моделирование поведения смешанного нитридного уран-плутониевого топлива под облучением» – завершенное научное исследование, изложенное в полном объеме и выполненное в соответствии с поставленными целями и задачами. Научная и практическая значимость работы также не вызывает сомнений и заключается в развитии и уточнении математических моделей, использующихся для моделирования поведения СНУП топлива перспективных реакторов на быстрых нейтронах, создание которых является важным шагом в создании сбалансированной и безопасной атомной энергетики в РФ.

Считаю, что автор диссертационной работы, Задорожный Антон Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Информация об организации и лице, предоставившем отзыв:

Акционерное общество «Сибирский химический комбинат» (АО «СХК»), ул. Курчатова, д. 1, г. Северск, Томская обл., 636039, Факс: (3823) 52-99-91, E-mail: sxk@rosatom.ru.

Я, Луцик Игорь Олегович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Задорожного Антона Валерьевича.

Главный специалист (по техническому развитию) ОИТПЭ энергоблока «БРЕСТ-ОД-300» ОДЭК АО «СХК»



(подпись)

И.О. Луцик

Дата написания отзыва: 13.11.2025
Телефон: (83823) 55-24-94
Email: IOlutsik@rosatom.ru

