

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Исинбаева Артура Радионовича «**Эволюция и прогнозирование радиационной пористости в изделиях из аустенитной стали**», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

Повышение технико-экономических показателей реакторов на быстрых нейтронах непосредственно связано с повышением эффективности использования ядерного топлива, т.е. с увеличением его выгорания. Для этого необходимо повышение ресурса оболочек твэлов, что связано с повышением радиационной стойкости конструкционных материалов, применяемых для их изготовления. Основным лимитирующим фактором, ограничивающим ресурс безопасной эксплуатации твэлов из аустенитных нержавеющей сталей в условиях быстрых реакторов, является радиационное распухание. В этой связи актуальность представленной работы Исинбаева А.Н., посвященной исследованию и моделированию эволюции радиационной пористости в нержавеющей аустенитных сталях для прогнозирования эксплуатационного ресурса оболочек твэлов реакторов на быстрых нейтронах не вызывает сомнений.

Научная новизна заключается в разработке автором модели радиационного распухания на основе описания миграции точечных дефектов и их взаимодействия с различными стоками, в установлении зависимости радиационного распухания от условий облучения и параметров исходной структуры материала, а также в разработке верифицированного на основе экспериментальных результатов алгоритма прогнозирования распухания аустенитных сталей под воздействием нейтронного облучения. Это вносит значительный вклад в понимание поведения материалов в условиях радиационного воздействия и повышает достоверность прогнозирования предельного ресурса безопасной эксплуатации твэлов реакторов на быстрых нейтронах.

Полученные Исинбаевым А.Р. результаты имеют важное практическое значение для атомной отрасли, поскольку разработанный алгоритм оценки ресурса твэлов по критерию достижения предельно допустимого распухания оболочек способствуют обоснованию увеличения срока безопасной эксплуатации твэлов реакторов на быстрых нейтронах.

Работа прошла апробацию на российских и международных конференциях и представлена в 11 публикациях в рецензируемых научных журналах из списка ВАК и в зарубежных журналах, индексируемых Scopus.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. В автореферате уделено много внимания второй главе с излишне подробным для автореферата описанием материалов и методов исследования, тогда как при изложении четвертой главы представлены результаты экспериментальных исследований только образцов из участков оболочки твэла одной марки стали со стандартной технологией изготовления, хотя в материалах указано две стали (ЧС-68 и ЭК-164) и две технологии изготовления твэлов.

2. При изложении в автореферате 4 и 5 глав диссертации в некоторых местах, по-видимому, перепутаны между собой марки сталей. Так, на странице 15 автореферата в тексте и на рисунках 4 и 6 указано, что приведены результаты исследований для стали 06X16H15M2Г2ТФР, тогда как в таблицах 4 и 5 – для стали 07X16H19M2Г2БТФР. Обозначения марок исследованных сталей в подрисуночной подписи к рисунку 7 также не соответствуют указанным далее в тексте.

3. Моделирование распухания в работе выполнено без учета изменений микроструктуры за исключением пористости. При этом образующиеся под облучением выделения вторых фаз, обнаруженные во всех исследованных образцах (G-фаза, γ' фаза, карбиды $M_{23}C_6$ и M_6C), выступают как стоки точечных дефектов и должны привести к изменению потоков вакансий и межузельных атомов. Кроме того, облучение аустенитных сталей обычно приводит к образованию дислокационных петель, которые сильнее взаимодействуют с межузельными атомами, и должны влиять на распухание, а также к радиационно-индуцированной сегрегации (РИС) на различных стоках, в том числе, на границах пор, что также может изменить потоки точечных дефектов к порам. Однако в автореферате наличие дислокационных петель и РИС не отмечено. Были ли обнаружены дислокационные петли и какие характеристики образующихся под облучением дополнительных неучтенных стоков точечных дефектов (петли, выделения вторых фаз) в сравнении с учтенными стоками (поры, границы зерен, дислокации и двойники)? Хотя указано, что в перспективе планируется учет выделений вторичных фаз при прогнозировании пористости, хотелось бы понять, насколько адекватным является сделанное допущение о постоянстве микроструктуры при облучении за исключением пористости.

4. В автореферате в явном виде не обсуждаются преимущества стали и/или технологии изготовления с точки зрения оценки предельного ресурса эксплуатации твэлов по разработанной модели, хотя обеспечение повышенного предельного ресурса при использовании усовершенствованной технологии указано в выводе 7.

Высказанные замечания, а также присутствие пунктуационных и грамматических ошибок, хотя и несколько затрудняют чтение и понимание текста,

не снижают значимость работы в целом, основные результаты которой представляются значимыми и весомыми. Диссертация на тему «Эволюция и прогнозирование радиационной пористости в изделиях из аустенитной стали» соответствует паспорту научной специальности 2.6.17. Материаловедение и требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ», а ее автор, Исинбаев Артур Радионович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

К.т.н, ведущий научный сотрудник
отделения реакторных материалов
и технологий Курчатовского комплекса
НБИКС-природоподобных технологий
тел.+7(499)196-92-15,
электронная почта: Fedotova_SV@nrcki.ru

Федотова Светлана Владимировна

НИЦ «Курчатовский институт»
123182, г. Москва, Россия,
пл. Академика Курчатова, д.1

Подпись Федотовой С.В. заверяю

Главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»



Алексеева Ольга Анатольевна

«05» декабря 2024 г.