

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Обухова Александра Валерьевича

На тему «ВЛИЯНИЕ РЕАКТОРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ПОСЛЕРАДИАЦИОННОГО ОТЖИГА НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ВТОРЫХ ФАЗ В ЦИРКОНИЕВЫХ СПЛАВАХ Э110 И Э635»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Работа, выполненная Обуховым Александром Валерьевичем, посвящена изучению влияния реакторного облучения и послерадиационного отжига на изменение микроструктуры и элементного состава циркониевых сплавов Э-110 и Э-635, которые являются основными конструкционными материалами тепловыделяющих сборок (ТВС) и тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) легководных ядерных реакторов. Сплавы циркония представляют собой твердый раствор α -циркония с выделениями вторых фаз. Изменение, под действием облучения, микроструктуры и элементного состава циркониевых сплавов и, в частности, вторых фаз сопровождается изменением прочности, пластичности, коррозионной стойкости сплавов, что влияет на эксплуатационные свойства ТВС и ТВЭЛов. Послерадиационный отжиг циркониевых сплавов и связанные с ним изменения их свойств осуществляется при длительном сухом хранении отработавших ТВС.

Таким образом, изучение влияния облучения и послерадиационного отжига на элементный состав и кристаллическую структуру вторых фаз в циркониевых сплавах Э-110 и Э-635 позволяет развить понимание механизмов радиационного упрочнения, радиационного роста, ползучести, коррозии этих сплавов для обоснования эксплуатационных характеристик ТВС и ТВЭЛов и обоснования технологий длительного сухого хранения отработавших ТВС легководных реакторов и поэтому несомненно является **актуальным**.

Анализ литературных данных позволил выявить направление исследований в неизученной области и сформулировать задачи и цели исследований, которые, судя по автореферату диссертации, успешно решены. Видно, что диссертант глубоко проникся пониманием тех процессов, которые происходят в циркониевых сплавах при облучении в реакторах в двух температурных областях, характерных для исследовательских и энергетических реакторов. Он убедительно продемонстрировал закономерности изменений, происходящих в исследованных фазах, на основе анализа полученных им экспериментальных данных. Это позволило диссертанту выделить среди полученных результатов важные положения с признаками научной новизны. Он показал, что в ОЦК β -Nb фазе под действием облучения в двух температурных областях происходит изменение

размеров и элементного состава, но тип кристаллической решётки сохраняется. Фаза Лавеса ведёт себя по-другому: в низкотемпературной области частицы её выделений становятся аморфными, а при более высоких температурах кристаллическая решётка ГПУ трансформируется в ОЦК, а элементный состав изменяется за счёт выхода железа из частиц в окружающую матрицу. Как показал Обухова А.В., послерадиационный длительный отжиг приводит к термически активируемым процессам возврата размеров и элементного состава частиц к исходным (до облучения) значениям.

Полученные диссертантом выводы об одинаковых закономерностях изменения характеристик вторых фаз при облучении модельных образцов в исследовательских реакторах и изделий из циркониевых сплавов в условиях энергетических реакторов ВВЭР имеют важное практическое значение для обоснования применения ускоренных методов облучения образцов с целью сокращения сроков получения результатов. Важность данных о закономерностях поведения вторых фаз для практики с точки зрения разработки технологии модифицирования циркониевых сплавов подтверждается актом от АО «ВНИИНМ» о внедрении результатов, изложенных в диссертационной работе.

Как показано в автореферате, Обухов А.В. активно публиковался по теме диссертации, в том числе в последние годы. Основные результаты опубликованы в 18 работах: 4 статьи входят в перечень журналов, рекомендованных ВАК РФ, 8 статей – в базу данных Scopus. На многочисленных российских и международных конференциях, в том числе на престижных циркониевых Симпозиумах ASTM, демонстрировались результаты ТЭМ - исследований облучённых циркониевых материалов, представленные в работе диссертанта. Результаты и выводы диссертационной работы представляются вполне обоснованными и достоверными. Проанализирован большой массив экспериментальных данных, которые получены с использованием современного оборудования, позволяющего исследовать тонкую структуру радиационно-активных объектов. Оценка радиационного повреждения образцов и изделий проведена диссертантом с использованием экспериментально-расчётного определения дозы облучения. Среди методик исследования вторых фаз можно отметить сочетание автором методов исследований вторых фаз на тонких фольгах и экстракционных репликах, что особенно актуально для применения их к высокоактивным облучённым материалам. Полученные результаты не противоречат современным представлениям, которые опубликованы в научной литературе.

Работа, представленная Обуховым А.В., вносит существенный вклад в понимание механизмов процессов перераспределения легирующих элементов между частицами выделений и твёрдым раствором и в самих выделениях в результате воздействия

реакторного облучения и при термическом воздействии. Последнее важно для получения знаний о влиянии процессов перераспределения легирующих элементов на свойства элементов тепловыделяющих сборок при их сухом хранении.

Судя по автореферату, диссертационная работа Обухова А.В. в целом является законченным научным трудом, представляющим интерес специалистам по реакторному материаловедению и студентам профильных факультетов университетов. Текст автореферата характеризуется ясным изложением материала, работа хорошо структурирована.

К автореферату диссертации имеется следующее замечание. Известно, что среди выделений вторых фаз в циркониевых сплавах, поглотивших водород, присутствуют выделения гидридов циркония, однако, в работе эти выделения не рассматриваются.

Указанное замечание носит рекомендательный характер, не снижает ценность полученных диссертантом результатов и не влияет на положительную оценку диссертационной работы.

Как следует из содержания автореферата, диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., №842, а её автор Обухов Александр Валерьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Заместитель директора по
Науке и технологиям ООО
Научно-производственная фирма «Сосны»
Доктор технических наук, доцент

Павлов Сергей
Владленович
30.03.2022г.

Тел: +79276340243
E-mail: pavlov@sosny.ru

Подпись подтверждаю

Заместитель директора по общим вопросам
ООО НПФ «Сосны»
Татьяна Виллиевна Богатова

научная специальность Павлова С.В.:
05.14.03 - ядерные энергетические установки,
включая проектирование, эксплуатацию
и вывод из эксплуатации



433507, Ульяновская область, г. Дмитровград, пр. Дмитрова, д. 4 а