

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сафонова Дениса Валерьевича «Структурно-фазовое состояние оболочечных материалов в условиях эксплуатации, сухого хранения, а также проектной аварии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Необходимыми условиями развития атомной энергетики являются повышение экономической эффективности и безопасности ее использования. Проблема включает в себя не только повышение ресурса эксплуатации АЭС, но и способов хранения отработавшего ядерного топлива, а также повышения безопасности, как при эксплуатации, так и в условиях проектных аварий.

Диссертационная работа Сафонова Дениса Валерьевича посвящена выявлению изменений характеристик структурно-фазового состояния сплава Э-110 - материала используемых в настоящее время оболочек твэлов реакторов ВВЭР, для учета его влияния на вызванное ползучестью изменение геометрических параметров твэлов в условиях, имитирующих сухое хранение. Вместе с тем, для обоснования возможностей использования перспективного материала 42ХНМ в качестве материала оболочек твэлов реакторов ВВЭР-1000, исключающего возможность пароциркониевой реакции, проведены сравнительные дореакторные, послереакторные и имитационные исследования изготовленных из него оболочек твэлов. *Всего, это определяет актуальность выполненной работы.*

Научная новизна полученных результатов заключается в выявлении вклада глобулярных выделений β -Nb в сопротивление сплава Э110 ползучести в заданных условиях сухого хранения. Кроме того, показано, что в условиях максимальной проектной аварии, типа LOCA, объем фазовых превращений в сплаве 42ХНМ ниже, чем при длительных испытаниях на статическое растяжение кольцевых образцов.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в возможности использования параметров структурно-фазового состояния сплава циркония Э110, в том числе после имитационных испытаний на ползучесть в условиях сухого хранения, при создании прогнозной модели ползучести, необходимой для аттестации технологии сухого хранения ОЯТ с оболочкой твэла из сплава Э110.

Показанное наличие остаточной пластичности сплава 42ХНМ в условиях максимальной проектной аварии типа LOCA будет использовано при анализе возможности применения данного сплава в качестве материала оболочки толерантного твэла.

Обоснованность и достоверности полученных научных результатов подтверждена согласованностью результатов перспективных оболочечных материалов твэлов, облучавшихся в условиях ВВЭР-1000, полученных с использованием современных аналитических методов (просвечивающей электронной микроскопии, растровой электронной микроскопии, атомно-зондовой томографии), а также с расчетными данными, имеющими подтверждение результатами механических испытаний. Результаты диссертационной работы, выполненной Сафоновым Денисом Валерьевичем, *прошли апробацию* на 12 международных и всероссийских конференциях и опубликованы в 5 статьях в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных в действующем перечне ВАК.

Наряду с общим положительным впечатлением о выполненной работе, есть ряд замечаний к автореферату.

Замечания к автореферату

1. на стр. 4 автореферата в качестве целей декларируется:
 - Исследование эволюции структурно-фазового состояния облученного сплава Э110 под действием термической ползучести в условиях сухого хранения ОТВС;

- Исследование эволюции структурно-фазового состояния облученного сплава 42ХНМ в температурно-временных условиях максимальной проектной аварии типа LOCA.

Исследование – это процесс, который сам по себе целью являться не может, - это средство достижения цели. Целью может быть: «установление закономерностей...», «выявление влияния...» и пр. То же относится к решенным задачам.

2. на стр. 10 приведена табл.4, предназначенная для сравнения характеристик вторых фаз. Для двух фаз приводятся средние размеры и концентрация для третьей – гидридов, вероятно, длина и, возможно, объемная доля (расшифровки нет, можно только гадать). В то же время, таблица является основой для вывода о новизне: «Основное упрочнение обусловлено глобулярными частицами β -Nb». А как оценен вклад гидридов?

3. В ссылках обычно название статьи отделяется от названия журнала символом «//». Здесь, например, в ссылке 1., непонятно, что искать. То ли «TEM-studies of the dislocation loops and niobium-based precipitates in E110 alloy after operation in VVER-type reactor conditions Material Characterization» - название сборника, и искать надо по нему, то ли это название статьи, тогда, что это за сборник или журнал?

Отмеченные замечания, вероятно, связаны с недостаточно точным отражением в автореферате содержания работы, и не умаляют ценности основных полученных в ней результатов. В целом, диссертационная работа «Структурно-фазовое состояние оболочечных материалов в условиях эксплуатации, сухого хранения, а также проектной аварии», представляется квалифицированным завершённым научным трудом, в полной мере удовлетворяющим требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Сафонов Денис Валерьевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03

– «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Эксперт отдела научно-инновационного развития
АО «Институт реакторных материалов»
доктор технических наук
по специальности 05.16.01-
«Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов»

 А.В. Козлов

10.09.2021

Акционерное общество «Институт реакторных материалов»
624250, г. Заречный Свердловской области, а/я 29
12.05.2021
Телефон: 8 (34377) 35093, +7 9826073578
e-mail: kozlov_alv@irmatom.ru

Подпись Козлова А.В. заверяю
Заместитель директора АО «ИРМ»
по научной и инновационной деятельности
кандидат технических наук





А.В. Варивцев