

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мальгина Андрея Геннадьевича
на тему «Высокотемпературное окисление и охрупчивание сплава Zr-1%Nb в
водяном паре», представленной на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности

2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Диссертационная работа А.Г. Мальгина «Высокотемпературное окисление и охрупчивание сплава Zr-1%Nb в водяном паре» посвящена вопросам линейного окисления труб из сплава Zr-1%Nb, изготовленных с применением различной шихтовой основы циркония (электролитический, губчатый и иодидный). Целью диссертационного исследования является выявление и устранение факторов, способствующих переходу к линейной кинетике высокотемпературного окисления (ВТО) сплава Zr-1%Nb в перегретом водяном паре для снижения наводороживания и повышения остаточной пластичности оболочек твэлов в аварийных ситуациях. Следует отметить, что вопросы, связанные с коррозионным поведением конструкционных материалов, являются одними из основных при рассмотрении надзорными органами по ядерной энергетике обосновывающих материалов по безопасности эксплуатации топлива. Таким образом, диссертантом выбрана тема работы, которая является приоритетной и актуальной, направленной на рассмотрение вопросов повышения безопасности эксплуатации ядерного топлива для АЭС.

Из автореферата видно, что диссертант провёл анализ большого объёма информационных источников, посвященных поведению циркониевых материалов в условиях ВТО в перегретом водяном паре. На основе проведенного анализа и систематизации данных были выявлены факторы влияющие на ВТО циркониевых материалов и автором сформулированы цель и задачи собственного исследования.

В своей диссертационной работе А.Г. Мальгин продемонстрировал наличие глубоких знаний в области коррозионного поведения циркониевых сплавов при ВТО и закономерностях, описывающих это поведение, включая методические особенности экспериментов коррозионных испытаний. Эти знания и умения позволили диссертанту успешно выполнить поставленные задачи и достигнуть цель своего исследования.

Следует отметить, что полученные результаты имеют научную и практическую значимость. Так, диссертанту в работе удалось получить научные данные, позволившие:

- определить различия в закономерностях кинетики окисления, поглощения водорода и охрупчивания при ВТО труб из сплава Zr-1%Nb, изготовленных из шихты различного состава (три вида шихты Zr (по 100 %) - электролитического, губчатого или иодидного);

- экспериментально показать ключевое влияние остаточной примеси фтора в количестве до 5 ppm на проявление раннего линейного окисления в паре при 1000°C труб из сплава Zr-1%Nb на шихтовой основе из электролитического циркония;

– получить кинетику окисления труб из сплава Zr-1%Nb, содержащих фтор менее 1 ppm, в водяном паре при температурах от 800 до 1200°C, и установить обобщённое влияние водорода на остаточную пластичность этих сплавов с определением пороговой степени окисления, соответствующей хрупко-вязкому переходу.

С практической точки зрения, полученные результаты работы применены при разработке технологии изготовления оболочек твэлов из сплава Zr-1%Nb на основе электролитического порошка циркония не подверженных линейной кинетике ВТО, а так же при выдаче рекомендаций в требованиях к составу слитка по содержанию примеси фтора – менее 1 ppm.

Обоснованность и достоверность полученных автором результатов и выводов диссертационной работы обеспечивается использованием комплекса современных аттестованных методов исследований. Результаты согласуются с известными экспериментальными данными для циркониевых сплавов аналогичного состава.

По тексту автореферата диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Не ясно, что подразумевает понятие «раннее» линейное окисление и как это соотносится с критериями, установленными в регулирующих документах.

2. Хотя экспериментально показано влияние примеси фтора на возникновение линейного окисления труб из сплава Zr-1%Nb, не рассмотрен вопрос влияния на ВТО других «вредных» примесей (С, N, Cl), содержащихся в слитке. Не представлены данные по содержанию примесей в слитках, полученных с применением 3-х и 4-х кратного переплава.

3. Полезно было представить возможный механизм влияния столь незначительного количества фтора (менее 5 ppm) на возникновение линейного окисления труб из сплава Zr-1%Nb в условиях ВТО.

Указанные замечания носят уточняющий характер, не снижают высокой оценки диссертационной работы и значимости полученных результатов. Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК и соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а её автор Мальгин Андрей Геннадьевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Главный специалист
департамента по научно-технической
деятельности АО «ТВЭЛ», к.ф.-м.н.
115409, г. Москва, Каширское шоссе, 49
Тел.: +7 495 988 8282 доб. 7213
e-mail: MMGrekhov@tvel.ru



М.М. Грехов

Подпись главного специалиста АО «ТВЭЛ» М.М. Грехова заверяю:

Ведущий специалист АО «ТВЭЛ»
М.А. Тимошенко
31.01.2025г.

