

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сабурова Николая Сергеевича «Стойкость к замедленному гидриднему растрескиванию оболочек твэлов из сплавов циркония», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Актуальность темы. В работе рассматривается замедленное гидридное растрескивание (ЗГР), как проблема возможного разрушения оболочек тепловыделяющих элементов (твэлов), изготовленных из циркониевых сплавов, в процессе эксплуатации в реакторах типа ВВЭР и PWR, а также при последующем обращении с ними, включая сухое хранение. Эта проблема возникла после обнаружения случаев растрескивания труб давления в реакторах CANDU и оболочек в кипящих реакторах типа BWR. Несмотря на то, что в реакторах с водой под давлением подобных случаев не наблюдалось, при проектировании твэлов для таких реакторов необходимо обосновать их работоспособность с точки зрения устойчивости к ЗГР. В литературном обзоре, представленном в диссертации, отмечается, что особенности ЗГР в различных условиях исследованы недостаточно, особенно для отечественных циркониевых сплавов. В связи с этим эксперименты по изучению ЗГР представляют интерес для научного сообщества, что подтверждается публикационной активностью по этой теме и вниманием Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Следовательно, диссертантом выбрана актуальная тема для разработки, позволяющая решить ряд важных задач в оценке стойкости оболочек твэлов из сплавов циркония к разрушению по механизму ЗГР.

Научная новизна. В процессе решения поставленных задач автор получил данные, которые имеют признаки научной новизны. Они касаются: - разработки и применения метода определения K_{IH} для испытаний оболочек твэлов на ЗГР. Метод основан на фиксировании раскрытия трещины в образце. В одном эксперименте было установлено постоянство скорости растрескивания в широком диапазоне значений K_I и резкое её снижение вблизи K_{IH} , при этом критический размер гидроксида в вершине прерывистой трещины становится максимальным; - получения значений основных параметров ЗГР и их температурных зависимостей для оболочек твэлов в сопоставимых металлургических состояниях из сплавов Zircaloy-4, Э635М и Э110 опт, представляющих три разные системы легирования циркония. Была проведена оценка сравнительной стойкости этих сплавов к ЗГР; - выявления корреляции стойкости сплавов к ЗГР с расстоянием между вязкими перемычками (бороздками) на поверхности излома трещины ЗГР.

Практическая значимость. В результате проделанной диссертантом работы:

- Разработанный метод внедрён в практику испытаний на ЗГР оболочек твэлов в АО «ВНИИНМ» и применён в проекте координированных исследований МАГАТЭ.

- Результаты, полученные для разных сплавов циркония, предполагается использовать для моделирования роста трещины ЗГР в условиях сухого хранения отработавшего ядерного топлива. Также их будут учитывать при разработке новых модификаций сплавов, обладающих высоким сопротивлением такому механизму разрушения.

Достоверность и надёжность результатов обеспечиваются значительным объёмом исследований, которые подтверждают выводы автора без возникновения каких-либо противоречий. В работе использовались современные методы исследований и современное высокоточное оборудование, а методики были аттестованы метрологами в установленном порядке. Полученные результаты воспроизводимы и согласуются с известными

экспериментальными и теоретическими данными по проблеме ЗГР для циркониевых сплавов. Стоит отметить, что, судя по 8 публикациям в журналах из перечня ВАК и многочисленным докладам на международных и российских конференциях, автор провёл необходимый объём исследований, апробировал работу и выполнил её на высоком научном уровне.

Замечания по автореферату:

1. Согласно автореферату, наводороживание образцов осуществлялось при температуре 390 °С, однако не указано время наводороживания и возможное влияние термического воздействия при данной процедуре на структуру и свойства образцов исследуемых материалов.

2. Испытания по определению основных параметров ЗГР проводились в воздушной среде, в то время как в реальных условиях оболочки находятся в коррозионной среде. Из автореферата неясно, повлияет ли коррозионная среда на основные параметры ЗГР.

Заключение

Представленные замечания не являются существенными и в большей степени носят рекомендательный характер. В целом автореферат написан чётким и доступным языком, а также хорошо оформлен, что формирует положительное впечатление о проведённой работе.

Считаю, что диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК и соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а её автор Сабуров Николай Сергеевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».



Лидер Андрей Маркович, д.т.н., профессор

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры, профессор отделения экспериментальной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанных с работой диссертационного совета, и их дальнейшую работу.



Подпись Лидера Андрея Марковича удостоверяю,
И.о. учёного секретаря ФГАОУ ВО НИ ТПУ

Адрес: 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, д. 43.
Тел. +7 (3822) 705012, E-mail: lider@tpu.ru

Дата подписания отзыва: 07.05.2024 г.



В.Д. Новикова