

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Юрченко Елены Владимировны** “Исследование и прогнозирование радиационного и теплового охрупчивания материалов эксплуатируемых и перспективных корпусов реакторов ВВЭР”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

В настоящее время продление сроков эксплуатации действующих атомных станций до 50-60 лет и сооружение новых со сроком эксплуатации 60 лет экономически целесообразно и требует технического обоснования безопасности в первую очередь незаменимых элементов конструкций. Корпуса реакторов типа ВВЭР относятся к элементам 1 класса безопасности, подвержены нейтронному облучению и температурным воздействиям, должны выдерживать давление теплоносителя и нагрузки от динамических воздействий, сохранять целостность в течение всего срока эксплуатации атомной станции. Деграция механических характеристик металла корпуса становится одним из определяющих факторов, ограничивающих срок эксплуатации энергоблоков АЭС. Таким образом построение дозо-временных зависимостей, описывающих кинетику охрупчивания материалов корпусов эксплуатирующихся и проектируемых атомных реакторов типа ВВЭР в процессе эксплуатации под действием нейтронного облучения и теплового старения в течение 60 лет ($5 \cdot 10^5$ часов) становится приоритетной задачей специалистов в области материаловедения и механики разрушения. Именно решению данной задачи посвящена работа, результаты которой представлены в автореферате соискателя ученой степени.

Исследования радиационного и теплового охрупчивания корпусных сталей и их сварных швов проведены для всех типов материалов, применяемых как в действующих реакторах типа ВВЭР и сооружаемых АЭС, так и вновь проектируемых. По результатам исследований построены дозо-временные зависимости сдвига температуры хрупкости этих материалов в интервале до $5 \cdot 10^5$ часов.

При этом:

1. Исследованы и определены закономерности влияния флакса нейтронов на охрупчивание корпусных материалов в зависимости от доминирующих механизмов радиационного повреждения.
2. Разработана методология использования результатов испытаний ускоренно облученных (за малое время) образцов для прогнозирования охрупчивания материала при менее интенсивном облучении типичном для облучения стенки КР (за длительное время).
3. Для сталей марок 15Х2МФА, 15Х2НМФА и металла их сварных швов определены пороговые значения концентраций примесных элементов (меди

Вх. №	11924/С	В. Д. 10
03	04	15
Основ.	3	л. 1
Прил.		л. 1

и фосфора) в материалах КР ВВЭР, ниже которых сопротивление охрупчиванию не увеличивается.

Полученные в рамках диссертации дозовые зависимости, описывающие охрупчивание в процессе эксплуатации материалов корпусов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000, включены в Руководящие документы ОАО «Концерн Росэнергоатом»: МТ 1.2.1.15.0232-2014 «Расчет на сопротивление хрупкому разрушению корпусов реакторов АЭС с ВВЭР-440 (В-213) при продлении срока эксплуатации до 65 лет. Методика», РД ЭО 1.1.2.09.0789-2012 «Методика определения вязкости разрушения по результатам испытаний образцов-свидетелей для расчета прочности и ресурса корпусов реакторов ВВЭР-1000», РД ЭО 1.1.2.99.0920-2014 «Расчет на сопротивление хрупкому разрушению корпусов водо-водяных энергетических реакторов на стадии проектирования. Методика», РД ЭО 1.1.3.99.0871-2012 «Методика расчета на сопротивление хрупкому разрушению корпусов реакторов АЭС с ВВЭР-1000 при продлении срока эксплуатации до 60 лет».

Выполненные разработки в дальнейшем будут использованы при пересмотре действующих Федеральных норм и правил ПНАЭ Г-7-008-86 «Нормы расчетов на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

Результаты диссертационной работы, представленные в автореферате, позволяют заключить, что выполненные исследования проведены на высоком техническом и научном уровне, работа имеет важное практическое значение, а поставленная задача автором успешно решена.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания и комментарии:

1. В формуле (12), описывающей такой важный параметр как сдвиг критической температуры хрупкости вследствие термического старения, не приведены численные значения коэффициентов, что снижает практическую ценность данной формулы.

2. В выводах по диссертации п.9 использовано слово «внезапно» без пояснений в тексте автореферата его значения.

3. Значения предельных содержаний фосфора и меди превышают в разы регламентированные техническими условиями на корпусные стали, в связи с чем назначение полученных цифр не понятно.

4. В тексте имеются несколько неточностей и опечаток. На рисунке 5 обозначения линий в подписочной надписи не соответствуют линиям на рисунке. На рисунке 6 предел текучести обозначен двумя разными символами σ_Y и $\sigma_{0.2}$. В тексте автореферата присутствуют не расшифрованные сокращения: ОС КИ, ИП, IVAR, ВВЭР, PWR.

Указанные замечания не снижают ценность выполненной работы. Судя по автореферату, диссертация соответствует специальности 05.16.09, удовлетворяет п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Юрченко Елена Владимировна**, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Научный руководитель направления
целостности конструкций АО «НИКИЭТ»
Акционерного общества «Ордена Ленина
Научно-исследовательский и конструкторский
институт энерготехники имени Н.А. Доллежала» (АО «НИКИЭТ»)
канд. техн. наук



Европин Сергей Владимирович
а/я 788, Москва, 101000
тел. (499)263-74-33
e-mail: evropin@nikiet.ru

Подпись С.В. Европина заверяю.

Ученый секретарь, к.х.н.



А.В. Джалавян