



НОВОВОРОНЕЖСКАЯ
АЭС
РОСАТОМ

**Акционерное общество
«Российский концерн по производству
электрической и тепловой энергии
на атомных станциях»
(АО «Концерн Росэнергоатом»)**

**Филиал АО «Концерн Росэнергоатом»
«Нововоронежская атомная станция»
(Нововоронежская АЭС)**

Промышленная зона Южная 1,
г. Нововоронеж, Воронежская область, 396071
Телефон (47364) 7-33-15, факс (47364) 7-33-02
E-mail: nvnppl@nvnppl.rosenergoatom.ru
ОКПО 01673497, ОГРН 5087746119951
ИНН 7721632827, КПП 365143001

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Н.Е. Пироговой “Определение доминирующих механизмов и разработка методов прогнозирования коррозионного растрескивания под напряжением облученных аустенитных сталей для ВКУ ВВЭР и РWR”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Диссертация Н.Е. Пироговой посвящена актуальным проблемам стойкости к коррозионному растрескиванию под напряжением (КРН) облученных аустенитных хромо-никелевых нержавеющей сталей, используемых для изготовления внутрикорпусных устройств (ВКУ) реакторов типа ВВЭР и РWR. Актуальность работы связана с тем, что ВКУ, фактически, являются незаменимыми компонентами и могут быть элементами, ограничивающими ресурс реакторной установки. В связи с запроектным продлением срока службы действующих реакторов типа ВВЭР, а также с разработкой новых реакторов типа ВВЭР с большей мощностью, предъявляются особые требования к обоснованию безопасной работы ВКУ в течение всего срока эксплуатации.

ВКУ реакторов типа ВВЭР подвергаются высоким дозовым нагрузкам в процессе эксплуатации. Из-за неравномерного облучения по толщине ВКУ возникают градиенты температуры и радиационного распухания, что приводит к возникновению растягивающих напряжений в элементах ВКУ. ВКУ реакторов типа ВВЭР непосредственно контактируют с теплоносителем первого контура, являющимся коррозионной средой. В связи с этим, ВКУ могут разрушаться по механизму коррозионного растрескивания под напряжением, что может ограничивать срок службы реакторной установки. Таким образом, изучение механизмов КРН облученных аустенитных нержавеющей сталей, из которых изготавливаются ВКУ является важной и актуальной задачей.

В рамках диссертационной работы определены основные механизмы, вызывающие КРН облученных аустенитных сталей в среде, имитирующей теплоноситель первого контура ВВЭР. Проведено большое количество автоклавных испытаний облученных образцов, и изучены механизмы их разрушения при помощи методов сканирующей электронной микроскопии.

Федеральное государственное учреждение ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 3821	в ДЕЛО
25.12.2020 г.	№
Осн. 2 л.	

Одним из достоинств диссертационной работы является разработка физически обоснованной модели, позволяющей определять дозовую зависимость порогового напряжения, ниже которого инициация КРН не происходит, а также время до разрушения для облученных аустенитных сталей, из которых изготавливаются ВКУ реакторов типа ВВЭР и РWR. Для создания и верификации модели использовались данные автоклавных экспериментов на КРН с постоянной нагрузкой облученных до разных доз 304 и 321 сталей.

На основании предложенной модели и выполненного комплекса экспериментальных исследований были разработаны новые разделы в руководящем документе «Методика расчета прочности и остаточного ресурса внутрикорпусных устройств ВВЭР-1000 при продлении срока эксплуатации до 60 лет» и государственных стандартах ГОСТ «ВОДО-ВОДЯНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР. Расчёт на прочность внутрикорпусных устройств на стадии проектирования и постпроектной стадии» по расчету долговечности ВКУ по критерию КРН. РД и ГОСТы предназначены для оптимизации проектирования ВКУ с точки зрения обеспечения их заданного срока службы, а также для обоснования продления срока службы ВКУ эксплуатирующихся реакторов типа ВВЭР.

В диссертационной работе предложена оригинальная методика экспресс-оценки стойкости к КРН на базе ударных испытаний миниатюрных образцов из этих сталей при низких температурах. Для проведения этой методики существует возможность изготовления миниатюрных образцов из обломков уже испытанных образцов различных типоразмеров, что позволяет эффективно использовать даже небольшое количество имеющегося облученного материала. Данную методику можно использовать для разработки компенсирующих мероприятий (отжиг), позволяющих восстановить свойства облученных ВКУ, а также при сравнении новых материалов для ВКУ.

По автореферату имеется ряд замечаний.

1. Из автореферата неясно, проводились ли испытания на КРН сварных соединений аустенитных сталей для ВКУ?

2. Чем объясняется необходимость в различных типах образцов для испытаний на ударный изгиб на рисунке 5 (стр. 15)?

Замечания, сделанные по автореферату, не снижают значимость работы. Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, имеет практическую значимость для предприятий отрасли, удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук



Владимир Петрович Поваров