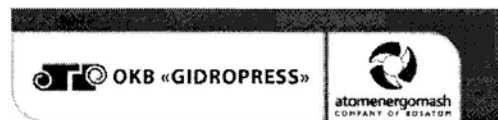


РОСТАТОМ



Акционерное общество «Ордена  
Трудового Красного Знамени и ордена  
труда ЧССР опытное конструкторское  
бюро «ГИДРОПРЕСС»  
(АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»)



Joint Stock Company  
"Experimental and Design Organization  
"GIDROPRESS" awarded the Order of the Red  
Banner of Labour and CZSR Order of Labour"  
(OKB "GIDROPRESS")

№ 044-0-3.05-01/  
На № 01-10531 от 25.07.2017г.

17726

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор

В.А. Пиминов

2017г.

## О Т З Ы В

ведущей организации АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» о диссертационной работе «**Влияние длительных температурных выдержек и облучения на механизмы зарождения хрупкой трещины и напряжение отрыва сталей корпусов реакторов ВВЭР-1000**», представляемую к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Диссертация С.А. Бубякина посвящена отработке методики расширения экспериментальных данных с использованием реконструированных образцов типа СТ для оценки возможности продления ресурса материалов корпусов реакторов ВВЭР-1000 до 60 лет, а также уточнению особенностей механизмов хрупкого разрушения корпусных сталей.

### Актуальность

Тема диссертационной работы в настоящее время весьма актуальна, поскольку результатом работы явился разработанный при личном участии автора и внедренный в практику оптимальный вариант для расширения базы данных по вязкости разрушения – реконструкция образцов типа СТ, которая позволяет получить корректные данные по вязкости разрушения с использованием половинок испытанных образцов типа Шарпи и SE(B), что важно для облученных материалов, количество которых сильно ограничено. До выполнения данной работы большая часть базы данных по вязкости разрушения (K<sub>IC</sub>) для действующих корпусов реакторов ВВЭР была получена в рамках программ образцов-свидетелей (ОС) при испытаниях на трехточечный изгиб образцов Шарпи с трещиной, которые дают завышенные значения, имеют большой разброс, а также имеют большое количество некорректных значений.

Исполнитель Петрова О.Ю.

Телефон ((4967) 65-29-07

Также актуальным результатом работы явилось исследование поверхностей разрушения образцов в различных состояниях и после различных механических испытаний, который позволил выявить механизмы, ответственные за охрупчивание материалов корпуса реактора (КР) в зависимости от эксплуатационных факторов, определив слабое звено – источник зарождения хрупкой трещины («лидер»).

Суммируя вышесказанное, диссертационная работа по постановке задачи и своему содержанию отвечает существующей потребности в расширении базы данных по трещиностойкости сталей КР ВВЭР-1000 с использованием реконструированных образцов типа СТ для оценки возможности продления ресурса материалов корпусов реакторов ВВЭР-1000 до 60 лет и более, а также уточнение особенностей механизмов хрупкого разрушения корпусных сталей.

**Новыми научными результатами автора являются:**

- расчётное обоснование оптимального варианта реконструкции образцов типа СТ из половинок испытанных образцов Шарпи или SE(B) и последовательности выполнения сварных швов, обеспечивающая минимальные остаточные сварочные напряжения; обоснованы параметры электронно-лучевой сварки без перегрева центральной вставки, сохраняющие свойства исследуемого материала;

- экспериментально установленные корреляции между параметрами трещиностойкости и структурными параметрами поверхностей разрушения стандартных и реконструированных образцов типа СТ сталей КР ВВЭР-1000 для подтверждения их идентичности;

- впервые предложенная расчетно-экспериментальная методика оценки значений локального напряжения отрыва для образцов стали-прототипа КР ВВЭР-1000 в отожженном и охрупченном состояниях после длительного воздействия рабочей температуры на примере образцов с кольцевым надрезом, испытанных на одноосное статическое растяжение;

**Степень обоснованности полученных научных результатов** определяется тем, что сформулированные в диссертационном исследовании положения и выводы обоснованы представительными экспериментальными результатами механических испытаний, которые подтверждены фрактографическими исследованиями.

**Практическую значимость работы** составляют:

- патент на «Способ изготовления сварного составного образца типа СТ для испытаний на трещиностойкость облученного металла» из половинок испытанных образцов на ударный и трехточечный изгиб и показана идентичность свойств и механизмов зарождения хрупкой трещины в стандартных и реконструированных образцах типа СТ;

- результаты, полученные в настоящей работе, расширяют базу данных по вязкости разрушения, что позволит повысить достоверность прогнозов свойств материалов КР ВВЭР-1000 при продлении срока службы до 60 лет и более.

В качестве **замечаний** по диссертационной работе можно отметить следующее.

1. В работе в качестве охрупченного материала взята сталь, подвергавшаяся только воздействию рабочей температуры без облучения. Насколько адекватно это отражает состояние материала, который одновременно подвергался бы воздействию быстрых нейтронов.

2. В работе проведен отжиг охрупченного материала для получения исходного состояния и сравнения его с охрупченным материалом. Однако уровень зернограницных сегрегаций не вернулся к нулю. Можно ли после проведенного отжига считать эту сталь в исходном состоянии?

3. Из автореферата не до конца ясно, каково личное участие автора в разработке расчетно-экспериментального метода определения локального напряжения отрыва в образцах сталей ВВЭР-1000 в различных состояниях.

4. Отмеченные недостатки являются второстепенными и не влияют на научную ценность, новизну и достоверность полученных в работе результатов и общую положительную оценку работы.

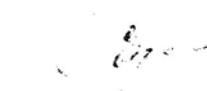
### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа является законченной, выполнена автором на высоком научном уровне и соответствует заявленной теме. Работа написана литературным языком, грамотно, логично. Диссертационная работа содержит большое количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, хорошо оформлена. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Решенные диссертантом задачи имеют существенное значение для атомной отрасли для адекватности оценки ресурсоспособности сталей при продленном до 60 лет сроке их службы.


Основные этапы работы, выводы и результаты полностью представлены в автореферате. Автореферат и публикации по теме исследований достаточно полно отражают основное содержание диссертации. Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор достоин присуждения искомой степени по специальности 05.14.03 – ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Отзыв рассмотрен и одобрен на расширенном заседании отделения конструкционной целостности отделения 3.00 АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» (Протокол № 63 от 19 октября 2017 года).

Заместитель генерального конструктора –  
начальник отделения  
конструкционной целостности

  
С.И. Сероштан

Ученый секретарь отделения  
конструкционной целостности

  
О.Ю. Петрова