



РОСЭНЕРГОАТОМ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОН РОСАТОМА

Акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической
и тепловой энергии на атомных станциях»

(АО «Концерн Росэнергоатом»)

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом»

«Балаковская атомная станция»

(Балаковская АЭС)

НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»		
ДОУ	Вх. № 3063	в ДЕЛО
	23.08.2017 г.	№
	Осн. 1 л.	подп.
	Прил. 5х2 л.	

ОТЗЫВ

на автореферат к диссертации Фоменко Валентина Николаевича на тему:
«Прогнозирование вязкости разрушения для расчета прочности корпусов реакторов типа ВВЭР на основе испытаний образцов-свидетелей и локального критерия хрупкого разрушения»,
представленный на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение в машиностроении».

В настоящее время осуществление контроля за состоянием металла корпуса реактора в течение всего назначенного срока службы, а также в период продления срока службы до 60 лет, является одним из основных условий обеспечения надежной и безопасной эксплуатации реакторной установки.

Наиболее точную оценку изменения механических свойств металла и сварных соединений корпуса реактора (КР) можно дать посредством испытания образцов свидетелей (ОС).

Таким образом, данная работа носит особо актуальный характер, как при периодическом контроле образцов свидетелей, так и при продлении срока службы КР, который в большинстве случаев определяется его сопротивлением хрупкому разрушению (СХР).

В своей работе автор поднимает важные существующие на сегодняшний момент проблемы по обоснованию продления срока эксплуатации КР и ставит перед собой цель модернизировать и улучшить существующие программы и методики.

Целью диссертационной работы автор определяет разработку методологии прогнозирования температурной зависимости трещиностойкости $K_{IC}(T)$ на основе испытаний образцов-свидетелей и методики определения размера контура интегрирования J-интеграла для расчета КР типа ВВЭР на СХР.

Достоверность результатов приведенных в работе не вызывает сомнений. В диссертации приводятся экспериментальные исследования выполненные на сертифицированном оборудовании согласно российским и международным стандартам. Достоверность экспериментальных данных подтверждается соответствующими теоретическими расчетами.

В общей характеристике работы автор обосновал актуальность работы,

сформировал ее цель, научную новизну, практическую значимость, выделил 9 положений выносимых на защиту, подтвердил достоверность результатов исследований и расчетов, перечислил апробацию и личный вклад.

В кратком содержании работы:

В главе 1 автор проводит анализ существующей процедуры расчета корпусов ВВЭР на СХР, который показал, что продление срока эксплуатации КР до 60 лет в ряде случаев невозможно без учета индивидуальных свойств материалов КР. Такой учет наиболее адекватно может быть выполнен при использовании результатов испытаний образцов свидетелей на трещиностойкость. Далее автор поднимает ряд проблем при расчете КР на СХР. К таким проблемам относятся: стохастическая природа хрупкого разрушения, неоднородность свойств материалов КР, ограниченное количество испытательных образцов-свидетелей, а также их возможное различие в вязкости разрушения. Кроме указанных проблем необходимо учитывать изменение формы кривой $K_{JC}(T)$ по мере увеличения степени охрупчивания материала в процессе эксплуатации КР. Кроме материаловедческих проблем при расчете КР на СХР необходимо учитывать наличие немаломасштабной зоны пластической деформации у вершины трещины, которая не позволяет использовать аппарат линейной механики разрушения.

На основании анализа и озвученных проблем автор формулирует цели и задачи диссертации.

Во второй главе автор выполнил анализ и модернизацию вероятностной модели хрупкого разрушения «Прометей». Данная модернизация позволила дать более точную формулировку условий зарождения микротрещин скола, тем самым позволив описать хрупкое разрушение образцов различного типа с различной степенью охрупчивания при одинаковых параметрах модели.

В третьей главе автор на основании модернизированной модели «Прометей» усовершенствовал метод «Единой кривой». Данное усовершенствование позволило достичь преимущества над аналогичными распространенными методами US и MS по прогнозированию $K_{JC}(T)$ при любой степени охрупчивания материала.

В четвертой главе автор выполнил анализ различных типов ОС и сформулировал предложения по повышению достоверности результатов испытаний, предложив три подхода связанных с обработкой результатов испытаний и модернизации ОС.

В пятой главе автор представил разработанную им методику построения расчетной кривой $K_{JC}(T)$ для расчета КР на СХР на основе испытаний ОС.

Данная разработанная методика позволяет получить индивидуальный прогноз трещиностойкости для конкретного материала КР и учитывает изменение формы кривой $K_{JC}(T)$ при охрупчивании материала, также данная методика учитывает стохастическую природу хрупкого разрушения, неоднородность свойств материалов КР, ограниченное количество испытательных образцов-свидетелей, а также их возможное различие в вязкости разрушения.

В шестой главе автор решает задачу по разработке методики выбора

размера контура интегрирования J-интеграла для обеспечения адекватного расчета КР на СХР при аварийном расхолаживании. В данной методике автор сформулировал подход к выбору размера контура интегрирования, при котором обеспечивается адекватная оценка СХР КР.

В выводах по диссертации особо следует отметить следующие:

Модернизация вероятностной модели хрупкого разрушения «Прометей» и усовершенствование метода «Единой кривой» имеет огромное практическое значение, для всех организаций выполняющих обоснование продления срока службы КР. Все эти улучшения позволяют более точно рассчитывать и описывать вероятность хрупкого разрушения для ОС различного типа и геометрии при различных температурах испытания с различной степенью охрупчивания.

В качестве особой заслуги автора считаю усовершенствование модели «Единой кривой», которая позволила достичь преимущества над аналогичными распространенными методами US и MS (данные методы применяются в США и Евросоюзе) по прогнозированию $K_{JC}(T)$ при любой степени охрупчивания материала.

Также огромное практическое значение имеет предложенная автором технология изготовления (реконструкции) ОС из обломков испытанных ранее образцов типа SEB-10 или образцов Шарпи. Данные изготовленные (реконструированные) образцы позволят восполнить нехватку ОС при сопровождении эксплуатации КР с учетом продления срока службы до 60 лет.

Считаю уникальной разработанную автором методику построения расчетной кривой $K_{JC}(T)$ для расчета КР на СХР на основе испытаний ОС.

Данная методика позволяет учитывать множество параметров описанных в главе пять, что существенно повышает точность расчета КР на СХР на основе испытаний ОС.

Однако имеется вопрос по автореферату:

Учитывают ли вышеуказанные методики и расчеты переход всех реакторных установок типа ВВЭР-1000 на 18-ти месячный топливный цикл, повышение мощности до 107% от номинальной, переход на ТВС нового типа.

В целом, судя по автореферату, диссертация Фоменко В.Н. на тему: **«Прогнозирование вязкости разрушения для расчета прочности корпусов реакторов типа ВВЭР на основе испытаний образцов-свидетелей и локального критерия хрупкого разрушения»** соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Полученные в диссертации результаты представляют большой интерес, как с теоретической, так и с практической точки зрения. Они являются новыми, хорошо обоснованными. Сделан существенный шаг в прогнозирование вязкости и разрушения для расчета прочности корпусов реакторов типа ВВЭР на основе испытаний образцов-свидетелей и локального критерия хрупкого разрушения.

Учитывая все вышеизложенное, считаю, что Фоменко В.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение в машиностроении».

Главный инженер



О.Е. Романенко

(Олег Евгеньевич Романенко)

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

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

г. Балаково, Саратовская область, 413866
коммутатор: 8(8453)321777, 663878,
факс: 8(8453)321638, 499577
www.balnpp.rosenergoatom.ru, e-mail: npp@balaes.ru

Ознакомлен *ВБ*
25.08.17

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

К отзыву

«на автореферат к диссертации Фоменко Валентина Николаевича на тему:

«Прогнозирование вязкости и разрушения для расчета прочности корпусов реакторов типа ВВЭР на основе испытаний образцов-свидетелей и локального критерия хрупкого разрушения»»

№ п/п	Должность, инициалы, фамилия	Подпись	Дата согласования
1	И.о. заместителя главного инженера по безопасности и надежности, А.И. Ермолаев		03.08.17
2	Начальник ОДМиТК, С.В. Якушев		02.08.2017