



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1
Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 316-2409
E-mail: komdep@bstu.spb.su. www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

Учёному секретарю
диссертационного совета Д411.006.01
при ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»
Малышевскому В. А.

191015, С-Петербург, ул. Шпалерная, д. 49

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе и инновационно-
коммуникационным технологиям

/С.А. Матвеев/

2015г.

10.12.2015 № Е7-08/1-07

«10» 12

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рамазанова Руслана Махмудовича
«Разработка критериев обеспечения безопасности реакторных установок на быстрых
нейтронах при разгерметизации трубопроводов с натриевым теплоносителем в процессе
эксплуатации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

Актуальность темы определяется обеспечением безопасности реакторных установок в
процессе эксплуатации, что является важной государственной задачей, позволяющей эффек-
тивно реализовывать энергетические, экономические направления развития.

Радует, что диссертация Р.М. Рамазанова – четвертая, из выполненных в ЦНИИ
«Прометей» по атомным установкам типа БН (2007 г- А.С. Кудрявцев, 2010 – А.А. Бучат-
ский, 2015 – А.А. Сорокин). Налицо задел, созданный предшественниками, его следует ис-
пользовать и развивать.

Обзор результатов работы показывает, что во второй главе, по сути дела исходной,
отражены требования по безопасности в четырех неравенствах и «не более того». Намерения
автора и приемы исследования угадываются в ответственном уравнении (6), где складывают-
ся характеристики с разной физической подоплекой. Подобным образом, вероятно, решают-
ся задачи и далее, на пути к определению коэффициента интенсивности напряжений в форме
(9). Однако, многочисленные эксперименты с никелевыми сплавами ЖС6К, ХН77ТЮР и та-
кими же, как в диссертации, сталями, неизменно дают результаты значительно ниже полу-
ченных сложением. Кроме того, вызывает сомнение структура уравнения: дифференцирова-
ние по числу циклов предполагает, что размер трещины из-за усталости растет с переменной
скоростью; в то же время рост из-за ползучести считается пропорциональным времени.

В дальнейшем, в третьей главе, анализ охватывает едва ли не весь рабочий диапазон
 ΔK , начиная с характерного уровня $10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{0.5}$. Такой уровень соизмерим со значением
 $6 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{0.5}$, когда физические короткие усталостные трещины уже готовы к движению, но

Вх. №	4328	Исполнено	
18	12	В ДЕЛО	1
Основ.	3		
Прил.		л. подп.	

еще остаются невидимыми, т.е. бороздки в изломе не наблюдаются. Это и есть та граница, которую автор расплывчато назвал «предельно низким размахом напряжения в цикле нагружения».

В гидродинамике течения диссертант отступает от обычного представления сквозной трещины в виде узкой щели и рассматривает ее как конфузор с меняющимся профилем и подлинной шероховатостью стенки. К сожалению, структура уравнений (18) нуждается в пояснении, так как не ассоциируется с пограничным значением критерия Рейнольдса. Однако, возможные упущения исправляются по результатам испытаний на воде. Обращает на себя внимание заключение диссертанта, **полезное для практики**, о различии в шероховатости поверхностей, образованных в результате растрескивания по причине усталости и ползучести.

В четвертой главе сведения по длительным механическим свойствам сталей для интервала 600-800 °С позволяют, наконец, обсчитывать состояние оборудования при тяжелом нарушении нормальных условий эксплуатации. Заключение о слабом влиянии старения в пределах 100 ч согласуется с результатами А.С. Кудрявцева. К сожалению, такой вывод нельзя распространять на самую уязвимую зону – сварное соединение. Во всяком случае, в диссертации Ю.К. Николаева доказано, что выделение в материале шва карбидов хрома, χ и σ -фазы на уровне 2% через 100 ч сопровождается снижением буквально всех характеристик, включая трещиностойкость статическую и циклическую долговечность.

Яркая в буквальном и переносном смысле заключительная *пятая глава* невольно ставит под удар три предыдущие. Возникает вопрос, зачем изучать гидравлику трещины и микроструктуру ее поверхности, если продукты горения, в конце концов, изолируют теплоноситель от среды? Можно уверенно ответить: с выводами Р.М. Рамазанова концепция «Течь перед разрушением» обретает «второе дыхание».

По совокупности обзора к **новым** можно отнести:

- результаты по критериям безопасной эксплуатации трубопроводов и корпусов оборудования с натриевым теплоносителем, в том числе при горении натрия;
- условие неустойчивого развития трещины определяемое сценариями горения натрия в зоне со сквозной трещиной;
- расчет длины сквозной трещины, учитывающий гидравлическое сопротивление, создаваемое шероховатостью берегов трещины;
- связь между механизмом разрушения, историей нагружения, исходной структурой материала и её деформацией при образовании свободной поверхности с величиной шероховатости берегов сквозной трещины;
- экспериментальное обоснование температурных граничных условий по результатам испытаний полномасштабной модели трубы со сквозной трещиной при истечении и горении натрия под теплоизоляцией;
- процедуру учета ползучести металла в определениях раскрытия и критической длины сквозной трещины.

Теоретическая и практическая значимость работы определяется: а) оценкой безопасности контуров с натриевым теплоносителем при их разгерметизации с учетом возможного горения натрия под теплоизоляцией; б) внедренной методикой МТ 1.2.1.15.0039- 2011 в эксплуатирующую организацию ОАО «Концерн Росэнергоатом».

Диссертация четко организована, проблемы и этапы исследования «разложены по полочкам». Вместе с тем **имеются замечания**:

1. В оформлении наблюдаются мелкие погрешности: повторы с неудачными выражениями («анализ подходов» вместо проанализировать, рассмотреть), ошибочные словосочетания (структура материала и её деформация), не обособлены придаточные обороты (с. 11, 22, 28).
2. Непонятна выполнялась ли автором оценка погрешностей при выполнении исследований.

В целом исследование носит завершённый характер, демонстрирует умелое владение соискателя инструментарием, позволяет наделять его самостоятельностью принятия решений, что, бесспорно, соответствует его **личному вкладу**.

Представленная работа отвечает современным требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, содержит результаты решения задачи обеспечения безопасности реакторных установок, имеющей значение для развития энергетической отрасли, их научное осмысление сочетается с практикой внедрения, а полученные материалы актуальны и соответствуют специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение). Рамазанов Руслан Махмутович заслуживает искомой степени.

Заведующий кафедрой БГТУ «Военмех»
«Механика деформируемого твёрдого тела»
д. т. н., профессор

Д. т. н., профессор кафедры



В. А. Санников



Ю. А. Душин