

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«Национальный
исследовательский ядерный
университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)»**

Каширское шоссе, д.31, г. Москва, 115409
Тел. (495) 324-87-66, факс (495) 324-21-11
<http://www.mephi.ru>

11.11.2015 № 009

На №

от

191015, г. Санкт-Петербург,
Шпалерная ул., д.49, ЦНИИ «Прометей»

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 411.006.01
профессору В.А. Малышевскому

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.А. Сорокина «Физико-механическое моделирование деформирования и разрушения сильнооблученных аустенитных сталей и разработка методов прогнозирования свойств материалов для ВКУ ВВЭР»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)»

Внутрикорпусные устройства (ВКУ) ядерных реакторов, выполненные из аустенитной коррозионно-стойкой стали (в частности, типа X18H10T), являются важнейшими конструктивными элементами реакторов, обеспечивающими безопасность их эксплуатации. Они подвержены длительному облучению нейтронами, что может вызвать деградацию их физико-механических свойств. Кроме того, были сообщения и публикации, что даже в реакторе на тепловых нейтронах материал ВКУ заметно распухает. Однако до последнего времени ВКУ, в отличие от корпуса реактора и элементов активной зоны, не уделялось сколь-нибудь значимого внимания. В связи с этим исследования в направлении разработки методологии оценки прочностных свойств и работоспособности элементов ВКУ ВВЭР с учетом эксплуатационных факторов, механизмов деградации материалов ВКУ и разработки методов прогнозирования их свойств являются весьма *актуальными*.

Диссертационная работа А.А. Сорокина состоит из шести разделов, посвященных конструкциям ВКУ ВВЭР и условиям их эксплуатации; разработке методологии оценки прочности и ресурса элементов ВКУ с учетом действующих на них эксплуатационных факторов; исследованию механизмов, приводящих к фазовому $\gamma \rightarrow \alpha$ превращению в аустенитных сталях под облучением и его влиянию на охрупчивание материалов; исследованию влияния нейтронного облучения на механические свойства и деформационное упрочнение стали, механизмов повреждения и разрушения облученных аустенитных сталей

Вх. № <u>3853/с</u>	Исполнено
<u>18.11.15</u>	В ДЛО
Основн. <u>3</u>	л. №
Прил. _____	л. подл. _____

и разработке модели вязкого разрушения: физической модели, позволяющей прогнозировать скорость роста трещины в материале ВКУ в условиях радиационной ползучести в процессе нейтронного облучения.

Новизна исследований автора состоит в том, что А.А. Сорокиным впервые разработана методология оценки прочности и работоспособности элементов ВКУ ВВЭР, в том числе определены закономерности влияния различных режимов нейтронного облучения и условий нагружения на механические свойства, установлены основные механизмы влияния радиационного распухания на охрупчивание сталей. Особый интерес представляет разработанная физико-механическая модель вязкого разрушения, позволяющая прогнозировать влияние нейтронного облучения, радиационного распухания и температуры испытаний на пластичность и статическую трещиностойкость аустенитных сталей.

Выполненная автором работа, полученные результаты, выводы и рекомендации имеют большую *практическую и научную значимость*. Методология оценки прочности и работоспособности элементов ВКУ ВВЭР и полученные зависимости для прогнозирования физико-механических свойств материалов ВКУ положены в основу Руководящих документов и Методик ОАО «Концерн Росэнергоатом», включены в международный код МАГАТЭ, а также использована для прогнозирования характеристик пластичности и статической трещиностойкости материалов реакторных установок на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

Обоснованность и достоверность полученных автором результатов и выводов диссертационной работы не вызывают сомнений. Экспериментальные исследования проведены с использованием современного сертифицированного оборудования и общепризнанных методик. Расчетные методы использовали теорию статистической обработки результатов, модели строились на базе методов математической физики. Достоверность результатов обусловлена соответствием полученных расчетных данных и зависимостей имеющимся экспериментальным данным, а также данным из независимых источников, полученных при сходственных условиях эксперимента.

Основные результаты работы широко обсуждены научной общественностью на Международных и российских научных семинарах и конференциях, опубликованы в 15 печатных работах в научно-технических журналах и материалах конференций.

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа А.А. Сорокина производит хорошее впечатление тщательным подходом к методике исследований, полученными ценными для науки и практики результатам. Автореферат написан на хорошем техническом языке, по стилю материал изложен грамотно и понятно.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее.

1. Появление в локальных объемах стали типа X18H10T ферромагнитной α -фазы факт известный. Но допущение «когда фазовое $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение реализуется по всему объему...» (стр. 10) весьма сомнительно. Это что же, аустенитная сталь превращается в ферритную?

2. Ни на одной экспериментальной зависимости, представленных на рисунках в автореферате, не приведены ошибки.

3. По рис. 7: приведены данные по максимальной повреждающей дозе в 150 сна. Даже при скорости набора дозы 1,5–2 сна/год в ВКУ материале ВВЭР такой дозы не наберется и после 75–80 лет непрерывного облучения.

Однако сделанные замечания никак не снижают ценности полученных в работе результатов. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г.), а ее автор Александр Андреевич Сорокин *заслуживает* присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)»

Профессор кафедры «Физические проблемы
материаловедения» Национального
исследовательского ядерного университета
«МИФИ», д.ф.-м.н., профессор

Чернов
10.11.2015

Чернов Иван Ильич

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское ш., д.31

Тел.: +7 (495) 788-56-99, доб. 9272

Факс: +7 (495) 324-31-65

E-mail: i_chernov@mail.ru

Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИЯУ МИФИ



И.А. Чернова Н.О.