

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Мережко Михаила Сергеевича на тему «Локализованная пластическая деформация в металлах (Cu, Fe) и аустенитных нержавеющей сталей (12X18H10T, AISI 304), облученных нейтронами», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071000 — Материаловедение и технология новых материалов».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертационная работа докторанта Мережко М.С. соответствует приоритетному направлению развития науки в Республике Казахстан: «Научные исследования в области естественных наук»</p> <p>Диссертационная работа выполнялась в рамках НИР по программе грантового финансирования научных исследований МОН РК: 0380ГФ/4 «Разработка физических основ решения проблемы низкотемпературного (20 – 300°C) радиационного охрупчивания конструкционных материалов для ядерных реакторов». АР08052488 «Управление пластичностью реакторных материалов после высокодозного нейтронного облучения», АР14871588 «Радиационно-индуцированные эффекты, ограничивающие пластичность конструкционных феррито-мартенситных сталей»; а также программ целевого финансирования МЭ РК: BR05236400 BR09158499 «Развитие комплексных научных исследований в области ядерной и радиационной физики на базе казахстанских ускорительных комплексов», BR10965191 «Комплексные исследования по ядерной и радиационной физике, физике высоких энергий и космологии для развития конкурентных технологий».</p>
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку, ее важность раскрыта. Полученные докторантом экспериментальные результаты могут быть использованы для развития фундаментальных основ физики прочности и пластичности высокооблученных металлов и сплавов. Важность полученных результатов обусловлена возможностью их применения для прогнозирования работоспособности внутрикорпусных устройств существующих ядерных

			энергетических установок, выполненных из нержавеющей аустенитных сталей, что может быть особенно полезным с учетом запланированного строительства первого промышленного водородного реактора в Республике Казахстан.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности докторанта высокий. Автором были самостоятельно подготовлены объекты для исследований – образцы облученных металлов и аустенитных сталей, а также проведены необходимые материаловедческие исследования: низкотемпературные механические испытания на растяжение, магнитометрия, оптическая, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, измерения микротвердости; методика цифровой корреляции изображений адаптирована для миниатюрных радиоактивных образцов; на основе релевантного литературного обзора выполнен анализ полученных результатов. Во многих опубликованных на основе полученных результатов трудах диссертант указан как 1-й автор и/или автор-корреспондент. Автор самостоятельно представлял результаты работы на международных специализированных научных конференциях.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации обоснована. Работа Мережко М.С. посвящена исследованию локализованного пластического течения в облученных нейтронами аустенитных сталях. Снижение пластичности после нейтронного облучения, низкотемпературное радиационное охрупчивание, вызвано преждевременной макролокализацией деформации в «шейке» и является одной из основных проблем современных водо-водяных реакторов, причиной принудительного ограничения срока службы и, как следствие, снижению их экономической эффективности.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание работы отражает тему диссертации. Цели, задачи, методы, результаты, выводы и положения, выносимые на защиту, согласованы друг с другом, внутренне не противоречивы и соответствуют теме диссертации.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Цели и задачи работы соответствуют теме диссертации.

		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует 	<p>Все разделы диссертационной работы и положения, выносимые на защиту, логически непротиворечивы и взаимосвязаны</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 	<p>Критический анализ в работе докторанта присутствует. Докторант проанализировал влияние деформационно-индуцированного мартенситного превращения и радиационной индуцированной пористости на локализованное пластическое течение и пластичность высокооблученных аустенитных сталей. Анализ автора хорошо согласуется с результатами других авторов.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Научные результаты, полученные в рамках выполнения диссертационной работы, являются полностью новыми. Автором в процессе исследований были получены новые данные о локализации деформации в облученных нейтронами аустенитных сталях 12X18H10T и AISI 304, построены кривые накопления мартенситной фазы в процессе пластического течения, определена кинетика процесса. В ходе исследования среднетемпературной пластической деформации облученного нейтронами АРМКО-железа было определено влияние облучения на динамическое деформационное старение.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Выводы диссертации являются новыми. Автором был обнаружен эффект увеличения равномерной пластичности и подавления динамического деформационного старения в облученном нейтронами АРМКО железе. С применением разработанной методики корреляции цифровых изображений были выявлены два различных механизма деформации в высокооблученной (45–57 сна) аустенитной стали 12X18H10T в зависимости от температуры облучения (300–400°C) в реакторе БН-350. В результате исследований микроструктуры было установлено, что определяющим фактором в формировании пластичности в данном случае является мартенситное $\gamma \rightarrow \alpha'$ превращение и образование в структуре материала крупных дефектов типа пустот и вторичных фаз и создание областей, свободных от мелких дефектов, типа black-dots или небольших дислокационных петель.</p>

		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Основные выводы диссертации были опубликованы в рецензируемых научных журналах. Технические решения, описанные в диссертации, являются полностью новыми. Автором была адаптирована и успешно применена для исследования локализации деформации в высокооблученной стали 12X18H10T редкоиспользуемая в радиационном материаловедении методика корреляции цифровых изображений. Полученные результаты были опубликованы в ведущем материаловедческом журнале Acta Materialia (Q1, 96 th percentile).
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточно хорошо обоснованы. Апробация работы проведена на профильных международных научных конференциях в Казахстане, России, Европе и США. По материалам диссертации опубликовано 13 статей, в том числе 4 статьи опубликованы в рейтинговых зарубежных научных журналах, 2 из которых входят в первый квартиль базы данных Thomson Reuters.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> 7.5 Доказано ли в статье?	Положение 1. Нейтронное облучение в реакторе ВВР К до дозы в 0,05 сна приводит к снижению величины «истинной» локальной деформации, соответствующей началу образования стабильной «шейки» в аустенитных сталях 12X18H10T и AISI 304 на 10% вследствие подавления упрочняющих деформационных механизмов, локализованных на микроуровне; в то время как величина «истинного» критического напряжения остается постоянной. 7.1) доказано; 7.2) нет; 7.3) да; 7.4) широкий; 7.5) да. Положение 2. Дефекты радиационной природы, возникающие в структуре АРМКО-железа, облученного нейтронами в реакторе ВВР К в диапазоне 0,006–0,06 сна приводят к подавлению деформационного динамического старения в процессе одноосного растяжения при температурах 100–300°C, способствуя при этом

		<p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>проявлению более сложных типов дислокационной структуры. 7.1) доказано; 7.2) нет; 7.3) да; 7.4) широкий; 7.5) да.</p> <p>Положение 3. Дополнительное упрочнение стали AISI 304 вследствие более интенсивного деформационно-индуцированного мартенситного превращения увеличивает равномерную деформацию в 2 раза по сравнению со сталью 12X18H10T как в необлученном, так и в облученном до 0,05 сна в реакторе ВВР К состояниях, что позволяет рассматривать деформационно-индуцированное мартенситное превращение как эффективный способ борьбы с локализацией деформацией на макроуровне в аустенитных сталях. 7.1) доказано; 7.2) нет; 7.3) да; 7.4) широкий; 7.5) да.</p> <p>Положение 4. В метастабильной аустенитной стали 12X18H10T, облученной до высоких повреждающих доз 45–57 сна, увеличение температуры облучения с 305 до 405°C приводит к росту пластичности материала в 2 раза и смене механизма локализованной деформации: от развития стационарной геометрической «шейки» к образованию подвижной «шейки» и ее перемещению от одного края рабочей области образца к другому. 7.1) доказано; 7.2) нет; 7.3) да; 7.4) широкий; 7.5) да.</p>
--	--	---------------------------------	---

8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Выбор методов соответствует современным исследованиям в области радиационного материаловедения. Применяемые методы подробно описаны в соответствующем разделе диссертации.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований. Компьютерные технологии широко применялись в диссертационной работе. Помимо стандартного набора программных пакетов для агрегации и анализа табличных данных, автор для обработки изображений в рамках методики корреляции цифровых изображений применял свободное программное обеспечение DICe (Digital image correlation engine), а для анализа снимков в рамках методики оптической экстензометрии – написанную самим автором диссертационной работы программу PicTrac.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u> ; 2) нет	Все гипотезы и выявленные закономерности и взаимосвязи были доказаны и подтверждены в ходе экспериментальных исследований.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	В ходе анализа полученных результатов автор диссертации систематически ссылается на достоверную научную литературу.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Литературный обзор включает 159 литературных источников, значительную часть которых представляют собой современные статьи в рейтинговых рецензируемых журналах, полностью отражающие современное состояние рассматриваемой проблемы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертационная работа имеет теоретическое значение. Полученные докторантом экспериментальные результаты могут быть использованы для развития фундаментальных основ физики прочности и пластичности высокооблученных металлов и сплавов.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и	Диссертационная работа имеет практическое значение.

		существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Полученные докторантом экспериментальные результаты могут быть использованы для прогнозирования работоспособности внутрикорпусных устройств ядерных энергетических установок выполненных из нержавеющей аустенитных сталей, а также для разработки элементного состава и термомеханической обработки перспективных радиационноустойчивых сталей и сплавов, определения режимов их эксплуатации.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практики являются полностью новыми. Полученные докторантом экспериментальные результаты могут найти применение в ядерной энергетике при продлении срока службы работающих ядерных реакторов и проектировании новых.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое, текст диссертации написан чётким, лаконичным современным научным языком.

Диссертационная работа Мережко М.С. по актуальности, применяемым методами и новизне полученных результатов представляет собой законченное и важное научное исследование и удовлетворяет требованиям предъявляемым к диссертациям PhD, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени PhD по специальности «071000 – Материаловедение и технология новых материалов»

Официальный рецензент:

к.т.н., доцент, и.о. зам. зав. каф. №9
«Физические проблемы материаловедения»
НИЯУ «МИФИ»

(подпись)

Сучков Алексей Николаевич



В.М. Саморядов

Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИЯУ МИФИ

В.М. Саморядов



Подпись заверяю
ДИРЕКТОР ПО ПЕРСОНАЛУ
НИЯУ МИФИ
А.В. Васильченко