

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу Бедельбековой Камшат Азатовны «Моделирование высокодозных радиационных повреждений конструкционных реакторных материалов зондовыми мессбауэровскими атомами»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники).

Концепция получения новых реакторных материалов, обладающих высокой радиационной стойкостью и долговечностью очень сложна и интересна. Отсюда пристальное и тщательное изучение её многими исследователями. Просмотр литературных данных по этому вопросу указывает на изобилие научных источников. Тем не менее, автором установлено, что, несмотря на широкое применение материалов, обладающих высокой радиационной стойкостью и низкой наведенной радиоактивностью, сведения о них и о прогнозировании свойств либо весьма ограничены или противоречивы, либо вообще отсутствуют. Это касается исследований механизма воздействия радиации на микроструктуру, а также физических основ влияния технологических режимов на формирование радиационных повреждений кристаллических решёток материалов и прогнозирование их надёжности и долговечности.

В связи с этим тема диссертационной работы К. А. Бедельбековой является актуальной. Работа выполнена в рамках Государственного гранта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан «Мессбауэровская спектроскопия Ta-181 как инструмент в исследованиях явления термофлуктуационного плавления» (Грант № 0381/ГФ4) и в рамках научно-технической программы 02.05 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан», а также по плану сотрудничества с МГУ им. М.В. Ломоносова по теме, посвящённой взаимодействию излучения с веществом.

2. Степень новизны научных результатов

Отдельные результаты, такие как разработка метода индуцированного формирования радиационных дефектов высокодозным потоком мессбауэровских ионов железа, интерпретация радиационных повреждений кристаллических решёток молибдена и тантала, а также аустенитных сталей при имплантации ионов железа, выявление влияния концентрации γ -стабилизирующего элемента на количество «мартенсита напряжения» и его состояния после облучения и отжига являются новыми. Достоверность полученных результатов подтверждается также совпадением некоторых полученных автором результатов с данными, имеющимися в мировой литературе.

3. Соблюдение в диссертации принципа самостоятельности

Детальный и конкретный анализ научной, патентной и технической литературы по моделированию высокодозных повреждений конструкционных реакторных материалов позволил К. А. Бедельбековой самостоятельно обосновать направление своих исследований. Оригинальность работы подтверждается заключением комиссии по идентификации заимствованных материалов (справка по плагиату) и научными публикациями в открытой печати. Полученные результаты имеют практическую и научную значимость, поскольку демонстрируют преимущества имитационного моделирования радиационных повреждений по сравнению со стандартной методикой исследования отработанных в реакторе материалов. Личный вклад докторанта состоит в подготовке литературного обзора, приготовлении образцов к облучению, проведению мессбауэровских исследований, обработке и анализе результатов рентгенографических и электронографических исследований, анализе полученных результатов, написании статей и докладов.

4. Степень обоснованности и достоверности каждого результата, выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность научных результатов не вызывают сомнений, так как они получены использованием апробированных и хорошо зарекомендовавших себя методик

экспериментов, базируются на данных, полученных с применением известных и общепринятых в данной области физических методов исследования (мессбауэровская спектроскопия, рентгеноструктурный и электронографический анализ, EXAFS-спектроскопия, склерометрия и др.), объясняются закономерностями физики твёрдого тела и материаловедения. Высокая точность расчётов достигается также использованием в обработке результатов измерений современных вычислительных средств. Модельные расчёты параметров осаждения проведены с помощью компьютерной программы SRIM – 2008.

5. Соблюдение в диссертации принципа внутреннего единства

Внутренне единство диссертации обеспечивается системным подходом к подготовке и проведению экспериментов, что выражается в определённой последовательности и взаимосвязи разных этапов работы. Выбор идентичных образцов, исключение химического взаимодействия ионов железа и материалов-мишеней, равенство энергии высокодозного потока обуславливает получение объективных данных, взаимодополняющих друг друга. Соблюдение этих условий обеспечивает единство и целостность работы, её содержательность и выполнение поставленной задачи. Сделанные выводы свидетельствуют о логической взаимосвязи полученных результатов, их единстве и доказательности.

6. Практическая и теоретическая значимость научных результатов

Полученные соискателем результаты направлены на решение актуальной проблемы разработки и исследованию имитационной методики испытаний с использованием мессбауэровских атомов ^{57}Fe , которая позволяет формировать радиационные повреждения в чистых модельных металлах и конструкционных сталях. Они, безусловно, найдут применение в расчёте конкретных технических проектов и объяснении явлений, происходящих при создании новых радиационностойких материалов, в оценке на базе имитационных экспериментов ресурсных характеристик эксплуатационных свойств конструкционных реакторных материалов и прогнозировании их поведения при эксплуатации после облучения до величины повреждающих доз.

Теоретическая значимость научных результатов состоит в том, что применение мессбауэровских атомов железа позволяет определить их пространственно-ориентационное расположение в кристаллических решётках облучаемых материалов, тип радиационных повреждений (твёрдые растворы замещения и внедрения) и наличие метастабильных фаз («мартенсит напряжений»). Такого рода информация даёт возможность оценить структурно-фазовое состояние и ресурсные характеристики облучённых материалов, а также прогнозировать характер изменения их структуры и свойств при эксплуатации.

7. Соблюдение в диссертации принципа академической честности

Соблюдение в диссертации принципа академической честности подтверждается наличием ссылок на источник информации при подготовке литературного обзора, а также в названиях таблиц и подрисуночных подписях. Результаты диссертационной работы опубликованы в открытой печати и апробированы в научных журналах, рекомендованных ККСОН (4 публикации) и в Международных журналах, входящих в базу данных Scopus (2 публикации). По результатам работы были сделаны доклады на восьми международных конференциях.

8. Замечания и предложения

В замечаниях к диссертационной работе следует отметить следующее:

1. Из содержания работы не ясно, на чем основан выбор AISI 316 в качестве объекта исследования, в то время как использование конструкционных сталей X18H10T, AISI 304 и модельных (молибден, тантал) материалов, в литературном обзоре и методической части проанализировано достаточно глубоко и детально.

2. Автор не приводит подробной математической модели расчёта повреждаемости модельных материалов и конструкционных сталей X18H10T, AISI 304 при облучении ионами ^{57}Fe с энергией 1 МэВ, которая лежит в основе компьютерной программы SRIM-2008. Следовало бы вкратце описать основные закономерности и формулы, что было бы интересно в научном плане.

3. Анализируя микроструктуру, автор приводит рисунки 48 и 49 «Поверхность стали 12X18H10T», которые имеют одинаковое увеличение, но масштабы почему-то разные (15 и 30 мкм). На рисунках 53-55 «Поверхность стали AISI 304» при разных увеличениях (x2300, x4600 и x9200) масштабы также не согласованы. Для анализа морфологии целесообразно было бы привести структуры при одном и том же увеличении, что упростило бы как восприятие, так и возможность сравнительного анализа.

4. Имея обширный экспериментальный материал, соискатель не даёт интерпретацию связи физико-механических свойств с режимами облучения с использованием мессбауэровских атомов ^{57}Fe , что являлось бы основой для научных проектов по созданию новых радиационностойких и долговечных реакторных материалов.

5. Обосновывая выбор объектов исследования и анализируя методы моделирования имитации высокодозного облучения целесообразно было бы более подробно рассмотреть корреляционную связь между физическими свойствами молибдена и тантала и основными характеристиками радиационных повреждений.

6. В диссертационной работе следовало бы более подробно представить описание сходства и различий между характером облучения в атомном реакторе и на ускорителе тяжёлых ионов, что выявило бы перспективу для дальнейших исследований в области радиационного материаловедения.

7. В диссертации в некоторых местах не указаны страницы при повторной ссылке на литературу (стр. 31, 54, 102 и др.), некоторые источники датированы 1964-1986 годами, что недопустимо, имеются стилистические и грамматические ошибки.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований «Правила присуждения учёных степеней»

Несмотря на указанные замечания, результаты и выводы диссертационной работы Бедельбековой Камшат Азатовны значимы в научном, теоретическом и прикладном планах. По объёму и содержанию диссертация отвечает требованиям предъявляемым к диссертационным работам. Считаю, что диссертационная работа «Моделирование высокодозных радиационных повреждений конструкционных реакторных материалов зондовыми мессбауэровскими атомами», является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на современном научном уровне, обладает новизной и научно-практической значимостью, соответствует специальности 6D071000 - «Материаловедение и технология новых материалов», а её автор Бедельбекова Камшат Азатовна заслуживает присуждения степени доктора философии PhD.

Официальный рецензент:
доктор физико-математических
наук, профессор кафедры
физики твёрдого тела и
нелинейной физики),
КазНУ им. аль – Фараби

У. Уарс

Г.Ш. Яр-Мухамедова

Подпись профессора Яр-Мухамедовой Г.Ш. заверяю:

