

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Валиева А.С.
на тему: «Определение критического уровня накопления усталостных
повреждений в стали 09Г2С по характеру изменения параметров
акустической эмиссии», представленный на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.6.17. –
«Материаловедение» (технические науки)**

1. Актуальность темы выполненной работы

Одним из факторов обеспечения безопасной эксплуатации производственных объектов является своевременное выявление развивающихся дефектов. Идентификация повреждений особо актуальна для оборудования подверженного циклическому нагружению, в котором имеется риск усталостного разрушения. Данный вид разрушения является наиболее опасным, так как накопление повреждений реализуется длительное время без макроскопических деформаций с последующим быстрым распространением магистральной трещины.

Важно понимать кинетику накопления усталостных повреждений, особенно при наступлении критического состояния материала. Для решения данной задачи необходимы методы, позволяющие выявить микроструктурные изменения в режиме реального времени в процессе циклического нагружения.

К числу наиболее эффективных методов неразрушающего контроля, способных обнаруживать развивающиеся дефекты относится метод акустической эмиссии. В связи с этим исследования направленные на выявление критического уровня накопленных усталостных повреждений в конструкционных сталях с применением метода акустической эмиссии являются актуальными.

2. Достоверность и степень обоснованности, научных положений, выводов и рекомендаций

Соискатель выполнил широкий обзор литературы по теме исследований, опирался на результаты выполненных работ в различных научных школах.

Стоит отметить, что на базе Санкт-Петербургского горного университета выполнено большое количество исследований, направленные на анализ связи параметров АЭ с процессом микротрещинообразования, на основе которых разработаны методики оценки ресурса производственных объектов. Подтверждается информативность выбранных автором основные параметры АЭ.

Результаты диссертационной работы являются достоверными, так как решение поставленных задач осуществлялось с использованием стандартных методик исследований, методов статической обработки результатов измерений и применения современного оборудования. Экспериментальные исследования проведены с использованием современной экспериментальной техники, позволяющей получить и воспроизводить результаты испытаний с высокой точностью.

3. Научная новизна диссертации

Соискателем в качестве научной новизны выносятся на защиту результаты исследования параметров АЭ и металлографической текстуры в области малоциклового нагружения для образцов из низколегированной стали 09Г2С. Применение различных схем нагружения позволило достоверно описать поведение материала при накоплении усталостных повреждений, получены полиномиальные зависимости параметров АЭ от количества циклов нагружения. Выявлено, что при достижении уровня накопленных повреждений $N_i/N_p=0,2-0,4$ и $N_i/N_p=0,7-0,8$ происходит снижение энергии импульсов акустических сигналов, свидетельствующее о достижении критического уровня внутренней энергии и для последующей релаксации напряжений происходит смена механизмов адаптации материала к внешнему нагружению. Полученные зависимости подтверждаются результатами микроструктурного анализа.

4. Теоретическая и практическая значимость

Автором применен комплексный подход в изучении явления усталостного разрушения, позволяющий применить алгоритм определения

критического уровня накопленных повреждений при МЦУ по параметрам АЭ в качестве дополнительного метода контроля за состоянием технологического оборудования в процессе технического диагностирования и экспертизы промышленной безопасности. Предложенный в диссертации способ определения предельного состояния материала по параметрам АЭ был принят для использования в обучающих программах кафедры «Технологические машины и оборудование».

5. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Валиева А.С. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего 142 наименований. Работа изложена на 130 страницах машинописного текста, содержит 80 рисунков, 6 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цель и задачи исследования, обозначены основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна, теоретическая и практическая ценность диссертационной работы.

Первая глава оформлена в виде обзора научно-технической литературы. Рассмотрены этапы исследования явления усталостного разрушения, основные закономерности накопления усталостных повреждений. Автор также изучил современные исследования направленные на анализ состояния материала методом акустической эмиссии. Обоснован выбор информативных параметров акустической эмиссии.

Вторая глава посвящена объектам и методам исследования. Соискатель использовал современные приборов и испытательную технику, которые позволяют с высокой точностью провести измерения. В качестве объекта исследования выбрана широко применяемая в нефтегазовой отрасли низколегированная конструкционная сталь 09Г2С.

В третьей главе изложены результаты исследования изменения параметров акустической эмиссии от степени накопления усталостных

повреждений при малоцикловом нагружении. Для достоверности результатов автор проводил испытания в три этапа. На первом этапе акустический сигнал регистрировался при испытаниях на чистый симметричный изгиб на стенде для усталостных испытаний. На втором и третьем этапах проводились исследования АЭ при статическом растяжении и при внедрении твердосплавного индентара в образцы с различным уровнем усталостных повреждений. По результатам всех трех этапов испытаний установлено, что происходит снижение энергии АЭ при достижении $N_i/N_p = 0,2-0,4$ и $N_i/N_p = 0,7-0,8$. Данный вывод представляется важным с точки зрения понимания механизма адаптации материала к приложенным нагрузкам.

В четвертой главе приведены результаты исследования поверхностных структур образцов, подверженных малоцикловому нагружению. Металлографические исследования показали характер изменения зерен перлита, феррита, количества микропор при МЦУ. Также автором выполнен анализ поверхности разрушения образцов на растровом электронном микроскопе.

После анализа необходимо указать на следующие **замечания**:

1) Автором применен термин «уровень накопленных повреждений», который рассчитывается как количество циклов на момент измерения на количество циклов до разрушения. Примененная терминология является ошибочно в связи с нелинейностью накопления повреждений, данная характеристика не может являться прямым показателем накопления повреждений.

2) В диссертационной работе замечены ошибки по оформлению и грамматике.

3) Не проанализированы результаты исследований, связанные с показавшим свою практическую значимость информационно-кинетическим подходом к АЭ диагностированию, возможности, вытекающих из многоуровневой модели потока импульсов АЭ концентрационно-кинетических

АЭ показателей прочности к оценке ресурса и степени опасности объектов диагностирования. Всё это связано с не достаточно полным обзором и анализом уже ранее полученных другими исследователями результатов в данной области исследования и относится к недостаткам работы.

4) Экспериментальные данные, представленные в подразделе 3.1.2 в виде графических зависимостей не имеют доверительные интервалы, что затрудняет провести оценку достоверности полученных результатов.

5) Не даны объяснения ступенчатому характеру изменения количества микропор от уровня накопленных повреждений.

Замечания, указанные в отзыве, носят дискуссионный характер и не ставят под сомнение научную и практическую ценность проведенных исследований, а также общую положительную оценку от диссертационной работы.

6. Оценка содержания и оформления автореферата

В автореферате подробно приведены результаты проведенных исследований и основные выводы по работе. Текст автореферата раскрывает поставленные цели и задачи исследований. Содержит качественный графический материал.

7. Апробация и публикации результатов исследований

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 16 научных работах, в том числе 2 в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК Минобрнауки России.

Апробация диссертационной работы заключалась в представлении ее основных положений на отечественных и международных конференциях.

8. Заключение

Диссертационная работа Валиева Айбулата Салаватовича на тему «Определение критического уровня накопления усталостных повреждений в стали 09Г2С по характеру изменения параметров акустической эмиссии» соответствует паспорту специальности 2.6.17. – «Материаловедение»

(технические науки) и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученой степени» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Несмотря на выявленные замечания, следует отметить перспективную направленность исследований, использованные подходы позволили выявить стадии накопления усталостных повреждений, включающую стадию микротрещинообразования. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения по выявлению критических уровней накопления усталостных повреждений по характеру изменения параметров акустической эмиссии.

На основании вышеизложенного считаю, что Валиев Айбулат Салаватович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение» (технические науки).

Официальный оппонент,
Доктор технических наук (специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин, 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий), профессор кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»



Носов
Виктор Владимирович
«10» окт 2023 г.

Адрес: 199106, г. Санкт-Петербург,
Васильевский остров, 21-я линия, д.2
Тел.: +7 (812) 328-8539
e-mail: nosov_vv@pers.spmi.ru

Согласен с включением моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета



Подпись: В.В. Носов
заверяю:
Заместитель управления делопроизводства
и контроля документооборота
Е.Р. Яновицкая
10 ОКТ 2023