

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Болотникова Алексея Игоревича «Исследование закономерностей деградации конструкционных материалов в процессе нагружения методами механики и физики разрушения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность темы. Обоснованная оценка накопленной поврежденности и остаточного ресурса ответственных конструкций судостроения, нефтегазовой отрасли и энергетики остается одной из ключевых задач материаловедения. Выбранное автором сочетание акустической эмиссии, регистрирующей зарождение и развитие несплошностей в объеме материала, и корреляции цифровых изображений, дающей прямое измерение полей деформации на поверхности, методически оправданно: методы взаимодополняющие, а их синхронное применение позволяет соотнести акустический отклик со стадиями локализации пластической деформации. Схема «предварительное циклическое нагружение – последующее статическое растяжение» дает возможность воспроизводить контролируемые степени деградации. Систематических исследований конструкционных сталей различного структурного класса по такой схеме в рамках единого методического подхода ранее не проводилось, что и определяет актуальность работы.

Научная новизна. Установлены общие закономерности изменения параметров АЭ и КЦИ при циклической деградации сталей различных структурных классов – бейнитных F500W и 15X2ГМФ, аустенитных 12X18Н10Т и полученной селективным лазерным сплавлением стали 316L, что придает выявленным закономерностям необходимую общность. Из анализа второй производной напряжения по деформации выделена характерная точка σ_{D2} , отвечающая началу локализации деформации и формированию сильнодеформированной пластической зоны; существенно, что ее физическая обоснованность подтверждена независимыми данными – прямыми наблюдениями накопления микротрещин и деформационными зависимостями параметров АЭ и КЦИ. Предложен комплекс диагностических критериев циклической деградации. Обосновано влияние микроструктуры и технологии изготовления на характер акустического отклика материала.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечиваются использованием современного аттестованного оборудования, применением стандартизованных методик испытаний и представительным объемом экспериментального материала. Существенным аргументом служит взаимный контроль несколькими независимыми методами: данные акустической эмиссии сопоставлены с результатами корреляции цифровых изображений, механическими характеристиками и фрактографическим анализом изломов, что образует непротиворечивую физическую картину перехода от рассеянного накопления повреждений к их локализации в очаге разрушения. Результаты получены при поддержке Российского научного фонда (проекты № 19-19-00674 и № 23-19-00784), докладывались на российских и международных конференциях и опубликованы в 10 научных статьях, из которых 8 – в изданиях перечня ВАК и 2 – в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus; публикации в полной мере отражают содержание диссертации.

Теоретическая и практическая значимость работы определяется развитием представлений о стадийности разрушения конструкционных материалов и о связи акустического отклика с накоплением усталостных повреждений. Практическая значимость подтверждена использованием разработанных критериев и программных средств в деятельности ООО «Центр исследований экстремальных ситуаций» при оценке технического состояния несущих конструкций и разработке методической базы

экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов; созданное автором программное обеспечение для количественного анализа полей деформации и размеров пластических зон представляет самостоятельную практическую ценность.

Замечания по автореферату:

1. В работе одним из ключевых анализируемых параметров является параметр $b_{AЭ}$, отражающий долю высокоамплитудных сигналов. Из автореферата не понятно, каким образом определялась граница между низко- и высокоамплитудными сигналами, а это особо критично для пороговой схемы регистрации АЭ.
2. Хорошо известно, что максимальная деформация (относительное удлинение) от образца к образцу изменяется в гораздо большем диапазоне чем характеристики прочности, и «ответственна» за это в большей степени деформация левее точки, соответствующей временному сопротивлению. В работе же используется параметр относительной деформации, в определении которой фигурирует максимальная деформация, достигнутая в данном эксперименте. В связи с этим вопрос, насколько совпадают значения начала новых стадий от образца к образцу?
3. На стр. 14 автореферата говорится, что более высокая активность сигналов в аустенитных сталях *вероятно* связана с образованием мартенсита деформации, а в выводе 4 уже в категорической форме утверждается, что это обусловлено образованием деформационного мартенсита. Есть ли в работе микроструктурные подтверждения образования деформационного мартенсита?

Высказанные замечания не затрагивают основных положений, выносимых на защиту, и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение. Диссертационная работа Болотникова Алексея Игоревича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная научно-техническая задача — установлены диагностические критерии оценки степени деградации конструкционных сталей по параметрам акустической эмиссии и корреляции цифровых изображений, имеющая существенное значение для развития методов неразрушающего контроля и оценки остаточного ресурса ответственных конструкций. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Работа соответствует критериям, установленным пунктами 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Болотников Алексей Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 — Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Директор Научно-исследовательского института прогрессивных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет», доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 — Физика конденсированного состояния), профессор



Мерсон Дмитрий Львович

Я, Мерсон Дмитрий Львович, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Болотникова А.И. и их дальнейшую обработку.

Адрес: 445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

Тел.: +7 (8482) 449-303. E-mail: d.merson@tltsu.ru

