

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Болотникова Алексея Игоревича

на тему «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

Количественная оценка степени деградации конструкционных материалов в процессе эксплуатационного нагружения остаётся предметом активных исследований и до настоящего времени не имеет универсального решения. Накопление повреждений на стадии, предшествующей образованию макротрещины, слабо отражается в интегральных механических характеристиках, и заключение о состоянии материала приходится, как правило, выносить косвенно – по наработке и условиям нагружения. Диссертация А.И. Болотникова посвящена обоснованию прямых измеряемых признаков накопленной повреждённости, что определяет актуальность выбранной темы.

Автор использует два метода, дающих независимую информацию о разных масштабных уровнях процесса: акустическую эмиссию, чувствительную к событиям в объёме материала, и корреляцию цифровых изображений, позволяющую количественно описать поле деформации на поверхности. Их одновременное использование в рамках единого эксперимента даёт возможность не просто зафиксировать изменение того или иного параметра, но и соотнести его с конкретным этапом развития пластической зоны. Методическая схема, при которой образец сначала нагружают циклически до заданной доли долговечности, а затем растягивают с одновременной записью обоих откликов, позволяет получить материал с заранее заданной, контролируемой степенью деградации и построить зависимости диагностических параметров от неё.

Положительной стороной диссертационной работы является широта выбора объектов исследования. Автор рассмотрел стали, различающиеся и структурой, и способом получения: бейнитные F500W и 15X2ГМФ, аустенитную 12X18Н10Т с тремя размерами зерна и сталь 316L, изготовленную селективным лазерным сплавлением. Исследование аддитивного материала представляется особенно ценным, так как вопрос о применимости к таким материалам критериев, отработанных на полученных традиционным методом материалах, остаётся открытым, и полученные автором данные о влиянии технологических дефектов на параметры акустической эмиссии имеет практическую значимость.

К новизне результатов следует отнести введение характерной точки σ_{D2} , выделенной из анализа второй производной напряжения по деформации и отвечающей началу локализации деформации. Важно, что автор не ограничился формальным

анализом кривой деформирования: положение этой точки сопоставлено с данными о накоплении микротрещин и с поведением параметров акустической эмиссии, что придаёт ей физический смысл. Существенны также установленные автором виды зависимостей диагностических параметров от относительной долговечности – экспоненциальное снижение активности и суммарного числа сигналов акустической эмиссии, линейное изменение b_{AE} -параметра и угла нарастания сигнала – и обнаруженная связь между акустическими характеристиками и размерами пластических зон.

Достоверность полученных данных не вызывает сомнений. Испытания выполнены на современном аттестованном оборудовании по стандартизованным методикам, а выводы опираются на согласованные показания четырёх независимых источников информации – механических характеристик, параметров акустической эмиссии, полей деформации и результатов фрактографического исследования изломов. Согласованность этих данных между собой является подтверждением правильности предложенной автором интерпретации.

Основные положения работы прошли апробацию на российских и международных конференциях и опубликованы в 10 научных статьях, из которых восемь – в изданиях перечня ВАК и две – в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus; исследование выполнялось при поддержке Российского научного фонда.

Практическая ценность работы состоит в том, что её результаты доведены до количественных соотношений, пригодных для использования в системах технической диагностики, и до работоспособного программного обеспечения для анализа полей деформации и размеров пластических зон. Предложенные критерии могут быть использованы при разработке методик неразрушающего контроля и при оценке остаточного ресурса элементов конструкций, работающих в условиях циклического нагружения. Факт внедрения результатов в практику организации, занимающейся оценкой технического состояния ответственных сооружений, подтверждает их прикладную применимость.

Замечания по автореферату:

1. из автореферата неясно, как считается ε_{lmax} , так как на некоторых графиках нет роста этого параметра в упругой области;
2. в качестве частотных параметров акустической эмиссии рассматриваются частотный центроид, пиковая частота и средняя частота. При этом пиковая частота изменяется незначительно, она, как правило, совпадает с основной центральной частотой преобразователей акустической эмиссии, и не является значимой для оценки частотного распределения. Поэтому этот параметр практически не используется.

Приведенные замечания не снижают достоинств выполненного исследования и не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача – обоснованы диагностические критерии оценки степени деградации конструкционных сталей по параметрам акустической эмиссии и полей локальных деформаций. 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 её автор, Болотников Алексей Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Сведения о лице, представившем отзыв

Фамилия, имя, отчество (полностью): Кабанов Сергей Иванович

Ученая степень, шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация: кандидат технических наук 05.02.11 Методы контроля и диагностика в машиностроении

Должность, подразделение: Ведущий научный сотрудник НИО-2

Полное наименование организации: ФАУ «Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А. Чаплыгина»

Почтовый адрес: г. Новосибирск, ул. Ползунова 21/1, индекс 630051

Телефон, адрес электронной почты: 278-70-31, akustika2063@yandex.ru



(подпись)

«22» сентября 2026 г.

Подпись Кабанова С.И. заверяю:

Директор ФАУ «СибНИА
им. С.А. Чаплыгина» канд. техн. наук




Барсук Владимир
Евгеньевич

Настоящим подтверждаю свое согласие на обработку моих персональных данных, содержащихся в отзыве, и на их размещение на официальном сайте ИМЕТ РАН и в сети «Интернет» в порядке, установленном Положением о присуждении ученых степеней.

Отзыв направляется в диссертационный совет 24.1.078.01 при ИМЕТ РАН (119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49) в двух экземплярах.