

УДК 534

О.Ю.Рыжов (асп., каф. ТТС), В.А.Петров, д.ф.-м.н., проф.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

С развитием научно-технического прогресса увеличиваются требования к надёжности промышленных объектов и оборудования. Многочисленные исследования в области разрушения дали дополнительное понимание некоторых основ этой проблемы, но полностью эта проблема не решена до сих пор.

Современные представления о разрушении, основанные на достижениях механике разрушения и физики прочности, говорят о том, что разрушение – это сложный, кинетический, многостадийный процесс, который начинается на микроуровне (уровень структурной неоднородности) с образования микротрещин в зоне пластической деформации. Эти микротрещины, объединяясь между собой, образуют макротрещину, которая и разрушает конструкцию. По этим представлениям, определение ресурса конструкции сводится к прогнозированию момента образования макротрещины, именно этот момент символизирует наступление предельного состояния конструкции.

Основная причина образования и развитие трещин – это усталость металла вследствие температурно-силового воздействия. По статистическим данным некоторых исследователей разрушение конструкций вследствие усталости составляет примерно 90% от общего числа разрушений.

Когда речь заходит об определении ресурса промышленных объектов и оборудования, то использовать статистические исследования нельзя, т.к. во-первых, это мелкосерийное и единичное производство, а во-вторых, эти изделия эксплуатируются в разных условиях. Поэтому, когда требуется определить ресурс таких конструкций, то говорят об индивидуальном остаточном ресурсе, определяемом по состоянию развития дефектов на данный момент времени. Для поиска дефектов в материале конструкции используют методы неразрушающего контроля (МНК). Основные МНК, применяемые в промышленности: капиллярный, ультразвуковой, рентгеновский. После нахождения дефектов, они могут быть рассчитаны при помощи механики разрушения (если известна история нагружения, что чаще всего, в условиях промышленности, отсутствует). Вообще, использование механики разрушения применительно к промышленным объектам затруднительно, т.к. промышленные условия эксплуатации отличаются от лабораторных исследований хаотичностью своих условий эксплуатации и неопределённостью (многие факторы неизвестны или вообще не учитываются).

Для прогнозирования усталостного разрушения промышленных объектов, т.е. определения их индивидуального остаточного ресурса, (предельное состояние – образование макротрещины) необходимо следить за кинетикой развития дефектов в материале. Существующие традиционные МНК [1,2] имеют существенные ограничения в поиске дефектов, но главный их недостаток – это то, что, найдя дефект, нельзя определить его опасность. Также, к существенным недостаткам традиционных МНК можно отнести их локальное применение.

В последнее время значительное развитие получил новый МНК – акустическая эмиссия (АЭ), который имеет не только качественные и количественные преимущества по сравнению с другими МНК, но и лишен вышеупомянутых недостатков. Метод АЭ получил развитие в разных областях промышленности: авиакосмическая техника, судостроение, ж/д транспорт, а также техническая диагностика сосудов, труб, котлов, кранов и т.д. [3].

Метод АЭ может использоваться не только в технической диагностике промышленного оборудования, но и в исследовательских целях. Обладая более высокой чувствительностью, метод может быть использован для более детального исследования кинетики разрушения, это важно при контроле качества сварки.

Проводимые нами исследования (прогнозирование разрушения лабораторных образцов с применением метода АЭ и кинетической концепции прочности) подтвердили результаты и выводы предыдущих исследователей, а именно, возможность отслеживания кинетики накопления повреждений и определение остаточного ресурса образца.

Результаты этих исследований выражаются в построении следующих графиков: накопительная кривая (функция числа сигналов от времени), график амплитуды сигналов (зависимость амплитуды АЭ сигналов от времени), временной график появления сигналов (зависимость времени прихода следующего сигнала по отношению к предыдущему от времени), график Р-параметра (корреляционная функция, которая отслеживает пространственно временные корреляции в ансамбле микроповреждений). По данным АЭ составляется качественная картина состояния материала конструкции и делается вывод о её надёжности по наличию и поведению имеющихся в материале дефектов.

Применение метода АЭ совместно с использованием концентрационного критерия прочности позволяет получить количественные характеристики АЭ для определения остаточного ресурса. Перспективы развития метода АЭ ограничиваются не полной интерпретацией состояния материала конструкции по данным АЭ контроля, а также аппаратным и программным несовершенством.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Манжула К.П., Петин С.В. Прочность и долговечность конструкций при переменных нагрузках. Ученое пособие. СПб.: Издательство СПбГТУ, 2001. - 76с.
2. Петров В.А., Башкарёв А.Я., Веттегрень В.И. Физические основы прогнозирования долговечности конструкционных материалов. СПб.: Политехника, 1993. - 475с.
3. Серьёзов А.Н., Степанова Л.Н., Муравьёв В.В. и др. Под редакцией Степанова Л.Н. Акустико-эмиссионная диагностика конструкций. М.: Радио и связь, 2000. - 280с.