

Я.В.Каширин (3 курс, кафедра ИОГХ), С.Г.Никольский, д.т.н., проф.

АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ПОРОГОВОЙ НАГРУЗКИ ИОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА КОНКРЕТНОГО ИЗДЕЛИЯ

До 1980 года существовало мнение, что при снижении нагрузки на материал акустическая эмиссия (АЭ) отсутствует. Вместе с тем, при разгрузке отсутствует только АЭ микрорастрескивания, которая при росте нагрузки сильно искажает параметры, а иногда и полностью маскирует АЭ развития наиболее опасного дефекта. Эффект Кайзера* исключает появление АЭ при контрольном нагружении изделия, подвергавшегося в эксплуатации аварийной нагрузке $L_{ав}$, близкой к разрушающей нагрузке. А превышение $L_{ав}$ с целью инициирования АЭ приводит к разрушению изделия. При разгрузке же такого изделия с нагрузки L , значительно ниже аварийной, может наблюдаться АЭ, свидетельствующая о том, что значение L превысило пороговую нагрузку L_0 . Под пороговой нагрузкой L_0 подразумевают максимальную неразрушающую нагрузку, без превышения которой микрорастрескивание материала не приводит к формированию магистральной трещины, а долговечность изделия при отсутствии коррозии бесконечна.

Все созданные неразрушающие способы количественной оценки длительной и кратковременной прочности конкретного изделия основаны на использовании АЭ при разгрузке**. Длительные испытания при статическом нагружении на базе 10^8 с и стационарном циклическом нагружении на базе 10^8 циклов показали, что долговечность Изделия тесно коррелируется с отношением максимальной нагрузки L при длительных испытаниях к пороговой нагрузке L_0 изделия перед началом испытаний. Для определения L_0 использовали эффект Эльберга*** и сопровождающую его АЭ перед окончанием разгрузки. Экспериментально доказано, что найденная таким способом нагрузка L_0 не снижает своего значения даже после 10^{15} симметричных циклов с $L_{max} < L_0$, что и позволяет считать L_0 пороговой нагрузкой. Дополнительные исследования показали, что L_0 , а следовательно, и долговечность не связаны с L_{max} при монотонном нагружении до разрушения, т.е. с кратковременной прочностью. В связи с этим для контроля строительных материалов неразрушающие методы оценки кратковременной прочности не предоставляют интереса.

Наряду с материалами, которые изначально имеют дефекты, способные к развитию в магистральную трещину при $L > L_0$ (керамики, бетоны, сплавы с крупными зёрнами и т.д.), существуют материалы, например стали, у которых такие дефекты зарождаются в процессе эксплуатации через некоторый период времени. В этом случае отсутствие АЭ при разгрузке изделия после его эксплуатации доказывает, что формирование магистральной трещины еще не началось. Вместе с тем, у исследованных сталей время развития трещины то критического размера превышает время ее зарождения. И если после наработки гарантированного ресурса не обнаружена АЭ, то и наработку можно повторять до появления АЭ при разгрузке изделия, иногда до 10 гарантированных ресурсов.

Следует отметить, что с помощью созданных неразрушающих способов контроля выяснена сильная зависимость предельных нагрузок L_0 и L_{max} от схемы нагружения изделия. В частности, при изменении направления изгиба стержня сосредоточенной силой значения L_0 и L_{max} могут меняться в несколько раз, так как при этом в зону наибольшего растяжения попадают дефекты разных размеров и ориентации. Следовательно, разработка способа контроля изделия требует подробного описания конструкции изделия и возможных схем его нагружения.

*Отсутствие АЭ при повторном нагружении до момента превышения максимальной нагрузки в предшествующем нагружении.

**Способы опробованы на керамике с зёрном от 1 мк - оптическая - до грубой строительной, в частности, на цементном растворе с фарфоровой крошкой.

***Прекращение закрытия трещины еще до полного снятия нагрузки, если при нагружении была превышена пороговая нагрузка L_0 .

Значение L_0 нечувствительно к изменению температур от 1000 до -78 °С, но чувствительно к разрыхлению материала, ПАВ, размерам и ориентации развивающегося дефекта, что позволяет контролировать по изменению L_0 кинетику повреждения материала под воздействием различных факторов.