

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

сравнении с образцами I и II. Показано, что с уменьшением доли границ раздела в зоне активного растяжения (рабочей части) увеличивается доля интеркристаллитного разрушения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (№17-19-01197).

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗРУШАЕМЫХ ХРУПКИХ ОБРАЗЦОВ

^{1,2}Смолин И.Ю., ^{1,2}Кульков А.С., ^{1,2}Макаров П.В., ¹Тунда В.А.,

^{1,2}Красновейкин В.А., ¹Еремин М.О., ¹Бакеев Р.А.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*

²*Томский государственный университет, Томск, Россия*

smolin@ispms.tsc.ru

Изучение смены режима деформирования твердых тел и сред с устойчивого на катастрофическое разрушение является очень важным для понимания общих закономерностей и особенностей разрушения материалов. Целью данного исследования является анализ методами математической статистики данных о динамическом отклике нагружаемых образцов хрупких материалов, полученных в эксперименте и численных расчетах. В основе проведенного исследования лежит анализ временных рядов, отражающих эволюцию напряженно-деформированного состояния (НДС) нагружаемой среды вплоть до разрушения. В случае экспериментов по нагружению образцов мрамора и керамики анализировались данные об изменении скорости боковой поверхности образцов, полученные с применением лазерного доплеровского виброметра. В случае численных расчетов анализировали изменение во времени параметров НДС в выбранных точках расчетной области.

Статистический анализ проводился разными методами. Кросскорреляционный анализ методом скользящего окна показал, что высокий уровень коэффициента корреляции стадии катастрофического разрушения с предшествующим процессом накопления повреждений наблюдается только на очень коротком временном интервале, не превышающим на порядок время выхода разрушения на критическую стадию. Спектральный анализ на основе быстрого преобразования Фурье и годограф комплексного вектора этого преобразования выявили фрактальную структуру процесса перехода к разрушению. Увеличенные фрагменты годографа качественно эквивалентны исходной картине, что ярко демонстрирует многомасштабность процесса. Резкое изменение структуры годографа, свидетельствующее о нарастании масштабов разрушения, наблюдается только вблизи катастрофического события, поэтому его можно рассматривать как предвестник разрушения. Вейвлет-анализ с применением симметричного вейвлета Добеши хорошо фиксирует короткие выбросы сигнала, отвечающие локальным разрушениям в образцах. Их

2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

нарастание по мере приближения к разрушению свидетельствует о приближении крупномасштабной катастрофы. Эволюция функции распределения флуктуаций, уменьшение наклона амплитудно-частотной характеристики в логарифмических координатах, графиков повторяемости локальных разрушений по мере приближения к катастрофическому разрушению также являются предвестниками крупномасштабного разрушения.

Все выявленные предвестники разрушения и особенности эволюции НДС нагружаемой среды наблюдаются, в том числе, при анализе результатов численного моделирования процесса неупругого деформирования и разрушения квазихрупких образцов. Неустойчивое развитие деформационных процессов при разрушении в экспериментах и при численном моделировании в случае использования эволюционного подхода, происходит по одному сценарию с совпадением всех этапов эволюции НДС.

Показано, что выявленные изменения статистических параметров, имеющие общие черты во всех проведенных исследованиях, можно рассматривать в комплексе как предвестники катастрофического разрушения. В целом процесс деформации перед разрушением скоррелирован и отвечает состоянию динамического хаоса, а на отдельных участках, где коэффициент корреляции был высок, – состоянию самоорганизованной критичности.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РОСТА УСТАЛОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ ПОСЛЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ЕДИНИЧНЫХ ЦИКЛОВ ПЕРЕГРУЗКИ/РАЗГРУЗКИ

^{1,2}Еремин А.В., ^{1,2}Панин С.В., ^{2,3}Рамасуббу С.

¹ ИФПМ СО РАН, Томск, Россия,

² НИ ТПУ, Томск, Россия,

³ BiSS, No.497E, Peenya Industrial Area, Bangalore – 58, Karnataka, India.

eremin_av@bk.ru

Процесс роста усталостной трещины это достаточно сложный процесс, зависящий от целого ряда внешних и внутренних факторов, при этом, его изучение, понимание и математическое описание критически важно для безопасной эксплуатации разнообразной техники, используемой практически во всех отраслях человеческой деятельности, прежде всего авиастроения. Ранее исследования по измерению раскрытия трещины на расстоянии от вершины проводились рядом авторов [1,2]. Продемонстрированные результаты свидетельствуют о достаточной надежности получаемых данных и высоком потенциале используемой методики. Данная же работа направлена на развитие представлений о процессах роста усталостной трещины в металлах при нерегулярном нагружении (в присутствии циклов повышенной или пониженной нагрузки) с использованием метода корреляции цифровых изображений.