

ДИСКРЕТНАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ В НАНОМАТЕРИАЛАХ И ПОКРЫТИЯХ

Б.В. Шубин, Б.С. Семухин

г. Томск, Россия

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (ИФПМ СО РАН)

Адрес: 634021, г. Томск, пр. Академический 2/1

Телефон: +7 (3822) 49-18-81; Факс +7 (3822) 49-25-76

E-mail: bss@ispms.tsc.ru

Акустико-эмиссионный метод широко используется в качестве одного из основных дефектоскопических методов с целью определения места нахождения и размера того или иного дефекта типа трещина или несплошность. Однако до настоящего времени не было работ посвященных попытка оценить действующие напряжения в точке возникновения сигналов акустической эмиссии (СЭ) по каким либо характеристикам спектра сигналов, координатам и т. д. В настоящей работе предпринята попытка установления взаимосвязи действующих напряжений и мест локализации (СЭ) в нанопокровках на основе TiN и наноматериалах (ZrO₂).

В настоящее время установлено экспериментально, что пластическая деформация материалов может протекать только в условиях неоднородного напряженного состояния. А для неравновесной диссипативной системы, каковой и является деформируемое твердое тело, экспериментально существует набор проявлений, с помощью которых можно ее движения описать. В частности, в работах Зуева [1–4] приведены экспериментальные картины эволюции автоволн – волн макролокализации деформации для всех стадий пластической деформации. В ходе непрерывного растяжения образца с постоянной скоростью последовательно возникают несколько типов волнового процесса, сменяющих друг друга, причем существует однозначное соответствие между типом волновой картины и законом деформационного упрочнения, действующим на данной стадии процесса. Характер и форма картин постоянны для любых материалов и определяются лишь структурой материала (его упругими модулями). Но как следует из теории самоорганизующихся систем, при постоянном внешнем источнике энергии процесс пластической деформации должен развиваться непрерывно при наличии энергоинформационной акустической составляющей. В качестве таковой в работах [1–4] предложено считать особый класс волн, возникающих в деформируемых материалах – это упругие волны, порождающие звуковые сигналы. Они сопровождают образование полос сдвига, двойникования, зарождения трещин и другие процессы. Такие упругие волны называются дискретной акустической эмиссией и релаксационный скачок сопровождается излучением упругих импульсов (акустической эмиссией – АЭ). Таким образом, состояние напряженного материала характерно тем, что в системе упруго напряженных концентраторов блуждают случайные упругие импульсы, наложение которых на статические поля концентраторов повышает вероятность релаксационных актов пластической деформации. Таким образом, измеряя характеристики акустической дискретной эмиссии, можно достаточно точно определить как места локализации деформации, так и связать их с распространением автоволн деформации.

Интересно рассмотреть распределение сигналов АЭ в керамическом материале. Во-первых, это не металлический материал, во-вторых, это композиционный материал. Кроме того, испытание на сжатие отличается от испытания на растяжение.

На рис. 1 приведены картины локализации СЭ в керамике на основе диоксида циркония, стабилизированной иттрием. Отметим, что в подобном материале уже были проведены измерения параметров автоволн методом спеклинтерферометрии [5]. Пока-

зано, что локализация деформации неоднородна и приводит к ранней стадии образования очагов предразрушения. Измерены скорости очагов локализованной деформации. В нашем случае также удастся определить момент зарождения мест предразрушения. Трещины образуются в местах наибольшего накопления импульсов.

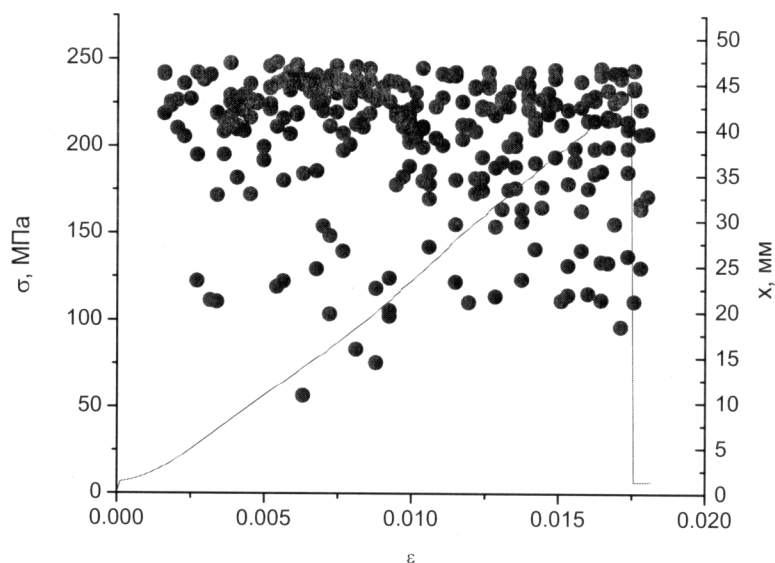


Рис. 1. Диаграмма деформации и локализация сигналов акустической эмиссии (САЭ) в керамике на основе ZrO_2

В силу того, что пластическая деформация, несмотря на разбиение на стадии, остается единым процессом изменения состояния материала в локальных зонах – смещения отдельных структурных элементов, а с другой стороны, полностью укладывается в концепцию самоорганизующихся систем по автоволновому признаку, необходимо рассматривать связь между отдельными стадиями и связь между характеристиками автоволновых картин. Для этого очень удобным оказывается метод определения координат сигналов акустической эмиссии в процессе деформации. Его преимущество, по сравнению с другими в возможности мгновенной регистрации сигналов при деформации с любой скоростью, при нагружении по любой схеме, любых по размерам образцов, из любого материала, очевидно. Еще одно преимущество – большое количество измеряемых сигналов вплоть до разрушения и их независимость от изменения формы образца в процессе деформации

Список литературы

1. Zuev L.B., Danilov V.I. // International Journal of Solids and Structures. – 1997. – V. 34. – P. 3795–3805.
2. Zuev L.B., Danilov V.I. // Theoretical and Applied Fracture Mechanics. – 1998. – V. 30. – P. 175–184.
3. Zuev L.B. and Danilov, V.I. // Philosophical Magazine. – 1999. – A 79. – P. 43–57.
4. Зуев Л.Б., Данилов В.И., Семухин Б.С. // Успехи физики металлов. – 2002. – Т. 3. – № 3. – С. 3.
5. Баранникова С.А., Зуев Л.Б. // Письма в ЖТФ. – 2008. – Т. 34. – № 14. – С. 24–31.