

В.В. Поляков, А.В. Егоров, И.Н. Свистун

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОРИСТЫХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ***

Проблема разработки новых композиционных материалов с повышенными характеристиками вызывает особый интерес к исследованию пластической деформации и разрушения материалов с неоднородной структурой [1]. Как показано в работах [1, 2], наличие компонентов с резко различающимися свойствами приводит к возникновению существенно новых механизмов пластической деформации, отсутствующих в гомогенных твердых телах. Выявление этих механизмов необходимо как для понимания фундаментальной закономерности поведения структурно-неоднородных сред, так и для создания материалов с заранее заданными свойствами. Одним из перспективных методов решения этой задачи является метод акустической эмиссии [3, 4], позволяющий регистрировать акустическое излучение, возникающее в ходе перестройки структуры твердого тела при внешних механических воздействиях. В настоящей работе исследуются закономерности акустической эмиссии при пластической деформации и разрушения пористых металлов, выступающих в качестве своеобразного предельного случая композиционных материалов.

Для изучения особенностей акустической эмиссии при пластической деформации и разрушении пористых материалов была разработана оригинальная экспериментальная установка, позволяющая проводить механические испытания на изгиб и надежно регистрировать акустические сигналы. В качестве регистрируемых параметров акустической эмиссии использовались среднее значение сигнала в рассматриваемом интервале времени A , интенсивность акустической эмиссии N , полное число импульсов N , получаемых по методу подсчета экстремумов

огibaющей радиоимпульсов принятых сигналов. В установке была использована бесшумная система водяного нагружения образцов [5], что позволило свести к минимуму механические шумы, возникающие практически на всех серийных машинах механических испытаний и подавляющие полезный сигнал. Апробация созданной установки проводилась путем оценки эффекта Кайзера [5] на образцах, изготовленных из компактного армко-железа. Одновременно с измерением характеристики акустической эмиссии определялись кривые деформационного упрочнения.

Образцы для исследования изготавливались из железного порошка марки ПЖРВ-2, имеющего средний размер частиц 80 мкм и концентрацию железа 99,8%, путем однократного прессования до требуемой степени пористости и последующего спекания в вакууме при температуре 1450 К в течение 3,5 часов. Образцы представляли собой стержни с прямоугольной рабочей частью сечением 2x2 мм и длиной 30 мм. Интегральная пористость образцов изменялась от 12 до 45%.

На рисунке 1 приведены кривые деформационного упрочнения образцов пористого железа в координатах: напряжение σ – стрела прогиба f для различных значений пористости. Как видно из рисунка 1, кривые монотонны вплоть до момента разрушения, отмеченного крестиком. С ростом пористости наблюдается быстрое снижение наклона кривых, что соответствует уменьшению сопротивляемости металла деформированию. Видно также, что при увеличении пористости уменьшается предел прочности на изгиб σ^B .

*Статья выполнена при финансовой поддержке по гранту 97-18-3.0-2 по фундаментальным исследованиям в области металлургии.

Измерения характеристики акустической эмиссии представлены на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 изображены зависимости интенсивности N от стрелы прогиба f для образцов с существенно различающейся пористостью 12% (рис. 2а) и 45% (рис. 2б). На этих же рисунках приведены для сопоставления кривые деформационного упрочнения. Наблюдается определенная корреляция между возникновением импульсов на зависимости $N(f)$ и стадиями деформационного упрочнения (т.е. видом кривой $\sigma - f$).

Важной информативной характеристикой является амплитудный спектр импульсов акустической эмиссии, на основе которого можно сделать вывод о физических механизмах деформации. На основе результатов измерений величин N и A были построены амплитудные спектры, типичный вид кривых приведен на рисунке 3 для пористостей 12 и 45% (здесь A_{\max} – максимальная амплитуда импульса за время нагружения образца; A – амплитуда, усредненная за текущий промежуток времени). На рисунке 3а видно наличие большого числа импульсов в области малых амплитуд, далее наблюдаются спад и рост в области больших амплитуд, предшествующий разрушению образца. Рисунок 3б отличается от первого случая наличием пика в области больших амплитуд, что характерно для хрупкого разрушения [6] с интенсивным трещинообразованием.

Проведенные исследования свидетельствуют, что характеристики акустической

эмиссии правильно передают развитие пластической деформации и начальной стадии разрушения. Таким образом, метод акустической эмиссии является эффективным при диагностике изделий из пористых металлов в условиях внешнего нагружения.

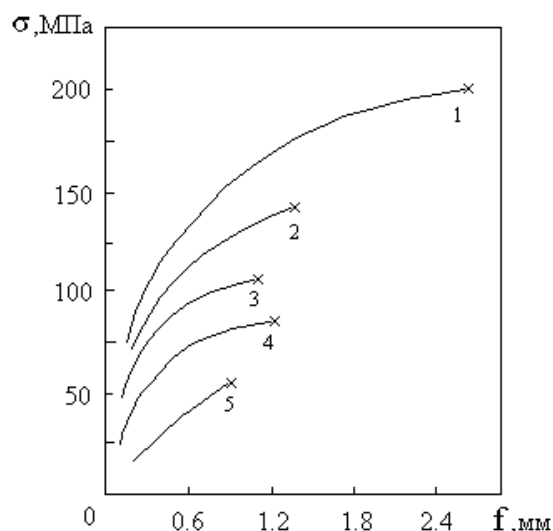


Рис. 1. Кривые деформационного упрочнения при изгибе.

Пористость: 1 – 12%; 2 – 20%; 3 – 35%; 4 – 39%; 5 – 45%

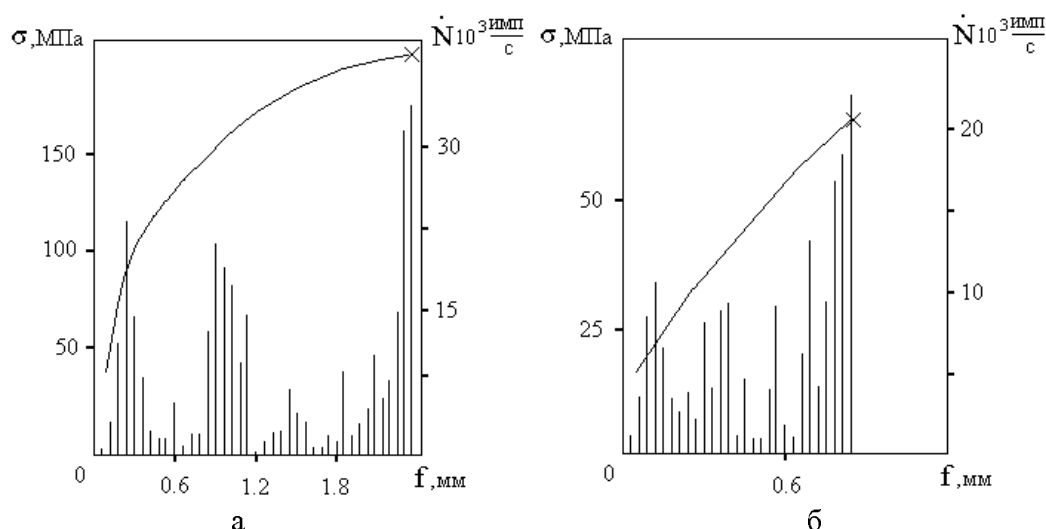


Рис. 2. Зависимость интенсивности акустической эмиссии от стрелы прогиба
а – P=12%; б – P=45%

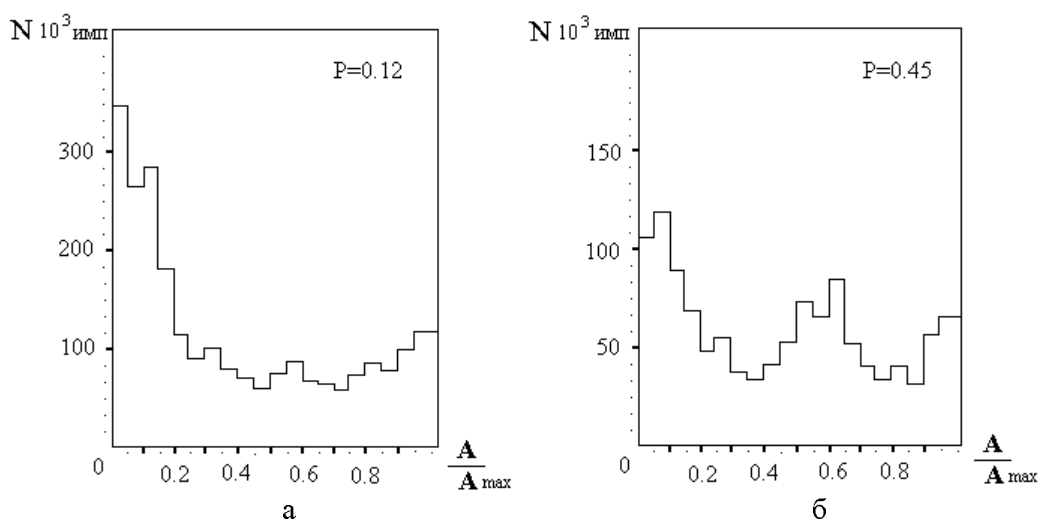


Рис 3. Амплитудные спектры акустической эмиссии а – P=12%; б – P=45%

ЛИТЕРАТУРА

1. Polyakov V.V., Syrov G.V., Fadeev A.V. Peculiarities of plastic deformation of porous metals // The 4th Europ. Conf. Adv. Materials and Processes «EVROMAT-95», Italy, 25-28 September. Venice, 1995. V. 4.
2. Polyakov V.V., Syrov G.V., Fadeev A.V. Mechanisms of plastic deformation of porous metals // Proc. Intern. Conf. «Deformation and fracture in structural PM materials», Slovakia, 13-16 October 1996. High Tutrus, 1996. V. 1.
3. Eitzen D.G., Wadley H.N.G. Acoustic Emission: establishing the fundamentals // Research of NBS. 1984. V. 89. №1.
4. Трипалин А.С., Буйло С.И. Акустическая эмиссия. Физико-математические аспекты. Ростов, 1986.
5. Грешников И.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М., 1976.
6. Гусев О.В. Акустическая эмиссия при деформировании монокристаллов тугоплавких металлов. М., 1982.