

## АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ В СПЛАВЕ Д16 ПОСЛЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Волков А.Е.<sup>1</sup>, Черняева Е.В.<sup>1</sup>, Вьюненко Ю.Н.<sup>1</sup>,  
Клубович В.В.<sup>2</sup>, Рубаник В.В.<sup>2,3</sup>, Рубаник В.В. мл.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия.  
[lana@smel.math.spbu.ru](mailto:lana@smel.math.spbu.ru)

<sup>2</sup> Институт технической акустики НАН Беларуси. Витебск, Беларусь,  
[ita@vitebsk.by](mailto:ita@vitebsk.by)

<sup>3</sup> Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

В [1] было показано, что воздействие мощных изгибных ультразвуковых колебаний (УЗО) на образцы сталь 20 вызывает изменение в них спектрального состава акустической эмиссии (АЭ). В отличие от предыдущего случая, настоящая работа посвящена изучению АЭ в образцах сплава Д16, в которых при помощи магнитострикционного преобразователя была создана стоячая волна продольных ультразвуковых колебаний. Для этого длину образца подбирали таким образом, чтобы создать резонансные условия, т.е. чтобы она соответствовала половине длины волны продольных колебаний. Общий вид акустического узла приведен на рис.1

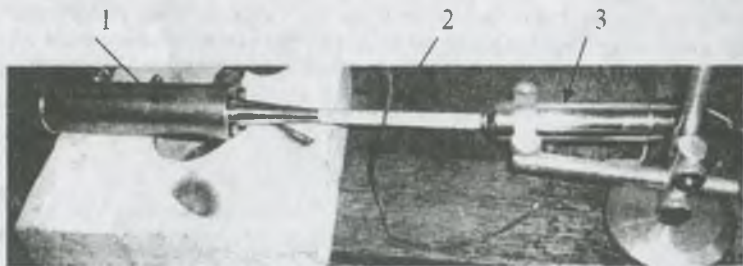
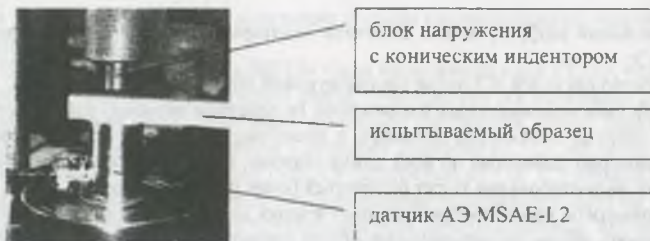


Рис.1. Установка для УЗО: 1 – магнитострикционный преобразователь; 2 – образец; 3 – емкостной датчик для измерения амплитуды колебательных смещений. Частота ультразвуковых колебаний 22 кГц, амплитуда 8 мкм

Иницирование АЭ осуществляли путем внедрения твердосплавного конического индентора со скоростью 1,0 мм/мин на испытательной машине ИМ-4А. Максимальная нагрузка на индентор составляла 1000 Н. Для регистрации и преобразования АЭ сигналов в электрические применяли широкополосный датчик АЭ MSAE-L2 и усилитель MSAE-FA010 с общим усилением 80 dB и полосой пропускаемых частот 60+1000 кГц. Индентирование образца производили непосредственно на датчике, как показано на (рис.2). Общая схема АЭ установки приведена в [1]

Как в исходном металле, так и в металле после 50·10<sup>6</sup> циклов УЗО был зарегистрирован только один тип АЭ сигналов, спектральный портрет которого содержал несколько основных пиков в интервале частот от 60 до 350 кГц (рис.3а), однако перераспределение энергии между пиками существенно отличалось в разных местах образца. В центре образца, где амплитуда механических смещений была минимальна, а напряжения достигали максимума, сигналы становились более низкочастотными (рис.3б), тогда как на свободном конце образца, колеблющемся с максимальной амплитудой 8 мкм, доминировали сигналы с ярко выраженными пиками в области частот 200–300 кГц (рис.3в).



блок нагружения  
с коническим индентором

испытуемый образец

датчик АЭ MSAE-L2

Рис.2. Внешний вид нагружающего устройства установки

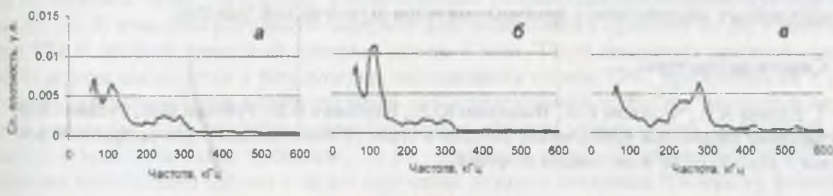


Рис. 3. Спектральные портреты дюралюминия Д1 в исходном состоянии (а) и после УЗО (б, в): б – в центре образца, в – на свободном конце образца

На рис.4 приведен график распределения механических смещений в образце (рис.4а) и соответствующие ему изменения количества сигналов АЭ (рис. 4б), их средней энергии (рис.4б, кривая 2) и медианной частоты (рис.4б, кривая 1).

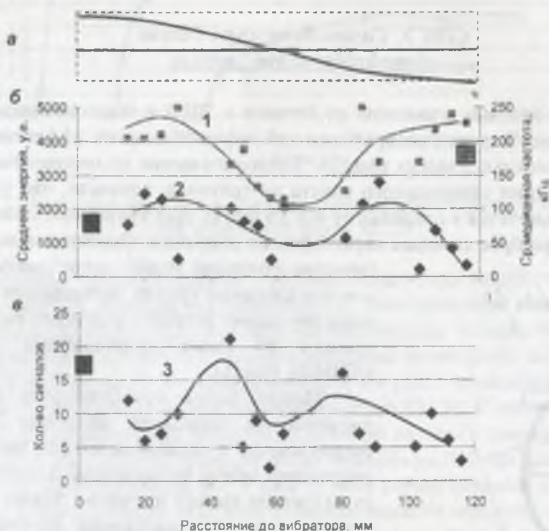


Рис. 4. Схема распределения механических смещений в образце (а) и параметры АЭ (б, в). 1 – средняя медианная частота (частота, делящая площадь под кривой спектральной плотности пополам); 2 – средняя энергия сигналов; 3 – среднее количество АЭ сигналов. Квадратики на осях соответствуют данным исходного материала

Несмотря на большой разброс, можно отметить некоторые закономерности в изменении параметров АЭ:

- Общее количество сигналов АЭ после ультразвуковой обработки уменьшается.

- В области действия максимальных напряжений (в середине образца) наблюдается перераспределение энергии в спектрах сигналов в низкочастотную область, тогда как энергия сигналов примерно одинакова по всей длине образца, причем энергии сигналов в зависимости от места индентирования могут отличаться более чем на порядок.

Можно также отметить, что сопоставление полученных данных с результатами работы [1] позволяет выявить общие закономерности: общее уменьшение количества сигналов после УЗО и смещение спектров в низкочастотную область в местах максимального ультразвукового воздействия на металл, что в свою очередь позволяет сделать вывод о возможности контроля изменения физико-механических свойств материала подвергнутого ультразвуковому воздействию с помощью методов акустической эмиссии.

### Список литературы

1. Волков А.Е., Черняева Е.В., Вьюненко Ю.Н., Клубович В.В., Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл. Изменение параметров акустической эмиссии в стали 20 после мощного ультразвукового воздействия // стр. 151-153 в настоящем сборнике

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭПФ

Вьюненко Ю.Н.

*СПбГУ Санкт-Петербург, Россия*  
[vjunenko@smel.math.spbu.ru](mailto:vjunenko@smel.math.spbu.ru)

Эксплуатация силовых элементов из металла с ЭПФ в технологических процессах показала необходимость в прогнозировании как деформационных эффектов, так и силовых характеристик «металлических мышц». Технологические эксперименты на установке Шер [1] при получении специального наката на трикотаж показали, что уровень развиваемых усилий варьируется в пределах от 400 до 600 Н. Для указанного производственного процесса такой разброс силовых характеристик допустим. Однако для новых техно-

логических операций может потребоваться более точное предсказание уровня развиваемых усилий. Решить эту задачу можно с помощью установок, работающих по схеме, примененных в устройстве «ЛИНД» (рис.1).

Между двумя неподвижными пластинами 1 расположены подвижные пластины 2. Пружина 3 соприкасается с подвижными пластинами. Изменяя расстояние между подвижными пластинами, регулируем степень сжатия пружины. Таким образом изменяются условия страгивания верхней подвижной пластины в результате срабатывания эффекта памяти формы в кольцевой силовом пучковом элементе (КСПЭ) 4 [2], преобразованном предварительной пластической деформацией в «эллипс». Для сохра-

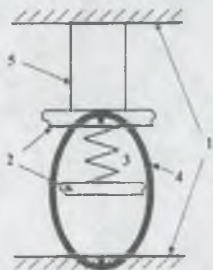


Рис.1. Принципиальная схема устройства «ЛИНД»