

# ПРОГРАММЫ НАГРУЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СИГНАЛЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

И. В. Мирошин, О. А. Останин

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

В условиях возрастающих требований к надежности и качеству машин актуальной задачей при проектировании технологических процессов упрочняющей обработки (ТП УО) является контроль наследуемых параметров состояния поверхностного слоя. На основе результатов научных исследований был предложен ТП УО с учетом явления технологического наследования. Состояние поверхностного слоя оценивалось с использованием интегральных параметров механического состояния, таких как степень деформации сдвига  $\Lambda$  и степень исчерпания запаса пластичности (СИЗП)  $\Psi$ , контроль и управление которыми осуществлялись методом АЭ [1].

Как известно, накопление механических свойств материала, в том числе, исчерпание запаса пластичности происходит под действием программ нагружения. Исследования

показали, что получить определенное (одинаковое) значение  $\Psi$  можно, нагружая поверхностный слой по различным программам, что существенно изменяет эксплуатационные свойства деталей машин [2].

Эксперимент проводился на алюминиевых образцах из сплава Д16Т с использованием прессы Бринелля. Повторному нагружению подвергали образцы, которые после предварительного нагружения полностью исчерпали запас пластичности  $\Psi = 1$  по разным программам нагружения, описание которых приведено в статье [3]. Зависимость энергии сигнала АЭ от программы предварительного нагружения приведена на рисунке 1. Полученная диаграмма дает качественную картину распределения накопленной энергии  $E$  и позволяет судить о влиянии ПН на сигнал АЭ.

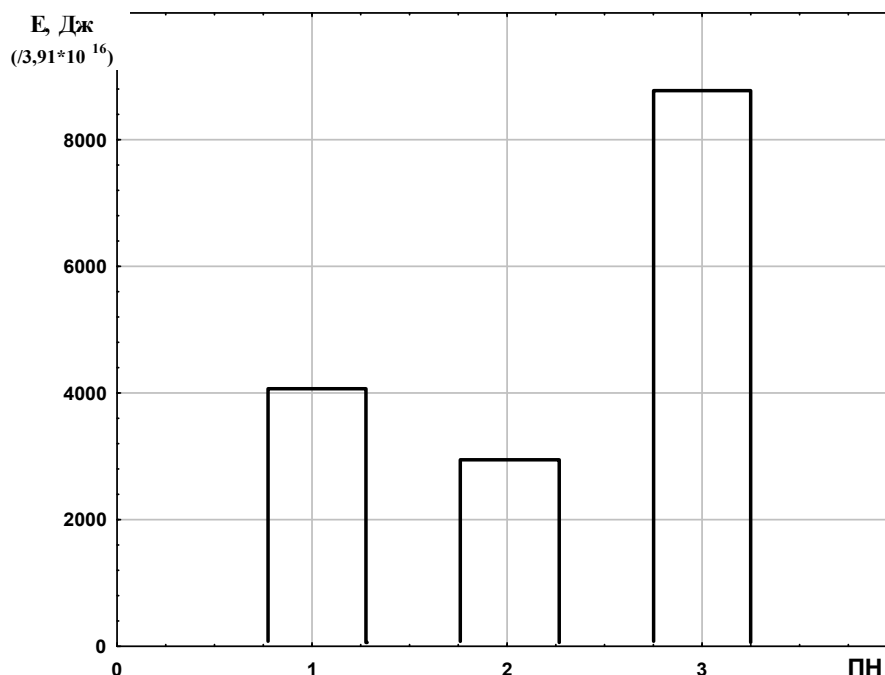


Рисунок 1 – Зависимость накопленной энергии сигнала акустической эмиссии  $E$  от программы нагружения ПН (приведены средние значения из выборки – по три образца для каждой ПН; по оси  $x$  отложен порядковый номер программы нагружения)

## ПРОГРАММЫ НАГРУЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СИГНАЛЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Анализ полученных данных показал, что при равных значениях СИЗП для всех экспериментальных образцов накопленная степень деформации сдвига  $\Lambda$  была различной [4].

Исходя из полученных результатов, в работе принята гипотеза, в соответствии с которой изменение программы нагружения может быть определено по изменению энергии сигнала АЭ, а именно:

$$\left(\frac{d\Lambda}{d\Pi}\right) = f(E) \quad 1)$$

Исследования показали, что аналитическое описание будет существенно упрощено, если программу нагружения представить в

виде соотношения  $\frac{\Delta\Lambda}{\Delta\Pi}$ , где  $\Delta\Lambda$  и  $\Delta\Pi$  представляют собой диапазоны изменения данных параметров по соответствующим осям координат (рис. 2). В этом случае формула 1 примет вид

$$\frac{\Delta\Lambda}{\Delta\Pi} = f(E) \quad 2)$$

Соотношение сторон не отражает в явном виде траекторию нагружения, однако характеризует скорость накопления поврежденности (интенсивность накопления деформаций) в очаге деформации.

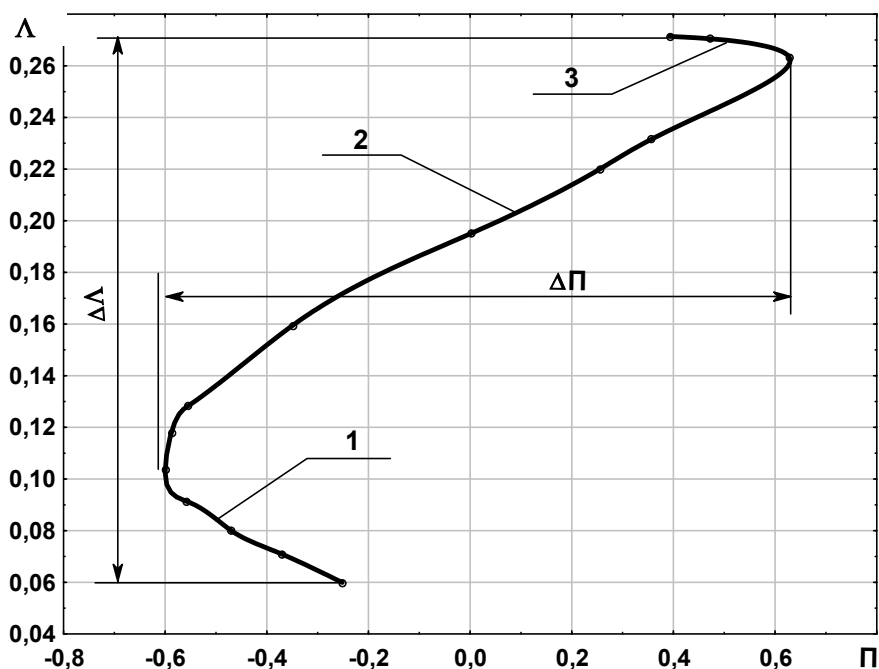


Рисунок 2 – Программа нагружения поверхностного слоя: 1,2,3 – этапы квазимонотонной деформации

В работе выдвинута научная гипотеза о том, что параметры сигналов акустической эмиссии, излучаемых очагом деформации, отражают пластическое течение металла и распределяются в объеме очага деформации таким же образом, как и интенсивность скоростей деформации сдвига  $H$ .

При разработке модели принято, что распределение параметров сигналов АЭ по очагу деформации идентично распределению

интенсивности скоростей деформаций сдвига в виде  $H = H(xyz)$ .

Формула распределения интенсивности скоростей деформаций сдвига  $H$  в общем виде для каждой линии тока, согласно проведенным исследованиям, имеет вид [2]:

$$H = a + b \exp\left(-\frac{(x-c)^2}{d^2}\right), \quad (3)$$

где  $a, b, c, d$  - коэффициенты.

В нашем случае эти коэффициенты имеют наследственный характер и отражают изменение геометрических параметров очага деформации. Предполагается, что они изменяются по глубине очага деформации по линейной зависимости  $k = a_k^h y + b_k^h$ .

Подставляя наследственные коэффициенты  $a, b, c, d$ , получили интегральную зависимость распределения интенсивности скоростей деформаций сдвига  $H$ :

$$H = z \iint \left( (a_a^h y + b_a^h) + (a_b^h y + b_b^h) \exp \left( - \frac{(x - (a_c^h y + b_c^h))^2}{(a_d^h y + b_d^h)^2} \right) \right) dx dy, \quad (4)$$

где  $Z$  – толщина образца (величина постоянная величина);  $Y$  – ордината (глубина очага деформации);  $X$  – длина очага деформации;  $a_a^h, b_a^h, a_b^h, b_b^h, a_c^h, b_c^h, a_d^h, b_d^h$  – наследственные коэффициенты, характеризующие распределение свойств по глубине упрочненного поверхностного слоя.

Проведены расчеты и получено распределение акустических характеристик в очаге пластической деформации не только вдоль очага деформации, но и по глубине очага деформации.

Сопоставление результатов, полученных расчетным путем, и при проведении экспериментов по методу визиопластичности, показало высокую сходимость, что свидетель-

ствует о корректности допущений и модели в целом.

#### Список литературы:

1. Мирошин, И.В. Проектирование упрочняющего технологического процесса с учетом явления технологического наследования [Текст] : И.В. Мирошин / Инновационные технологии в машиностроении: материалы междунар. научно-техн. конференции; под общ. ред. А.И. Гордиенко, В.К. Шелега. – Новополюк: ПГУ, 2011. – С. 139-142.
2. Блюменштейн, В.Ю. Механика технологического наследования на стадиях обработки и эксплуатации деталей машин [Текст] / В.Ю. Блюменштейн, В.М. Смелянский. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 400 с.
3. Калпин, Ю.Г. Оценка деформационной способности металлов в процессах холодной объемной штамповки [Текст] // Ю.Г.Калпин, Ю.К. Филиппов, Н.Н. Беззубов // Технология, оборудование, организация и экономика машиностроительного производства. – 1988. – № 10. – С. 1-16.
4. Мирошин, И.В. Технологическое обеспечение наследуемых параметров качества при упрочняющей обработке на основе выбора рациональных режимов методом акустической эмиссии [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / И.В. Мирошин – Барнаул, 2008.