

## МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРОЧНЯЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ ЯВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

И.В. Мирошин, Д.А. Малышкин

*Предложен технологический процесс упрочняющей обработки с учетом явления технологического наследования. Особенностью предложенного процесса является то, что расчет и назначение параметров режима упрочняющей обработки осуществляется на основе контроля формирования деформационных параметров качества поверхностного слоя акустико-эмиссионным методом.*

*Ключевые слова: технологическая наследственность, упрочняющие технологии, акустико-эмиссионный метод.*

На основе результатов научных исследований предложен технологический процесс упрочняющей обработки с учетом явления технологического наследования. Состояние поверхностного слоя оценивается с использованием интегральных параметров механического состояния, таких как степень деформации сдвига  $\Lambda$  и степень исчерпания запаса пластичности  $\Psi$ , контроль и управление которыми с использованием методики акустико-эмиссионного (АЭ) контроля позволяет обеспечить заданную циклическую долговечность детали [1].

Использование полученных результатов позволяет назначать рациональные режимы обработки, обеспечивающие требуемое качество поверхностного слоя и циклическую долговечность детали. Для этого необходимо решить задачу расчета накопленных деформаций, исчерпания запаса пластичности металла и качества поверхностного слоя детали в зависимости от параметров режима обработки. С этой целью была разработана методика АЭ контроля, включающая программу для ЭВМ и позволяющая решать задачу прогнозирования долговечности, как в процессе изготовления, так и эксплуатации изделия [2].

Для контроля накопления и трансформации параметров качества поверхностного слоя была использована модель, полученная для оценки степени исчерпания запаса пластичности от параметров сигнала акустической эмиссии [3]:

$$\Psi = a_1 + b_1 \cdot (\ln(c_1 + (c_2 \cdot \exp(b_2 + c_2 \cdot t)))) \quad 1)$$

Здесь  $t \equiv \tau$  выступает как обобщенный критерий, зависящий от параметров очага деформации, которые в свою очередь определяются технологическими факторами;  $a_1, b_1$  – коэффициенты, зависящие от физико-механических и геометрических параметров обрабатываемых изделий;  $c_1$  – выравнивающий коэффициент;  $b_2, c_2$  – коэффициенты, зависящие от условий текущего нагружения и определяемые по сигналу АЭ.

При решении задачи исходными данными на операциях механической обработки являются: материал детали, характеризуемый исходной твердостью  $HV_0$ , кривой течения в виде  $\sigma_i = \sigma_i(\varepsilon)$  и диаграммой пластичности в виде  $\Lambda_p = \Lambda_p(\Pi)$ ; геометрические параметры режущего и деформирующего инструментов  $\rho, \alpha, \gamma, \varphi, \varphi_1, R_{IP}, D_p$ ; толщина срезаемого при резании слоя  $a$ ; действительный натяг ролика  $h_\delta$ ; подача  $S$ ; частота вращения детали  $n$ ; диаметр детали  $D_\delta$ .

Задача решается в следующей последовательности.

1. По известным моделям в зависимости от заданных режимов рассчитываются геометрические параметры очага деформации при резании и ППД, определяющие его форму и размеры [1].

2. Определяется время прохождения очага деформации вдоль линии тока материальной точкой поверхностного слоя.

3. С использованием полученной на стадиях механической обработки акустико-эмиссионной информации определяется величина накопленной энергии сигнала АЭ и выделившаяся мощность (1). Значение степени истощения запаса пластичности на поверхности определяется по модели (1), измененной с учетом технологической наследственности и представленной в следующем виде

$$\Psi_0 = -1,345 + 0,143 \cdot (\ln(25000 + W)).$$

4. Рассчитывается степень деформации сдвига на поверхности  $\Lambda_0$  по формуле (данная модель корректна для значений  $\Psi = 0,2 \dots 0,8$ ).

$$\Lambda_0 = 0,3 \cdot \ln(20 \cdot \Psi). \quad 3)$$

5. Рассчитывается распределение  $\Lambda$  и  $\Psi$  по глубине поверхностного слоя после механической обработки с текущими режимами по формулам (4) и (5) [1, 4]:

$$(\Lambda_{\text{мех}})_h = (\Lambda_{\text{мех}})_0 \exp(-5,52h^{1,5}) + 0,01. \quad 4)$$

$$\Psi_{\text{мех}} = 1,064 \exp(-2((\Lambda_{\text{мех}})_h - 1,27)^2) \quad 5)$$

6. Рассчитывается циклическая долговечность, которая определяется механическим состоянием поверхностного слоя.

Исходными данными для расчета циклической долговечности являются:

- численное амплитудное значение эксплуатационного напряжения  $\sigma_a$  на данной глубине, МПа;
- глубина  $h$ , на которой рассчитывается циклическая долговечность;
- степень истощения запаса пластичности на поверхности после механической обработки  $\Psi_0$ ;
- численное значение степени деформации сдвига на поверхности детали  $(\Lambda_{\text{мех}})_0$ ;

- численное значение степени деформации сдвига на данной глубине после механической обработки  $(\Lambda_{\text{мех}})_h$ ;

- степень истощения запаса пластичности на данной глубине после механической обработки  $\Psi_{\text{мех}}$ ; численное значение компоненты тензора остаточных напряжений после механической обработки  $(\sigma_{\text{ост}})_x$  на данной глубине в МПа.

Методика была использована при проектировании технологического процесса механической обработки оси колесной пары весо-поверочной тележки (сталь 45, 160–180HV), изготавливаемой в условиях ООО Инженерный центр «АСИ», г. Кемерово.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блюменштейн, В.Ю., Смелянский, В.М. Механика технологического наследования на стадиях обработки и эксплуатации деталей машин [Текст] / В.Ю. Блюменштейн, В.М. Смелянский. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 400 с.
2. Программа для ЭВМ № 2008610463 Российская Федерация. Расчет циклической долговечности по сигналам акустической эмиссии [Электронный ресурс] / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Кречетов, И. В. Мирошин; заявитель и правообладатель И. В. Мирошин. – № 2007614816; заявл. 30.11.07; рег. 24.01.08.
3. 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.
4. Кречетов, А.А. Разработка методики проектирования технологических процессов обкатывания на основе раскрытия наследственных закономерностей влияния состояния поверхностного слоя на циклическую долговечность деталей машин [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08 / А.А. Кречетов. – М., 2003.

**Мирошин И.В.**, к.т.н., доцент,  
е - mail: [imiroshin@rambler.ru](mailto:imiroshin@rambler.ru)

**Малышкин Д. А.**, к.т.н., зав. кафедрой  
общепрофессиональных технических дисциплин  
е -mail: [dmitry01022007@yandex.ru](mailto:dmitry01022007@yandex.ru)  
ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный  
технический университет им. Т.Ф. Горбачева", г. Кемерово