

ных модулей деталей представляет собой систему, в которой модули размещены по определенным признакам и принципу, и предназначен для выполнения задачи создания конструкторско-технологической модели заготовки. Структурный состав частного модуля формируется методом адресации из комплексного ФМ.

Методы и модели использованы для создания системы управления базами данных при разработке САПР ТП на базе ОАО «Институт БЕЛОРГ-СТАНКИНПРОМ». САПР ТП используется на базовых предприятиях в соответствии с программой освоения для проектирования технологических процессов изготовления деталей для серийных и опытных образцов станков и для реализации (с последующей адаптацией) прочим потребителям.

УДК 621.787:620.179.17

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УПРОЧНЯЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ ЯВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

И. В. Мирошин

Кузбасский государственный технический университет, Кемерово

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.

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 Λ и степень исчерпания запаса пластичности Ψ , 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 $\sigma_i = \sigma_i(\epsilon)$ и диаграммой пластичности в виде $\Lambda_p = \Lambda_p(\Pi)$; геометрические параметры режущего и деформирующего инструментов $\rho, \alpha, \gamma, \phi, \phi_1, R_{\text{ПР}}, D_p$; толщина срезаемого при резании слоя a ; действительный натяг ролика h_δ ; подача S ; частота вращения детали n ; диаметр детали D_δ .

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 исчерпания запаса пластичности на поверхности определяется по модели (1), измененной с учетом технологической наследственности и представленной в следующем виде

$$\Psi_0 = -1,345 + 0,143 \cdot (\ln(25000 + W)). \quad (2)$$

4. Рассчитывается степень деформации сдвига на поверхности Λ_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 Λ и Ψ по глубине поверхностного слоя после механической обработки с текущими режимами по формулам (4) и (5) [1, 4]:

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

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

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

Исходными данными для расчета циклической долговечности являются:

- численное амплитудное значение эксплуатационного напряжения σ_a на данной глубине, МПа;
- глубина h , на которой рассчитывается циклическая долговечность;
- степень исчерпания запаса пластичности на поверхности после механической обработки Ψ_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 исчерпания 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 весоповерочной тележки (сталь 45, 160–180HV), изготавливаемой в условиях ООО Инженерный центр «АСИ», г. Кемерово.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

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.

УДК 621.791: 621.192

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ МАТЕРИАЛА ВОССТАНОВЛЕННОЙ ДЕТАЛИ

В. Э. Завистовский

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Металлические покрытия представляют собой сложные многокомпонентные неравновесные системы, обладающие избыточной свободной энергией, обусловленной наличием в слоях большого количества микро- и макродефектов структуры в частицах присадочного материала. В процессе наплавки, как в наплавленном металле, так и в околошовной зоне могут возникать дефекты, которые снижают эксплуатационную способность наплавленного металла. Покрытие, получаемое напылением – это слоистый материал, состоящий из деформированных напыленных частиц, соединенных между собой по контактными поверхностям сварными участками.

По мере нагревания системы порошковый слой – подложка в ней возникают сложные физико-химические процессы, направленные в соответствии с общими принципами термодинамики в сторону уменьшения избыточной свободной энергии. Интенсивность этих процессов возрастает с повышением температуры и существенно зависит от наследственных свойств наносимого порошка (микро-и макродефектов, химически взаимодействующих реагентов и т.д.). Микродефекты распределены с некоторой плотностью в окрестностях макродефектов и обеспечивают локальное термодинамическое равновесие указанной системы. На рисунке 1 представлена форма и строение частиц порошка различных сплавов.

Структура слоя, сформированного за один проход, неоднородна и определяется различными размерами и энергетическим состоянием – тем-