

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В. Ф. Безъязычный

Рыбинский государственный авиационный технический университет
им. П.А. Соловьёва, Российская Федерация

Излагается методика назначения технологических условий обработки, обеспечивающих заданные параметры качества поверхностного слоя при механической обработке и следовательно эксплуатационных свойств деталей.

Для ответственных деталей машин необходимо обеспечить наряду с заданной точностью обработки комплекс параметров, характеризующих поверхностный слой. Для этого требуется определить взаимосвязь технологических условий обработки с параметрами качества поверхностного слоя, точности обработки, свойствами обрабатываемого и инструментального материалов, жесткостью технологической системы СПИЗ, размерами детали, что может быть представлено следующим образом:

$$(t, S, v, r, \varphi) = f \left(\begin{array}{l} \sigma_{\text{ост}}, h_n, Rz, \Delta\Sigma, T_p, \sigma_B, \sigma_T, E_d, \tau_p, \mu, \beta_d, \beta_p, \lambda_{\text{ст}}, a, \\ \lambda_d, \lambda_p, (ср)_d, (ср)_n, \theta_{\text{пл}}, \gamma, \alpha, \varphi_1, \rho_1, j_{\text{сист}}, B_1, H_1, L_1, H \end{array} \right), \quad (1)$$

где σ_B и E_d – предел прочности и модуль упругости обрабатываемого материала, МПа; β_d и β_p – коэффициент температурного линейного расширения обрабатываемого и инструментального материалов, $1/^\circ\text{C}$; τ_p – сопротивление обрабатываемого материала пластическому сдвигу, МПа; μ – коэффициент Пуассона обрабатываемого материала; $\lambda_p, \lambda_d, \lambda_{\text{ст}}$ – коэффициент теплопроводности инструментального, обрабатываемого материала и материала стержня режущего инструмента соответственно, Дж/(м сек $^\circ\text{C}$); α и γ – задний и передний углы инструмента, (радиан); φ и φ_1 – главный и вспомогательный углы резца в плане, (радиан); r и ρ_1 – радиус при вершине резца в плане и радиус округления режущей кромки резца, мм; $j_{\text{сист}}$ – жесткость технологической системы СПИЗ, Н/м; L и H – длина и высота детали, мм; B_1 и H_1 – высота и ширина сечения державки резца, мм; v – скорость резания, м/с; σ_T – предел текучести обрабатываемого материала на разрыв, МПа; h_n – глубина наклепа материала поверхностного слоя, мкм; Rz – высота неровностей профиля, мкм; t и S – глубина резания и подача, мм; $\Delta\Sigma$ – суммарная погрешность обработки, мкм; $\sigma_{\text{ост}}$ – величина остаточных напряжений в поверхностном слое, МПа; a – температуропроводность обрабатываемого материала, $\text{м}^2/\text{с}$; $(ср)_d$ и $(ср)_n$ –

удельная объемная теплоёмкость обрабатываемого и инструментального материалов; Дж/м³ К; T_p – стойкость режущего инструмента, мин.

Для реализации функциональной зависимости (1) необходимо иметь расчетные зависимости для определения параметров состояния поверхностного слоя (остаточных напряжений в поверхностном слое, степени и глубины наклепа, шероховатости поверхности, погрешности обработки). Такие зависимости автором получены [1].

Принятая модель расчета обеспечивает получение комплекса параметров качества обработанной поверхности и точности обработки при известных технологических условиях обработки заготовки и позволяет учитывать нестабильность процесса резания, вызванную износом режущего инструмента, колебаниями припуска на обрабатываемой заготовке, жесткостью технологической системы СПИЗ и другими факторами. Разработан алгоритм расчета параметров процесса резания, который представлен на рис.

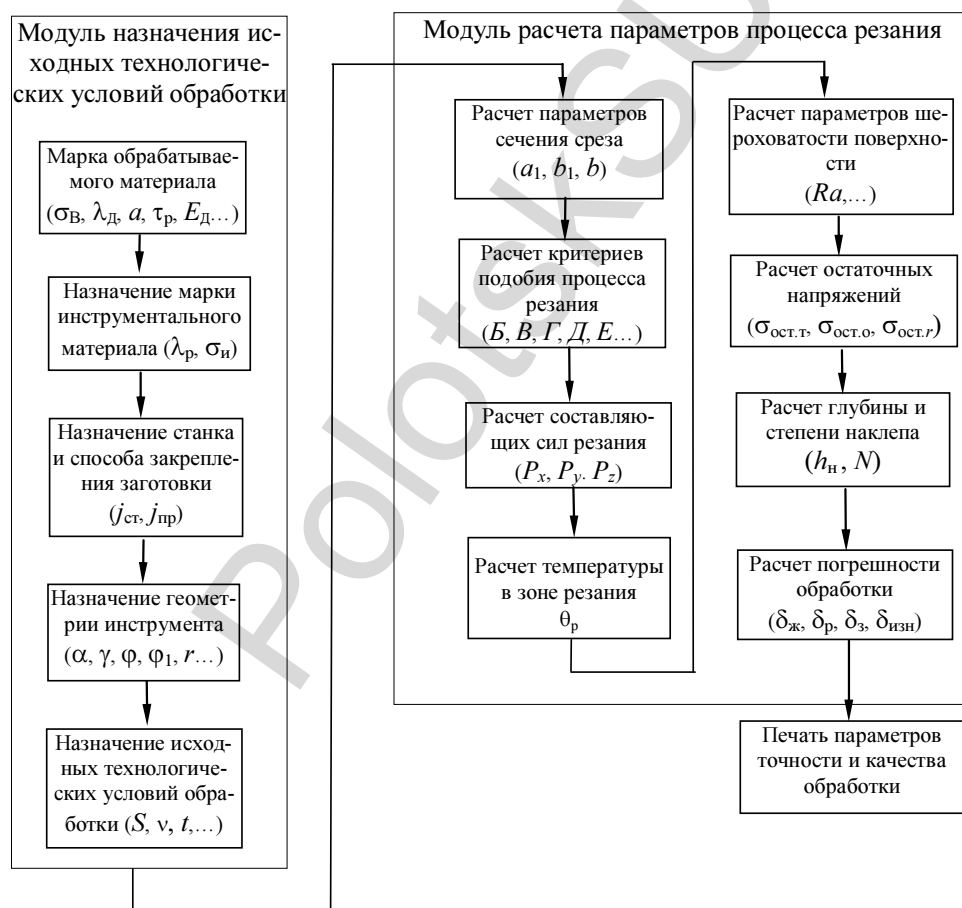


Рис. Блок-схема расчета параметров качества поверхностного слоя и точности обработки деталей, где $\delta_{ж}$, $\delta_{р}$, $\delta_{з}$, $\delta_{изн}$ – погрешности обработки, обусловленные жесткостью технологической системы, температурными деформациями режущего инструмента и заготовки, износом режущего инструмента соответственно; $B, B, \Gamma, Д, E$ – критерии подобия процесса резания [2]

Установлено, что заданному чертежом и техническими условиями комплексу показателей качества поверхностного слоя и точности обработки соответствует определенная величина энергетического критерия резания [2]

$$A = \frac{a_1 b_1 (c\rho)_д \theta_p}{Pz}, \quad (2)$$

где θ_p – температура в зоне резания, °С; Pz – тангенциальная составляющая силы резания, Н; a_1 и b_1 – толщина и ширина среза в зоне резания, м; $(c\rho)_д$ – удельная объемная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/м³ · °С.

Это положение составляет основу алгоритма работы автоматизированной системы управления процессом резания, обеспечивающего получение детали заданной точности с требуемыми показателями качества поверхностного слоя.

После ввода в управляющую ЭВМ геометрии детали и режущего инструмента, марок обрабатываемого и инструментального материалов, параметров станочного оборудования и приспособлений, а также других известных технологических условий обработки, и после задания требуемых показателей точности обработки и качества поверхностного слоя детали, система расчета режима резания определяет оптимальные условия обработки. Определяется оптимальная величина энергетического критерия и пределы его возможного отклонения, определяемые величиной допустимых отклонений параметров качества от их требуемых значений. Режимы резания и значение энергетического критерия A вводятся в управляющую программу и производится обработка детали.

В процессе обработки контролируются текущая величина силы резания и температуры в зоне резания. По полученным величинам рассчитывается текущая величина энергетического критерия. В случае отклонения его значения за допустимые пределы производится расчет новых режимов обработки, обеспечивающих поддержание критерия на заданной величине, которые передаются на станок, изменяются условия процесса резания, что позволяет компенсировать нестабильность его протекания. Поддержание стабильным энергетического критерия обеспечивает получение комплекса заданных показателей точности и качества поверхностного слоя обрабатываемой детали и, соответственно, эксплуатационных свойств деталей.

Результаты работы получены в рамках выполнения базовой части государственного задания Минобрнауки России (НИР824).

Литература

1. Инженерия поверхности деталей / под ред. А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение. – 2008. – 320 с.
2. Силин, С.С. Метод подобия при резании материалов / С.С. Силин. – М.: Машиностроение, 1979. – 152 с.