

УДК 621.923

С.А. Хведчук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ

S.A. Hvedchuk

THE GRINDING PROCESS DYNAMICS RESEARCH

В процесі експериментальних досліджень встановлено, що динамічні характеристики процесу шліфування мають вплив на точність та шорсткість обробленої поверхні. Це підтверджує доцільність дослідження поперечних коливань шліфувального круга на валі. З цією метою виділено із вала шліфувального круга малий елемент довжиною dx , що обертається навколо вісі x із постійною кутовою частотою обертання ω . При цьому відбувається деформація шліфувального вала у площині xOy на величину $y(x,t)$. Площину xOy прийнято незмінно зв'язаною із площиною максимального прогину шліфувального круга із валом.

Диференціальне рівняння руху елемента вала довжиною dx із шліфувальним кругом має вигляд:

$$-P_0 \sin \theta_1 - \frac{\partial Q}{\partial x} dx + \left(P_0 + \frac{\partial P_0}{\partial x} dx \right) \sin \theta_2 + \omega^2 y m(x) dx + P_r dx = m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} dx, \quad (1)$$

де P_0 - осьова сила різання, P_r - радіальна сила різання, $Q(x)$ - перерізуюче зусилля, $m(x)$ - погонна маса вала із шліфувальним кругом вздовж вісі x , ω - постійна кутова частота обертання шліфувального круга, θ_1 - кут нахилу, який утворює з віссю Ox дотична до середньої лінії нормальних перерізів вала з координатою x ; θ_2 - кут нахилу, який утворює з віссю Ox дотична до середньої лінії нормальних перерізів вала з координатою $x-dx$.

Після перетворення рівняння (1) одержано:

$$-EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + P_0 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \omega^2 y m(x) + P_r = m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}. \quad (2)$$

Розв'язок диференціального рівняння (2) проведено поєднанням методів розділення змінних та чисельного методу Рунге-Кутта. Рівняння (2) задовольняє однорідні граничні умови: $y(0,t) = 0$; $y(\mu l, t) = 0$ та початкові умови: $y(x,0) = 0$; $y'(x,0) = \omega R$, де R - радіус шліфувального круга, μ - коефіцієнт довжини, що залежить від способу закріплення вала у шпинделі верстата, при цьому добуток μl - приведена довжина вала. Після перетворень рівняння (2) одержано

$$\frac{T''(t)}{T(t)} = -\frac{EI}{m(x)} \frac{X''''(x)}{X(x)} + \frac{P_0 X''(x)}{m(x) X(x)} + \omega^2 + \frac{P_r}{m(x)} = -\lambda, \quad (3)$$

де $X(x)$ - функція тільки змінної x ; $T(t)$ - функція тільки змінної t , λ - константа розділення змінних.

Для знаходження константи λ розв'язано задачу Штурма-Ліувілля.

Результати розв'язку представлено у вигляді графіків, із яких можна побачити, що збільшення довжини вала l та радіальної сили різання P_r призводить до зростання величини деформації вала шліфувального круга та зростання шорсткості обробленої поверхні.