11. Hamid, A. A., Alsabbagh, A. R. (2023). Effect of moldboard types, two depths of tillage and two speeds of tractor in some physical properties and pulverization of soil. Kufa Journal For Agricultural Sciences, Volume 15, Issue 1, pp. 105-116, https://doi.org/10.36077/kjas/2023/v15i1.10334

УДК 621.941+762.1

Ігнатенко П.Л., канд. техн. наук, доцент
Ігнатенко О.А., ст. викладач
Національний університет «Чернігівська політехніка», ignatenkopl1@i.ua

ВПЛИВ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ОКРУГЛІСТЬ ДЕТАЛЕЙ З ПОРОШКОВИХ СПЕЧЕНИХ МАТЕРІАЛІВ

В якості механізмів вузлів тертя в сучасному машинобудуванні знайшли широке застосування металокерамічні спечені сплави. Ці матеріали отримуються методами порошкової металургії та мають особливі хімічні та фізичні властивості, в тому числі підвищеною антифрикційністю та зносостійкістю. Головною особливістю спечених порошкових матеріалів являється наявність порошкової структури. Це забезпечує реалізацію ефекту самозмащування при роботі вузлів тертя.

Тому в сучасному виробництві важливою проблемою в області обробки металопорошкових спечених сплавів є забезпечення геометричних параметрів якості поверхневого шару деталей на операції токарної обробки [1]. Це обумовлено тим, що виготовлені деталей з металопорошкових спечених сплавів мають відхилення від форми близьке до допустимого. Але в процесі експлуатації відбувається зміна форми в сторону збільшення відхилення.

Відомі дослідження в основному присвячені підвищенню якості поверхневого шару (шорсткості та пористості) обробленої поверхні деталей виготовлених методами порошкової металургії. Однак в даних дослідження запропоновані режими для обробки спечених порошкових матеріалів, математичні моделі для визначення їх величини та верстатах з числовим програмним керуванням та способи підвищення точності форми. Одними з таких способів є використання випереджаючого пластичного деформування та змінних мінералокерамічних пластин, що мають різне значення питомого опору.

На основі проведених досліджень літератури був проведений експеримент в процесі якого були виміряні величини радіальної складової сили різання та округлості деталі після обробки. На основі експериментальних результатів та матеріалів досліджень була уточнена математична модель для визначення круглості деталі при розточуванні [2]. Так величина округлості залежить від двох складових повного відхилення круглості: статичної ΔR_C та динамічної $\Delta R_Д$:

$$\Delta R = \Delta R_C + \Delta R_Д$$
$$\Delta R_Д = 2A$$

де А – амплітуда коливань

$$\Delta R_C = 0{,}5\sqrt{П_е^2 + П_о^2 + П_к^2}$$

де $П_в$ – діаметральна похибка форми обробленого отвору, викликана зміщенням осі отвору в заготовці відносно осі шпинделя:

$$П_e = KP_y\left(\left((t + e_2) + (t - e_2)\right) - \left((t + e_1) + (t - e_1)\right)\right)$$

де t – глибина різання, мм;

e – ексцентриситет, мм;

K – радіальна піддатливість системи, мкм/Н, що визначається за формулою представленою в статті [3, 4]:

$$K = \frac{l^3}{3EI} * (\frac{S^3}{j} + QS^2 + \alpha(1 + 2\xi + 2\xi^2))$$

де l – відстань між опорами шпинделя, мм;

Е – модуль Юнга, Па;

$$I = \frac{\pi d^4}{64}, \xi = \frac{li}{l}, j = \frac{\pi d^4}{64I}, \alpha = \frac{3EI}{l^3 Cp}, \beta = \frac{3EI}{l^3 Cn}, Q = \frac{(4\beta + 3)\beta}{4(\beta + 1)^2 - 1}$$

де $C_Р$ – радіальна жорсткість опори;

$C_П$ – її поворотна жорсткість,

l_i – величина вильоту оснащення, мм.

В даному випадку величина радіальної піддатливості коливається в межах від 0,02 мкм/Н до 0,05 мкм/Н.

$П_0$ – діаметральна похибка форми обробленого отвору, викликана овальністю отвору в заготовці:

$$П_0 = 2K(P_y(t) - P_y(t - H_o))$$

де H_0 – найбільша різниця радіусів отвору в заготовці (овальність).

Діаметральна похибка форми обробленого отвору $П_к$, викликана нерівномірністю радіальної податливості у різця по куту повороту шпинделя:

$$П_K = 2(K_{max} * P_y - K_{min} * P_y)$$

де, K_{max} та K_{min} – відповідно максимальна та мінімальна радіальна піддатливість системи, мкм/ Н.

Отримані значення сили різання добре описується математичною моделлю вказаною в джерелі [4]:

$$Py = \frac{0.4(a^{0.125} * b^{0.7} c * \rho * \theta * \rho_1^{0,1} * a^{0.43}(2.85 * (\sin(\alpha))^{0.115} * V^{0.57} * a^{0.345} * \lambda * b^{0.3} + 0.6625 * \lambda_u * \beta * \varepsilon * a^{0.57} * \rho^{0.075}))}{V * \lambda * (\sin(\alpha))^{0.165}}$$

де а – температуропровідність оброблюваного матеріалу, м^2/с (а=5,1*10^{-7} м^2/с);

b – сумарна довжина робочої частини ріжучої кромки, мм;

с – теплоємність оброблюваного матеріалу, Дж/(кг*°С) (с=5*10^5 Дж/(кг*°С));

ρ – густина оброблюваного матеріалу, кг/м^3 (ρ=6400 кг/м^3);

θ – оптимальна температура в зоні різання, °С;

$ρ_1$ – радіус при вершині, мм;

α – задній кут, град;

V – швидкість різання, м/с;

λ – теплопровідність матеріалу ріжучого інструменту, Вт/(м*°С) (λ=12,6 Вт/(м*°С));

$λ_u$ – теплопровідність оброблюваного матеріалу, Вт/(м*°С) (λ=1,65 Вт/(м*°С));

β – кут загострення, рад;

ε – кут при вершині в плані, рад.

Список посилань

1. Ігнатенко П.Л. Забезпечення точності форми маложорстких деталей складної геометричної форми при механічній обробці / П.Л. Ігнатенко, М.О. Грищенко. // Вісник Інженерної академії України. – 2017. - № 3. – С.138 – 141.

2. Ігнатенко П.Л. Приладова система вимірювання округлості маложорстких кільцевих деталей складної геометричної форми / П.Л. Ігнатенко, М.О. Грищенко. // Вісник Інженерної академії України. – 2017. – № 3. – с.188 – 193.

3. Оргиян А.А. Расчеты погрешности тонкого растачивания гладких и ступенчастых отверстий / А.А. Оргиян, А.В. Баланюк, Албакуш Аимен // Сучасні технології в машинобудуванні. – 2015. – № 10. – с. 235-248 .

4. Оргиян А.А. Особености колебания консольных борштанг для тонкого растачивания / А.А. Оргиян, А.В. Баланюк // Сучасні технології в машинобудуванні, 2014. – № 9. – с. 111 - 123.