

ПРИСТРІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРАВКИ ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА НА МЕТАЛЕВІЙ ЗВ'ЯЗЦІ

Стрельчук Р.М., канд. техн. наук

(Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця)

The system of the wheel's optimization was proposed on the analysis's base of the determinative model of the technological diamond-sparkling the process of polishing.

Підвищення техніко-економічних показників технологічних процесів алмазного шліфування забезпечується наявністю в контурі програмного управління верстатом засобів адаптивної правки кругів. Питанням розробки методів та технічних засобів правки шліфувальних кругів на металевій зв'язці приділяється належна увага в технічній літературі [1-4]. Але існуючі пристрої оптимізації процесів правки шліфувальних кругів не задовольняють вимогам по точності.

Метою роботи є розробка і аналіз пристрою оптимізації процесу виправлення шліфувальних кругів з підвищеними показниками точності.

Методика роботи

Структура пристрою оптимізації процесу правки шліфувальних кругів на металевій зв'язці наведена на рис. 1. Функціонально цей пристрій являє собою замкнену цифрову систему автоматичного регулювання шпаруватості вихідного сигналу технологічного джерела живлення типа ШГІ.

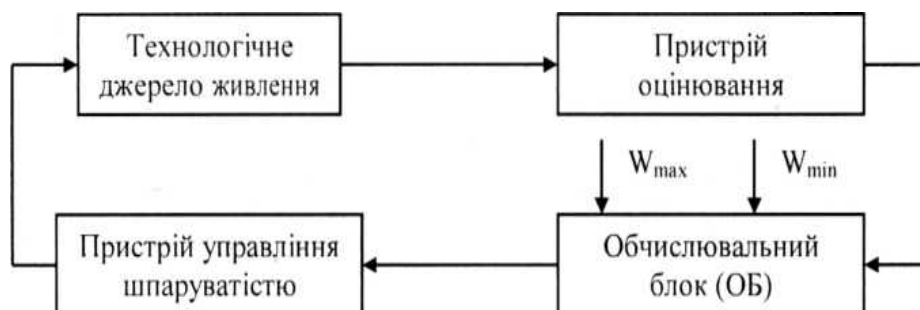


Рис. 1. Схема пристрою оптимізації процесів
виправлення шліфувальних кругів

Функцію регулятора шпаруватості вихідного сигналу джерела живлення в системі виконує обчислювальний блок, який по сигналам уставки W_{\max} і W_{\min} формує позиційний код в означених межах. Цей код запам'ятовується в регістрі пристрою управління шпаруватістю. З аналізу особливостей процесів правки шліфувальних кругів на металевій зв'язці можна записати наступне:

$$W_{\text{доп. max}} \leq W_z \leq W_{\text{доп. min}},$$

де $W_{\text{доп. max}}$ – умова стабілізації показника мікронерівностей оброблених поверхонь деталей; $W_{\text{доп. min}}$ – умова протікання технологічного процесу виправлення шліфувального круга. З урахуванням цього та результатів роботи [4] можна оцінити припустимий діапазон регулювання шпаруватості технологічного джерела живлення по наступній системі рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} q_{min} &= \frac{U_m^* R_3^*}{(R_3^* + 1) \sqrt{W_{доп, max}^* F^*}} \\ q_{max} &= \frac{U_m^* R_3^*}{(R_3^* + 1) \sqrt{W_{доп, min}^* F^*}} \end{aligned} \right\} (1)$$

У цих виразах усі змінні представлені в безрозмірному виді.

Вирішення поставленої задачі

На рис. 2 представлені графіки зміни енергії зони обробки деталі у функції шпаруватості вихідного сигналу технологічного джерела живлення. Ці графіки отримано методом імітаційного моделювання для різних значень S_{np} і S_{non} . На графіках також відзначені $W_{доп, max}$ і $W_{доп, min}$. Область, яка розташована між цими лініями є робочою для пристрою правки шліфувальних кругів на металевій зв'язці. Результати розрахунку q_{min} і q_{max} по виразам (1) наведені в табл. 1. Дані таблиці дозволяють ОБ визначити оптимальну шпаруватість вихідного сигналу технологічного джерела живлення та задати її для різних режимів роботи верстата при правці шліфувальних кругів.

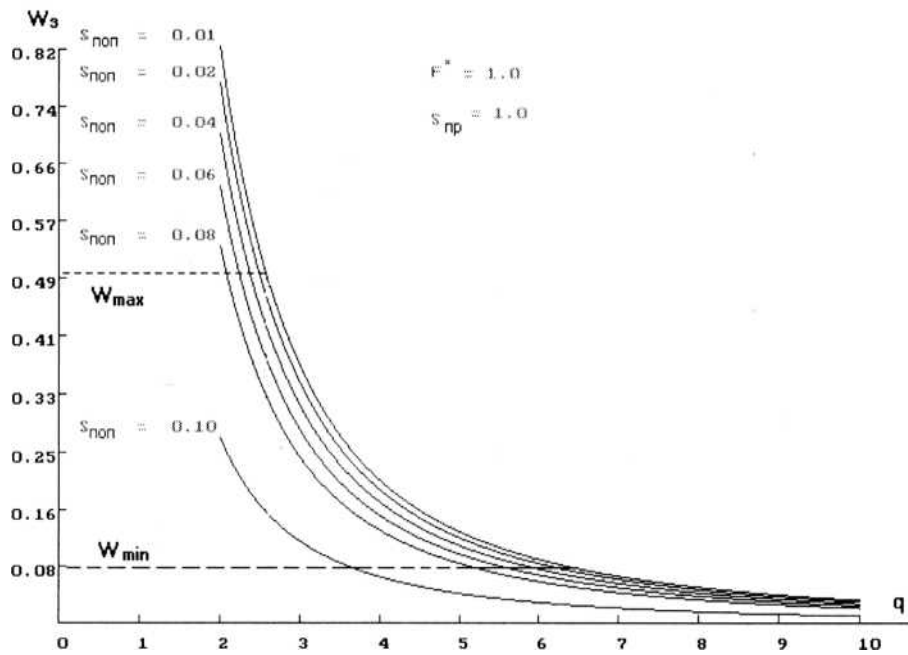


Рис. 2. Графіки зміни енергії зони обробки деталі

Таблиця 1

Розрахункові значення q_{min} і q_{max}

S_{np} , м/хв	q	S_{non} , мм / подвійний хід									
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
4,0	max	6,33	5,40	5,20	5,00	4,51	4,00	3,57	3,13	2,73	-
	min	2,53	2,13	2,07	2,00	-	-	-	-	-	-
1,0	max	6,47	6,33	6,15	5,87	5,60	5,33	5,06	4,80	4,20	3,60
	min	2,60	2,47	2,45	2,43	2,33	2,23	2,15	2,07	-	-

ОБ виконує лінійні операції, які пов'язані з диференціюванням, інтегруванням, додаванням і т.п. Цей блок можна представити лінійним імпульсним фільтром. Однак наявність у складі ОБ запам'ятовуючого пристрою, який дозволяє крім поточних

значень вхідних і вихідних сигналів враховувати і їхній попередній стан. Якщо потрібно врахувати n поточний значень вихідного і m попередніх значень вхідного сигналів, то деякий довільний лінійний алгоритм роботи ОБ описується таким співвідношенням:

$$E_l(n\tau_r)\delta(t-n\tau_r) = \sum_{\mu=0}^m b_\mu E[(n-\mu)\tau_r]\delta[t-(n-\mu)\tau_r] - \sum_{v=1}^n a_v E_l[(n-v)\tau_r]\delta[t-(n-v)\tau_r], \quad (2)$$

де E , E_l – відповідно вхідний та вихідний імпульсні сигнали; τ_r – період гратчастої функції; δ – дельта-функція Дірака; a_v і b_μ – задані коефіцієнти.

Виконаємо над лівою та правою частинами співвідношення (2) перетворення Лапласа при нульових початкових умовах. Відповідно до визначення (2) роботи [5] й теореми запізнювання маємо:

$$E_l(p) = \sum_{\mu=0}^m b_\mu E(p)e^{-\mu p\tau_r} - \sum_{v=1}^n a_v E_l(p)e^{-vp\tau_r}. \quad (3)$$

Звідси узагальнена передатна функція ОБ як деякого довільного цифрового фільтра має такий вид:

$$H_l(p) = \frac{\sum_{\mu=0}^m b_\mu e^{-\mu p\tau_r}}{1 + \sum_{v=1}^n a_v e^{-vp\tau_r}}. \quad (4)$$

Найбільш загальний випадок представлення передатної функції ОБ має місце, коли $m = 1$, $n = 0$, $b_0 = \tau_r^{-1}$ і $b_1 = -\tau_r^{-1}$. У цьому випадку вираз (4) здобуває такий вид:

$$H_l(p) = \frac{1 - e^{-p\tau_r}}{\tau_r}. \quad (5)$$

Специфіка роботи пристрою оцінювання шпаруватості вихідного сигналу технологічних джерел живлення, а так само блоку управління цим параметром дозволяє представити їх імпульсними елементами, які мають такі передатні функції:

$$H_2(p) = \frac{1 - e^{-pT_2}}{p}, \quad (6)$$

де T_2 – період вихідного сигналу технологічного джерела живлення.

На підставі вище викладеного передатна функція розімкнутої системи регулювання здобуває такий вид:

$$H_3(p) = pT_2^2(1 + 2.25\tau_r p)(1 + 0.25T_2 p)^2. \quad (7)$$

Звідси передатна функція замкнутої системи автоматичного регулювання шпаруватості вихідних сигналів технологічних джерел живлення виходить у наступному виді:

$$H_4(p) = \frac{pT_2^2(1 + 2.25\tau_r p)(1 + 0.25T_2 p)^2}{1 + pT_2^2(1 + 2.25\tau_r p)(1 + 0.25T_2 p)^2}. \quad (8)$$

Пошук нулів та полюсів дозволяє представити передатну функцію у виді послідовного з'єднання елементарних ланок:

$$H_4(p) = \frac{pT_c^2 \prod_{i=1}^3 (T_i p + 1)}{\prod_{k=1}^4 (T_k p + 1)}. \quad (9)$$

Передатна функція помилки досліджуваного пристрою регулювання з одиничним зворотним зв'язком описується таким операторним рівнянням:

$$G_3(p) = \frac{1}{1 + pT_c^2(1 + 2.25\tau_r p)(1 + 0.25T_c p)^2}. \quad (10)$$

Після нескладних математичних перетворень операторне рівняння (4) набуває такий вид:

$$G_3(p) = \frac{1}{p^4 + \frac{T_c + 2\tau_r}{0.25T_c^2\tau_r} p^3 + \frac{2T_c + \tau_r}{0.06T_c^2\tau_r} p^2 + \frac{p}{0.02T_c^2\tau_r} + \frac{1}{0.02T_c^2\tau_r}}. \quad (11)$$

Перехід у частотну область дає таке рівняння помилки пристрою оптимізації процесів правки шліфувальних кругів на металевій зв'язці:

$$\delta_3 = \frac{T_c 100\%}{\sqrt{\left(\omega_c^4 - \frac{2T_c + \tau_r}{0.06T_c^2\tau_r} \omega_c^2 + \frac{50}{T_c^2\tau_r}\right)^2 + \left(\frac{50\omega_c}{T_c^2\tau_r} - \frac{T_c + 2\tau_r}{0.25T_c^2\tau_r} \omega_c^3\right)^2}}. \quad (12)$$

Висновки

Результати розрахунку помилки пристрою, які отримано за допомогою рівняння (12), задовільно погодяться з аналізом метрологічних характеристик його окремих блоків. Величина відносної помилки цього пристрою склала 0.03%. Отже, запропонований пристрій оптимізації процесів правки шліфувальних кругів задовольняє вимогам по точності.

Список літератури: 1. Матюха П.Г. Алмазное шлифование с управлением параметрами рабочей поверхности круга // Резание и инструмент. – Харьков: ХГПУ, 1993 Вып. 48 с. 33-35. 2. Полтавец В.В. Себестоимость шлифования с управляющими воздействиями на РПК // Резание и инструмент. – Харьков: ХГПУ, 1999, с. 53-60. 3. Новоселов Ю.К., Братан С.М., Крылов И.В. Стратегия управления операцией шлифования в автоматизированном производстве// Резание и инструмент. – Харьков: ХГПУ, 2001, с. 25-31. 4. Еникеев А.Ф. Оптимальное управление технологическим процессом алмазного шлифования. - Краматорск: ДГМА, 2001. - 160 с. 5. Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы: Учебное пособие / В.В. Солодовников, В.Г. Коньков, В.А. Суханов, О.В. Шевяков; Под редакцией В.В. Солодовникова. - М.: Высшая школа, 1991. - 255 с.