

В.І.Кальченко, д-р. техн. наук, В.В.Кальченко, канд. техн. наук,
А.В.Рудик, канд. техн. наук, В.І.Венжега, Чернігів, Україна

КОНТРОЛЬ ЗНЯТТЯ ПРИПУСКУ З ДЕТАЛЕЙ, ЯКІ ОБЕРТАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ОБРОБКИ, НА ДВОХСТОРОННІХ ТОРЦЕШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Experimental and theoretical researches of allowance removal of process of the butt end polishing on a butt end polishing machine-tools at treatment of cylindrical details with the use of inductive sensor

Якість та точність формоутворення деталей, оброблених на двохсторонніх торцешліфувальних верстатах, залежать, головним чином, від характеру зносу профілю шліфувальних кругів, способу їх правки та кутової орієнтації, пружних деформацій шпindelьних вузлів верстата під дією перемінних сил різання. В свою чергу характер зносу профілю шліфувальних кругів і сили різання залежать від об'єму металу, який зрізається при обробці. Якість обробки поверхні визначається теплонапруженістю процесу при формоутворенні торця, яка значно вища, ніж для процесу повздовжнього круглого шліфування. Тому, виникає необхідність в поточному контролі зняття припуску з деталі в конкретних умовах шліфування для визначеної ділянки круга радіусом R_i .

Дослідження точності обробки кілець підшипників на двохсторонніх торцешліфувальних верстатах в залежності від припуску, який знімається, наведено в роботах [1,2]. Було встановлено, що інтенсивність зняття металу по куту повороту барабана кругової подачі заготовок безперервно змінюється з періодом, який дорівнює часу обробки однієї деталі. Однак, не були встановлені залежності, за якими змінюється інтенсивність зняття металу в зоні обробки та запропоновані методи поточного контролю зняття припуску.

В роботі [1] розглядається вплив питомого зносу шліфувальних кругів на точність формоутворення для конкретних умов шліфування і визначеного радіуса круга R_i . Питомий знос для поточного радіуса круга визначається за формулою

$$q_i = \frac{Q_{ai}}{Q_{oi}}, \quad (1)$$

де Q_{ai} , Q_{oi} - об'єми зношеного абразиву та матеріалу, що зрізається на i -тому радіусі R_i круга.

Маючи експериментальні данні питомого зносу круга та пристрої, що дозволяють визначати питомі об'єми зрізаного металу, можна прогнозувати геометричну похибку оброблених торців деталей.

В роботі [3] запропоновано індуктивний датчик для контролю зняття припуску при шліфуванні торців циліндричних деталей, які не обертаються під час обробки.

Але розроблений індуктивний датчик має ряд суттєвих недоліків:

- конструкція вимірювальної головки, куди входить індуктивна котушка з поміщеною всередину деталлю, дозволяє проводити її обробку тільки з однієї сторони;
- за рахунок односторонньої обробки відбувається відгин деталі, що впливає на точність вимірювання;
- конструкція датчика не дозволяє досліджувати зняття припуску з деталей, які обертаються в процесі обробки;
- складність безпосередніх вимірів об'ємів припуску, що зрізається.

Метою роботи є розробка експериментальної установки для активного контролю і дослідження миттєвого зняття припуску в процесі торцевого шліфування орієнтованим абразивним кругом торців циліндричних деталей за кутом повороту барабана подачі.

Для досягнення мети вирішувались наступні задачі:

- розробка принципової модульної електричної схеми та виготовлення стенду для контролю зняття припуску та проведення експериментальних досліджень;
- визначення адекватності розрахункових та експериментальних результатів.

В даній роботі запропоновано, для контролю зняття припуску при обробці на двохсторонньому торцешліфувальному верстаті 3342АДО з круговою подачею деталей в зону обробки, використати індуктивний соленоїдний перетворювач. В основі його роботи лежить властивість котушки змінювати свій реактивний опір при зміні параметрів, які визначають величину індуктивності L .

Перетворювач являє собою котушку, всередині якої встановлюється оброблювана деталь, яка виконує роль якоря. При переміщенні його всередину котушки індуктивність останньої змінюється пропорційно введеним масі якоря.

В процесі шліфування торців, деталь зменшується за розмірами, а звідси змінюється індуктивність L . Вимірювальною схемою індуктивного перетворювача є симетрична мостова схема перемінного струму, яка працює в режимі відхилення.

При розробці індуктивного перетворювача були використані стандартні модулі:

1. Генератор сигналів низької частоти Г356/1.

2. Мілівольтметр ВЗ-57.

3. Самописець Н3031.

4. Котушка індуктивності (підібрана за розрахунками).

Принципова (модульна) електрична схема індуктивного перетворювача показана на рисунку 1.



Рис. 1 Принципова модульна електрична схема індуктивного перетворювача

Котушку індуктивності з оброблюваною деталлю кріплять в завантажувальному барабані. Вона подається в зону обробки між двома шліфувальними кругами (рис. 2).

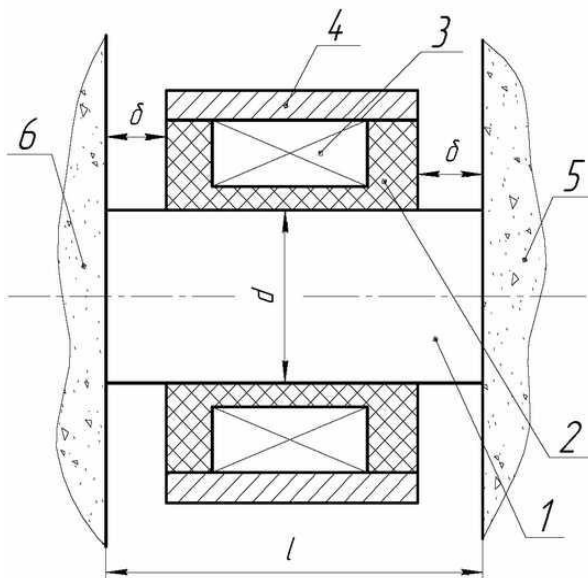


Рис. 2 Конструкція індуктивного перетворювача

На приведеній осцилограмі зняття припуску (рис. 3) з циліндричної деталі, що обертається в процесі обробки, при глибині різання $t=0,2$ мм, ділянки відповідають:

- пряма 1-1 – початковій індуктивності котушки;
- ділянка 1-2 – зміні індуктивності котушки за рахунок зменшення розмірів деталі;
- пряма 2-2 - кінцевій індуктивності котушки.

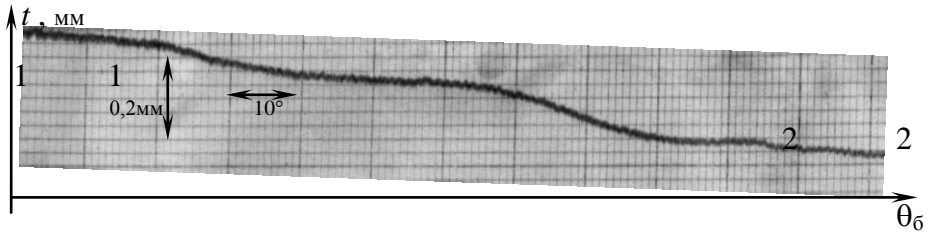


Рис. 3 Осцилограма зняття припуску t по куту повороту барабана θ_0

Розмір по вертикалі визначає об'єм зрізаного металу при вказаних припуску і перерізі деталі.

Визначивши за допомогою індуктивного перетворювача $Q_{\partial b}$, можна розрахувати лінійний знос для i -тої точки профілю круга з радіусом R_i з виразу [4]

$$I_i = \int_{T_o} J_i d\tau, \quad (2)$$

де J_i – швидкість елементарного зносу за час $\Delta\tau$ i -тої точки профілю круга; T_o – час обробки деталі за частину її обороту, один оборот або число оборотів, необхідних для обробки n -ної деталі ділянкою круга в межах i -тої точки його профілю;

$$J_i = \frac{C_{yin} \cdot Q_{yin}^m + C_{qin} \cdot Q_{qin}^b}{k_\alpha \cdot 2\pi \cdot R_i} \quad (3)$$

де Q_{yin} – питомий об'єм металу, що знімається, i -тою ділянкою n -ого профілю круга; C_{yin} – коефіцієнт питомого зносу в R_i – тій точці n -ого профілю круга при $Q_{yin}=1$, який визначається експериментальним шляхом для кожної i -тої ділянки круга по методиці, викладеній в роботі [3]; k_α – коефіцієнт, який враховує перекриття різальних кромки; m – коефіцієнт, що

враховує інтенсивність режиму шліфування і стан різальної поверхні круга для абразивних кругів з електрокорунду і карбіду кремнію $m=1,6\dots 2$; Q_{qin} – питомий об'єм металу, що пружно деформується, без різання, абразивними зернами i -тої ділянки n -ного профілю круга; C_{qin} – коефіцієнт питомого зносу в R_i – тій точці n -ого профілю круга при $Q_{qin}=1$; b – коефіцієнт, що враховує інтенсивність режиму деформації металу без його знімання; T_o – час обробки деталі; R_m – радіус осевого перетину круга в i -тій точці при обробці n -ої деталі.

Об'єм металу, що підводиться до зони обробки, складається з двох складових частин: об'ємів, що зрізаються та диспергуються без зняття припуску. Він може бути визначений з рівняння

$$Q_{yin} + Q_{qin} = \iint_S V_n dS, \quad (4)$$

де S – площа контакту, знаходиться рішенням векторних рівнянь поверхонь деталі та заготовки;

n – вектор одиничної нормалі до поверхні інструменту;

V_n – проекція швидкості відносного руху деталі в системі координат інструмента на напрямок його нормалі (записана з урахуванням формуючого коду верстата [4, 5, 7]).

Знаючи величину припуску, який зрізається в кожен момент часу даною ділянкою круга, можна визначити залежність для розрахунку складових сили різання, а отже і величину пружних деформацій шпindelних вузлів.

При розрахунку сумарної сили різання необхідно інтегрування проводити за площею плями контакту як добутку сил мікрорізання на кількість різальних кромок.

$$P_{\Sigma}^{\tau} = \iint_S P^{\tau} \cdot n(z, \rho) ds; \quad (5)$$

$$P_{\Sigma}^n = \iint_S P^n \cdot n(z, \rho) ds;$$

де P^{τ} , P^n – сили мікрорізання одного зерна в тангенціальному і нормальному напрямку, $n(z, \rho)$ - імовірна кількість зерен, які розташовані на одиниці площі на даній глибині z і мають певний радіус округлення вершини ρ .

Методика визначення сил мікрорізання наведена [6].

Аналізуючи рівняння (5), можна зробити висновок, що в силу специфіки процесу торцевого шліфування, змінними за часом обробки є площа контакту

та глибина шліфування. Розроблена конструкція стенду дозволяє вимірювати зміну потужності обробки по куту повороту барабана подачі.

Висновки:

В даній роботі розроблено з модульних блоків індуктивний перетворювач, який дозволяє напряму проводити контроль за поточним зняттям припуску при одночасній обробці двох торців деталей на двохсторонніх торцешліфувальних верстатах. Цей перетворювач може використатись як для деталей, що обертаються так і не обертаються під час обробки. Розроблений датчик дає можливість працювати в адаптивному режимі, забезпечує постійний розмір деталі за рахунок осьового переміщення ґрув при їх зношенні.

Проведено одночасне вимірювання зміни зрізаних об'ємів металу за допомогою розробленого індуктивного перетворювача, потужності процесу різання та порівняння з отриманими результатами розрахунків об'ємів металу, які підводяться в зону обробки. Результати вимірів та розрахунків можуть бути використані для прогнозування теплонапруженості процесу різання.

Запропоновані формули та складена програма розрахунку лінійного зносу I_i для i -тої точки профілю круга при обробці визначеної партії деталей, з метою прогнозування зносу круга та його правки. Розроблено схему приладу для контролю зносу профілю круга безпосередньо на верстаті.

Розроблені та створені прилади планується використовувати для активного контролю при дослідженні нових та удосконаленні існуючих методів обробки шліфуванням як циліндричних, так і сферичних поверхонь.

Список літератури: 1. Абразивная и алмазная обработка материалов./ Справочник под ред *Резникова А.Н.* –М.: Машиностроение, 1977, 392 с. 2. *Байор Б.Н., Шахновский С.С.* Повышение точности обработки на двустороннем торцешлифовальном станке. Станки и инструмент. №12, 1974. 3. *Кальченко В.В., Пасов Г.В., Лясота В.Ю.* Активный контроль зняття припуску при шліфуванні торців циліндричних деталей, які не обертаються//Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Міжн. наук. техн. журнал. Хмельницький. Технол. ун-т Поділля. 1999. Вип..№3. - с. 165-167. 4. *Кальченко В.В.* Повышение эффективности шлифования торцов цилиндрических деталей ориентированными абразивными кругами: Дис. канд. техн. наук. - Чернигов, 1998. - 203 с. 5. *Решетов Д.Н., Портман В.Т.* Точность металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1986, 336 с. 6. *Филимонов Л.Н.* Высокоскоростное шлифование - Л.: Машиностроение , 1979, 248 с., ил. 7. *Гусев В.В.* Математическое моделирование взаимодействия шлифовального круга и материала заготовки при обработке // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем Збірник наукових праць, Краматорськ: ДДМА. – 2001, Вип.11, с.68- 71.

Поступила в редколлегию 01.06.05