

УДК 621.822:681.2:369.64

В.І. Марчук, д.т.н., проф.
В.Ю. Заблоцький, к.т.н., доц.
В.Д. Чалий, аспір.

Луцький державний технічний університет

ВПЛИВ СИЛИ РІЗАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ШЛІФУВАННЯ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ СПРАЦЬОВУВАННЯ ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА

В статті подано матеріал досліджень впливу сили різання на продуктивність шліфування та інтенсивність спрацьовування шліфувального круга при виконанні традиційного шліфування та шліфування з регульованою нормальною силою різання в процесі оброблення внутрішніх кілець роликотішпників.

Вступ. Якість підшипника та його експлуатаційні характеристики, такі як віброактивність, шумність, точність, надійність, довговічність й інші, залежать від параметрів мікротопографії поверхонь кочення та фізико-механічних властивостей поверхневого шару робочих і монтажних поверхонь. Поряд із всезростаючими вимогами, які ставляться до геометричних параметрів робочих поверхонь підшипників, та високою конкуренцією на ринках неможливо залишати незмінними і методи їх оброблення. В зв'язку з цим дослідження впливу сили різання на продуктивність шліфування та інтенсивність його спрацьовування є важливою та актуальною науково-технічною проблемою.

Основна частина. Відомо, що в процесі традиційного шліфування налагоджувальним параметром є швидкість врізної подачі шліфувального круга v_s , тоді як нормальна сила шліфування P_n – величина, похідна від цієї швидкості. При шліфуванні з регульованою нормальною силою розглядається зворотна залежність: швидкість подачі шліфувального круга залежить від встановленої нормальної сили.

Аналіз процесу стружкоутворення одиничним абразивним зерном дозволив встановити різницю між цими двома різновидами шліфування в механізмі врізування зерна в оброблюваний матеріал.

При традиційному шліфуванні глибина впровадження абразивного зерна в оброблюваний матеріал h_c визначається постійною врізною подачею шліфувального круга v_s . Випадкова сила різання, що

припадає на одне абразивне зерно P_k , залежить від швидкості різання v_p , і швидкості подачі v_s . Нормальна сила в цьому випадку дорівнює силі подачі, а сила, дотична P_t , – силі різання.

При шліфуванні з регульованою нормальною силою P_n , в результаті зміни різальних властивостей шліфувального круга змінюється також швидкість його врзної подачі v_s , а цим самим – і глибина h_c впровадження одиничного абразивного зерна в оброблюваний матеріал.

У процесі традиційного шліфування сила P_n змінюється паралельно зміні різальних властивостей шліфувального круга. В цьому випадку об'ємна продуктивність шліфування Q не змінюється, оскільки вона задана вибраною величиною поперечної подачі круга v_n . У разі шліфування з регульованою нормальною силою об'ємна продуктивність зменшується одночасно з втратою кругом своїх різальних властивостей.

Під час шліфування з регульованою нормальною силою внаслідок зміни швидкості подачі круга змінюється також швидкість знімання радіального припуску на обробку \dot{x}_δ , а тим самим також – і дійсна об'ємна продуктивність шліфування Q'_v . Тому надзвичайно важливим для теорії шліфування з регульованою силою є опис залежності між нормальною силою і об'ємною продуктивністю шліфування.

У різних публікаціях ця залежність представлена як в лінійному, так і в нелінійному вигляді. [1] Виходячи з рівняння нормальної сили та приймаючи рівняння дійсної одиничної продуктивності шліфування Q' у вигляді:

$$Q'_v = \pi d_\delta \dot{x}_\delta, \quad (1)$$

отримано рівняння нормальної сили до залежності:

$$P'_n = K Q'_v{}^{\varepsilon_1} v_n{}^{\varepsilon_2}, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт; ε_1 , ε_2 – показники степеня.

Спираючись на результати досліджень процесу традиційного шліфування, він дійшов висновку, що показник степеня ε_1 для об'ємної продуктивності Q'_v при шліфуванні легкооброблювальних матеріалів близький до 1, а тому залежність (2) для постійної швидкості різання можна з достатнім ступенем наближення описати рівнянням:

$$P'_n = \alpha Q'_v = \alpha \pi d_\delta \dot{x}_\delta. \quad (3)$$

Проведені експериментальні дослідження процесів традиційного і регульованого шліфування представлені на рис. 1–2 також підтверджують можливість застосування рівняння (3) для опису досліджуваної залежності. Ці дослідження були проведені для різних об’ємів зрізаного матеріалу: $V_o = 200, 400, 800 \text{ мм}^3$.

В усіх випадках шліфування з регульованою нормальною силою

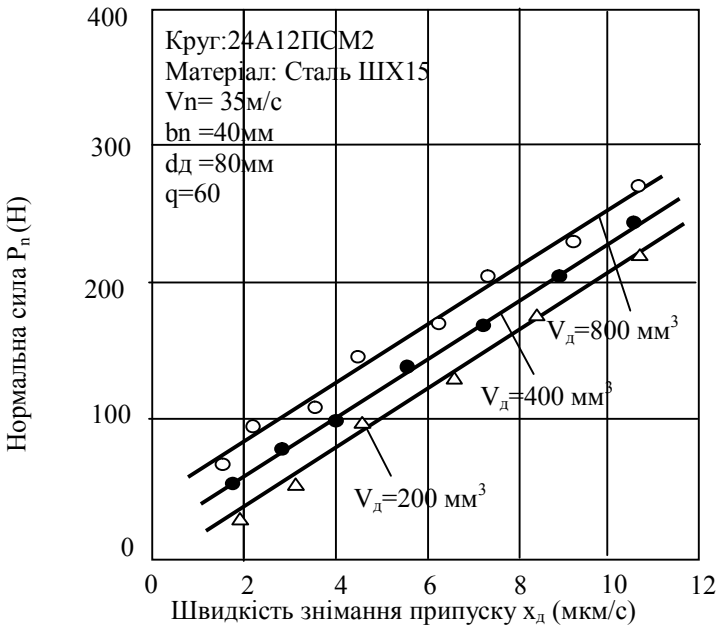


Рис. 1. Зміна нормальної сили шліфування P_n залежно від швидкості знімання припуску на обробку \dot{x}_o для різних об’ємів зрізаного матеріалу V_o , $V_o = 200; 400; 800 \text{ мм}^3$

знімання припуску складо $\Delta x_o = 200 \text{ мкм}$. Дослідження проводилися двома шліфувальними кругами зернистістю 16 і 12.

Була звернена увага на те, що для здійснення процесу різання ($Q'_v > 0$) потрібна мінімальна початкова сила P'_{n0} . Вище за це значення об’ємна продуктивність зростає майже за лінійною залежністю від величини встановленого значення. Ця лінійна залежність порушується у випадку:

- перевищення допустимої сили в зв’язі абразивних зерен і

подальшого збільшеного радіального зносу круга;

– заповнення пор шліфувального круга елементами стружки.

При малих значеннях нормальної сили $P'_n < P'_{n0}$ відповідно до рис. 2 наступають пружні й невеликою мірою, пластичні деформації шару, який зрізається. Тільки тоді, коли абразивне зерно достатньо глибоко впровадиться в оброблюваний матеріал, починається безпосередньо процес різання. Ця гранична глибина впровадження абразивного зерна h_c досягається при пороговому значенні сили P'_{n0} .

Порогове значення P'_{n0} залежить від конкретної пари „шліфувальний круг–оброблюваний матеріал”. Згідно з [2] ця сила

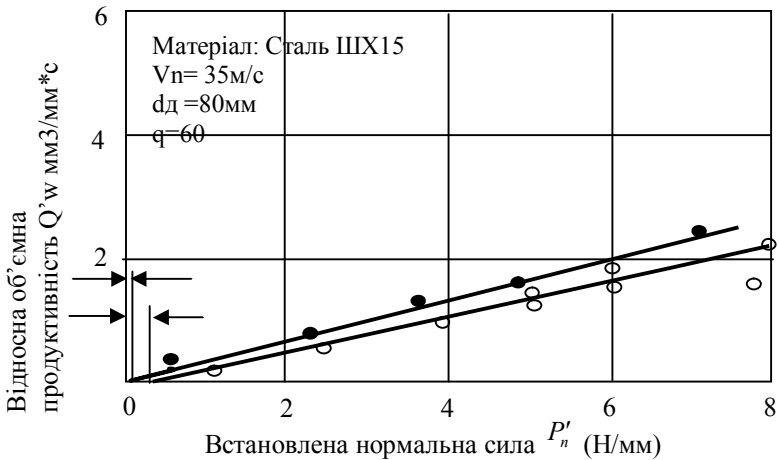


Рис. 2. Зміна відносної об'ємної продуктивності шліфування Q'_v залежно від

встановленої нормальної сили P'_n

приймає великі значення для важкооброблюваних матеріалів, для легкооброблюваних матеріалів її значення прагне до нуля.

Представлені вище результати досліджень одержані для легованої сталі ШХ15, яка, загалом, належить до розряду легкооброблюваних.

Упускаючи надалі порогове значення сили P'_{n0} , одержуємо загальну залежність між одиничною нормальною силою P'_n і швидкістю знімання припуску на обробку \dot{x}_o у вигляді:

$$P'_n = \alpha \pi d_o \dot{x}_o \quad (4)$$

або

$$\dot{x}_o = \frac{P'_n}{\alpha \pi d_o} . \quad (5)$$

Рівняння (4) описує традиційне шліфування, а рівняння (5) – шліфування з регульованою нормальною силою.

Представлені вище залежності (4) та (5) містять коефіцієнт α , який залежить від різальних властивостей шліфувального круга [3].

У процесі традиційного шліфування абразивне зношування зерен шліфувального круга призводить до збільшення нормальної сили. В результаті цього збільшується навантаження на різальні зерна, що, у свою чергу, призводить до їх часткового викришування або повного виламування із зв'язки. Таким чином, виникають нові вершини і нормальна сила шліфування знову зменшується. Явище це відоме під назвою самозаточування круга [4].

В результаті почергового повторення циклів затуплення та самозаточування в кращому разі наступає стан стабілізації, що полягає у тому, що в першому наближенні сила різання стабілізується. Проте найчастіше з'являється так зване поступальне зношування, при якому сили різання неконтрольовано зростають аж до руйнування шліфувального круга.

Висновок. Проведеними дослідженнями встановлено [5], що якість робочих поверхонь кілець роликотідишпників можливо значно покращити застосуванням адаптивного керування процесом шліфування, яке полягає у приведенні до відповідності значень вхідних параметрів (нормальної сили різання) та реальних характеристик перебігу процесу шліфування. Встановлено, що швидкість зміни припуску на деталі знаходиться в прямопропорційній залежності від зміни нормальної сили шліфування. Ця залежність порушується у випадках: перевищення допустимої сили стримування зерна у зв'язці, що призводить до подальшого збільшення інтенсивності радіального спрацювання круга та заповнення пор шліфувального круга елементами стружкоутворення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Брозголь И.М., Алакишин Б.В. Влияние режима доводки на долговечность подшипников. – Труды института ВНИПП. – № 2 (74). – М.: Специнформцентр ВНИППа, 1979.
2. Новоселов Ю.К., Гатаркин Е.Ю. Обеспечение стабильности точности деталей при шлифовании. – Саратов: Саратовский университет, 1988. – 128 с.

3. *Burek J.* Stabilizacja składowej normalnej siły szlifowania w wielostopniowym procesie szlifowania wglebnego walkow. Praca doktorska, Politechnika Rzeszowska, 1985. – 185 s.
4. *Яцерицын П.И., Скорытин Ю.В.* Технологическая и эксплуатационная наследственность и её влияние на долговечность машин. – Минск: Наука и техника, 1978. – 119 с.
5. *Марчук В.И., Кайдик О.Л., Заблоцький В.Ю.* Вдосконалення системи адаптивного керування точністю на шліфувальному автоматі ME 280 CO // Прогресивные технологии и системы машиностроения: Международный сборник научных трудов. – Вып. 25. – Донецк: Дон НТУ, 2003. – С. 279–284.

МАРЧУК Віктор Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри приладобудування Луцького державного технічного університету.

Наукові інтереси:

– технологічні основи забезпечення якості робочих поверхонь кілець роликотітаників.

Тел.: (8) 03322 6-49-43.

ЗАБЛОЦЬКИЙ Валентин Юрійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри приладобудування Луцького державного технічного університету.

Наукові інтереси:

– підвищення якості оброблення кілець роликотітаників на токарно-автоматних операціях.

Тел.: (8) 03322 6-49-43.

ЧАЛИЙ Василь Дмитрович – аспірант кафедри приладобудування Луцького державного технічного університету.

Наукові інтереси:

– вдосконалення мікрогеометрії поверхонь кочення внутрішніх кілець роликотітаників на шліфувальних операціях.

Подано 15.08.2007