

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ МІКРОНЕРІВНОСТЕЙ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

*В.І. Марчук, д-р техн. наук, професор; В.Д. Чалий, аспірант;*

*В.В. Мережа, магістр,*

*Луцький національний технічний університет, м. Луцьк*

Безперервний розвиток багатьох галузей техніки, зокрема приладо- та верстатобудівної, автомобільної, сільськогосподарської, електро- та енерго- машинобудівної та інших пов'язаних з використанням великої кількості підшипників кочення як опор різних коливальних чи обертальних механізмів, причому в більшості випадків якість функціонування всього пристрою або машини залежить від динамічних й експлуатаційних характеристик підшипникових опор. В умовах функціонування високошвидкісних роторних механізмів підшипникові опори стають основним джерелом виникнення небажаних вібрацій, шумів та передчасної втрати початкових експлуатаційних властивостей машин. У зв'язку з цим вимоги до якості виготовлення підшипників кочення та їх експлуатаційних показників постійно зростають, а технологічне забезпечення цих вимог стає все проблематичнішим.

Для підвищення ефективності операцій механічної обробки деталей підшипників, а також забезпечення необхідної якості робочих поверхонь кілець в умовах автоматизованого переналагоджувального виробництва необхідно розробити нові, ефективніші методи проектування та керування технологічними процесами виготовлення окремих деталей підшипників у цілому та кілець підшипників зокрема. Тому тема статті є актуальною й спрямована на розв'язання важливого науково-технічного завдання технологічного забезпечення якості формування оптимальних параметрів мікрорельєфу робочих поверхонь кілець та експлуатаційних властивостей роликопідшипників в умовах автоматизованого переналагоджувального підшипникового виробництва.

Для забезпечення необхідних значень експлуатаційних показників деталей роликопідшипників під час механічної обробки потрібно сформувати певну сукупність геометричних та фізико-механічних параметрів якості їх поверхонь [1, 2]. Серед цих параметрів особлива увага завжди приділялася параметрам шорсткості робочих поверхонь кілець роликопідшипників. У зв'язку з цим у даній роботі наведені результати дослідження зі встановлення взаємозв'язку параметрів шорсткості робочих поверхонь кілець з умовами їх шліфування.

Цьому питанню присвячена велика кількість досліджень українських (Якімов А.В., Ларшин В.П., Захаренко І.П. та ін.) і зарубіжних (Ящеріцин П.І., Лур'є Г.Б., Ісаков В.М., Резніков А.І., Старков В.К., Єфімов В.В., Ельянов В.Д., Paul T., Nosch H. та ін.) учених, у ході яких виявив такі недоліки:

- відомі математичні моделі формування шорсткості поверхні при абразивній обробці не дозволяють враховувати в одній моделі різноманітність вживаного абразивного інструменту, видів шліфування, режимів обробки;

- не враховується зміна розподілу вершин зерен по глибині робочої поверхні абразивного інструменту в результаті різних видів зношування, основними з яких вважаються стирання, сколювання вершин та виривання їх із зв'язки;

- не визначається зміна положення вершин зерен при їх зношуванні після кожного оберту круга;

- запропоновані методики розрахунку параметрів шорсткості не автоматизовані.

Дослідження впливу різних факторів на розподіл зерен і шорсткість обробленої робочої поверхні кілець роликопідшипників проводилося на прикладі врізного безцентрового шліфування на жорстких опорах кругом з білого електрокорунду на керамічній зв'язці різної твердості.

Розрахунки зміни розподілу зерен проведені на ЕОМ за допомогою створеної програми на основі розробленої теоретично-ймовірнісної моделі формування робочої поверхні абразивного інструменту [4].

Для визначення шорсткості поверхні взята модель, розроблена Новосьоловим Ю.К. [3]:

$$Ra = \frac{\sqrt{2} V_u H_u^{\frac{3}{2}}}{\pi^2 K_c (V_k \pm V_u) n_{\zeta} \sqrt{D_e \rho_{\zeta}} \sum_{i=0}^n (\omega_m - i \Delta r)^{\frac{3}{2}}}, \text{ при } \Delta r < \omega_m; \quad (1)$$

$$Ra = \frac{0,25 V_u^{0,4} t_0^{0,6}}{K_c^{0,4} (V_k \pm V_u)^{0,4} n_{\zeta}^{0,4} D_e^{0,2} \rho_{\zeta}^{0,2}}, \text{ при } \Delta r \geq \omega_m. \quad (2)$$

Скориставшись даною моделлю, було проведено дослідження впливу швидкості круга, швидкості деталі, глибини різання, діаметра круга на параметр  $Ra$ .

Число вершин активних зерен  $n_3$  змінюється з кожним обортом круга та розраховується за розробленою ймовірнісно-статистичною моделлю розподілу зерен на робочій поверхні абразивного інструменту з урахуванням імовірності зношування. Обчислювальне значення  $n_3$  також чутливе до зміни режимів шліфування, параметрів круга та абразивного зерна [4].

З підвищенням значень діаметра та швидкості круга й зниженням швидкості деталі зменшується шорсткість оброблюваної поверхні (рис. 1).

Зменшення шорсткості з підвищенням швидкості різання (рис. 1в) є наслідком того, що через перетин оброблюваної поверхні проходить більше вершин за одиницю часу, знімаючи більшу кількість матеріалу із шліфованої робочої поверхні кільця роликотідшипників (1), (2).

Із збільшенням діаметра круга при збереженні швидкості різання загальне число зерен, що проходять через січення оброблюваної поверхні, зростає. Це сприяє збільшенню видалення матеріалу в зоні різання, збільшенню ймовірності контакту кількох зерен, а не одного, зменшенню шорсткості поверхні.

При розрахунку на прикладі шліфування кругами з білого електрокорунду 25А зернистості 16-Н твердості СМ2 діаметром 600 та 500 мм (рис. 1а) загальна різниця в значеннях  $Ra$  становить у середньому 1,5% майже на всьому відрізку часу обробки.

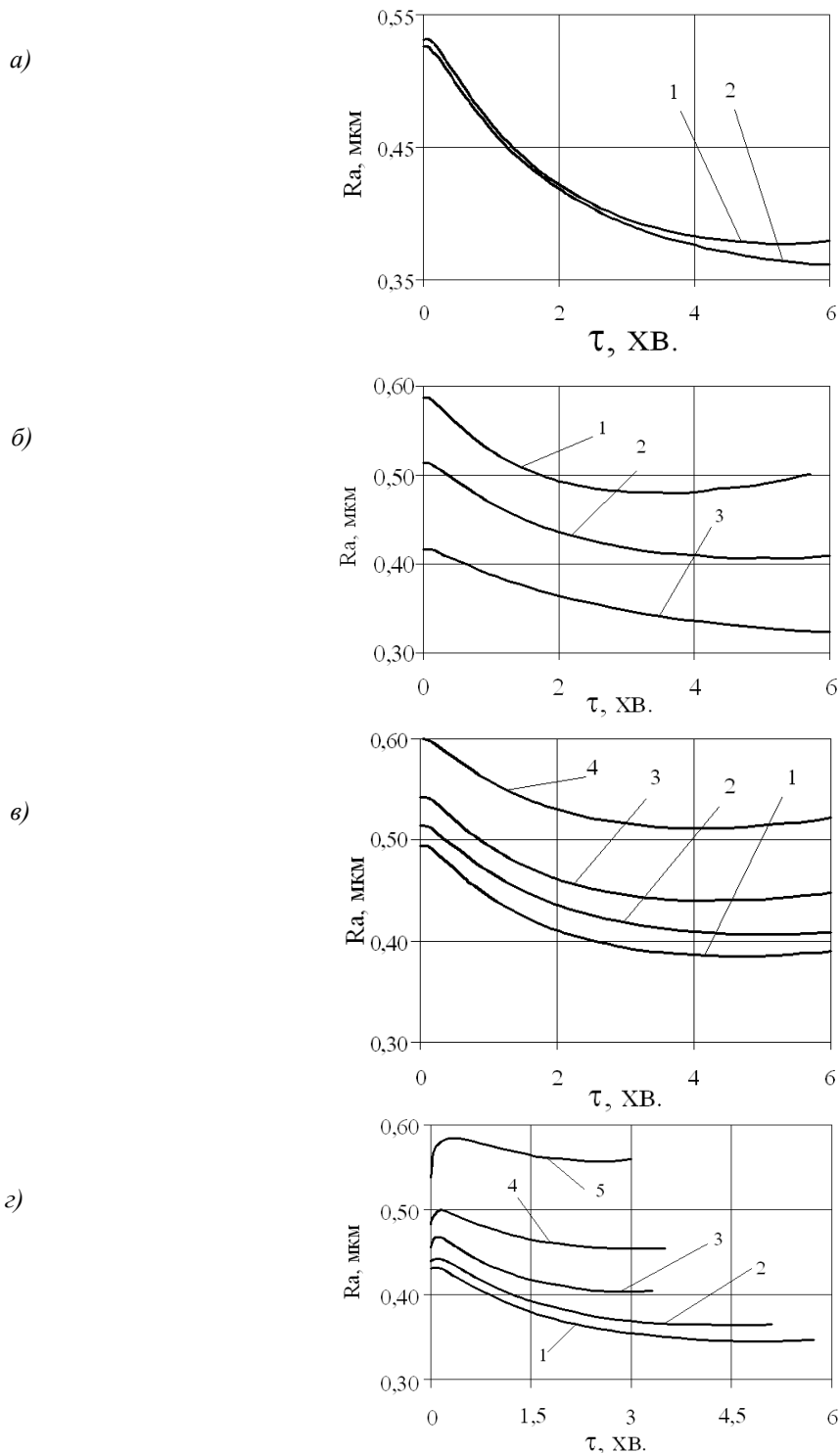


Рисунок 1 - Вплив на шорсткість робочих поверхонь кільця роликотідшипників:

а) діаметра круга  $D$ : 1 - 500 мм, 2 - 600 мм;

б) швидкості деталі  $V_d$ : 1 - 30 м/хв, 2 - 20 м/хв, 3 - 12 м/хв;

в) швидкості різання  $V$ : 1 - 40 м/с; 2 - 35 м/с; 3 - 30 м/с; 4 - 22 м/с;

г) величина подачі  $S$ :

1 - 0,8 мм/хв, 2 - 1,0 мм/хв, 3 - 1,2 мм/хв, 4 - 1,4 мм/хв, 5 - 1,6 мм/хв

При шліфуванні кругом твердості СМ2 зміна глибини різання  $t_\delta$  від 8,3 мкм до 18 мкм шорсткість робочої поверхні кільця збільшується майже в 2 рази. Для кругів даної твердості характерне підвищення шорсткості в початковий період, після чого параметр  $Ra$  зменшується протягом решти періоду шліфування. Чим більша глибина різання, тим більше підвищується шорсткість у початковий період обробки, число вершин найбільш виступаючих зерен при цьому зменшується, що пов'язано з видаленням (вириванням і сколюванням) вершин у зовнішніх шарах поверхні круга.

Проведені дослідження дозволяють якісно описати причини зміни шорсткості робочих поверхонь кілець роликотішлипників під час врізного безцентрового шліфування залежно від різних факторів з урахуванням зміни числа вершин, що зношуються на різній глибині, ймовірності контакту й переміщення вершин у результаті стирання, сколювання та виривання.

На основі результатів досліджень розроблена інженерна методика технологічного проектування формоутворювальних операцій механічної обробки та керування геометричною структурою робочих поверхонь кілець, яка дозволяє підвищити ефективність шліфувальних операцій, стабілізувати параметри мікротопографії поверхонь і забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики роликотішлипників.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Заблоцький В.Ю. Про вплив технологічної спадковості на експлуатаційні характеристики кілець роликотішлипників / В.Ю. Заблоцький // Наукові нотатки. - Луцьк: Ред.-вид. ЛДТУ, 2004. - Вип. 15. - С.91-100.
2. Марчук В.І. Технологічні основи забезпечення якості робочих поверхонь кілець роликотішлипників: автореф. дис.... доктора технічних наук. - Луцьк: РВВ, 2004. - 36с.
3. Новоселов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке / Ю.К. Новоселов. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1979. - 232 с.
4. Чалий В.Д. Зміна стану робочої поверхні абразивного круга при безцентровому шліфуванні кілець роликотішлипників / В.Д. Чалий // Наукові нотатки. - Луцьк: Ред.-вид. ЛНТУ, 2010. - Вип. 28. - С.553-557.