

УДК 621.822.681.2:369.64

DOI 10.36910/6775-2313-5352-2022-20-12

Марчук В.І., Гринюк С.В., Марчук І.В.

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ ШЛІФУВАННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕРИВЧАСТОГО ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА НА ТЕМПЕРАТУРУ ШЛІФУВАННЯ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

Анотація. В роботі розглядається дослідження температури під час шліфування поверхонь обертання зовнішніх кілець роликотидшипників. Теплові явища, що супроводжують процес шліфування, значно впливають на якість шліфованих поверхонь. Для зниження температури в зоні різання використовують переривчасті шліфувальні круги, які підвищують якість в оброблення кілець підшипників в технологічному циклі.

Ключові слова: температура, шліфування, підшипник, кільце, цикл, шліфувальний круг.

У практиці світового машинобудування відбувається постійне підвищення вимог до якості та конкурентоспроможності виробів. Питання керування якістю поверхневого шару деталей машин під час шліфування залишається актуальною проблемою сучасного підшипникового виробництва.

Оскільки, надійність та довговічність машин і механізмів визначається надійністю опор кочення, то особливо актуальною стає проблема технологічного забезпечення експлуатаційних характеристик підшипників кочення, які вирішальним чином залежать від точності геометричної форми поверхонь обертання, що формуються на операціях шліфування.

В підшипниках кочення ковзальний контакт змінюється контактом кочення, завдяки чому зменшуються витрати енергії на тертя. Але конструкція підшипника кочення така, що не дозволяє повністю звільнитись від елементів, які зумовлюють наявність незначного контакту ковзання. Тому робота підшипника кочення супроводжується складним змінами, котрі впливають на динамічні характеристики підшипника [1].

До підшипників загального та спеціального призначення висувається багато вимог, які можна класифікувати на загальні та специфічні:

- До загальних вимог відносяться такі як, зменшення шумності та вібрацій, моменту опору обертання, підвищення точності виконання геометричних розмірів, збільшення довговічності, надійності, зносостійкості.
- До специфічних вимог відносять теплостійкість, корозійна стійкість, антинамагнічуваність та ряд інших вимог, особливо до підшипників, що працюють в специфічних експлуатаційних умовах.

Програма експериментальних досліджень зв'язків технологічних чинників з температурою в зоні шліфування та з якістю шліфованих поверхонь, передбачає:

- дослідження температури під час шліфування поверхонь обертання зовнішніх кілець роликотидшипників;
- застосування переривчастих шліфувальних кругів в технологічному циклі оброблення кілець підшипників.

Після проведення аналізу причин появи геометричних невідповідностей можна стверджувати, що усунення таких недоліків шляхом направлено технологічного впливу є ключовим напрямком покращення та стабілізації експлуатаційних показників поверхонь обертання роликотидшипників [3].

Теплові явища, що супроводжують процес шліфування, значно впливають на якість шліфованих поверхонь. Підвищені температури шліфування викликають дефекти в поверхневому шарі шліфованої деталі (припали, тріщини, мікроструктурні дефекти), що знижують якість деталі, у зв'язку із чим температурний чинник набуває значення одного з основних чинників процесу шліфування [2].

Основні чинники, що впливають на температуру різання під час шліфування заготовки, залежать від глибини різання t , швидкості заготовки V_{θ} , числа канавок переривчастого шліфувального круга ε .

$$\theta = f(t, V_{\theta}, \varepsilon). \quad (1)$$

У першому наближенні функцію (1) можна представити у наступному вигляді [4]:

$$\theta = C \cdot t^a \cdot V_{\theta}^b \cdot \varepsilon^c \quad (2)$$

де C – коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу й умови оброблення; t – глибина різання, мм; V_{θ} – швидкість заготовки, м/хв; ε – число канавок.

В логарифмічному представленні рівняння (2) буде поліномом першого степеня:

$$\ln \theta = \ln C + a \cdot \ln t + b \cdot \ln V_{\theta} + c \cdot \ln \varepsilon \quad (3)$$

Під час переходу до безрозмірних величин у загальному вигляді рівняння (3) запишемо:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 \quad (4)$$

Експерименти проводили використовуючи методику повного факторного аналізу, тобто одночасного варіювання усіх змінних чинників, $x_1(t)$, $x_2(V)$, $x_3(\varepsilon)$. Кожна з цих змінних варіюється на двох рівнях (2^k), де k – число змінних. Визначили невідомі b_0 і коефіцієнти b_1 , b_2 , b_3 .

Вибір режимів оброблення проводився із врахуванням можливостей обладнання та граничних режимів оброблення, як це показано в табл. 1.

Таблиця 1

Режими шліфування і кодові позначення

Рівень	Режими шліфування			Кодові позначення		
	t , мм	V_{θ} , м/хв	ε	x_1	x_2	x_3
Верхній	0,4	40	36	1	1	1
Середній	0,3	30	24	0	0	0
Нижній	0,2	20	12	-1	-1	-1

За даними експериментальних досліджень і наступного статистичного оброблення результатів була отримана математична модель температури різання. Математична модель дійсна лише в межах інтервалів варіювання технологічних параметрів. Аналіз отриманої математичної залежності показав, що найбільший вплив на збільшення температури різання має збільшення глибини різання й меншою мірою – число канавок шліфувального круга (ε). Швидкість заготовки (V_{θ}) впливає на температуру різання під час шліфування, її збільшення призводить до зниження температурного впливу на поверхню, яку обробляють.

Найбільш високі значення коефіцієнта кореляції (у межах до 0,95) були отримані між температурою різання й глибиною різання оброблюваної деталі. На основі результатів досліджень, використовуючи метод найменших квадратів і властивості скалярного добутку основних векторів, кінцева формула для визначення температури різання в процесі шліфування має вигляд:

$$\theta = 611.8 \cdot t^{0.34} \cdot V_{\theta}^{-0.05} \cdot \varepsilon^{0.28} \quad (5)$$

Дисперсію адекватності моделі визначали за формулою:

$$S_{ад.}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (Y_{ej} - Y_{pj})^2}{N-1} \quad (6)$$

де Y_i – отримане значення параметра оптимізації; Y_c – середнє значення параметра оптимізації; n – кількість паралельних дослідів.

Вплив температури на якість поверхневого шару деталі під час оброблення заготовок змінюється в залежності від кількості канавок шліфувального круга. Внаслідок невисокої теплопровідності (рис.1) вплив температури розповсюджується на поверхневі шари деталі.

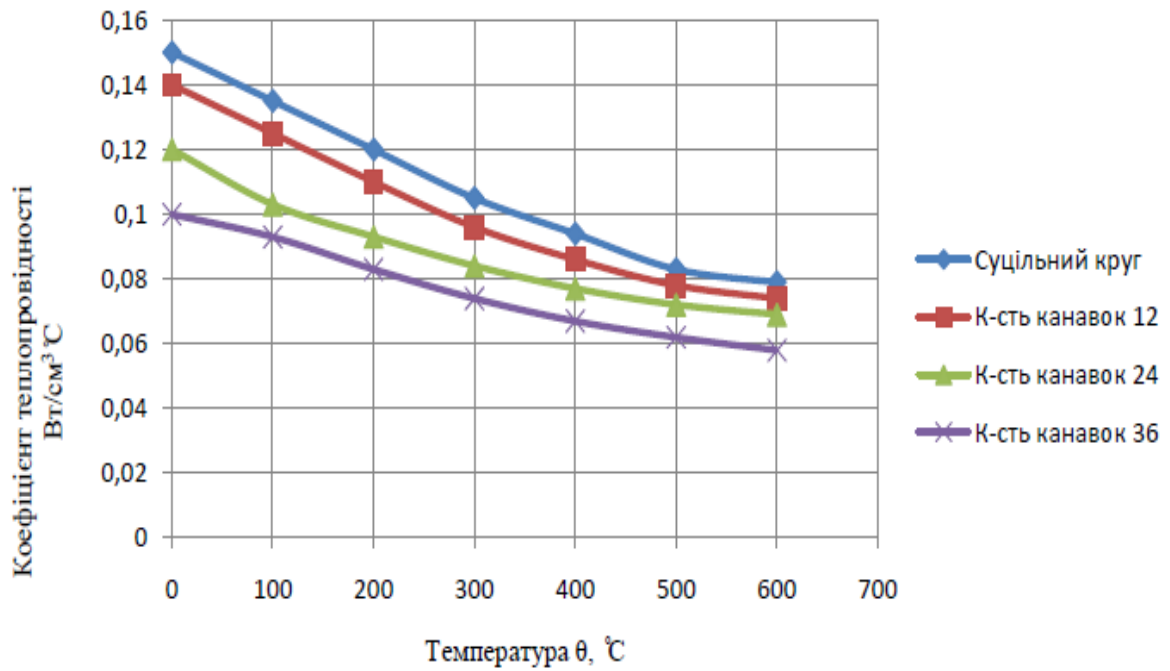
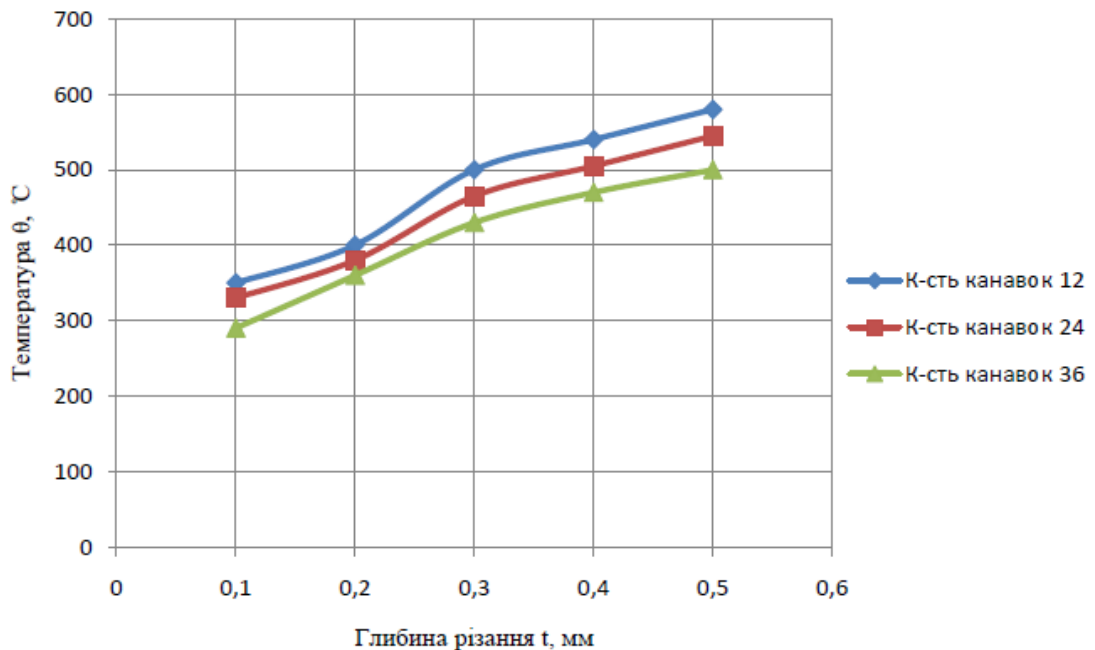


Рис. 1. Залежність теплопровідності матеріалів від температури

До особливостей процесу шліфування заготовок відноситься обмежене використання мастильно-охолоджувальної рідини, яка потрапляючи в мікротріщини заготовки змінює фізико-механічні характеристики поверхневого шару матеріалу.

Результати вимірювання температури різання залежно від глибини різання показано на рис. 2. Було встановлено, що із зростанням числа канавок зменшуються температура різання, тому що збільшується коефіцієнт теплопровідності, покращуються умови тепловідводу, що не дає температурі рівномірно розподілитися по всьому об'єму деталі.

Рис. 2. Залежність температури різання від глибини різання при $V_{\theta} = 10 \text{ м/хв}$, $V_{кр} = 35 \text{ м/с}$, $t = 0,05 \text{ мм}$

Результати, що були отримані в ході експерименту співпадають з результатами робіт, що відносяться до дослідження поверхонь обертання [2].

Висновки.

Розроблено план експериментальних досліджень зв'язків конструкторсько-технологічних чинників та показників безцентрово- шліфувальних операцій з параметрами якості шліфованих поверхонь, температурою процесу шліфування переривчастими шліфувальними кругами та конструктивними параметрами кругів.

Експериментально та теоретично досліджено вплив глибини різання, числа канавок шліфувального круга, швидкості різання та величини повздовжньої подачі на температуру шліфування.

Літературні джерела

1.Гринюк С.В. Підвищення ефективності операцій безцентрового шліфування кілець роликотидшипників в умовах серійного виробництва [Текст] : дис. кандидата технічних. наук: 05.02.08 / Гринюк Сергій Васильович; Луцький НТУ. – Луцьк, 2021. - 168 арк.

2.Гринюк С.В., Поліщук М.М. Дослідження впливу режимів різання переривчастими кругами на температуру шліфування кілець роликотидшипників // The 3 th International scientific and practical conference "MAN AND ENVIRONMENT, TRENDS AND PROSPECTS" (February 10-11, 2020) SH SCW "NEW ROUTE" Токуо, Japan 2020. 321-327 p.

3.Марчук В.І, Сачковська Л.О., Гринюк С.В. Про вплив температури шліфування на показники якості поверхонь кілець роликотидшипників // Збірник наукових праць ІХ-тої Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології в машинобудуванні» 3-7 лютого 2020 Львів-Плай 120-121с.

4.Марчук В. І., Гринюк С. В., Марчук І. В.Дослідження впливу режимів різання на температуру шліфування кілець роликотидшипників // Збірник наукових праць VII Міжнародної науково-технічної конференції з проблем вищої освіти і науки ТК-2022 «ПРОГРЕСИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ» Луцьк, УКРАЇНА 28-30 травня 2022 року.

Marchuk V.I., Hryniuk S.V., Marchuk I.V.

Lutsk National Technical University

STUDY OF THE INFLUENCE OF GRINDING MODES AND PARAMETERS OF THE INTERMITTENT GRINDING CIRCLE ON GRINDING TEMPERATURE OF ROLLER BEARING RINGS

Abstract. *The paper examines the study of temperature during grinding of the surfaces of rotation of the outer rings of roller bearings. Thermal phenomena accompanying the grinding process significantly affect the quality of polished surfaces. To reduce the temperature in the cutting zone, intermittent grinding wheels are used, which increase the quality of the processing of bearing rings in the technological cycle.*

Key words: *temperature, grinding, bearing, ring, cycle, grinding wheel.*