

УДК 621.822:681.2:369.64

Ю.С.Лапченко, Б.О.Пальчевський

Луцький національний технічний університет

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ НА ОПЕРАЦІЯХ БЕЗЦЕНТРОВОГО ШЛІФУВАННЯ

*В статті описані особливості процесі формоутворення доріжки кочення кілець роликотідишпників на операціях безцентрового шліфування*

Вихідні параметри якості робочих поверхонь кілець роликотідишпників такі як точність лінійних і кутових розмірів, відхилення форми, структура і параметри мікрорельєфу, фізико-механічні властивості поверхневого шару від яких залежать експлуатаційні властивості деталей в складі виробу формуються на викінчувальних шліфувальних та доводочних операціях.

З точки зору забезпечення точності та якості мікротопографії поверхні (шорсткість, хвилястість) обробка шліфуванням має великі переваги перед обробкою лезовим інструментом [1, 2, 3]. Багатопрохідність і можливість за необхідністю змінювати робочий цикл в напрямку від грубого процесу до більш тонкого є, в цьому відношенні, одним з позитивних факторів.

Другим важливим фактором, який властивий природі шліфування, є тенденція самого процесу формоутворення до автоматичного вирівнювання вихідних похибок форми поверхонь. Тобто має місце саморегулювання процесу формоутворення коли власні відхилення від правильної геометричної форми являються першопричиною такої зміни ріжучої здатності круга і інтенсивності знімання припуску, яка пришвидшує процес заокруглення деталі. Сама деталь "керує" процесом формоутворення, пришвидшуючи вирівнювання початкових похибок.

Мірилом поопераційного копіювання геометричних похибок вважається коефіцієнт уточнення форми деталі (поверхні), який визначається відношенням однойменних похибок, утворених на попередній і наступній операціях [3]:

$$\mu_i = \frac{\delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (1)$$

де  $\delta_{i-1}$  і  $\delta_i$  – величина досліджуваної похибки (наприклад овальності) відповідно на попередній і на тій, що виконується операціях, мкм.

При обертанні в момент контакту шліфувального круга з ділянкою збільшеного припуску, виникає збільшене відтискування пружної технологічної системи. Таким чином, проходить деяке копіювання, або часткове відтворення початкових похибок. Але одночасно проходить зворотній процес, який протидіє копіюванню початкових похибок на оброблювану поверхню. Зрозуміло, що під час обробки ділянки зі збільшеним припуском, в системі створюється підвищений натяг, тобто збільшується сила різання. Це обставина є причиною збільшення кількості ріжучих зерен, що контактують з поверхнею деталі. Відповідним чином збільшується ріжуча здатність інструменту і інтенсивність знімання металу. І навпаки, під час контактування круга з ділянкою меншого припуску, відповідно, зменшується відтискування системи і натяг в ній. Під час меншого контактного тиску зменшується кількість ріжучих зерен і, відповідно, знизиться інтенсивність знімання металу. Таке коливання сили різання негативно впливає на якість та однорідність властивостей окремих ділянок обробленої поверхні і стає причиною виникнення хвилястості поверхні, яка негативно впливає на експлуатаційні властивості кілець.

Пошук та створення таких методів формоутворення, які помітно зменшували б вихідні геометричні похибки форми поверхні, тобто характеризувалися б високим значенням коефіцієнта уточнення, є надзвичайно важливим завданням. Такі методи автоматично виконують роль "бар'єрів", які запобігають переходженню на наступні операції овальності, гранності, хвилястості та інших геометричних похибок. А це означає, що в такому випадку на цій операції з названих параметрів технологічна спадковість перестає діяти. Одним з таких прогресивних і високоточних способів шліфування доріжок кочення кілець підшипників є безцентрове шліфування з базуванням кілець по оброблюваній поверхні на жорстких опорах [4, 5] рис. 1.

Шліфування доріжки кочення кільця виконується після токарної і термічної операцій. Кільце встановлюється на двох жорстких нерухомих опорах 1 і 2, які змонтовані безпосередньо на станині верстата. Опори розміщені під кутом  $\beta$  одна до однієї і одна з опор під кутом  $\gamma$  до горизонтальної вісі кільця в такий спосіб, щоб результуюча сила різання з лінії  $l$  контакту круга з

шліфованою поверхнею направлялась на опору 2. В процесі вибору координат розміщення опор необхідно дотримуватись умови:  $\gamma + \beta < 180^\circ$ .

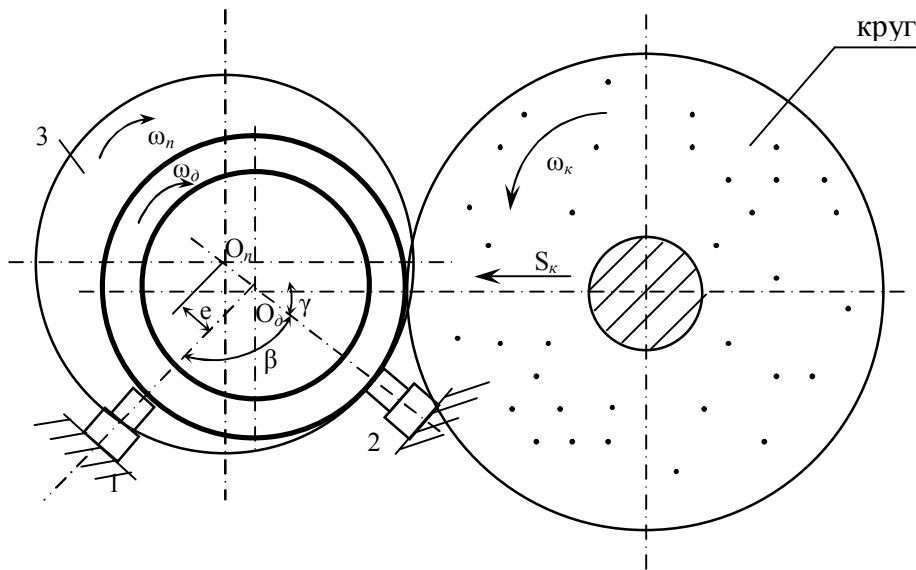


Рис. 1. Схема безцентрового круглого шліфування доріжки кочення внутрішнього кільця роликопідшипника

Деталь, що шліфується закріплюється магнітним патроном на планшайбі 3 шпинделя з ексцентриситетом  $e$  величина якого залежить від величини припуску необхідної точності, технологічної продуктивності, тощо (рис. 1). Базування деталі проходить по поверхні, яка шліфується. Безперервність контакту круга з деталлю підтримується автоматично, причому, в початковій фазі шліфування з ексцентриситетом (чорнове шліфування) знімання припуску виконується дискретними ділянками переривчастим шліфуванням, а по мірі зменшення припуску і ексцентриситету переривчастість контакту переходить в безперервне (чистове) шліфування. Деталь обертається за рахунок моменту тертя плоского торця кільця і плоскої опорної поверхні магнітного патрона  $\omega$ . Сила тертя знаходиться в межах 3-10 кг.

В результаті зміщення центра деталі  $O_d$  відносно вісі патрона  $O_n$  на величину  $e=0,1-0,5$ мм виникає відносна швидкість ковзання кільця по планшайбі, завдяки чому воно притискується до жорстких опор [3].

Якщо кутова швидкість ведучої планшайби –  $\omega_n$ , а швидкість ковзання  $\Delta\omega_k$ , то кутова швидкість виробу буде рівна:

$$\omega_d = \omega_n - \Delta\omega_k \quad (2)$$

Сила тертя в місті контакту виробу з планшайбою  $\Delta F$  пропорційна силі притискування і залежить також від величини зміщення  $e$  центрів обертання деталі і планшайби [5].

Дослідження [5, 6, 7, 8] показали, що точність обробки залежить від кутового розміщення нерухомих опор, величини і напрямку зміщення вісі обертання деталі відносно вісі обертання шпинделя деталі і від методу притискання деталі в осьовому напрямку.

На рис. 2 показана схема безцентрового шліфування доріжки кочення зовнішнього кільця кінцевого роликопідшипника з базуванням кільця по зовнішньому діаметру на жорстких опорах. Така схема шліфування використана на операції внутрішнього шліфування доріжок кочення зовнішніх кілець роликопідшипників і циліндричних отворів внутрішніх кілець.

Принцип формоутворення залишається незмінним з однією лише різницею, що кільце притискується до планшайби за допомогою двох притискних роликів. Жорсткі опори 1 і 2 встановлені під кутом  $90-100^\circ$ , при чому одна з них розміщена майже протилежно до напрямку радіального тиску сили різання. Вісь обертання деталі зміщена вправо і вниз відносно центра обертання ведучого патрона шпинделя на величину  $e = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta z^2}$ . Описаний спосіб шліфування зовнішніх кілець роликопідшипників реалізований на шліфувальному автоматі з цикловим керуванням SiW-4B.

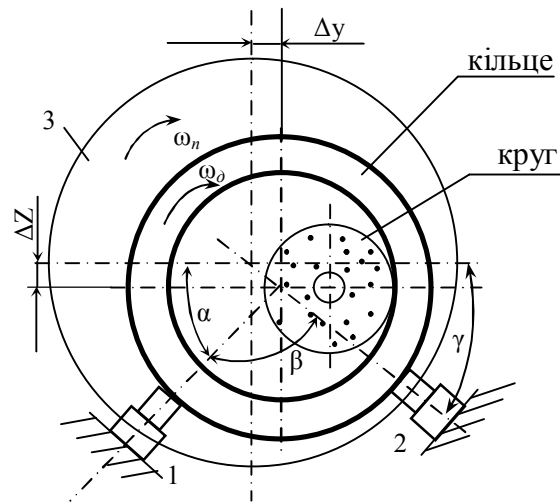


Рис. 2. Схема внутрішнього безцентрового круглого шліфування доріжки кочення зовнішнього кільця роликопідшипника

Прийняті способи формоутворення мають наступні переваги: зручність та стабільність налагоджування завдяки простоті конструкції пристрою; зниження похибок обробки за некруглістю і різностінністю до долей мікрметра. Досвід використання описаних схем безцентрового шліфування кілець на підшипникових заводах показав [8], що овальність і гранність доріжок кочення кілець знаходиться в межах 1,2-2,2 мкм, шорсткість поверхні Ra 0,12-0,08 мкм. Поперечна подача  $S=0,4-0,6$  мм/хв, час виходжування складає 20 секунд. Швидкість обертання шліфувального круга  $V_k=25$  м/с, деталі – 30 м/хв.

В існуючих способах шліфування усувається до мінімуму вплив на точність, хвилястість і шорсткість радіального биття в опорах шпинделя виробу оскільки шпиндель деталі звільняється від радіальних навантажень. Крім того, різко знижується час на встановлення і знімання деталі. Завдяки таким перевагам процесу безцентрового шліфування в процесі моделювання механізму формоутворення прийняті правомірні допущення про те, що на процес хвилеутворення основний вплив спричиняють коливальні рухи підсистеми шпинделя шліфувального круга, а коливання підсистеми деталі практично відсутні.

1. Левин М.А. Прогнозирование параметров качества при механической обработке деталей. – Севастополь: НТО им. А.Н. Крылова, 1984. – 57 с.
2. Марчук В.І., Матьошик В.О., Заболоцький В.Ю., Лапченко В.С. Вдосконалення технології та експлуатаційних характеристик сепараторів роликопідшипників в умовах гнучкопереналагоджувального виробництва // Матеріали 4-го Міжнародного науково-технічного семінара (24-26 лютого 2004 г.), г. Свалява, Карпати. – С.127-130.
3. Марчук В.І., Лінчевський П.А. Наддачин В.Б. Лапченко Ю.С.. Моделювання формування хвилястості поверхонь обертання на операціях безцентрового шліфування кілець роликопідшипників // Наукові нотатки: Міжвуз. зб. (за напрямком "Інженерна механіка"). – Луцьк: ЛДТУ, 2004. -Вип.15.– С.204-216.
4. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. – М.: Машиностроение, 1975, –222 с.
5. Лурье Т.Б. Шлифование металлов. – М.: Машиностроение, 1969. – 175с.
6. Комбалов В.С. Оценка триботехнических свойств контактирующих поверхностей. – М.: Наука, 1983. – 136 с.
7. Кудинов В.К., Шамлиев В.К. Об идентификации процесса шлифования как объекта автоматического управления. // Приборостроение. – К.: Техника, 1980. – вип.29. – С. 5-8.
8. Марчук В.І., Терлецький Т.В., Симонюк В.П., Красовський В.В., Денисюк В.Ю. Про результати удосконалення системи активного контролю на бортикошліфувальних верстатах ME 280 CO // Наукові нотатки: Міжвузівський збірник (за напрямком "Інженерна механіка") - Луцьк: ЛДТУ, 2002. Вип. 10. – С. 141–145.