

УДК 621.822:681

В.В. Пташенчук

Луцький національний технічний університет

**КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ
ТОРЦІВ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ
МЕТОДОМ ПЕРЕРИВЧАСТОГО ШЛІФУВАННЯ З
РЕГУЛЬОВАНОЮ ТАНГЕНЦІАЛЬНОЮ СИЛОЮ**

Розглядається питання стабілізації якості поверхневого шару при плоскому шліфуванні кілець роликopідшипників на двосторонньому торцешліфувальному автоматі 3344AE за рахунок підтримання потужності, яка затрачається в процесі різання на заданому рівні.

Постановка питання. Питання керування якістю поверхневого шару деталей машин при шліфуванні залишаються актуальною проблемою сучасного виробництва. До 20-25% деталей, що мають високу точність після шліфування, ідуть в брак [1]. Причина - приховані від ока припалювання і мікротріщини, що виникають при обробці металів і сплавів абразивними інструментами під впливом високих температур у зоні різання. Особливо актуальним питання зниження теплонапруженості та стабілізації процесу шліфування являється при обробленні плоских поверхонь, який супроводжується підвищеним зношенням шліфувального круга та високими контактними температурами внаслідок значної площі контакту круга з заготовкою. Підбір занижених режимів шліфування у декілька проходів, що знижують продуктивність, не дозволяє цілком усунути дефекти при шліфуванні деталей. Як наслідок, довговічність підшипників знижується в 3 рази, зубчастих коліс - у 5-8 разів [2,3]. Результати статистичних

досліджень діючого підшипникового виробництва на ВАТ „Луцький підшипниковий завод“, що в складі корпорації SKF (Гетебор Швеція) показали, що шліфувальні операції на двосторонніх безцентрово-шліфувальних автоматах типу 3344AE в технологічному циклі формоутворення кілець роликopідшипників супроводжуються значною кількістю бракованих деталей внаслідок похибок обробки, зниження точності та припалювань поверхонь, що обробляються.

Аналіз останніх досліджень. Технологічному процесу шліфування торцевих поверхонь кілець роликopідшипників присвячені праці В.М. Сухарева, А.С. Денисова, С.С. Шахновського, Ф.М. Кузьменкової, П.И. Ящерицьна, які займалися проблемами підвищення продуктивності та забезпечення якості торців кілець підшипників на операціях безцентрового шліфування. Однак, є невирішеною проблема нерівномірного та підвищеного зношення абразиву, стабілізації ріжучої здатності, уникнення припалювань та мікротріщин поверхневих шарів деталей зумовлених підвищеними температурами внаслідок безперервності процесу різання, нерівномірності припуску на обробку.

Мета дослідження. Встановити взаємозв'язок між складовими сил різання та потужністю, що затрачається в процесі шліфування кілець роликopідшипників на двосторонньому торцешліфувальному автоматі 3344AE та на їх основі розробити методику шліфування з регульованою тангенціальною силою.

Основна частина. При шліфуванні на двосторонніх торцешліфувальних автоматах стабілізувати якість поверхневого шару торцевих поверхонь циліндричних деталей, кілець роликopідшипників, зокрема, можна за рахунок підтримання потужності шліфування, яка затрачається при різанні на постійному рівні. Реалізувати

таку методику шліфування можливо при використанні шліфувальних кругів з переривчастою робочою поверхнею, які працюють в режимі самозаточення та застосуванні системи автоматичного керування (САР) [3].

Використання переривчастого шліфування з використанням САР дозволить не тільки забезпечити задані параметри поверхневого шару деталей шляхом контролювання заданих режимів оброблення, зношення абразивів та автоматичній правці кругів, як наслідок, запобіганні бракованих деталей але й підвищити продуктивність процесу, шляхом зменшення часу на підналагодження верстату та оброблення партії деталей.

Принцип роботи САР полягає в наступному. Електричний сигнал, пропорційний потужності шліфування, надходить від електродвигунів приводу шліфувальних кругів в електронний блок. Зростання потужності шліфування за межі допустимо-встановленого значення, зумовлює включення виконавчого механізму САР, який зменшує швидкість подачі деталі зменшуючи температуру в зоні різання.

При зменшені потужності різання нижче гранично-допустимого значення, САР буде збільшувати швидкість подачі деталі, забезпечуючи тим самим підтримання потужності шліфування на заданому рівні.

Потужність, що затрачається на різання, складається з потужностей, що затрачаються на шліфування бокових поверхонь правого Р1 та лівого Р2 торців кільця роликотідшипника.

$$P = P_1 + P_2 \quad (1)$$

$$P_1 = F_{z1} \cdot V_{piз} \quad (2)$$

$$P_2 = F_{z2} \cdot V_{piз} \quad (3)$$

де: F_{z1} ; F_{z2} - тангенціальні складові сили різання правого та лівого торця кільця роликотідшипника.

Різниця складових тангенціальних сил різання визначає різницю потужностей лівого та правого шліфувального круга:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = V_{pi3} (F_{z1} - F_{z2}) \quad (4)$$

Особливістю шліфування кілець роликопідшипників полягає в тому, що площа бокових поверхонь правого та лівого торця кільця підшипника мають різні значення, тому тангенціальні складові сил різання будуть візнитися на величину коефіцієнта пропорційності k , що дає змогу проводити контроль по найбільш навантаженому торцю.

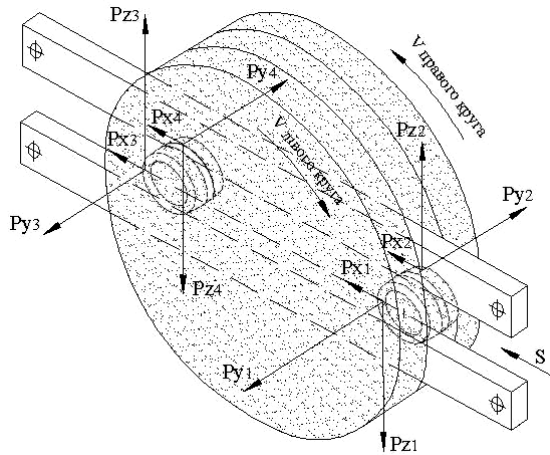


Рис. 1. Схема зусиль, що виникають в процесі шліфування на двосторонньому торцешліфувальному автоматі 3344AE: P_{x1} , P_{y1} , P_{z1} – для лівого шліфувального круга і P_{x2} , P_{y2} , P_{z2} – для правого, де P_{x1} і P_{x2} –осьові сили, які діють в площині шліфування в напрямку подачі; P_{y1} і P_{y2} – нормальні зусилля, що діють в площині, перпендикулярній площині шліфування; P_{z1} і P_{z2} – тангенціальні сили, які діють в площині шліфування перпендикулярно до напрямку подачі.

Тангенціальні складові сил різання рівні:

$$F_{z1} = k_1 \cdot F_{y1} \quad (5)$$

$$F_{z2} = k_2 \cdot F_{y2} \quad (6)$$

де: $F_{y1}; F_{y2}$ - нормальні складові сили різання правого та лівого торця кільця; k_1, k_2 - коефіцієнти пропорційності.

Максимальне значення температури в поверхневому шарі деталі на глибині δ від поверхні можна визначити за формулою [3]:

$$T_{\delta, \max} = T_{0, \max} \left(1 - 0.5 \sqrt{\frac{V}{ah}} \cdot \delta \right) \quad (7)$$

де: $T_{\delta, \max}$ - максимальне значення температури в поверхневому шарі деталі на відстані δ від поверхні; $T_{0, \max}$ - максимальне значення контактної температури на оброблюваній поверхні; V - швидкість переміщення теплового джерела; α - коефіцієнт теплопровідності; h - напівширина теплового джерела в напрямі вектора швидкості; δ - відстань від поверхні деталі.

Максимальну температуру на поверхні деталі можна визначити за формулою [3]:

$$T_{0, \max} = \frac{1.47 P}{\lambda S} \cdot \sqrt{\frac{V}{ah}} \quad (8)$$

де: λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу деталі;
Підставивши (8) в (7) отримаємо:

$$T_{\delta, \max} = \frac{1.47 P}{\lambda S} \cdot \sqrt{\frac{V}{ah}} \cdot \left(1 - 0.5 \sqrt{\frac{V}{ah}} \cdot \delta \right) \quad (9)$$

Допустиму потужність різання при шліфування кільця роликопідшипників на торцешліфувальних автоматах можна знайти за формулою:

$$[P] = \frac{T_{\delta \cdot \max} \cdot \lambda \cdot S}{0,75 \cdot \left(2 \sqrt{\frac{ah}{V}} - \delta \right)} \quad (10)$$

Схема автоматичної системи регулювання якістю поверхневого шару при двосторонньому шліфуванні зображена на рис. 2.

В блоці умов встановлюються величини допустимого рівня потужності різання та мінімальна швидкість подачі деталі.

- Проходить порівняння заданих величин потужності з дійсним значенням, яке знімається з двигуна електропривода датчиком визначення потужності.

- Величина електричного сигналу, що пропорційна потужності шліфування потрапляє в блок керування. Підтримання потужності шліфування на заданому рівні дозволяє стабілізувати якість поверхневого шару при шліфуванні.

Потужність та теплонапруженість процесу шліфування торців кілець роликотідшипників на двосторонньому торцешліфувальному автоматі 3344AE в значній мірі залежать від двох величин, що мають схоластичний характер і мало прогнозовані. До них можна віднести припуск на оброблення, який формується на заготівельних токарних операціях та швидкості подачі деталі, які визначають об'єм матеріалу, що знімається абразивом за одиницю часу. Тому, пропонується САР окрім підтримання заданого температурного діапазону поверхневого шару в процесі оброблення дає змогу проводити правку шліфувальних кругів по мірі їх зношення. Для цього необхідно попередньо встановити мінімальну швидкість подачі деталі в зону різання та проводити порівняння дійсного та встановленого значення швидкості руху деталі.

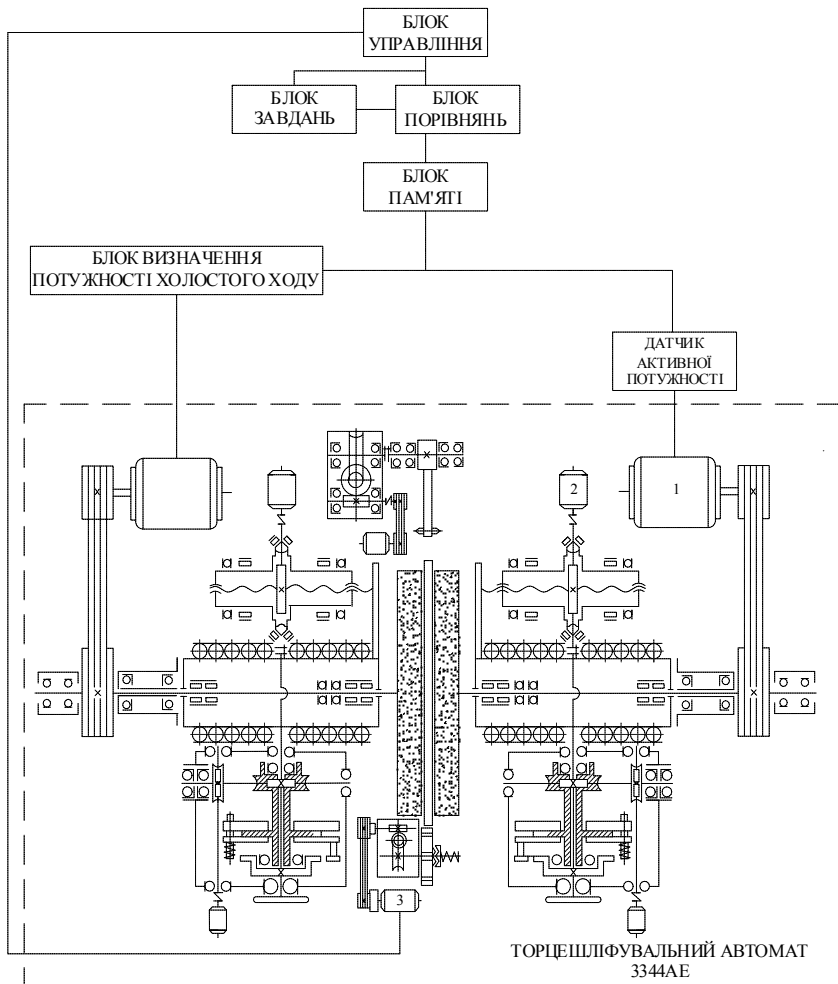


Рис. 2. Блок – схема автоматичної системи регулювання якістю обробки: 1 – електродвигун механізму приводу шліфувального круга; 2 – електродвигун приводу механізму подачі шліфувального круга; 3 – електродвигун приводу механізму подалі деталей.

Робота системи САР відбувається згідно алгоритму, зображеного на рис. 3:

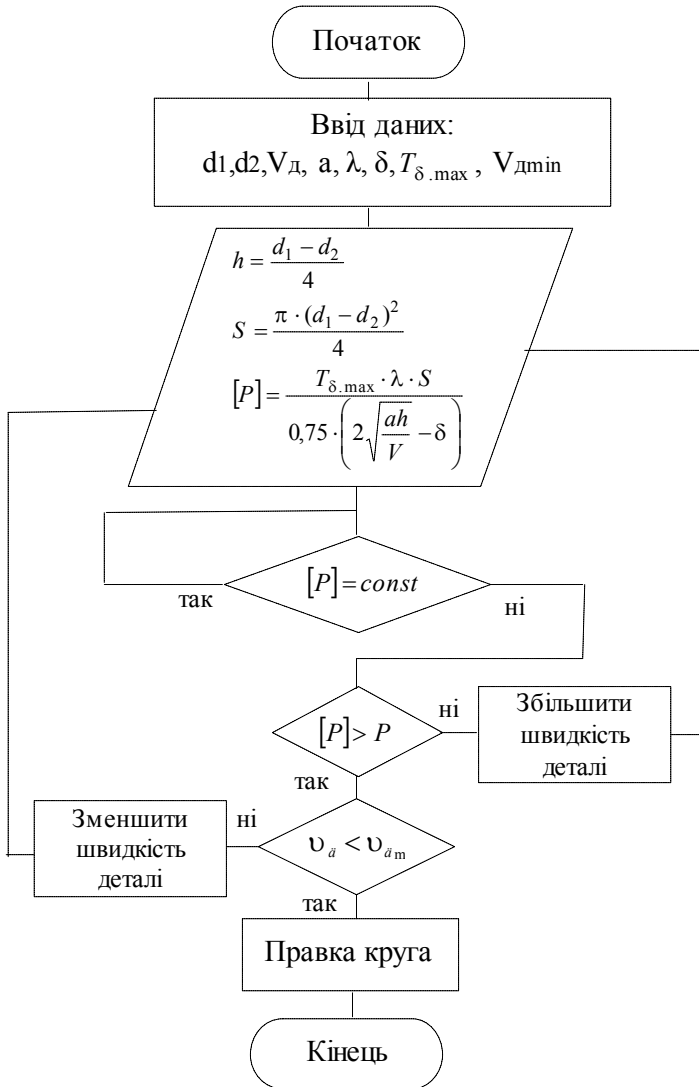


Рис. 3. Алгоритм роботи САР.

Неважко передбачити, що умова $v_0 < v_{0\min}$ при $P > [P]$ відобразатиме процес затуплення та засолення шліфувального круга. В такому випадку подається команда на правку. Слід зауважити, що ефективність функціонування пропонованої САР в значній мірі залежить від того, наскільки раціонально підібрана величина параметра $v_{0\min}$, оскільки завищення цього параметра призведе до зростання числа правок шліфувального круга а заниження до зростання часу на обробку партії деталей.

Література:

1. Сухарев В.М, Денисов А.С. „Двустороннее шлифование”. -К.: Техника, 1976.-80с.
2. Якімов А.В. „Оптимізація процесу шліфування”. - М.: Машинобудування, 1975.-175 с.
3. Якимов А.А., „Основы теории обеспечения и стабилизации качества поверхностного слоя при прерывистом шлифовании зубчатых колес” – Одесса: ОГПУ, 1997-212с.
4. В.І. Марчук, В.В. Пташенчук. „Технологічні фактори впливу на операційну точність та теплонапруженість процесу плоского шліфування торцевих поверхонь кілець роликотідшипників” // Вісник СевНТУ. Вип. 107: Машиноприладобудування і транспорт: зб. наук. пр. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010 – 260 с.