

## ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПІДШИПНИКОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Проведений аналіз виробничих дефектів підшипникового виробництва та пропонувано сучасні прогресивні технологічні рішення для покращення якості та підвищення продуктивності оброблення на операціях безцентрового торцешліфування.*

**Постановка питання.** Питання керування якістю поверхневого шару деталей машин при шліфуванні залишаються актуальною проблемою сучасного виробництва. Від 2 до 5 % деталей, що мають високу точність після шліфування, ідуть в брак [1]. Причина - приховані від ока припалювання і мікротріщини, що виникають при обробленні 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 [1,2]. 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 роликпідшипників супроводжуються значною кількістю бракованих деталей внаслідок похибок оброблення, зниження точності та припалювань поверхонь, що обробляються.

**Аналіз останніх досліджень.** Технологічному процесу шліфування торцевих поверхонь кілець роликопідшипників присвячені праці В.М. Сухарева, А.С. Денисова, С.С. Шахновського, Ф.М. Кузьменкової, П.І. Ящеріцина, які займалися проблемами підвищення продуктивності та забезпечення якості торців кілець підшипників на операціях безцентрового шліфування. Однак, через нерівномірне та підвищене зношення абразиву досягнення необхідного рівня якості деталей досягається за рахунок зниження режимних параметрів, що негативно відображається на продуктивності та собівартості продукції і потребує детального аналізу для вирішення цієї проблеми.

**Мета дослідження.** Провести аналіз причин виникнення технологічних дефектів на операціях безцентрового торцешліфування, модернізувати різальний інструмент, розробити прогресивну технологію оброблення торцевих поверхонь кілець роликопідшипників.

**Основна частина.** Ефективність процесу шліфування, інтенсивність зношення абразивного шліфувального інструменту, якість обробленої поверхні й інших характеристик, що супроводжують процес шліфування залежать від властивостей зовнішнього середовища, у якому здійснюється різання. Примусова зміна властивостей цього середовища – один зі шляхів керування й оптимізації процесу шліфування.

Саме шляхом раціонального використання змащувально – охолоджувальних технологічних засобів (ЗОТЗ) можна суттєво зменшити сили тертя і тепловиділення в контакті шліфувальний круг – оброблювана деталь, інтенсифікувати відведення тепла, забезпечити видалення стружки і відходів шліфування з зони різання, зменшити затуплення, засолення і зношення шліфувального круга, підвищити його різальну здатність, тим самим підвищити продуктивність оброблення і покращити якість поверхонь оброблюваних деталей.

У більшості випадків оброблення здійснюється із застосуванням природних або штучних змащувально – охолоджувальних технологічних засобів, що знаходяться в будь-якому агрегатному стані – твердому, рідкому, газоподібному.

Застосування ефективних ЗОР дозволяє зменшити температуру зони різання, знизити нагрівання деталі. Залежно від складу ЗОР сили різання за постійних умов оброблення можуть змінюватися у декілька разів, а зношення круга – в кілька десятків разів. Збільшення сили різання викликає підвищення деформацій системи верстат – інструмент – деталь (ВІД) і зниження точності оброблення. Температурні деформації деталі зменшуються при використанні водяних ЗОР, що володіють кращими охолоджувальними властивостями. Нерівномірне нагрівання і розширення деталі в процесі оброблення викликають похибки форми обробленої поверхні після охолодження. Плоска поверхня стає увігнутою, на циліндричній поверхні з'являється хвилястість. Ефективним способом зниження теплової напруженості процесу шліфування деталей з важкооброблюваних матеріалів є подача ЗОР у зону різання під тиском до 10-15 МПа [2].

Так, подача ЗОР під тиском покращує її змащувальні та зволожувальні властивості, дозволяє порівняно з поливом зменшити головну складову сили різання на 30-40 % і знизити на 30-70 °С середню контактну температуру деталі, сприяючи утворенню в поверхневому шарі залишкових напружень, які мають стискаючий характер, зменшує залипання вершин абразивних зерен, покращує різальні властивості та підвищує стійкість різального інструменту.

Для оброблення торців кілець роликотішипників на сучасному етапі використовується схема двостороннього шліфування, яка наведено на рис. 1. Деталі (типу кілець) 2, обмежені нижньою 3 та верхньою 4 напрямними лініями, направляються в зону шліфування зірочкою 1 і проходять між паралельно розташованими шліфувальними кругами, завдяки чому відбувається одночасне шліфування обох торців деталей.

Внаслідок значної площі контакту інструментальної поверхні з поверхнею заготовки та високої теплосилової напруженості процесу різання з'являються пріпики і мікротріщини, відбувається інтенсивне нерівномірне зношення круга, погіршується шорсткість поверхні деталей, зростає час на правку круга, знижується продуктивність. Для усунення таких недоліків проведено покращення конструкції

різального інструменту та визначення його оптимальних геометричних параметрів, які дозволили отримати оптимальні відношення стосовно різальної здатності та теплонапруженості в зоні різання.

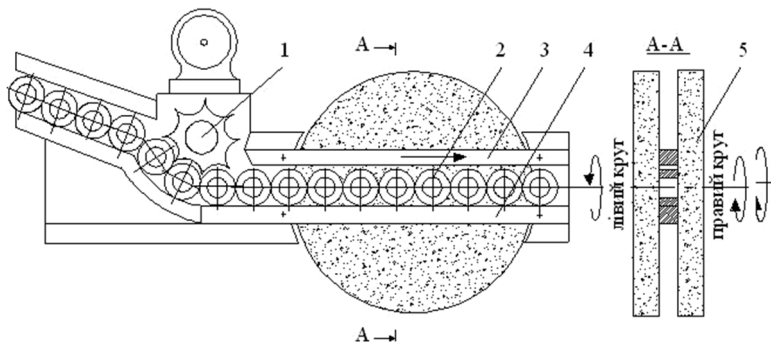


Рис. 1. Схема подачі кілець в зону шліфування: 1 – зірочка; 2 – кільце; 3 – верхня та нижня напрямна лінійки; 4 – шліфувальний круг

Зокрема, пропонувано проводити оброблення торців кілець роликотідшипників на операціях безцентрового торцешліфування переривчатим різальним інструментом з подачею ЗОР під тиском через канавки круга, що дало змогу в момент переривання процесу різання забезпечити значне зниження температури в зоні різання за рахунок інтенсивного тепловідведення. Ефективність абразивного переривчатого різального інструменту в значній мірі залежить від правильного вибору режимів різання. Останні повинні відповідати наступним вимогам: забезпечувати максимальне знімання оброблюваного матеріалу і мінімальне зношення абразивного шару круга, відповідати технічним вимогам до точності, чистоти оброблення. Для зіставлення поведінки інструменту в різних умовах, для оцінки різальної здатності абразивного переривчатого різального інструменту, а також для розроблення рекомендацій з підвищення продуктивності плоского абразивного шліфування прийнято вираз:

$$Q_{\text{різ}} = Q_{\text{відв}}$$

Тобто продуктивність процесу шліфування, що виражається об'ємом обробленої поверхні за одиницю часу

$Q_{\text{нідв}}$ , залежить від того, якою здатністю володіє абразивний переривчатий інструмент знімати різальними зернами визначену кількість металу  $Q_{\text{зріз}}$ .

Якщо  $Q_{\text{нідв}} < Q_{\text{зріз}}$ , роботоздатність абразивних зерен використовується не в повній мірі і продуктивність шліфування знизиться. При  $Q_{\text{нідв}} > Q_{\text{зріз}}$  спостерігається інтенсивне зношення, засалювання робочої поверхні інструменту, теплонапруженості процесу.

Пропонується швидкість деталі, яка разом з товщиною шару припуску визначає об'єм матеріалу, який знімається, зростання шорсткості та продуктивність процесу загалом визначати за наступною залежністю:

$$v_d = \frac{(0,0124 + 0,65\rho) \cdot a_m \cdot l_m \cdot v_{\text{кр}} \cdot m_p \cdot D \cdot R^2 \cdot K_2}{2R_{\text{ср}} \cdot (R_3 - R_6) \cdot t}$$

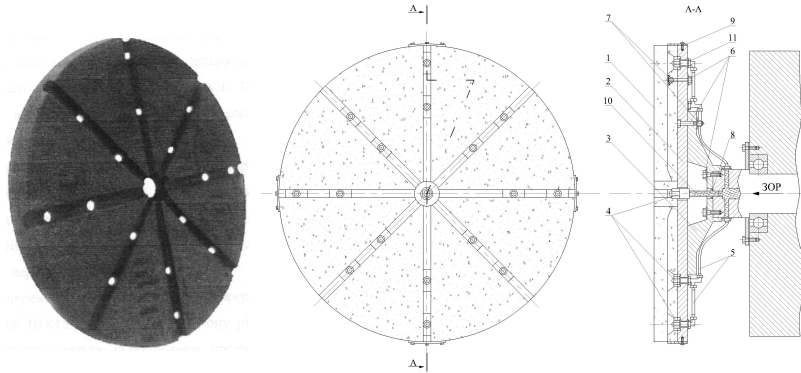
де  $D$  – діаметр кільця;  $R_3$ ,  $R_6$ ,  $R_{\text{ср}}$  – зовнішній, внутрішній та середній радіус кільця;  $R$  – радіус шліфувального круга;  $K_2$  – коефіцієнт, що враховує площу зайняту канавками по відношенню до площі круга. Для суцільного круга  $K_2 = 1$ .  $m_p$  – ймовірна кількість зерен на одиницю робочої площі круга, які беруть участь в різанні;  $l_m$  – довжина дуги контакту абразивного зерна з заготовкою;  $\rho$  – радіус вершини абразивного зерна.

Отримана розрахункова залежність встановлює ступінь впливу зернистості, концентрації і різновисотності абразивних зерен, геометричних параметрів оброблюваної деталі і шліфувального круга на режими оброблення.

Зміна характеристик круга і режимів оброблення призводить до різної різальної здатності інструменту та продуктивності процесу. Тому для забезпечення високої продуктивності площа канавок переривчатого різального інструменту не повинна перевищувати 10–15% загальної площі круга, при цьому забезпечувати необхідний рівень пониження контактних температур в зоні різання по відношенню до суцільного різального інструменту, що дало

змогу уникнути припиків поверхонь деталей, руйнування зв'язки круга та забезпечити його високу розмірну стійкість.

Поставлена задача вирішується за рахунок використання шліфувального круга (рис. 2). Круг кріпиться до планшайби 2, фланця 3 та шпинделя верстата за допомогою гвинтів 6 та гайок 7. Абразив та планшайба мають ряд отворів під сопла 4, які забезпечують подачу ЗОР через канавки круга безпосередньо в зону різання.



*Рис. 2. Переривчастий шліфувальний інструмент для оброблення плоских поверхонь з подачею ЗОР під тиском через канавки круга:*

- 1 – абразив; 2 – планшайба; 3 – фланець; 4 – сопло;  
5 – трубопровід; 6 – гвинт; 7 – гайка; 8 – ущільнювач;  
9 – балансир; 10 – штуцер; 11 – шайба.*

Результати теоретичних та експериментальних досліджень запропоновані у вигляді інженерної методики інтенсивного бездефектного оброблення торцевих поверхонь кілець роликотішипників, проведена оцінка зносостійкості різального інструменту та проведено техніко-економічне обґрунтування застосування переривчастого абразивного інструменту на операціях безцентрового торцешліфування.

Уникнення припиків поверхонь забезпечено за рахунок переривчастого шліфування та зниження контактних температур на 25-30 % у порівнянні з неперервним шліфуванням суцільним кругом. Покращення шорсткості на 0,6 мкм (з  $Ra=1$  до  $Ra=0,4$  мкм) досягнуто за рахунок

знищення складових сил різання, що характерне для процесу переривчатого шліфування.

Витрата абразиву при обробленні переривчатим різальним інструментом на 10–15% менша і за результатами експериментальних досліджень склала 2,8 мг/г в порівнянні 3,4 мг/г для процесу неперервного шліфування.

Порівняння продуктивності і собівартості переривчатого шліфування сталі ШХ15 показало, що час на оброблення при використанні переривчатого абразивного інструменту зменшився, а продуктивність відповідно зросла в 1,8 – 2 рази, собівартість операції торцешліфування зменшилась у 1,4 раза. Особливо висока ефективність переривчатого шліфування плоских поверхонь великих розмірів, коли суцільний інструмент не дозволяє одержати стабільну якість оброблених деталей.

#### **Література:**

1. В.І. Марчук, В.В. Пташенчук. „Технологічні фактори впливу на операційну точність та теплонапруженість процесу плоского шліфування торцевих поверхонь кілець роликотішлипників” // Вісник СевНТУ. Вип. 107: Машиноприладобудування і транспорт: зб. наук. пр. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010 – 260 с.

2. Якимов А.А., „Основы теории обеспечения и стабилизации качества поверхностного слоя при прерывистом шлифовании зубчатых колес” – Одесса: ОГПУ, 1997-212с.

3. Пташенчук В. В. „Використання переривчатих шліфувальних кругів на операціях безцентрального шліфування торцевих поверхонь кілець роликотішлипників” // Наукові нотатки : міжвуз. зб. – Луцьк, 2010. – Вип. 28. – С. 439 – 442.

4. Пат. 61563 Україна. МПК В 24 D 5/00, В 24 В 7/00. Шліфувальний круг / Марчук В. І., Пташенчук В. В.; замовник і патентовласник ЛНТУ – № u201015078 ; заявл. 14.12.10 ; опубл. 25.07.11, Бюл. № 14.