

УДК 621.822:681

В.І.Марчук, В.В.Пташенчук

Луцький національний технічний університет

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІНИ ПРОФІЛЮ РОБОЧОЇ ДІЛЯНКИ ПРИ ПЛОСКОМУ ПЕРЕРИВЧАСТОМУ ШЛІФУВАННІ ТОРЦЕМ КРУГА

Розглядається характер зміни профілю робочої ділянки круга при плоскому переривчастому шліфуванні. Проведено обґрунтування геометричних параметрів переривчастого шліфувального круга, що дозволяє знизити силове навантаження на одичне зерно абразиву та забезпечує рівномірне зношення робочого виступу.

Ключові слова: *переривчасте шліфування, кут атаки, торцева поверхня, фронтальна поверхня.*

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 [2]. Причина - приховані від ока припалювання і мікротріщини, що виникають при обробці металів і сплавів абразивними інструментами під впливом високих температур у зоні різання. 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, зубчатих коліс - у 5-8 разів [4]. 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 в технологічному циклі формоутворення кілець роликотпідшипників супроводжуються значною кількістю бракованих деталей внаслідок похибок обробки, зниження точності та припалювань поверхонь, що обробляються. Шліфування торців кілець роликотпідшипників суцільним шліфувальним кругом прямого профілю на двосторонніх торцешліфувальних автоматах типу СА-3М, які використовуються в підшипниковому виробництві є малопродуктивним способом оброблення внаслідок підвищеного зношення абразиву, припалювань поверхневих шарів, значної витрати змащувально – охолоджувальної рідини (350 – 400 л/хв.) та появи теплових деформацій вузлів верстата, що відбивається на точності форми деталей. Підвищити продуктивність процесу та забезпечити стабільні якісні показники поверхонь деталей можливо шляхом проведення переривчастого шліфування переривчастими, комбінованими та композиційними кругами. Якість оброблених поверхонь визначається характером взаємодії ріжучого інструменту з заготовкою [1 - 5], тому дослідження динаміки процесу та зношення абразиву є актуальною задачею сучасного машинобудування, вирішення якої дасть можливість підвищити продуктивність та точність процесу шліфування.

Аналіз останніх досліджень. Технологічному процесу шліфування торцевих поверхонь кілець роликотпідшипників присвячені праці В.М. Сухарева, А.С. Денисова [1], 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 внаслідок безперервності процесу шліфування.

Мета дослідження. Встановити характер зміни профілю робочої ділянки переривчастого шліфувального круга та силове навантаження на одичне зерно абразиву залежно від твердості, геометричних характеристик, що забезпечує роботу круга в режимі самозаточування, рівномірне його зношення.

Основна частина. Перспективним напрямом алмазно-абразивного оброблення слід розглядати переривчасте шліфування, ідея якого полягає у періодичному перериванні контакту круга з заготовкою і запобіганні теплового насичення поверхневих шарів матеріалів, що обробляються. По даним досліджень [2,3,4] такий підхід до керування теплонапруженістю процесу, дозволяє підвищити якість оброблення при одночасному нарощенні продуктивності шліфування.

На початковому етапі роботи переривчастого круга умови роботи ріжучих зерен практично не відрізняються від звичайного шліфування, якщо не враховувати, що за рахунок наявності вирізів зменшується загальна кількість зерен і відповідно зростає навантаження на одичне зерно абразиву. Сила удару, сприймається в основному зернами, які розташовані на передній кромці ріжучого виступу, викликає інтенсивне руйнування зерен і випадання їх зі зв'язки. Після повного формування профілю ріжучі виступи набувають сталої форми зі збереженням постійного кута атаки, забезпечуючи ріжучу здатність зерен протягом тривалого часу на стабільно-високому рівні.

Результати досліджень динаміки формування фронтальних ділянок ріжучих виступів переривчастих шліфувальних кругів різного класу твердості та зернистості, представлені в табл. 1,[4].

Таблиця 1

Характеристика перебігу динаміки процесу утворення фронтальних ділянок ріжучих виступів

Параметри та режими процесу шліфування	Характеристика круга	Час роботи круга, хв.				
		0,5	3	5	10	15
		Протяжність фронтальної ділянки, мм				
$l_1=25$ мм	24A25M36K	8	14	20	21	21
$l_2=15$ мм	24A25CM26K	5	10	18	20	20
$V_{кр}=28$ м/с	24A25C16K	3	8	10	15	15
$V_{д}=12$ м/хв	24A16CM26K	4	7	15	18	18
$t=0,005$ мм	24A12CM36K	4	8	18	20	20

З табл. 1 видно, що протяжність фронтальної зони залежить від характеристики круга (твердості, зернистості) і часу його роботи. Повне оформлення профілю ріжучого виступу на крузі 24A25M36K відбувається на протязі 5 хв. роботи, на всіх інших кругах - після 10 хв.

Як уже зазначалось, характерною особливістю переривчастого шліфування являється те, що в міру зношення абразиву відбувається зміна його профілю. На робочих виступах утворюються фронтальні поверхні, утворені під певним кутом α до площини різання. Схема знімання припуску при такому шліфуванні відмінна від схеми традиційного шліфування.

Для її аналізу розглянемо шліфування деталі циліндричної форми типу кільце, що рухається в напрямку торцевої поверхні круга (рис. 1).

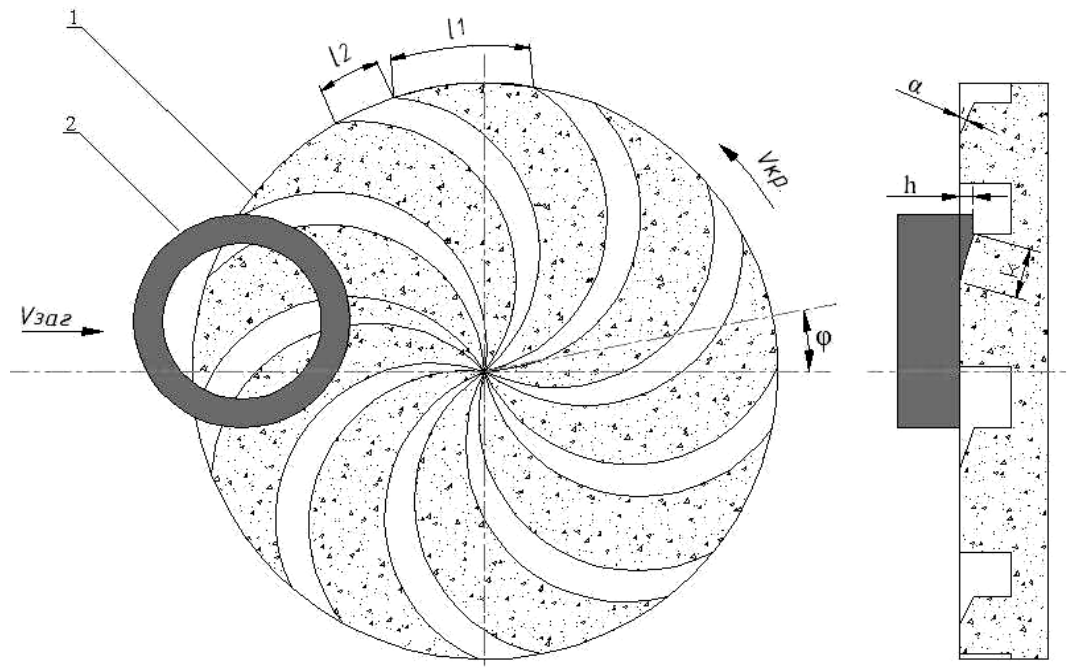


Рис. 1 Схема процесу переривчастого шліфування:
1- шліфувальний переривчастий круг; 2 - заготовка.

При шліфуванні суцільним кругом товщина зрізу визначається залежністю [1]:

$$H_{\max} = \sqrt[3]{\frac{600 \cdot \pi \cdot \bar{x}^3 \cdot V_{\text{заг}}}{m \cdot V_{\text{кр}}}} \quad (1)$$

де: \bar{x} - зернистість круга;

m - об'ємна концентрація круга (100, 50, 25 і т.д.);

$V_{\text{заг}}$ - швидкість входження деталі в робочу поверхню круга, м/с.

$V_{\text{кр}}$ - швидкість круга, м/с.

Для переривчастого шліфування залежність (1) залишається незмінною, змінюється лише параметр $V_{\text{заг}}$. Як видно з рис. 1, за період занурення впадини переривчастого круга деталь переміститься в осьовому напрямі на величину h , знімання набігаючого припуску виконують зерна розташовані на передній кромці робочого виступу.

Внаслідок надмірного навантаження ці зерна будуть інтенсивно викришуватись і на робочому виступі утворюються фронтальні поверхні протяжністю k , розташовані під кутом α до площини різання.

За період проходження ділянки k , швидкість входження деталі в робочу поверхню круга $V_{\text{заг}}$ зростає на величину $V_{\text{кр}} \cdot \text{tg} \alpha$ і визначається як:

$$V'_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} + V_{\text{кр}} \cdot \text{tg} \alpha \quad (2)$$

де: $\text{tg} \alpha = \frac{h}{k}$

Набігаючий припуск h пропорційний довжині впадини l_2 , тоді $h = V_{\text{заг}} \cdot \tau$, де $\tau = \frac{l_2}{V_{\text{кр}}}$ - час занурення деталі у впадину круга, с.

Остаточно h та $V_{\text{заг}}$ набудуть вигляду:

$$h = l_2 \frac{V_{\text{заг}}}{V_{\text{кр}}} \quad (3)$$

$$V'_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{k}\right) \quad (4)$$

З врахуванням (3) та (4) параметр H_{\max} набуде вигляду:

$$H_{\max} = \sqrt[3]{\frac{600 \cdot \pi \cdot \bar{x}^3 \cdot V_{\text{заг}}}{m \cdot V_{\text{кр}}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{k}\right)} \quad (5)$$

Залежність (5) відрізняється від залежності (1) множителем $\left(1 + \frac{l_2}{k}\right)$, який може змінюватися в значних межах. При шліфуванні суцільним кругом, коли $l_2 = 0$ залежність (5) прийме вид (1). В усіх інших випадках H_{\max} більший ніж при звичайному шліфуванні.

Слід зауважити, що H_{\max} при переривчастому шліфуванні отримано для ділянки робочого виступу, охопленої кутом атаки α . Інша частина робочого виступу буде працювати при тих же умовах, що і при звичайному шліфуванні. Із залежності (5) випливає, що із збільшенням протяжності фронтальної ділянки k множник $\left(1 + \frac{l_2}{k}\right)$ зменшується і понижається H_{\max} . Найменше значення H_{\max} досягається у випадку $k=l_1$. У цьому випадку (5) прийме вид:

$$H_{\max} = \sqrt[3]{\frac{600 \cdot \pi \cdot \bar{x}^3 \cdot V_{\text{заг}}}{m \cdot V_{\text{кр}}} \cdot \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)} \quad (6)$$

Як видно із (6) та табл. 2 параметр H_{\max} достатньо чутливий до зміни відношення $\frac{l_2}{l_1}$

Таблиця.2

Розрахункові значення $(1 + \frac{l_2}{l_1})^{\frac{1}{3}}$

l_2/l_1	0	0.5	1	2	5
$(1 + \frac{l_2}{l_1})^{\frac{1}{3}}$	1.0	1.14	1.26	1.44	1.81

Фронтальна ділянка робочого виступу круга за час τ , що відповідає повороту круга на кут φ зніме припуск товщиною:

$$h_1 = V_{заг} \cdot \tau = k \cdot \frac{V_{заг}}{V_{кр}} \cdot (1 + \frac{l_2}{l_1}) \quad (7)$$

Інша частина робочого виступу круга зрізає припуск величиною:

$$h_2 = V_{заг} \cdot \frac{(l_1 - k)}{V_{кр}} \quad (8)$$

Їх відношення рівне:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{(l_2 + k)}{(l_1 - k)} \quad (9)$$

Згідно (9) і таблиці 3, отриманої для випадку ($l_1 \approx l_2$), зі збільшенням k , відношення $\frac{h_1}{h_2}$ інтенсивно зростає, що свідчить про значний вплив кута атаки α у формуванні закономірностей переривчастого шліфування.

Таблиця.3

Розрахункові значення h_1/h_2

k/l_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
h_1/h_2	1.2	1.5	1.9	2.3	3	4	5.6	9	19

З аналізу приведених результатів можна зробити висновок, що найбільш сприятливими з точки зору силового навантаження зерен являється режим шліфування ($k \approx l_1$), який забезпечує найменше значення H_{max} і рівномірне зношення всього робочого виступу круга. Однак, ці умови найбільш сприятливі для шліфування м'якими кругами, наприклад М1, М2, М3, які працюють в режимі самозаточування та підвищеного зношення, коли ріжучі зерна випадають зі зв'язки не досягаючи критичного значення затуплення. При шліфуванні твердими кругами (СМ2, С1, С2) оновлення ріжучих зерен не відбувається, що зумовлює їхню часту правку. Для забезпечення умов роботи твердого круга в режимі самозаточування необхідно забезпечити входження ріжучих зерен на максимальну глибину H_{max} [4]. Забезпечити цю умову можна при режимі шліфування ($k < l_1$) та шляхом раціонального підбору геометричних параметрів круга, зменшуючи довжину ріжучого виступу l_1 досягти оптимального значення параметра $(1 + \frac{l_2}{l_1})$, забезпечивши вихідні параметри процесу (продуктивність, якість оброблення, сили та температуру різання) на заданому рівні.

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. Якімов О.В., Новіков О.Ф., Якімов О.О. „Високопродуктивне шліфування”. Навч. Посібник. - К.: ІСДО, 1995.- 180 с.
4. Якімов А.А., „Основы теории обеспечения и стабилизации качества поверхностного слоя при прерывистом шлифовании зубчатых колес” – Одесса: ОГПУ, 1997-212с.
5. В.І. Марчук, В.В. Пташенчук. „Технологічні фактори впливу на операційну точність та теплонапруженість процесу плоского шліфування торцевих поверхонь кілець роликотішлифників”// Вісник СевНТУ. Вип. 107: Машиноприладобудування і транспорт: зб. наук. пр. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010 – 260 с.