

ПРОЕКТУВАННЯ МЕТАЛОАБРАЗИВНИХ ПРИТИРІВ ДЛЯ ЧОРНОВОГО ДОВЕДЕННЯ ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

© Сорочак О.З., 2001

The mathematical model of flat surfaces forming at handling them on vibration development machine tools with circular trajectories of oscillations laps considered in this paper. The method of application of shape projection of the abrasive insertions metal-abrasive of instruments for a surfaces roughing of parts is designed on the basis of this model.

Вступ

Процес одержання прецизійних плоских деталей складається з цілого ряду довідних операцій з поступовим зменшенням зернистості абразиву, що використовується, в кожній наступній операції. Від розмірів зерен абразиву залежить не тільки чистота оброблюваної поверхні, тобто параметр її шорсткості, але й геометричні характеристики: площинність та плоскопаралельність. Як показала практика, зернистість абразиву при доведенні на вібраційних верстатах з коловими траєкторіями коливань притирів впливає також на відхилення розмірів заготовок в партії, що одночасно обробляються на верстаті. Це пояснюється впливом на їх точність частоти обертання сепаратора. Експериментально було встановлено, що при розміщенні деталей в декілька кільцевих рядів від центра притира до його периферії середній розмір заготовок після обробки з внутрішнього крайнього кільця l (рис. 1) вищий за середній розмір заготовок з зовнішнього кільця n . При доведенні, наприклад, поверхонь керамічних деталей, пастою АСМ 28/20 ця різниця становить 2 мкм, а пастою АСМ 2/1 – 0,2 мкм. Тобто особливо відчутним вплив обертання заготовок сепаратором є на чорнових операціях, коли застосовуються крупнозернисті пасти і мікропорошки. Вирішити цю проблему можна застосуванням на чорнових операціях спеціальних металоабразивних притирів, що, крім того, значно підвищують продуктивність доведення [3]. Особливості та методика конструювання таких інструментів саме тут розглядаються.

Математична модель формоутворення оброблюваних поверхонь при вібродоведенні та методика проектування на основі неї форми абразивних вставок притиру

Формоутворення оброблюваних поверхонь, розглядається як результат відносного руху елементарних площадок притиру по заготовці, яка є співрозмірною з плоским притиром [1]. Біжучі значення зношування точок i -ї кільцевої зони поверхні заготовки (рис. 1) U_{zi} за час t_y одного циклу з врахуванням впливу тільки швидкості v_i відносного руху по цій зоні елементарних площадок притира визначають як:

$$U_{zi} = C_0 K_3^{(cm)} L_i, \quad (1)$$

де C_0 – коефіцієнт пропорційності; $K_3^{(cm)}$ – статичний коефіцієнт інтенсивності зношення матеріалу заготовки; L_i – довжина шляху відносного руху зерна зв'язаного з поверхнею притира по i -й кільцевій зоні оброблюваної заготовки за час одного циклу t_y .

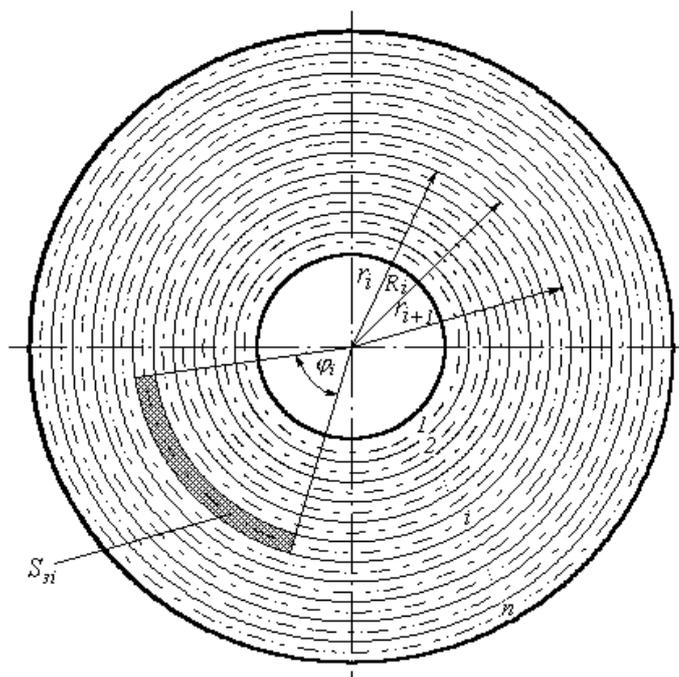


Рис. 1. Схема розбивки поверхні плоского притира на умовні кільцеві елементарні зони

Для визначення величини зношування в кожній точці поверхні i -ї кільцевої зони заготовки за час T , що відповідає одному повному оберту сепаратора, визначають кількість циклів $m=T/t_{ц}$. Тоді величина зношування кожної точки i -ї кільцевої зони поверхні притира за час T буде

$$U_{zi} = C_0 K_3^{(cm)} L_i m. \quad (2)$$

Довжину траєкторії відносного руху зерна абразиву, зв'язаного з поверхнею притира вібраційного довідного верстата з коловими траєкторіями коливань інструментів, по поверхні оброблюваної заготовки визначають за допомогою розрахункової схеми (рис. 2). Система координат $X_1 O_1 Y_1$ нерухомо зв'язана з притиром 1 і її центр O_1 здійснює обертання навколо точки O з частотою ω_1 . Система координат $X_n O Y_n$ є нерухомою вихідною системою координат, центр якої збігається з віссю обертання заготовки 2, а система XOY – рухомою системою координат, що зв'язана з заготовкою 2 і здійснює обертання навколо свого центра O з частотою ω_2 . Точка K належить притиру і має координати x_k, y_k в системі $X_1 O_1 Y_1$, які визначаються початковим кутом α . Через деякий час t система XOY повертається відносно нерухомої системи $X_n O Y_n$ на кут, який дорівнює $\omega_2 t$, а центр системи $X_1 O_1 Y_1$ відповідно на кут $\omega_1 t$, причому $\omega_1 t > \omega_2 t$, оскільки $\omega_1 \gg \omega_2$. Тоді координати точки K в системі XOY запишуться рівняннями:

$$x = |O_1 K| \cos(\alpha - \omega_2 t) + |OO_1| \cos(\omega_1 - \omega_2) t; \quad (3)$$

$$y = |O_1 K| \sin(\alpha - \omega_2 t) + |OO_1| \sin(\omega_1 - \omega_2) t. \quad (4)$$

Оскільки $|O_1 K| = \sqrt{x_k^2 + y_k^2} = R_k$ – радіусу на якому розміщена точка K від центра притира, а $|OO_1| = A$ – амплітуді коливань притира, то рівняння (3) і (4) запишуться як:

$$x = R_k \cos(\alpha - \omega_2 t) + A \cos(\omega_1 - \omega_2) t; \quad (5)$$

$$y = R_k \sin(\alpha - \omega_2 t) + A \sin(\omega_1 - \omega_2) t. \quad (6)$$

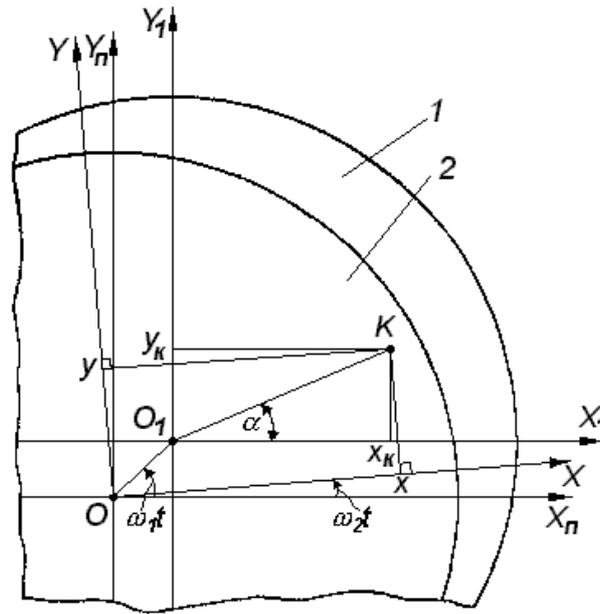


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення довжини шляху відносного руху елементарної площадки плоского притира по заготовці

Рівняння (5) і (6) є параметричними рівняннями траєкторії руху точки K притира 1 по поверхні заготовки 2.

Довжина траєкторії точки K за час одного циклу обробки визначається за формулою:

$$L = \int_{t_n}^{t_k} v_k dt = \int_{t_n}^{t_k} \sqrt{\left[\frac{dx}{dt}\right]_K^2 + \left[\frac{dy}{dt}\right]_K^2} dt, \quad (7)$$

де v_k – швидкість відносного руху точки K притира по заготовці.

Підставляючи значення похідних у формулу (7), одержуємо такий вираз:

$$L = \int_{t_n}^{t_k} \sqrt{d - b \cos(\alpha - \omega_1 t)} dt, \quad (8)$$

де

$$d = R_k^2 \omega_2^2 + A^2 (\omega_1 - \omega_2)^2; \quad (9)$$

$$b = 2R_k A \omega_2 (\omega_1 - \omega_2). \quad (10)$$

Границі інтегрування t_n і t_k визначають, враховуючи те, що точка K знаходиться в контакті з поверхнею заготовки упродовж всього часу циклу, тобто $t_k - t_n = t_u$. Звідси $t_n = 0$, а $t_k = t_u$. Оскільки підінтегральна функція є періодичною і її період дорівнює $2\pi/\omega_1$, то можна записати, що $t_u = 2\pi/\omega_1$.

Отже,

$$L = \int_0^{2\pi/\omega_1} \sqrt{d - b \cos(\alpha - \omega_1 t)} dt. \quad (11)$$

Оскільки даний інтеграл не є табличним, його рішення може бути отримано за формулами чисельного інтегрування за допомогою ПЕОМ. В середовищі прикладного

програмного пакета MathCAD при використанні як константи R_k підінтегрального виразу рангової змінної, яка змінює своє значення в діапазоні від значення внутрішнього радіуса притира R_l до значення його зовнішнього радіуса R_n , можна побудувати графічну залежність довжини шляху, пройденого абразивним зерном, зв'язаним з притиром, за один цикл обробки по поверхні заготовки, що обробляється, від радіуса його закріплення. Ця залежність описується емпіричною формулою, яка є рівнянням кривої типу

$$L(R) = GR^n + H, \quad (12)$$

де G, H – коефіцієнти; n – показник степеня.

Ці величини визначаються, використовуючи метод найменших квадратів, розроблений Гауссом, в середовищі того ж пакета MathCAD.

З метою визначення форми фігури, у вигляді якої необхідно виготовляти абразивні вставки 2 притиру, конструкція якого зображена на рис. 3, для забезпечення рівномірного зношування поверхні оброблюваної заготовки, статичний коефіцієнт інтенсивності зношування в формулі (2) розраховують як відношення площі абразивних вставок, розміщених на певному проміжку між радіусами r_i і r_{i+1} , до площі умовного елементарного кільця заготовки на цьому проміжку [2] (рис. 1), тобто

$$K_3^{(cm)} = S_{zi} / S_i. \quad (13)$$

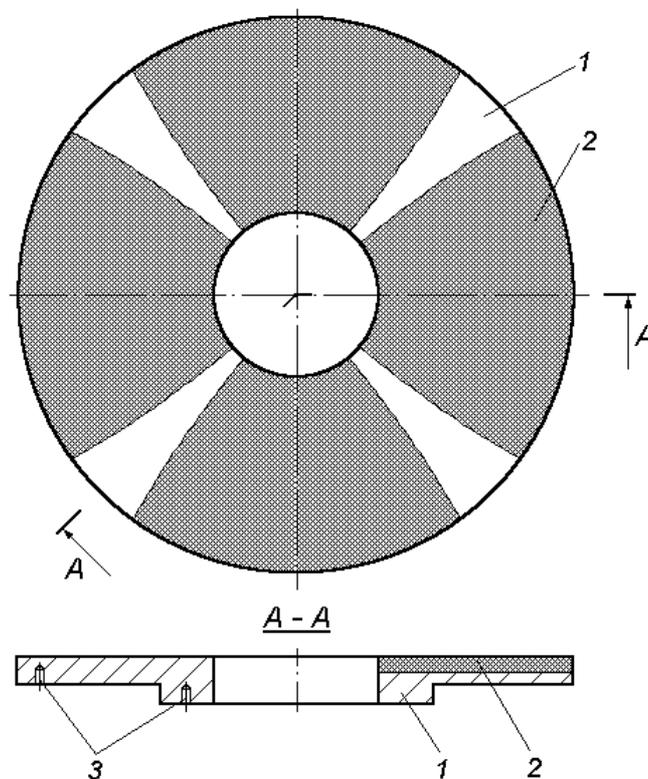


Рис. 3. Конструкція металоабразивного плоского притира для чорнового доведення поверхонь

Оскільки площа умовного елементарного кільця заготовки, розміщеного між радіусами r_i і r_{i+1} , визначається як

$$S_i = \pi (r_{i+1}^2 - r_i^2), \quad (14)$$

то

$$K_3^{(cm)} = \frac{S_{3i}}{\pi (r_{i+1}^2 - r_i^2)}. \quad (15)$$

Враховуючи те, що зношування всіх умовних елементарних кілець заготовки повинно бути однаковим, для перших двох кілець 1 і 2 заготовки, що відповідають відповідним умовним елементарним кільцям притира (рис. 1), використовуючи формули (2) і (15), записуємо співвідношення

$$\frac{S_{31}L(R_1)m}{\pi (r_2^2 - r_1^2)} = \frac{S_{32}L(R_2)m}{\pi (r_3^2 - r_2^2)}. \quad (16)$$

Відповідно для 1-го і будь-якого i -го умовного елементарного кільця заготовки цей вираз набере вигляд

$$\frac{S_{31}L(R_1)}{\pi (r_2^2 - r_1^2)} = \frac{S_{3i}L(R_i)}{\pi (r_{i+1}^2 - r_i^2)}. \quad (17)$$

Звідси необхідна для рівномірного зношування поверхні оброблюваної заготовки площа заповнення абразивною вставкою i -го умовного елементарного кільця притира визначається як

$$S_{3i} = \frac{S_{31}L(R_1)(r_{i+1}^2 - r_i^2)}{L(R_i)(r_2^2 - r_1^2)}. \quad (18)$$

Цю ж величину можна виразити через кут φ_i (рис. 1) як

$$S_{3i} = \frac{\varphi_i}{2} (r_{i+1}^2 - r_i^2), \quad (19)$$

а

$$S_{31} = \frac{\varphi_1}{2} (r_2^2 - r_1^2). \quad (20)$$

Підставивши значення формул (19) і (20) у вираз (18), отримуємо:

$$\frac{\varphi_i}{2} (r_{i+1}^2 - r_i^2) = \frac{\varphi_1 (r_2^2 - r_1^2) L(R_1) (r_{i+1}^2 - r_i^2)}{2L(R_i) (r_2^2 - r_1^2)}, \quad (21)$$

звідки

$$\varphi_i = \frac{\varphi_1 L(R_1)}{L(R_i)}. \quad (22)$$

Подальший розрахунок оптимальної форми абразивних вставок проводиться так. Розбиваємо поверхню плоского притира на k рівних плоских сегментів. При значенні $\varphi_i = 2\pi/k$ з формули (22) отримуємо вираз

$$\varphi_i = \frac{2\pi L(R_1)}{kL(R_i)}. \quad (23)$$

Формула (23) дає змогу розрахувати необхідну форму однієї з k абразивних вставок 2 плоского притира (рис. 3), що забезпечуватиме високу точність оброблюваних поверхонь вже на стадії чорнової обробки. Кількість абразивних вставок k вибирається довільно, залежно від розмірів самого притира і технологічності їх виготовлення.

Резюме

Спеціальна форма абразивних вставок у вигляді округленого плоского сегмента металоабразивного притира для чорнового доведення поверхонь дозволяє компенсувати вплив швидкості обертання сепаратора на нерівномірне зношування оброблюваних заготовок. Це означає, що товщина всіх плоскопаралельних деталей оброблюваної партії буде однаковою вже на початкових стадіях обробки, незалежно від місця розташування їх в сепараторі вібраційного довідного верстата з коловими траєкторіями коливань інструментів, тобто на периферії чи всередині притира. Застосування такого інструменту дає змогу в остаточному результаті отримувати прецизійні плоскопаралельні деталі на рівні кінцевих мір довжини 1 класу, при значному підвищенні продуктивності чорнового доведення.

1. Орлов П.Н. *Технологическое обеспечение качества деталей методами доводки.* – М., 1988. – 383 с. 2. Повидайло В.А., Сорочак О.З. *Пути повышения точности плоскопараллельной обработки деталей на вибродоводочных станках // Вибрации в технике и технологиях: Всеукраїнський наук.-техн. журн.* – Вінниця, 1996. – № 1(3). – С. 17–20. 3. *Pat. Polska, nr 172327. Docierak plaski, zwlaszcza do docierania wstepnego. Tw. wynal / A.Barylski.* – Opubl. WUP nr 9, 30.09.1997.

УДК 621. 825

І.Б. Гевко, Р.В. Комар, В.В. Камишанов

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАПОБІЖНИХ МЕХАНІЗМІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

© Гевко І.Б., Комар Р.В., Камишанов В.В., 2001

Direct description of the constructiv of the protektive mechanisms. Direct mthods calculation constructiv and forces parameters for improve exploits characteristics protektive mechanism of the technological equipment.

Для забезпечення надійного і якісного виконання технологічних процесів роботи автоматизованих систем різних машин і механізмів використовують різноманітні конструкції запобіжних пристроїв. Муфти, що входять до складу багатьох з цих механізмів, є відповідальними вузлами, які часто визначають надійність і довговічність всієї системи машини. Основне їх призначення – передача обертового руху і крутного моменту, але поряд з кінематичним і силовим зв'язком окремих частин машини чи механізму муфти виконують і ряд інших відповідальних функцій, а саме:

– компенсація зміщення з'єднувальних валів, які зумовлені неточностями виготовлення чи складання;