

ОБРОБКА ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ НА ВЕРСТАТІ МОДЕЛІ ВЗ-208-ФЗ

В теперішній час одним з шляхів виходу з тяжкої кризи є становлення машинобудування та металообробки. В загальному обсязі металообробки безперервно збільшується відсоток деталей зі складними поверхнями, які суттєво впливають на техніко-економічні показники машин.

До таких деталей відносять: лопатки газових та парових турбін, зірочки диференціалів автомобілів, прес-форми, валки трубопрокатних станів, корпусні деталі суден, ракет, літаків, дискові, циліндричні, торцеві кулачки та інші.

Високопродуктивна обробка фасонних поверхонь – це складна технологічна задача. Особливі складнощі викликає обробка точних фасонних поверхонь в умовах серійного, а також масового виробництва.

Обробка фасонних поверхонь відрізняється від обробки простих поверхонь (площинних, циліндричних та інших) яскраво виявленою нестаціонарністю, рівень якої суттєво впливає на обирання технологічного процесу обробки цих поверхонь, а також обладнання для їх обробки. Тому перед обиранням технології та обладнання необхідно проаналізувати закономірності, які властиві процесу обробки фасонних поверхонь.

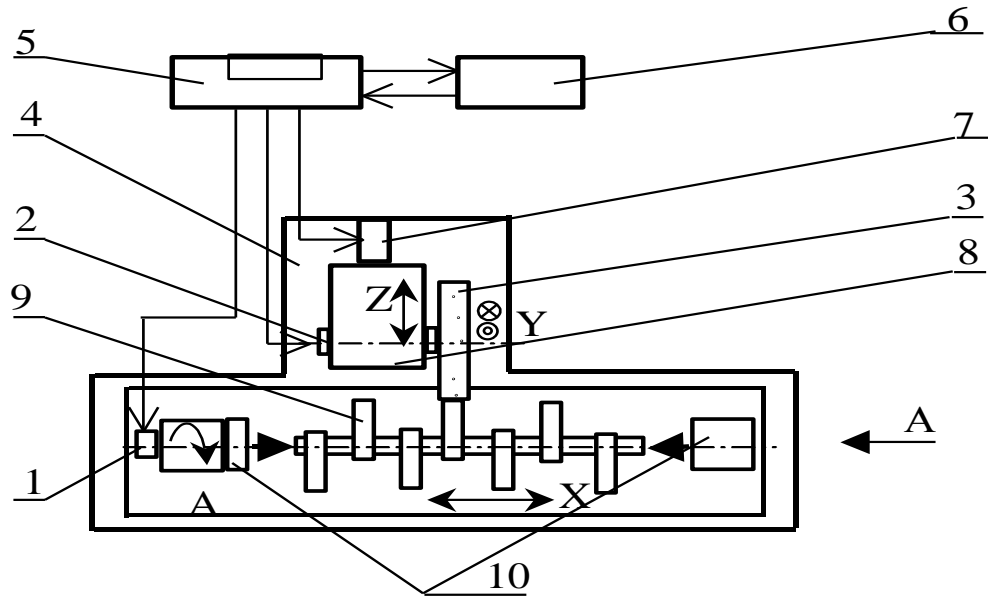
З врахуванням зміни номенклатури поверхонь, які оброблюються, а також для підвищення точності обробки доцільно використовувати верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Згідно з [1] при обробці кулачка розподільчого валу для отримання заданої на ньому точки необхідно складання керуючої програми.

В процесі зняття припуску та формоутворення необхідної поверхні інструмент переміщується не по нормалі. Так, на верстаті моделі МА-369-ФЗ [2] шліфувальний круг переміщується тільки в одному напрямку, тобто буде зворотно-поступальний рух [1]. При цьому необхідно враховувати радіус шліфувального круга.

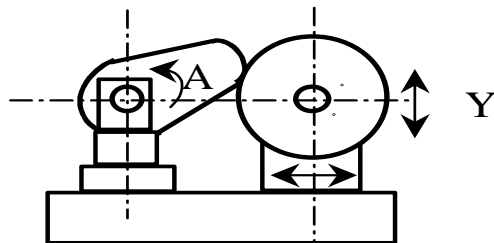
На верстаті моделі ВЗ-208-ФЗ є можливість вести обробку шліфувальним кругом, який переміщується по двох координатах, тобто здійснюється схема обробки з площинно-поступальним рухом. [1].

На рисунку 1 показано загальний вигляд верстата з ЧПК для шліфування фасонних поверхонь, наприклад, кулачків розподільчих валів. Формоутворення фасонних поверхонь відбувається при синхронному переміщенні шліфувальної каретки 8 (напрямки Y та Z) та обертанні виробу 9 (рух A). Програма записана на програмоносії та після вводу в пристрій 5 зберігається в блоці пам'яті 6, звідки вона може багаторазово викликатись для використання. Шліфувальна каретка 8 з кругом 3 переміщується по напрямним станини 4 від сервоприводу 7. Крім того, шліфувальний круг 3

переміщується у вертикальному напрямку по колоні від сервоприводу 2. Деталь 9, яка оброблюється на верстаті, встановлюється в центрах передньої та задньої бабок 10 та приводиться в рух від сервоприводу 1. Перехід на обробку наступного кулачка здійснюється після поздовжнього переміщення (рух X).



Вид А



1, 2, 7 – сервоприводи; 3 – шліфувальний круг; 4 – станина; 5 – пристрій вводу;
6 – блок пам'яті; 8 – каретка; 9 – деталь, яка оброблюється; 10 – центри

Рисунок 1 – Схема обробки

На відміну від верстата моделі МА-369-Ф3 [2] на верстаті моделі ВЗ-208-Ф3 шліфувальний круг здійснює два рухи: в напрямку заготовки та у вертикальному напрямку. Вертикальний рух круга необхідний для того, щоб вектор подачі був завжди дотичним в точці обробки.

Порівняємо зворотно-поступальну і площинно-поступальну схеми обробки. Згідно з [1] при зворотно-поступальній схемі глибина різання у різних точках буде величиною змінною. Відповідно це буде впливати на процес обробки: змінна сила різання, деформація та інше. При площинно-поступальній схемі глибина різання буде величиною постійною, а відповідно під час обробки будуть рівномірні навантаження на круг.

При зворотно-поступальному русі зняття припуску буде здійснюватись за паралельними кривими, при площинно-поступальному – за еквідистантою.

В процесі обробки шліфувальний круг постійно зношується і потребує періодичної правки, що необхідно враховувати при складанні керуючої програми, тобто кожен оброблюваний контур необхідно програмувати окремо. На верстаті ВЗ-208-ФЗ (площинно-поступальний рух) є можливість виключити вплив радіуса шліфувального круга, а відповідно і його знос, на точність формоутворення. При цьому в керуючій програмі необхідні періодичні додаткові підводи, контур обробки при цьому не змінюється. При фінішній обробці відбувається постійне уточнення профілю обробки.

Таким чином, площинно-поступальна схема обробки (верстат моделі ВЗ-208-ФЗ) має суттєві переваги перед зворотно-поступальною схемою (верстат моделі МА-369-ФЗ).

Якщо відомі розрахункові точки кулачка, то при складанні програми керування необхідно знайти координати точок дотику шліфувального круга та кулачка, тобто координати переміщень шліфувального круга (рисунок 2).

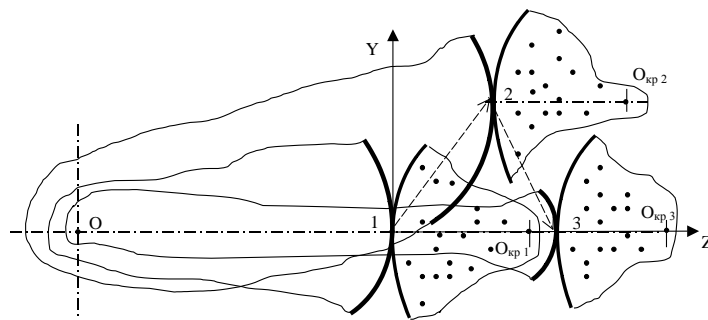


Рисунок 2 – Схема положень деталі та круга під час обробки

На рисунку 3 показана розрахункова схема одержання точок профілюючого руху. При повороті кулачка на кут α , штовхач має робочий підйом, який дорівнює S , та кутову швидкість $\frac{dS}{d\alpha}$. Як видно з рисунку точка кулачка A з'являється в точці дотику площинного штовхача. З $\triangle OAB$ знаходимо радіус r та кут φ цієї точки, тобто знаходимо її полярні координати:

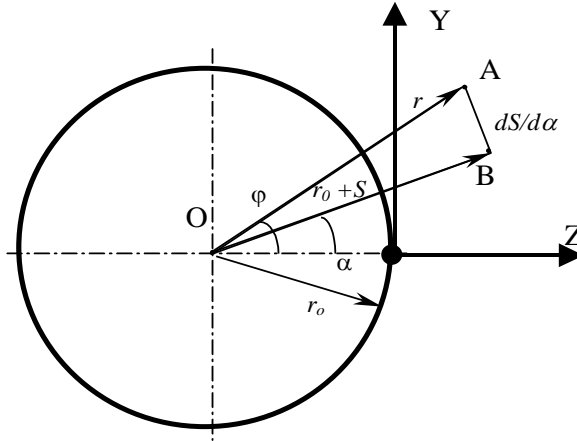


Рисунок 3 – Схема отримання точок профілюючого руху

$$r = \sqrt{(r_0 + S)^2 + \left(\frac{dS}{d\alpha}\right)^2} \quad (1)$$

$$\varphi = \alpha + \operatorname{arctg} \left(\frac{\frac{dS}{d\alpha}}{r_0 + S} \right), \quad (2)$$

де r_0 – початковий радіус кулачка, мм;

S – величина підйому кулачка, мм;

α – поворот кулачка на заданий кут, град.

Таким чином для того, щоб шліфувальний круг утворив точку A , необхідно при повороті кулачка на кут α шліфувальний круг змістити в напрямку Z на величину S , а в напрямку Y – на величину $\frac{dS}{d\alpha}$. Після цих

перетворень отримаємо таблицю переміщень шліфувального круга.

Якщо переміщуватись від точки до точки за прямолінійною траєкторією, то оброблена поверхня може мати “гранку”, тобто не буде плавності переходу від однієї точки до іншої. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є заміна прямолінійних ділянок на дуги кіл.

У відповідності з [2] координати центра дуги кола, яку описано за трьома точками, розраховують за формулами:

$$I = 2 \cdot \begin{vmatrix} Z_q - Z_{q+2} & Y_q - Y_{q+2} \\ Z_q - Z_{q+1} & Y_q - Y_{q+1} \end{vmatrix} \quad (3)$$

$$Z_i = -\frac{1}{I} \cdot \begin{vmatrix} Z_q^2 - Z_{q+1}^2 + Y_q^2 - Y_{q+1}^2 & Y_q - Y_{q+1} \\ Z_q^2 - Z_{q+2}^2 + Y_q^2 - Y_{q+2}^2 & Y_q - Y_{q+2} \end{vmatrix} \quad (4)$$

$$Y_i = \frac{1}{I} \cdot \begin{vmatrix} Z_q - Z_{q+1} + Y_q - Y_{q+1} & Z_q - Z_{q+1} \\ Z_q - Z_{q+2} + Y_q + Y_{q+2} & Z_q - Z_{q+2} \end{vmatrix}, \quad (5)$$

де Z_q, Z_{q+1}, Z_{q+2} – координата Z відповідно точки $q, q+1, q+2$, мм;
 Y_q, Y_{q+1}, Y_{q+2} – координата Y відповідно точки $q, q+1, q+2$, мм;
 Z_i, Y_i – координати центра i – того кола, мм.

Радіус описаного кола R_i знаходиться за формулою:

$$R_i = \sqrt{(Z_q - Z_i)^2 + (Y_q - Y_i)^2}. \quad (6)$$

Радіус-вектор середини хорди L_i знаходиться за формулою:

$$L_i = \sqrt{\left(\frac{Z_q + Z_{q+1}}{2} - Z_i\right)^2 + \left(\frac{Y_q + Y_{q+1}}{2} - Y_i\right)^2}. \quad (7)$$

Різницю між R_i та L_i будемо називати похибкою та знайдемо її за формулою:

$$\Delta_i = R_i - L_i. \quad (8)$$

Розрахунки за формулами (3) – (8) показали, що величина Δ_i в більшості випадків менша 1 мкм. Якщо точність виготовлення кулачка 1 мкм, то на ділянках з Δ_i , яка менша за цієї точності, доцільно проводити рух по прямій, а на ділянках з Δ_i , яка перевищує точність 1 мкм, здійснювати рух по дузі кола.

Всі розрахунки проводились з використанням програми DUGA.

Таким чином, одержано можливість обробляти деталі типу кулачка на верстаті ВЗ-208-ФЗ з ЧПК 2С42 з площинно-поступальною схемою обробки. Розроблена методика дозволяє підвищити точність обробки за рахунок зняття припуску за еквідистантними кривими, не враховуючи радіус шліфувального круга. Керуюча програма суттєво спрощується, оскільки потребує лише одного задаючого профілю кулачка, та періодичних додаткових підводів, які враховують знос шліфувального круга та його правку. Запропонований метод обробки може бути використано в серійному виробництві, де необхідно часто переходити на різнопланову продукцію, а також при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пасов Г.В., Кальченко В.В., Рудик А.В., Лясота В.Ю. Обчислення керуючих координат шліфувального круга при різних схемах його руху // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – 2001. – № 13. – С. 73-77.
2. Прогрессивные процессы обработки фасонных поверхностей / В.К. Кулик, Ю.В. Петраков, В.В. Иотов. – К.: Техника, 1987. – 176 с., ил.
3. Юнусов Ф.С. Формирование сложнопрофильных поверхностей. – М.: Машиностроение, 1987. – 248 с., ил.