

Кальченко В.В., Черниговский государственный технологический университет, Украина.

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДВУСТОРОННЕГО ШЛИФОВАНИЯ ТОРЦОВ ЗА СЧЕТ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРАВКИ АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ

Торцы поршневых пальцев, втулок, цилиндрических роликов и других цилиндрических деталей обрабатывают на двусторонних торцешлифовальных станках [1]. Детали 1 (Рис. 1) устанавливают в базовые отверстия втулок 2, закрепленных в подающем барабане 3, который перемещает их в зону обработки между торцами двух абразивных кругов 4. В процессе круговой подачи  $V_B$  оси  $O_q$  деталей 1 двигаются по радиусу  $R_B$  барабана. Правка абразивных кругов 4 на известных станках [1] осуществляется алмазными карандашами 5, установленными на рычагах 6, которые поворачиваются в плоскостях, перпендикулярных осям вращения шпинделей шлифовальных кругов 4 независимо от углов ориентации. Это достигается тем, что правильные приборы 7 крепятся жестко к корпусам шлифовальных бабок 8.

Максимальная производительность, которая обеспечивает требуемую точность и качество обработки, является интегральным показателем процесса шлифования торцов. Объем металла  $Q$ , который подводится в зону обработки, определяется из уравнения

$$Q = \sum_{k=1}^n \int_0^{T_n} \left( \int_{i_1}^{i_2} \left( \int_{Q_{1ki}}^{Q_{2ki}} V_n \cdot R_i \cdot d\theta_k \right) \sqrt{\left( \frac{dR_i}{di} \right)^2 + \left( \frac{dz_i}{di} \right)^2} \cdot di \right) dT_n, \quad (1)$$

где  $n$  - количество одновременно обрабатываемых деталей;  $T_n$  - время контакта  $n_k$ -той детали с кругом;  $R_i$ ,  $z_i$  - радиус круга в  $i$ -той точке профиля и его осевая координата;  $V_n$  - проекция вектора относительной скорости  $\bar{V}$  на нормаль  $\bar{n}_0$  к поверхности контакта круга и детали в  $i$ -той точке;  $Q_{1ki}$ ,  $Q_{2ki}$  - угловые координаты пятна контакта на радиусе  $R_i$  круга.

Число деталей  $n$ , которые одновременно обрабатываются на станке, определяются из выражения

$$n = \frac{L}{D + C}, \quad (2)$$

где  $D$  - наружный диаметр детали;  $C$  - расстояние между деталями на радиусе  $R_b$  - подающего барабана.

Время обработки  $N_k$ -той детали

$$T_n = \frac{L}{V_{0q}}, \quad (3)$$

где  $L = R_b \cdot \theta_b$  - длина дуги контакта, на радиусе  $R_b$  подающего барабана, детали с кругом в пределах угла  $\theta_b = \theta_{bn} - \theta_{bn}$ ;  $\theta_{bn}$ ,  $\theta_{bn}$  - углы положения детали в точках  $n$  и начале обработки;  $V_{0q} = \omega_b \cdot R_b$  - линейная скорость оси  $O_q$  детали;  $\omega_b$  - угловая скорость барабана.

Анализ уравнения (1) показывает, что производительность шлифования определяется числом  $n$  (2) одновременно обрабатываемых деталей и угловой скоростью  $\omega_b$  барабана 3.  $n$  - зависит от максимальной длины  $L_{\max}$  дуги контакта деталей с кругом, а  $\omega_b$  - от  $V_n$  (1).

$$\bar{V}_n = \bar{V} \cdot \bar{n}_{oi}, \quad (4)$$

где  $\bar{V}$  - вектор относительной скорости детали и инструмента, который определяется векторным способом [2];  $\bar{n}_{oi}$  - единичный вектор нормали к профилю круга в  $i$ -той точке.

$$n_{oi} = [\cos \theta_k \cdot (-\sin \alpha_i); \sin \theta_k \cdot (\sin \alpha_i); \cos \alpha_i], \quad (5)$$

где  $\alpha_i$  - угол между касательной в  $i$ -той точке профиля круга и его осью.

Из соотношения (4) находим, что при постоянной скорости  $\bar{V}$ ,  $\bar{V}_n$  растет с увеличением  $\alpha_i$ .

Из уравнения (1) определяют объем металла, который подводится в процессе шлифования. Возможность срезания этого объема определяют из соотношения

$$V_{nnp} = \frac{a_{znp}}{\tau}, \quad (6)$$

где  $a_{znp}$  - предельно допускаемая величина срезаемого слоя одной режущей кромкой;  $\tau$  - время между касаниями поверхности детали с двумя соседними режущими кромками.

В уравнении (1)  $V_n \leq V_{nnp}$ .

Анализ развертки длины  $L$  дуги контакта деталей с кругом на радиусе  $R_b$  подающего барабана показывает, что при шлифовании кругами с плоскими торцами, оси которых ориентированы в вертикальной и горизонтальной плоскостях на углы  $\varphi$  и  $\psi$  (рис. 1), формообразование торцов деталей осуществляется переходным участком 1 (рис. 2, а) между периферией круга 2 и его торцом 3, где скалярное произведение векторов

$$\bar{V} \cdot \bar{n}_{oi} = 0. \quad (7)$$

Формообразующий участок 1, в результате износа круга, постоянно перемещается вдоль образующей его торцевой поверхности, что снижает точность обработки. На круге не выделены участки для чернового и чистового шлифования, и на его плоской торцевой поверхности проекции  $\bar{V}_n$ , вдоль длины дуги контакта  $L$ , остаются, примерно одинаковыми, что из условия безприжогового шлифования на участке перед формообразующим ограничивает угловую скорость  $\omega_b$  подающего барабана и снижает производительность. Для повышения обработки разработан способ [3] двустороннего шлифования торцов цилиндрических деталей.

При профилировании абразивных кругов, алмазный карандаш 9 крепится на подающем барабане 3, на радиусе  $R_{ba}$ , который осуществляет круговую подачу. Круг ориентируют в горизонтальной плоскости на угол  $\varphi$  и в вертикальной – на угол  $\psi$  с целью съема припуска за один проход.

$$R_{ba} = R_b + r_{qi}, \quad (8)$$

где  $R_b$  - радиус, который совпадает с осями  $O_q$  деталей, установленных на подающем барабане;  $r_{qi}$  - средний радиус цилиндрических деталей

$$r_{qi} = \frac{r_n + r_b}{2}, \quad (9)$$

где  $r_n$  и  $r_b$  - наружный и внутренний радиусы обрабатываемой втулки.

На развертке дуги  $L$  контакта деталей с кругом (рис 2, б) обозначен участок для чернового шлифования 2 и калибрующий участок. На участке для чернового шлифования детали 1 фиксируются рычагами 10 (рис. 1, А-А), взаимодействующими с копиром 11 при вращении подающего барабана 3. При подходе к калибрующему участку детали 4 освобождаются. На нем, в процессе формообразования деталь должна совершать не менее одного оборота, чтобы торцовая поверхность обрабатывалась одним участком круга.

При фрикционном приводе вращения деталей диском, установленным неподвижно и соосно с осью подающего барабана 3, длина  $l$  калибрующего участка

$$l \geq 2\pi D. \quad (10)$$

Для уменьшения длины калибрующего участка предложен управляемый привод вращения деталей 4 обрезиненным роликом 12 (рис. 1, Б-Б), расположенным на выходе из зоны обработки.

Для повышения производительности шлифования предложена комбинированная правка абразивных кругов 4. Вначале торцовая поверхность правится алмазными карандашами 5 в плоскости перпендикулярной осям вращения кругов. Затем круги ориентируют в

горизонтальной плоскости на угол  $\varphi$  и в вертикальной - на угол  $\psi$  и правят участок, прилегающий к наружному диаметру круга, алмазными карандашами 9, закрепленными на подающем барабане 3.

На развертке дуги  $L$  контакта деталей с кругом (рис. 2, в) обозначен участок 2 для чернового шлифования, который находится ниже линии снимаемого припуска  $\delta$ . Затем плоский участок 3 торца круга для чистового шлифования и замыкающим является калибрующий участок 1. На черновом и чистовом участках детали фиксируются рычагами 10 и не вращаются в процессе обработки. На калибрующем - вращаются обрезиненным роликом 12.

Комбинированная правка дает возможность разбить снимаемый припуск  $\delta$  между черновым и чистовым участками и увеличить рабочую длину  $L$  дуги контакта деталей с кругом, что повышает производительность обработки. Точность формы обеспечивается калибрующим участком, прилегающим к наружному диаметру круга, длина которого уменьшена за счет управляемой частоты вращения деталей обрезиненным роликом в процессе формообразования..

## **SUMMARY**

Предложен способ шлифования торцов цилиндрических деталей, которые вращаются в процессе формообразования. Повышение производительности и точности обработки достигается за счет комбинированной правки абразивных кругов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Лурье Г.Б., Комиссаржевская В.Н. Шлифовальные станки и их наладка. М., «Высшая школа», 1976, 415 с. 3. Кальченко В. В. Заявка на патент України №97126464 В24В 5/04, пріоритет від 30.12.97 “Спосіб шліфування торців циліндричних деталей”.