

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ТОРЦОВОГО ШЛИФОВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННЫМ И ОРИЕНТИРОВАННЫМ КРУГОМ

В.В. Кальченко, Чернигов, Украина

Grinding with guided and shaped disk power determination methods are proposed. Equations for local, momentary, specific and average power of grinding calculation are worked out.

Торцы цилиндрических роликов, винтовых пружин сжатия, поршневых пальцев, колец подшипников? опорных поверхностей многогранных неперетачиваемых пластин и других цилиндрических деталей, одновременно обрабатывают на двусторонних торцешлифовальных станках ориентированными кругами [1].

Для правильного назначения режимов обработки, а значит и эффективной загрузки станочного оборудования, необходимо рассчитать мощность шлифования ориентированным инструментом с учетом конкретных условий обработки, которые обеспечивают нужное качество поверхности, определяющееся теплонапряженностью процесса шлифования.

В работе [2] приведены выражения для расчета средней мощности торцового шлифования, которые получены для отдельных случаев обработки и поэтому их нельзя использовать при любых условиях.

Предлагается методика определения локальной, мгновенной, удельной и средней мощности шлифования ориентированным инструментом.

В общем виде мощность шлифования торца цилиндрической детали торцом профилированного и ориентированного круга равна

$$N = a \cdot Q / T, \quad (1)$$

где Q - объем металла, сошлифованного кругом с одного торца детали; T - время, за которое сошлифованно объем металла, равный Q ; a - удельная работоспособность круга.

При определении мгновенной мощности N_m в формулу (1) подставляют Q_m мгновенную производительность шлифования торца, которая определяется объемом металла, подведенным к поверхности контакта F (рис. 1), имеющего вид поверхностного интеграла

$$Q_m = \int_{i_1}^{i_2} \int_{\theta_{1ki}}^{\theta_{2ki}} V_n \cdot R_i \cdot d\theta_k \cdot \sqrt{\left(\frac{dR_i}{di}\right)^2 + \left(\frac{dZ_i}{di}\right)^2} di, \quad (2)$$

где $R_i \cdot d\theta_k$ - длина пятна контакта, которая измеряется вдоль окружности i -той точки профиля инструмента (рис. 1); $\sqrt{\left(\frac{dR_i}{di}\right)^2 + \left(\frac{dZ_i}{di}\right)^2} \cdot di = dl$ - элементарная ширина пятна контакта в окрестностях i -той точки (рис. 1, А-А).

Границы пятна контакта определяются решением векторных уравнений поверхностей круга \vec{r}_i и детали \vec{r}_q в системе координат круга.

Матричная запись уравнения поверхности круга 2 (рис. 1, А-А) имеет вид [1]

$$\vec{r}_i = A_3(Z_i) \cdot A_6(\theta_k) \cdot A_2(R_i)e_4 \quad (3)$$

где R_i - радиус сечения круга в границах i -той точки; Z_i - его осевая координата; θ_k - угловой параметр круга; $e_4 = (0,0,0,1)^T$.

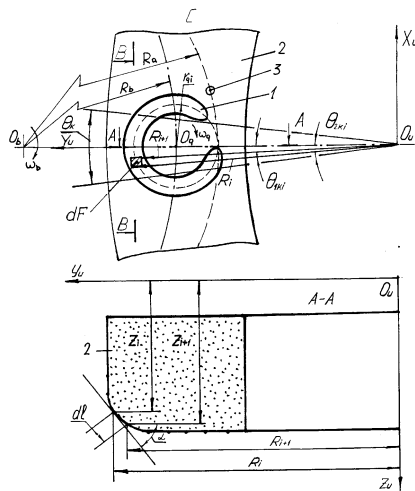


Рисунок 1. Схема определения пятна контакта круга и пружины.

Уравнение поверхности детали в системе координат круга

$$\bar{r}_{iq} = A_{uq} \cdot \bar{r}_q, \quad (4)$$

где \bar{r}_q - обобщенное уравнение поверхности цилиндрической детали 1 (рис. 1) в ее системе координат $X_q Y_q Z_q$ приведено [1]; A_{uq} - матрица перехода из системы координат детали в систему координат круга приведена [1].

В уравнении (2)

$$V_n = V_x \cdot n_{ox} + V_y \cdot n_{oy} + V_z \cdot n_{oz}, \quad (5)$$

где V_x, V_y, V_z - проекции вектора относительной скорости \bar{V} на координатные оси инструмента; n_{ox}, n_{oy}, n_{oz} - проекции вектора единичной нормали \bar{n}_o на координатные оси инструмента.

Из уравнения (5), определим V_n , а потом из (2) - мгновенную Q_m и Q_y удельную производительность, которая в (2) представляет собой внутренний интеграл

$$Q_{yi} = \int_{\theta_{1ki}}^{\theta_{2ki}} V_n \cdot R_i \cdot d\theta_k, \quad (6)$$

где $\theta_{1ki}, \theta_{2ki}$ и R_i (рис. 1) определяются решением уравнений (3) и (4).

Определив из уравнения (2) мгновенную производительность шлифования Q_m и подставив ее в формулу (1) получим мгновенную мощность шлифования. При определении удельной мощности шлифования N_{yi} , которая приходится на один мм высоты круга, в формулу (1) подставляем значения удельной производительности шлифования Q_{yi} , полученной из уравнения (6).

Для определения локальной мощности шлифования N_l , которая, например, необходима при определении локальных температур на шлифуемой поверхности в формулу (1) подставляем локальную производительность шлифования Q_l . Ее находим из уравнения (2) для локальной, элементарной площадки dF (рис. 1), которая определяется границами интегрирования i_1, i_2 и $\theta_{1ki}, \theta_{2ki}$.

Среднюю мощность при шлифовании потока заготовок N_{cp} находят из формулы (1), подставляя в нее среднюю производительность шлифования Q_c , которую находят из уравнения

$$Q_{cp} = \int_0^T Q_m \cdot dT, \quad (7)$$

где T - время обработки одной детали.

Для расчета мощности шлифования ориентированным инструментом по формуле (1) необходимо иметь значение a - удельной работоспособности круга. В работе [2] приведена методика и формула для расчета a , которая полученная на базе экспериментальных исследований.

Так как на двустороннем торцешлифовальном станке обрабатываются одновременно несколько деталей, следует различать мощность N_m (1) и (2), которая расходуется на обработку одной детали в каждый момент времени, и суммарную мощность $N_{m\Sigma}$, которая расходуется на обработку одновременно нескольких деталей. Таким образом, в определенный момент расположения деталей в зоне шлифования суммарная мгновенная мощность

$$N_{m\Sigma} = N_{m1} + N_{m2} + N_{m3} + \dots + N_{mi}, \quad (8)$$

где $N_{m1}, N_{m2}, N_{m3}, \dots, N_{mi}$ - мгновенная мощность при обработке 1, 2, ..., i -той детали.

Экспериментальные исследования мощности шлифования осуществлялось на двустороннем торцешлифовальном станке модели 3342 АДО, при обработке торцов пружин демфера диска сцепления автомобиля ГАЗ –53М. При шлифовании известным способом свободно установленных в гнездах подающего барабана пружин мощность имела максимальное значение при врезании, осциллограмма 1 (рис. 2), за счет резкого увеличения угловой скорости w_q детали.

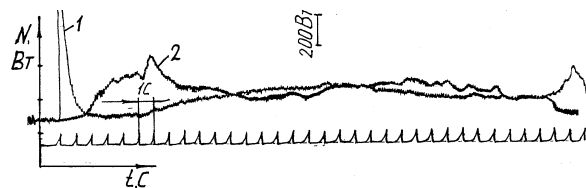


Рисунок 2. Осциллограммы мощности шлифования известным и новым способом.

При шлифовании торцов пружин по новому способу [3] на калибрующем участке ориентированного круга 2 (рис.1) правку осуществляют в плоскости, параллельной торцам обрабатываемой детали 1, алмазным карандашом 3, перемещаемом по дуге окружности $R_a=R_b-r_{qi}$.

При врезании и в процессе черногого съема припуска, пружины фиксируют, а при чистовом шлифовании они вращаются на калибрующем участке круга, где совершают не менее одного оборота, что повышает точность обработки. Мощность при врезании постепенно увеличивается осциллограмма 2 (рис. 2) и затем остается почти постоянной. Анализ осциллограмм 1 и 2 показывает, что отклонение мощности, рассчитанной по формуле (1) и измеренной, не превышает 15 %.

Новый способ шлифования пружин внедрен на Черниговском заводе "Агрореммаш". Производительность обработки увеличилась в 1,4 раза в сравнении с существующей технологией, торцевое биение уменьшилось на 0,12 мм.

Список литературы: 1. Кальченко В.И., Кальченко В.В. Точність і продуктивність шліфування торців орієнтованим інструментом //Машинобудування, електроніка- Вісн. Черніг. технол. і-ту. № 3.- Чернігів:ЧТІ 1997, с.5-13. 2 Шахновский С.С. Расчет мощности торцевого шлифования. Станки и инструмент № 2, 1987, с.23-24. 3. Кальченко В.В Заявка на патент Украины № 97126464 В24В 5/04 приоритет от 30.12.97. "Способ шлифования торцов цилиндрических деталей".