

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

М. А. ГРИГОРЯН, М. В. КАСЬЯН, В. С. МАРКОСЯН

КИНЕМАТИКА ПРОЦЕССА ПРОФИЛИРОВАНИЯ
ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ АЛМАЗНЫМИ РОЛИКАМИ

Внедрение высокопроизводительного и высокоэффективного метода профилирования червячных зубошлифовальных кругов алмазными многониточными роликами [1] требует вывода некоторых кинематических соотношений этого процесса, имеющих определенные практические и теоретические значения для анализа тепловых явлений, силовых и энергетических затрат, необходимых при автоматизации процесса профилирования и косвенном диагностировании степени изнашивания инструмента.

Особенностью процесса профилирования многониточным роликом является одновременная работа конических поверхностей угловых кольцевых витков и цилиндрических поверхностей [2], имеющих разные окружные скорости.

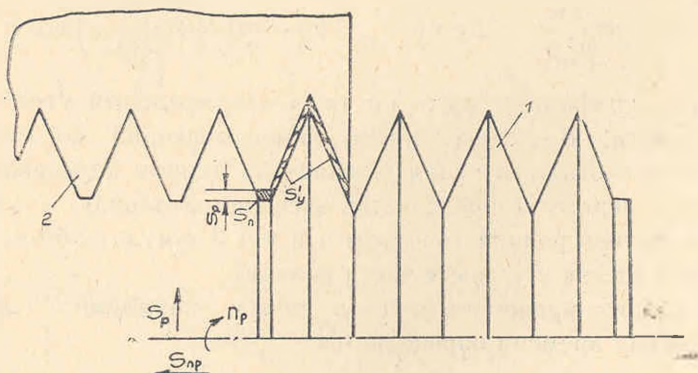


Рис. 1. Схема правки червяного шлифовального круга алмазным многониточным роликом (1 — ролик, 2 — круг).

Через каждый проход правки (рис. 1), за счет радиальной подачи S_p ролик входит в круг и снимает определенный объем W абразивного слоя, причем общая площадь контактной зоны F между роликом и кругом и общая площадь поперечного сечения S снимаемого абразивного слоя суммируются из их соответствующих цилиндрических (F_n и S_n) и конических (F_y и S_y) составляющих:

$$F = F_n + F_y; \quad S = S_n + S_y. \quad (1)$$

Согласно схемам на рис. 2 и рис. 3:

$$F_n = L_n b_n; \quad S_n = t_n b_n; \quad (2)$$

$$F_y = F_y^1 \left(1 + \sum_{i=1}^n k_i \right); \quad S_y = S_y^1 \left(1 + \sum_{i=1}^n k_i \right), \quad (3)$$

где F_y^1 , S_y^1 — площади контактной зоны и боковой поверхности первого углового кольцевого витка:

$$F_y^1 = L_y b_y; \quad S_y^1 = 2t_y b_y; \quad (4)$$

L — длина дуги контакта между роликом и кругом:

$$L_n = \frac{\pi r_n}{180} \varphi_n; \quad L_y = \frac{\pi r_y}{180} \varphi_y;$$

φ — угол контакта, зависящий от величины геометрических параметров процесса:

$$\varphi_n = \arccos \frac{2r_n^2 + t_n^2 + 2(Rr_n - Rt_n - r_n t_n)}{2r_n(R + r_n - t_n)};$$

$$\varphi_y = \arccos \frac{2r_y^2 + t_y^2 + 2(Rr_y - Rt_y - r_y t_y)}{2r_y(R + r_y - t_y)};$$

r , R — радиусы ролика и круга; t — глубина правки: $t_n = S_p$; $t_y = S_p \sin \alpha$; b — ширина контактной зоны между роликом и кругом:

$$b_n = m \left(\frac{\pi}{2} - 2\lg \alpha \right); \quad b_y = m \left(1 + \frac{\pi}{4\lg \alpha} \right) / \cos \alpha;$$

m — модуль профилируемого круга; α — профильный угол кольцевых витков ролика; k_i — коэффициент, показывающий во сколько раз уменьшается соответствующая площадь на данном кольцевом витке по сравнению с первым (определяется экспериментально); n — количество кольцевых витков ролика (индексы n и y в формулах обозначают соответственно плоские и угловые части ролика).

При частоте вращения круга n_k объем снимаемого абразивного слоя в единицу времени определяется:

$$W = 2\pi R n_k S. \quad (5)$$

Для выяснения степени различия работы конической и цилиндрической частей ролика в качестве характерного показателя процесса правки был принят объем абразива, снимаемого этими участками. Установлено [3], что мощность N , расходуемая на профилирование, пропорциональна объему W снимаемого абразива: $N = k_N W$. С целью сравнения мощностей с использованием объема абразива, снимаемого коническим (W_y) и цилиндрическим (W_n) частями, берем отношение: $W_n/W_y = 1/2,73$.

первом проходе нарезки первый кольцевой виток снимает абразивный слой площадью S_1 (рис. 4в) поперечного сечения, второй виток — S_2 , а последний — S_n . При втором проходе нарезки (рис. 4б) ширина контактной линии для первого кольцевого витка является AK_1 , для второго — AK_2 , для последнего — AK_n . Как видно, законы изменения контактных линий в интервалах углов $0 - \beta_2$ и $\beta_2 - \alpha$ отличаются друг от друга.

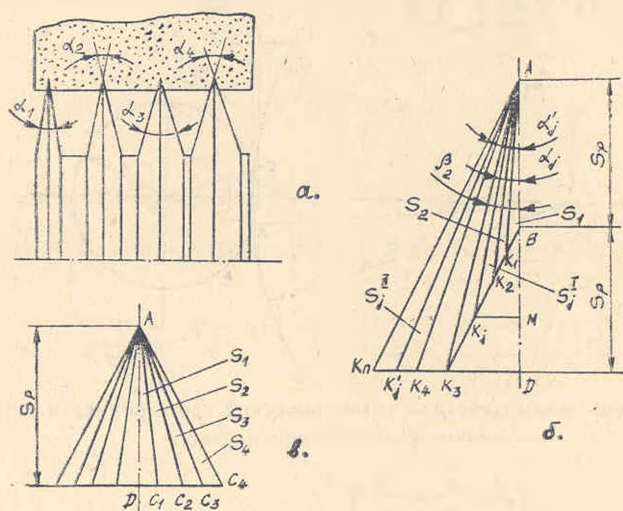


Рис. 4. Схема нарезки алмазным четырехзубчатым роликом: а) первый проход; б) второй проход; в) площади поперечных сечений снимаемого абразивного слоя (S_1, S_2, S_3, S_4) при первом проходе.

После некоторых математических преобразований получаем формулу для определения общей площади контактной зоны для j -ого кольцевого витка при i -ом проходе нарезки:

$$F_i = \frac{\pi r_y}{180} \varphi_y S_p \left[\operatorname{tg} \alpha \sum_{j=1}^{n_j} \frac{1}{\cos \alpha_j (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha_j)} + i \sum_{j=n_j}^n \frac{1}{\cos \alpha'_j} \right], \quad (6)$$

где n_j — число кольцевых ветков, имеющих профильные углы меньше или равно β_j ($\operatorname{tg} \beta_j = i \operatorname{tg} \alpha / (i + 1)$); α_j и α'_j — текущие значения профильного угла в интервалах $0 - \beta_j$ и $\beta_j - \alpha$.

Общая площадь поперечного сечения и объем снимаемого абразивного слоя при i -ом проходе нарезки определяется:

$$S_i = (2i - 1) S_p^2 \operatorname{tg} \alpha; \quad W_i = 2\pi R n_k S_i. \quad (7)$$

От прохода к проходу нарезки F_i , S_i и W_i увеличиваются, достигая своих максимальных значений при последнем проходе.

Имея значения F , W и N , на основании [4] можно определить контактную температуру в зоне правки:

$$T_n = \frac{N}{1,182F(b_p + b_k) + WC_k \gamma_k} + T_0. \quad (13)$$

где b_p и b_k — коэффициенты аккумуляции тепла для ролика и шлифовального круга; C_k — удельная теплоемкость шлифовального круга; γ_k — плотность шлифовального круга; T_0 — начальная температура.

Выведенные геометрические соотношения дают возможность исследования тепловых явлений процесса профилирования, обуславливающих в определенной степени изнашивание алмазного ролика.

ЕфВНИИЛтекмаш

5. IX. 1985

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Касьян М. В., Григорян М. А. Приспособление и инструмент для профилирования червячных кругов. — Станки и инструмент, 1978, № 6, с. 26—27.
2. Касьян М. В., Григорян М. А. Нарезка и правка червячных кругов алмазными фрезерными роликами. — В сб.: «Алмазы и сверхтвердые материалы», НИИмаш, 1977, вып. 11, с. 13—14.
3. Григорян М. А., Маркосян В. С. Эффективная алмазная обработка. — В сб.: «Тез. докл. XXII научн.-техн. конф. асп. обществ. аспирантуры», Ереван, РСНТО АрмССР, 1985, с. 122—134.
4. Касьян М. В., Григорян М. А. Приближенный метод расчета поверхностной температуры при зубошлифовании. — Станки и инструмент, 1977, № 8, с. 29—31.