

Затем определяем координаты точки А режущей кромки у вершины резца и расстояние от нее до выше найденной плоскости:

$$\lambda = \frac{y_B x_A - x_B y_A}{\sqrt{y_B^2 + x_B^2}}.$$

Величина  $\lambda$  характеризует отклонение режущей кромки от плоскости, проходящей через ось головки.

Отклонение  $\Delta\gamma_e$  угла наклона оси головки приведет к тому, что плоскость П-П заточки не будет проходить через вершину О' инструментального конуса (рис. 2). Определяем уравнение режущей кромки в системе координат z'x'y'. Дальнейший порядок расчета погрешностей заточки подобен приведенному выше.

Аналогично установлено влияние на точность заточки зуборезных головок других параметров станка.

В качестве примера в табл.1 приводятся данные расчета на ЭВМ "Наири" ошибок заточки зуборезных головок номинальным диаметром 500 мм при условии отсутствия погрешностей головки, поданной на заточку.

В ы в о д ы. 1. Наибольшее влияние на радиальное и торцовое биение резцов зуборезной головки оказывает погрешность совмещения шлифовального круга с теоретической плоскостью заточки (более 50 %).

2. Погрешность профиля режущей кромки резца и отклонение ее от плоскости, проходящей через ось головки, зависят в основном от ошибки угла наклона оси бабки изделия и торцового биения шпинделя бабки изделия.

3. Для повышения точности заточки зуборезных головок целесообразно повысить точность подвода шлифовальной бабки на заточку после деления и повысить точность наклона оси шпинделя бабки изделия.

УДК 621.753.5

Я.М.СУРГУНТ, канд. техн. наук,  
П.Ф.КОТИКОВ (ММИ)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ПРИ НАКАТЫВАНИИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РОЛИКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

В Могилевском машиностроительном институте разработано новое устройство для высокопроизводительной обработки накатыванием деталей, имеющих совокупность торцовых и цилиндрических поверхностей.

При выборе технологических параметров процесса ППД и конструктивных элементов инструмента необходимо уметь определять площадь контакта деформирующего ролика с обрабатываемой поверхностью. Существующие методики определения площади пятна контакта накатного ролика с обрабатываемой поверхностью не учитывают угол наклона ролика к обрабатываемой поверхности, что дает значительную погрешность в вычислениях.

Площадь контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью имеет форму, изображенную на рис. 1. Торовой ролик с радиусом  $R$  и радиусом профиля  $r$  расположен под углом  $\alpha$  к обрабатываемой поверхности. Радиус обрабатываемой поверхности —  $R_d$ . Полная глубина внедрения ролика —  $h$ , упругая деформация —  $h_y$ . Пластическая деформация равна  $h_n = h - h_y$ . Продольная подача инструмента —  $s$ .  $O_1$  — центр профильной окружности тора предыдущего прохода с учетом упругого восстановления.

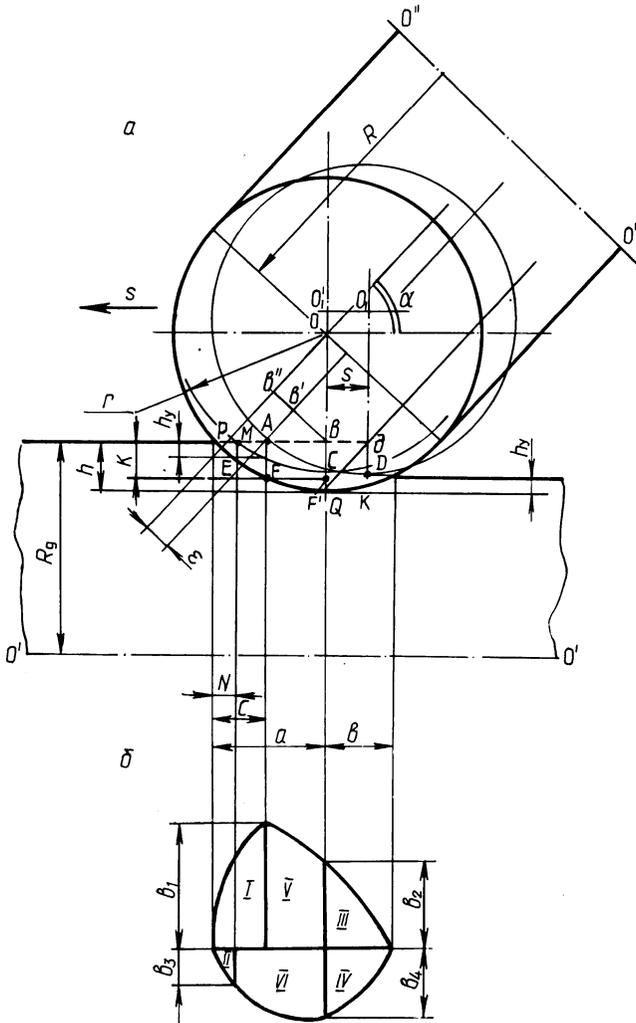


Рис. 1. Формирование поверхностного слоя при накатывании:  
 а — схема взаимодействия накатного ролика с обрабатываемой поверхностью; б — форма пятна контакта

Площадь контакта при накатывании представляет сферическую поверхность. Для определения площади пятна контакта делим проекцию площади на ряд элементарных участков, и находим границы

$$a = \sqrt{2rh - h^2}; \quad b = \sqrt{2rh_y - h_y^2};$$

$$c = \sqrt{2rh - h^2} + s + \sqrt{2rh_n + h_n^2};$$

$$N = \sqrt{2rh - h^2} - \sqrt{2rh_n - h_n^2}.$$

Определяем максимальную глубину внедрения ролика с учетом предыдущего прохода инструмента

$$k = \sqrt{r^2 - (\sqrt{2rh_n - h_n^2} - s)^2 - (r - h)}.$$

Для определения радиуса окружности, проходящей через точку А, необходимо найти  $\varepsilon_1$  — расстояние от максимальной окружности тора до окружности, проходящей через точку А:

$$\varepsilon_1 = |(r-h) \cos \alpha - (a-c) \sin \alpha|.$$

Аналогично для определения радиуса окружности, проходящей через точку М, определяем  $\varepsilon_3$ , а через точку С —  $\varepsilon_2$ :

$$\varepsilon_3 = |(r-h) \cos \alpha - (a-N) \sin \alpha|;$$

$$\varepsilon_2 = |(r-h) \cos \alpha|.$$

Радиусы окружности, проходящие через точки А, М, С, определяются:

$$R_A = R + \sqrt{r^2 + \varepsilon_1^2};$$

$$R_M = R + \sqrt{r^2 + \varepsilon_3^2};$$

$$R_C = R + \sqrt{r^2 + \varepsilon_2^2}.$$

Находим длину пятна контакта в различных сечениях (рис. 2):

$$b_1 = \sqrt{2R_d n} \quad \text{или} \quad b_1 = \sqrt{2R_x m}.$$

Приравнявая эти уравнения, получим

$$R_d n = R_x m.$$

(1)

Радиус окружности, проходящий через точку F':

$$R_x = R + \sqrt{r^2 - (\varepsilon + n \cos \alpha)^2}.$$

Радиус окружности, проходящий через точку F:

$$R_F = R + \sqrt{r^2 - (\varepsilon + k \cos \alpha)^2}.$$

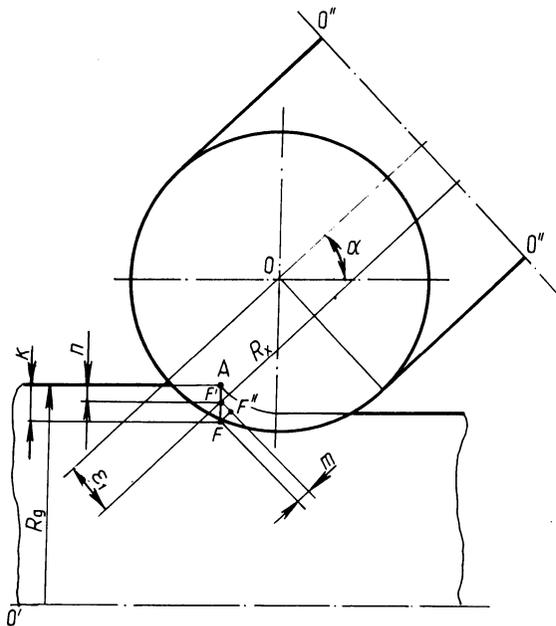


Рис. 2. Схема для расчета площади контакта ролика с цилиндрической поверхностью

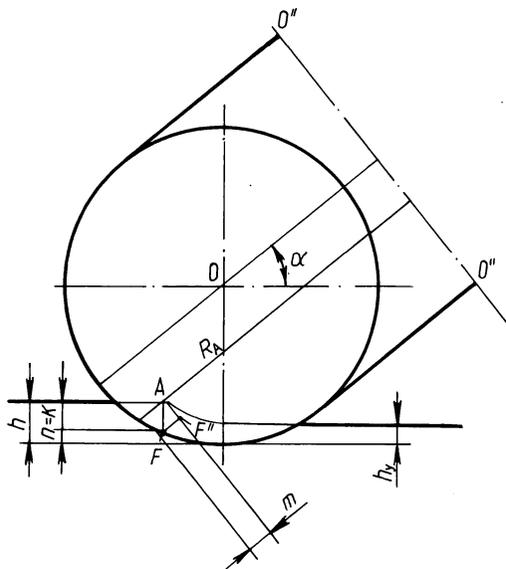


Рис. 3. Схема для расчета площади контакта ролика с торцовой поверхностью

Определяем  $m$ :

$$m = \sqrt{r^2 - (\varepsilon + n \cos \alpha)^2} - \sqrt{r^2 - (\varepsilon \cos \alpha)^2} + (k-n) \sin \alpha. \quad (2)$$

Из выражения (1) окончательно определяем  $m$ :

$$m = R_d n / R_x.$$

Выразив уравнение (2) относительно  $n$ , получим:

$$h^2 \left( \frac{R_d^2}{R_x^2} + 2 \frac{R_d}{R_x} \sin \alpha + 1 \right) + 2n \left[ \left( \frac{R_d}{R_x} + \sin \alpha \right) \sqrt{r^2 - (\varepsilon_1 + k \cos \alpha)^2} - \right. \\ \left. - k \sin \alpha + \varepsilon_1 \cos \alpha \right] + k^2 - 2 \varepsilon_1 k \cos \alpha - 2 \sqrt{r^2 - (\varepsilon_1 + k \sin \alpha)^2} k \sin \alpha = 0.$$

Решив уравнение (3) относительно  $n_1$ , при  $R_x = R_A$ , определим  $b_1$ :

$$b_1 = \sqrt{2R_d n_1}.$$

Приняв  $R_x = R_C$ ,  $k = h_y$  и решив уравнение (3) относительно  $n_2$ , определим  $b_2$ :

$$b_2 = \sqrt{2R_d n_2}.$$

Аналогично при  $R_x = R_M$ ,  $k = h_y$ , решив уравнение (3), определим  $n_3$ :

$$b_3 = \sqrt{2R_d n_3}.$$

При обработке торцовых поверхностей  $R_d \rightarrow \infty$  и  $b_1, b_2, b_3$  определяются следующим образом (рис. 3):

$$b_1 = \sqrt{2R_A m}; \\ m_1 = \sqrt{r^2 - \varepsilon_1^2} - \sqrt{r^2 - (\varepsilon_1 + n \cos \alpha)^2} + n \sin \alpha.$$

Аналогично определяем  $b_2$  и  $b_3$ :

$$b_2 = \sqrt{2R_C \left( \sqrt{r^2 - \varepsilon_2^2} - \sqrt{r^2 - (\varepsilon_2 + h_y \cos \alpha)^2} + h_y \sin \alpha \right)}; \\ b_3 = \sqrt{2R_M \left( \sqrt{r^2 - \varepsilon_2^2} - \sqrt{r^2 - (\varepsilon_3 + h_y \cos \alpha)^2} + h_y \sin \alpha \right)}.$$

Определим площадь проекции пятна контакта. Примем допущение, что линия, ограничивающая участки I, II, III, IV, является параболой, а участки V, VI – дугами окружностей большого радиуса.

$$\text{Участок I: } y^2 = px; \quad y = b_1 \sqrt{\frac{x}{c}}; \quad S_1 = \int_0^c b_1 \sqrt{\frac{x}{c}} dx = \frac{2}{3} b_1 c.$$

$$\text{Аналогично участки II, III, IV: } S_2 = \frac{2}{3} b_3 N; \quad S_3 = \frac{2}{3} b_2 b; \quad S_4 = \frac{2}{3} b_2 b.$$

Площадь участков V, VI равна:  $S_5 = (a-c) \frac{b_1+b_2}{2}$ ;  $S_6 = (a-N) \frac{b_3+b_2}{2}$ .

Полная площадь пятна контакта равна:  $S = \frac{2}{3} (b_1 c + 2b_2 b + b_3 N) + ab_2 + \frac{1}{2} [a (b_1 + b_2) - N (b_2 + b_3)]$ .

Полученные теоретические значения площади по приведенным формулам практически совпадают с экспериментальными данными (погрешность составляет менее 5 %).

### Глава III. ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

УДК 621.892:621.822

Ю.М.ПИКУС, канд. техн. наук (БПИ)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕХОДНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОЦЕССА В ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЯЮЩИХ С ДРОССЕЛЬНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

В металлорежущих станках проходит определенное время до установки стационарного температурного режима в системе гидростатической смазки. Характеристиками переходного процесса являются его длительность  $t_{\max}$  и устанавливающаяся в конце максимальная температура смазочной среды  $\theta_{\max}$ . Рассмотрим их определение для применяемых в станках [1, 2] гидростатических незамкнутых направляющих с дросселями трения.

Используем общий метод, излагаемый в [3], — составление и решение дифференциального уравнения теплового баланса. При этом положим, что система питания и направляющие представляют собой единую емкость, внутри которой находится смазочная жидкость с усредненной по всему объему избыточной температурой  $\theta$ .

Уравнение теплового баланса представим в виде

$$\Phi_K + \Phi_c = \Phi_D, \quad (1)$$

где  $\Phi_K$  — количество тепла, отводимое за время  $dt$  в окружающую среду и определяемое площадью теплопередающих поверхностей  $F_j$  и значениями коэффициентов теплопередачи через них  $K_j$ ,

$$\Phi_K = \sum K_j F_j \theta dt; \quad (2)$$

$\Phi_c$  — количество тепла, потребное для повышения температуры гидростатиче-