

М. Т. СОГОЯН, А. А. ГЕВОРКЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
 ПРИ НАНЕСЕНИИ РМР НА ПЛОСКОСТЯХ

В подвижных соединениях, работающих в режиме возвратно-ступательного движения, обеспечение условий полужидкостного трения во многом зависит от маслосъемности трущихся поверхностей.

Известны методы виброобработки [1], позволяющие создать масляные карманы на трущихся поверхностях. Эти методы сложны по конструкции инструментов и их кинематике, что существенно препятствует широкому их внедрению. С этой целью спроектирован специальный многошариковый двухэксцентриковый инструмент (МДИ) к фрезерному станку.

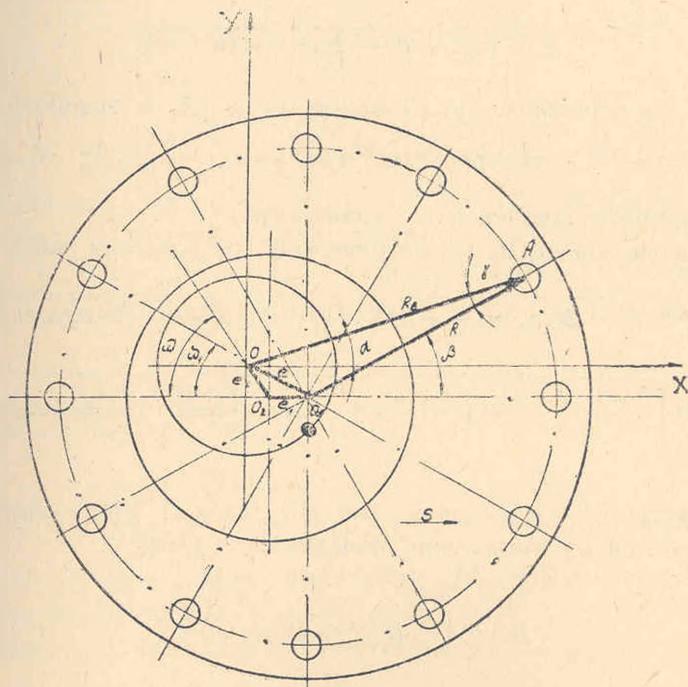


Рис. 1.

Эксцентриситет системы e образуется из эксцентриситетов корпуса e_1 и вала e_2 (рис. 1):

$$0 \leq e = |\vec{e}_1 + \vec{e}_2|.$$

Для управления процессом нанесения РМР на плоскостях необходимо выявить основные кинематические параметры перемещений деформирующих шариков по обрабатываемой плоскости, а также определить режимы обработки, обеспечивающие получение РМР с определенной заданной площадью опорной поверхности $F_{\text{оп}}$, которая определяется как площадь обрабатываемой плоскости $F_{\text{оп}}$ за вычетом площади следов (канавок) всех шариков:

$$F_{\text{к}} = L_{\text{к}} d_{\text{сш}},$$

где $d_{\text{сш}}$, $L_{\text{к}}$ — ширина и суммарная длина следа, оставленного шариком.

Уравнение траектории движения шариков при $e_1 - e_2 = 0$ (рис. 1):

$$\begin{cases} X = R \cos(\alpha + 2\pi n t) + s n t; \\ Y = R \sin(\alpha + \pi n t), \end{cases} \quad (1)$$

где R — радиус-вектор, определяющий место шарика на плоскости при $e = 0$; α — угол при $t = 0$, образуемый X с радиус-вектором R ; n — число оборотов головки; s — подача детали.

При $e = e_1 + e_2 > 0$ радиус-вектор R_a и общий эксцентриситет системы e определяются:

$$R_a = \sqrt{e^2 + R_2^2 - 2eR_2 \cos(\pi - \beta - \omega_1)}; \quad (2)$$

$$e = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 - 2e_1 e_2 \cos(\pi - \omega)}, \quad (3)$$

где ω_1 , ω — центральные углы между осью X и эксцентриситетами e и e_2 ; $\beta = \frac{2\pi N}{z}$ — центральный угол между шарами; N , Z — номер рассматриваемого шарика и их количество.

Используя известные геометрические соотношения, получаем:

$$\begin{aligned} R_n = & \sqrt{e_1^2 + e_2^2 - 2e_1 e_2 \cos(\pi - \omega) + R^2 - 2\sqrt{e_1^2 + e_2^2 - 2e_1 e_2 \cos(\pi - \omega)} \times} \\ & \times \sqrt{R \cos \left[\frac{\pi(z - 2N)}{z} - (-1)^k \sin \frac{e_2 \sin(\pi - \omega)}{\sqrt{e_1^2 + e_2^2 - 2e_1 e_2 \cos(\pi - \omega)}} + \pi k \right]}. \end{aligned} \quad (4)$$

На участке от $x = 0$ вдоль подачи (рис. 2) длина следа шарика $L_{\text{к}}$ определяется из выражения при $t = 0$ до $t = t_n$

$$\begin{aligned} L_{\text{к}} = & \int_0^{t_1} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt + \\ & + \int_{t_2}^{t_3} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt + \dots + \int_{t_{n-1}}^{t_n} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt, \end{aligned} \quad (5)$$

а на участке $x = c_1 -$

$$L_{k_1} = \int_{t_0}^{t_{11}} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt +$$

$$+ \int_{t_{11}}^{t_{12}} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt + \dots + \int_{t_{1(n-1)}}^{t_{1n}} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt, \quad (6)$$

где

$$\begin{cases} c = x = R_0 \cos(\alpha + 2\pi nt) + snt, \\ y = R_0 \sin(\alpha + 2\pi nt). \end{cases} \quad (7)$$

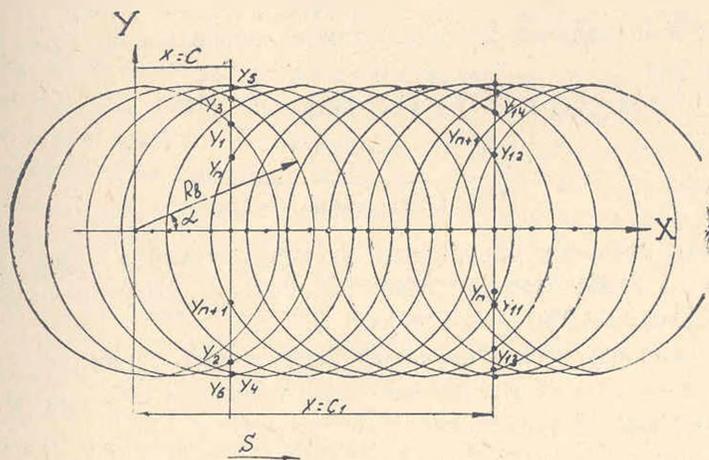


Рис. 2.

Вычисление интегралов (5) и (6) осуществляется на ЭВМ Наири 3-2. Предварительно вычисляются корни системы (7) t_1, t_2, \dots, t_n и y_1, y_2, \dots, y_n . Суммарная длина L следов на участке от c до c_1 , имея в виду, что $c_1 - c \gg s$, определяется по формуле:

$$L = L_{k_1} - L_k,$$

а суммарная площадь канавок —

$$s_k = L d_{cl}, \quad (8)$$

где $d_{cl} = \sqrt{\frac{4P}{\pi HB} \left(1 - \frac{P}{\pi D^2 HB}\right)}$; P — усилие, прижимающее все шарики к обрабатываемой плоскости; D — диаметр шариков; HB — твердость по Бринелю.

Опорная поверхность определяется:

$$F_{оп} = \frac{F_{об} - s_k}{F_{об}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где

$$F_{об} = 2R(c_1 - c). \quad (10)$$

Совместно решая (8)—(10):

$$F_{\text{оп}} = \frac{2R(c_1 - c) - \sqrt{\frac{4P}{\pi HB} \left(1 - \frac{P}{\pi D^2 HB}\right)}}{2R(c_1 - c)} L \cdot 100\% \quad (11)$$

Объем масляных канавок может быть рассчитан:

$$V_k = \frac{V}{F_{\text{об}}} \quad (12)$$

где

$$V = \frac{P}{\pi DHB} L; \quad (13)$$

V — объем всей канавки на обработанной поверхности; V_k — удельный объем канавки.

Подстановка (11) и (13) в (12) даёт

$$V_k = \frac{PL}{\pi DHB 2R(c_1 - c)} \quad (14)$$

Площадь канавок определяли экспериментально и по расчетным формулам на ЭВМ «Наири 3-2». Расхождение полученных результатов не превысило 3,2%.

Предложенная методика может быть использована для определения площади канавок, создаваемых при нанесении РМР на плоскостях многошариковым инструментом.

Лен. фил. ЕрПИ им. К. Маркса

18. II. 1983

ЛИТЕРАТУРА

1. Шнейдер Ю. Г. Применение способа вибрационного обкатывания взамен шабрения для обработки направляющих поверхностей станков.— Саратов: НТО, Машпром, 1975.— 176 с.