

$$\gamma = k p^m p_v^n v,$$

предложенными А.С.Прониковым [2] в качестве закона изнашивания пар трения деталей машин.

Важнейшим показателем экономичности процесса является удельный расход алмаза q , равный отношению массы израсходованного алмаза m_a к массе сошлифованного стекла m_c . На рис. 3 приведены зависимости q от v и p . Как видно, увеличение скорости и давления целесообразно с точки зрения увеличения стойкости и срока службы инструмента.

Разработанная методика позволяет получить важнейшие характеристики процесса алмазного хонингования оптических деталей — зависимости износа заготовки, инструмента и удельного расхода алмаза от скорости и давления. Целесообразно продолжить исследования по предложенной методике для различных материалов алмазных инструментов, марок стекол и составов СОЖ с целью разработки справочных таблиц коэффициентов в формулах (1) и (2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология оптических деталей / Под ред. М.Н. Семибратова. — М., 1978.
2. П р о н и к о в А.С. Классификация и расчет сопряжений деталей машин на изнашивание. — В сб.: Трение и износ в машинах. — М., 1956, т. XI.

УДК 621.787.4.001

А.А. ЖОЛОбОВ, П.С. ЧИСТОСЕРДОВ, Н.М. ПАНТЕЛЕЕВ

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА УПРОЩЕННОГО ПРОФИЛЯ ДЕФОРМИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РОТАЦИОННЫХ ПРОТЯЖЕК

В Могилевском машиностроительном институте разработан и предварительно исследован новый, весьма производительный и эффективный способ обработки отверстий ротационным протягиванием (прошиванием) [1].

Результаты лабораторных исследований и производственных испытаний позволили установить возможность обеспечения ротационным протягиванием точности отверстий стальных и бронзовых втулок в пределах 8...6 квалитетов с шероховатостью поверхности 0,63...0,16 мкм по критерию Ra. Одновременно отмечена высокая износостойкость деформирующих элементов инструмента и возможность его работы со сравнительно небольшими осевыми усилиями, необходимыми для осуществления пластического деформирования обрабатываемых поверхностей [2].

Однако следует отметить, что до настоящего времени процесс ротационного протягивания пока не нашел широкого применения в промышленности, и одной из главных причин этого является сложность изготовления квазиэллипсоидного профиля деформирующих элементов — полноконтактных роликов.

Рациональным мероприятием по ускорению внедрения ротационного протягивания является отыскание возможности приведения сложного профиля роликов в их осевом сечении к более простому, например к профилю, выполненному по дуге окружности. Для определения линии контакта ролика с отверстием втулки необходимо задать уравнение соприкасающихся поверхностей, удовлетворяющее условию их соприкосновения.

Каноническое уравнение цилиндра в декартовой ортонормированной системе координат имеет вид

$$x^2 + y^2 = R_{\text{ц}}^2, \quad (1)$$

где $R_{\text{ц}} = \text{const}$ — радиус цилиндра.

Каноническое уравнение ролика имеет аналогичный вид, однако, если для цилиндра $R_{\text{ц}} = \text{const}$, то для ролика его радиус является функцией координаты (z) (рис. 1), т.е. $R_p = R(z)$, где $R(z)$ — неизвестная функция, требующая отыскания.

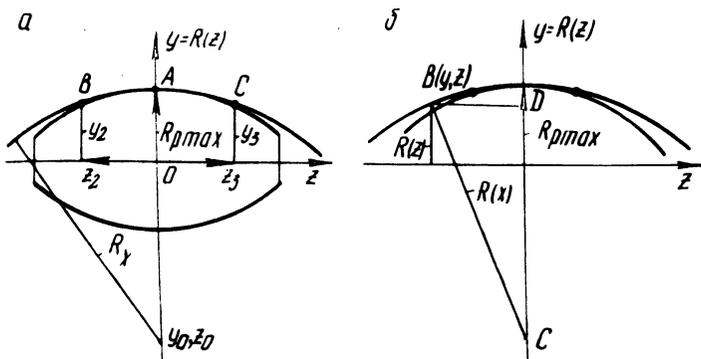


Рис. 1. Схема расчета приближенного профиля деформирующего элемента ротационной протяжки.

Производя одномерную трансляцию вдоль оси (X) и двухмерный поворот вокруг этой же оси, можно уравнение цилиндра в выбранной системе координат записать так:

$$x'_{\mu} = x_{\mu} + h_{\mu}, \quad (2) \quad x'_{\mu} = A_{\mu}^{\sigma} x_{\mu}^{\sigma}, \quad (3)$$

где A_{μ} — матрица преобразования вращения; h_{μ} — генератор или параметр трансляции.

Схема трансляции и поворота приведена на рис. 2; на рис. 2, а показаны условия установки роликов до поворота, а на рис. 2, б — после поворота и трансляции координатных осей.

Относительно преобразований вращения легко находятся компоненты матрицы A_{μ}^{σ} :

$$A_{\mu}^{\sigma} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi & -\sin\varphi \\ 0 & \sin\varphi & \cos\varphi \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Исходя из матрицы (4), уравнения (3) и условия соприкосновения ролика с цилиндром, которое записывается в виде

$$\frac{\Delta\psi}{|\Delta\psi|} = \frac{\Delta\varphi}{|\Delta\varphi|}, \quad (5)$$

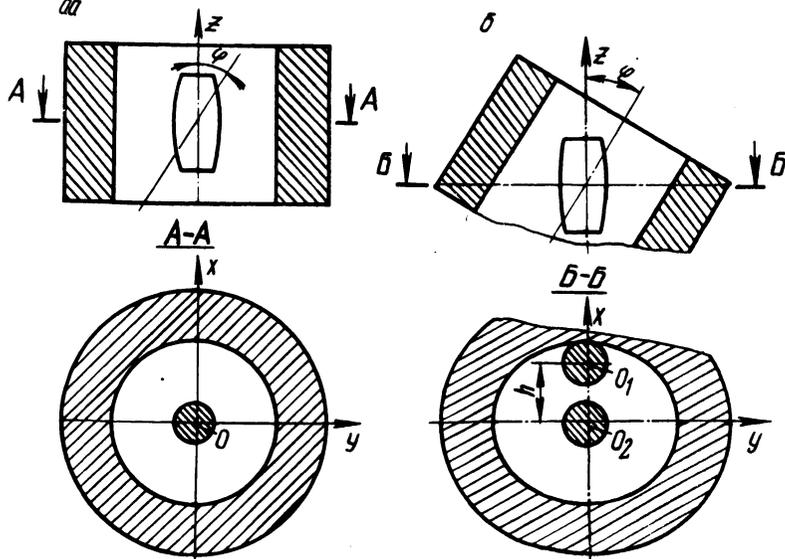


Рис. 2. Схема трансляции и поворота осей приведения теоретического профиля ролика к радиусному.

можно составить систему уравнений, из которых находится искомая функция $R_p(z)$:

$$\left. \begin{aligned} (x-h)^2 + (y \cos\varphi - z \sin\varphi)^2 &= R_{\Pi}^2, \\ x^2 + y^2 &= R_p^2(z), \\ (x-h)y &= x(y \cos\varphi - z \sin\varphi) \cos\varphi. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Произведя преобразования в уравнениях (6) с целью определения параметров ролика по осям x и y , получим систему уравнений вида

$$\left. \begin{aligned} y &= x \cos\varphi \sqrt{\frac{R_{\text{ц}}^2}{(x+h)^2} - 1}, \\ z &= \frac{y \cos\varphi - \frac{(x+h)y}{x \cos\varphi}}{\sin\varphi}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Совокупность уравнений (6) или (7) полностью решает задачу о нахождении функции $R_p(z)$, т.е. задачу о профиле ролика. Однако для практики представляет интерес несколько другая постановка вопроса, а именно: замена теоретического профиля другим, образующая которого имеет вид части окружности. Это означает, что искомая окружность профиля ролика должна проходить через три точки A, B, C , принадлежащие $R_p(z)$ (рис. 1,а).

Рассматривая плоскость осевого сечения ролика, положение искомой окружности в системе координат (z, y) (рис. 1, б) можно записать так:

$$(y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 = R_x^2, \quad (8)$$

где $y_0 - z_0$ — координаты центра окружности.

Требование того, чтобы окружность профиля проходила через три заданные точки $A(y_1, z_1)$; $B(y_2, z_2)$; $C(y_3, z_3)$, можно записать следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2 &= R_x^2, \\ (y_2 - y_0)^2 + (z_2 - z_0)^2 &= R_x^2, \\ (y_3 - y_0)^2 + (z_3 - z_0)^2 &= R_x^2. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Произведем определенные преобразования и допущения при решении системы, состоящей из уравнений (9). Тогда радиус приближенного профиля ролика

$$R_x = \frac{z^2 + [R(z) - R_{p.\max}]^2}{2[R_{p.\max} - R(z)]}. \quad (10)$$

В таблице приведены данные по степени расхождения теоретического и приближенного профилей, подсчитанных на ЭВМ "Минск-32".

Значение координат точек и радиуса поверхности ролика

Точные значения координат точек и радиуса поверхности ролика				Приближенные значения радиуса ролика			
$d_{\text{отв}} = 80 \text{ мм}$ $R_{\text{р.мах}} = 10 \text{ мм}$ $l_{\text{р}} = 40 \text{ мм}$ $\alpha = 30^\circ$		$d_{\text{отв}} = 55 \text{ мм}$ $R_{\text{р.мах}} = 6,25 \text{ мм}$ $l_{\text{р}} = 20 \text{ мм}$ $\alpha = 30^\circ$		$d_{\text{отв}} = 80 \text{ мм}$ $R_{\text{р.мах}} = 10 \text{ мм}$ $l_{\text{р}} = 40 \text{ мм}$ $\alpha = 30^\circ$		$d_{\text{отв}} = 55 \text{ мм}$ $R_{\text{р.мах}} = 6,25 \text{ мм}$ $l_{\text{р}} = 20 \text{ мм}$ $\alpha = 30^\circ$	
$z, \text{ мм}$	$R(z), \text{ мм}$	$z, \text{ мм}$	$R(z), \text{ мм}$	$R_n(z), \text{ мм}$	$\delta, \text{ мкм}$	$R_n(z), \text{ мм}$	$\delta, \text{ мкм}$
0,000	10,000	0,000	6,250	10,000	0	6,250	0
6,515	9,837	3,485	6,183	9,838	1	6,184	1
9,234	9,673	4,674	6,130	9,674	1	6,131	1
11,334	9,508	5,521	6,085	9,508	0	6,084	1
13,118	9,341	6,994	5,982	9,341	0	5,984	2
14,697	9,174	7,634	5,932	9,173	1	5,933	1
16,141	9,005	8,221	5,881	9,002	3	5,882	1
17,474	8,835	9,127	5,796	8,829	6	5,796	0
18,725	8,664	9,464	5,762	8,655	9	5,762	0

Как видно из таблицы, при правильном подборе длины роликов расходимость в $R_{\text{р}}$ по координате (z) не превышает 2...9 мкм, что дает возможность рекомендовать применение деформирующих элементов ротационной протяжки радиусного профиля для обработки отверстий 8...7 квалитетов точности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ч и с т о с е р д о в П.С. Разработка и исследование процесса размерно-чистой и упрочняющей обработки отверстий ротационным протягиванием. Автореф. канд. дис. — Могилев, 1969. 2. Ч и с т о с е р д о в П.С., Ж о л о б о в А.А. К вопросу повышения прочности прессового соединения типа "штулка — корпус" методом ППД. — В сб.: Машиностроение и приборостроение. — Минск, 1977, вып. 9.