УДК 621.9

М.Зінь

МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗРІЗУ ПРИ ВИХРОВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ ГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ

В статті представлено математичні моделі товщини і площі поперечного перерізу зрізу при вихровому фрезеруванні гвинтових поверхонь, які у порівнянні з існуючими дозволяють підвищити точність визначення названих параметрів на 10-20%.

Умовні позначення

e - ексцентриситет-відстань між осями заготовки і шпинделя вихрової головки, мм;

r, r_1, r_p - товщини радіуси відповідно зовнішній і внутрішній різі, яка нарізається, і кола вершин різців;

d_p/d - відношення діаметра кола вершин різців до номінального діаметра різі, яка нарізається;

$n_з$, n - кутова швидкість відповідно заготовки і шпинделя вихрової головки, об/хв;

s_z - кругова подача на різець, мм/різець;

l - довжина зрізу, мм;

l_{amax} - довжина зрізу, яка відповідає його максимальній товщині, мм;

l_{fmax} - довжина зрізу, яка відповідає його максимальній площі, мм;

a - товщина зрізу в його поздовжньому перерізі, мм;

a_{max} - максимальне значення товщини зрізу в його поздовжньому перерізі, мм;

f - площа поперечного перерізу зрізу, мм^2;

f_{max} - максимальне значення площі поперечного перерізу зрізу, мм^2;

$\beta\beta$ - кут контакту різця із заготовкою, рад.

Подальше вивчення процесів, які відбуваються при вихровому фрезеруванні гвинтових поверхонь, вимагає створення адекватніших математичних моделей зрізу упорівнянні з тими, які відомі на сьогодні [1].

Для зручності ідентифікації зрізу як об'єкта моделювання використано (рис.1) його об'ємне зображення (а), поздовжній (б) і поперечний (в) перерізи. Вхідними параметрами математичної моделі зрізу вважаються e, r, r_1, r_p, $n_з$, n. Вихідні парамери моделі: a(β), f(β).

При моделюванні зрізу прийняті наступні припущення:

1. Кут нахилу гвинтової лінії гвинтової поверхні, яка обробляється, рівний нулю;
2. Радіус заокруглення вершини різця рівний нулю;
3. Знехтувано шорсткістю і неідеальністю різальних лез і поверхні заготовки, яка обробляється.

Проміжні кутові і лінійні величини (рис.1) визначаються наступним чином:

кут φ знаходиться за [1, ф-ла 4];

$$\mu = \arccos\left(\frac{e^2 + r^2 - r_p^2}{2er}\right); \qquad (1)$$

$$\varepsilon = \arcsin\left(\frac{e \cdot \sin(\varphi/2)}{r_p}\right); \qquad (2)$$

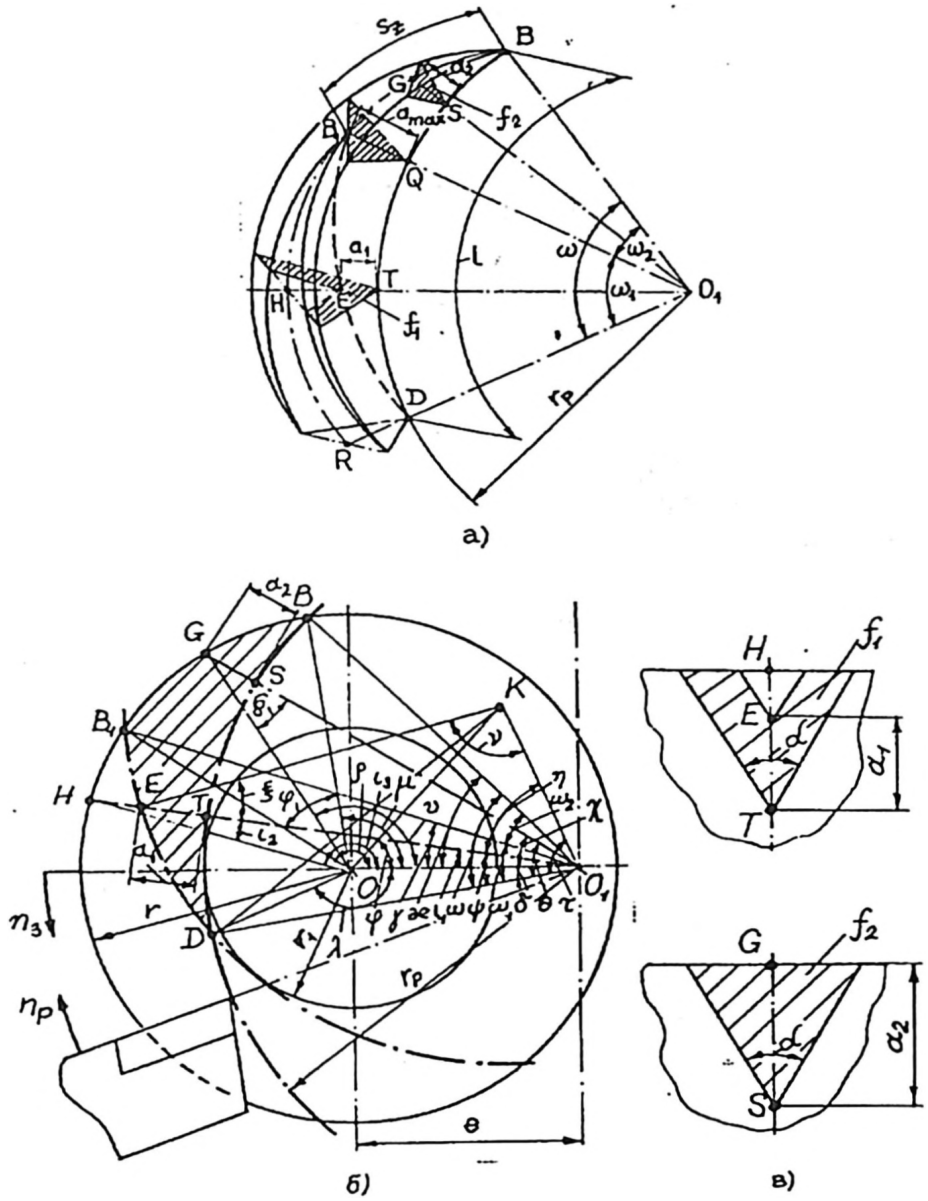

Рис.1. Об'ємне зображення(а), поздовжній(б) і поперечні (в) перерізи зрізу.

$$\omega_1 = \frac{\varphi}{2} - e + \arccos\left(\frac{e - r\cdot\cos(\mu+\varphi)}{\sqrt{r^2+e^2-2re\cdot\cos(\mu+\varphi)}}\right); \tag{3}$$

$$\omega_2 = \arccos\left(\frac{r_p^2+e^2-r^2}{2r_p e}\right) + \frac{\varphi}{2} - \varepsilon - \omega_1; \tag{4}$$

$$l = r_p(\omega_1+\omega_2); \tag{5}$$

$$\xi = \arcsin\left(\frac{e\cdot\sin\left(\theta+\varepsilon-\frac{\varphi}{2}\right)}{r}\right); \tag{6}$$

$$\tau = \arccos\left(\frac{e\sqrt{2\left(1-\cos(\varphi)\right)}}{2r_p}\right); \tag{7}$$

$$\zeta = \arcsin\left(\frac{e\sqrt{2\left(1-\cos(\varphi)\right)}\sin(\tau-\psi)}{r_p}\right); \tag{8}$$

Враховуючи, що

при $0\le\beta<\omega_1 \quad \beta=\psi$, (9)

а при $\omega_1\le\beta\le\omega_1+\omega_2 \quad \beta=\theta$, (10)

одержимо, що при $0\le\beta\le\omega_1$

$$a(\beta)=a_1=r_p\left(1-\frac{\sin\left(\pi-\xi-\tau-\varphi\right)}{\sin(\tau-\varphi)}\right); \tag{11}$$

$$\iota_2=\arcsin\left(\frac{e\cdot\sin\left(\psi-\frac{\varphi}{2}+\varepsilon\right)}{r}\right); \tag{12}$$

$$f(\beta)=f_1=a_1\left(2\left(r_p-\frac{r\cdot\sin\left(\pi-\psi+\frac{\varphi}{2}-\varepsilon-\iota_2\right)}{\sin\left(\psi-\frac{\varphi}{2}+\varepsilon\right)}\right)-a_1\right)\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right), \tag{13}$$

а при $\omega_1\le\beta\le\omega_1+\omega_2$

$$a(\beta)=a_2=r_p-\frac{r\cdot\sin\left(\pi-\theta-\varepsilon+\frac{\varphi}{2}-\zeta\right)}{\sin\left(\theta-2\cdot\pi-\varepsilon+\frac{\varphi}{2}\right)}, \tag{14}$$

$$f(\beta)=f_2=a_2^2\cdot\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right). \tag{15}$$

Запропонований алгоритм (ф-ли 1-15) реалізовано на ЕОМ, що дало можливість отримати уточнені графічні залежності $a(\beta)$ і $f(\beta)$, які показали, що момент настання амплітудного значення площі поперечного перерізу зрізу випереджає момент настання амплітудного значення товщини зрізу в його поздовжньому перерізі на 10-30%. Точність визначення максимального значення площі поперечного перерізу зрізу підвищено на 10-20%. Це, зокрема, підтверджують графіки товщини і площі поперечного перерізу зрізу для різі М36*4 при s_z=2мм/різець і d_p/d=1.39, які ми отримали і які приведені на рис.2.

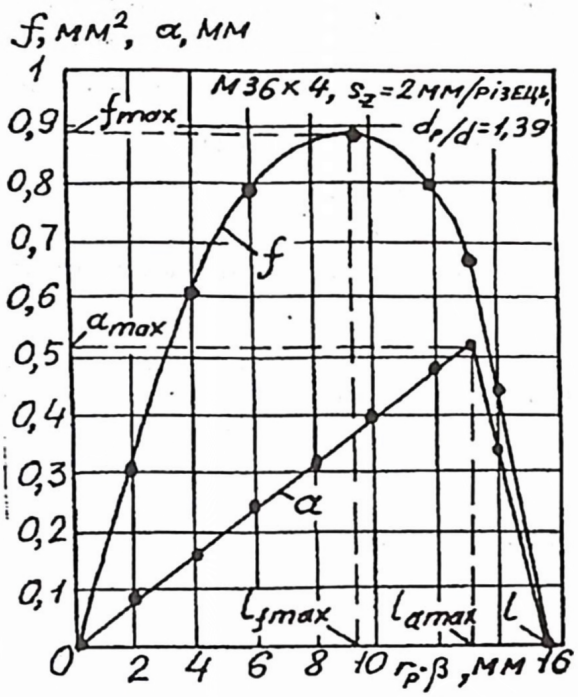

Рис.2. Графічні залежності параметрів зрізу.

Розроблена методика математичного моделювання зрізу успішно використана нами при проєктуванні вихрових головок, що оснащені пружно-демпфуючими елементами, що забезпечують підвищення періоду стійкості різальних лез різців, які в них встановлені.

Summary. This article contains the mathematicall models of thickness and area of cross-section cut by whirlwinded milling of helical surfaces, which in comparison with existed ones allow to increase the precision of determination of named parameters in 10-20%..

Література

1. Виксман Е.С. Скоростное нарезание резьб и червяков. -М.: Машиностроение, 1966. -90 с.