



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

CONSIDERAȚII ASUPRA GEOMETRIEI MELCULUI GENERATOR LA MANUFACTURAREA ROȚII ANGREAJULUI PINION CILINDRIC-ROATĂ FRONTALĂ (II)

Iosif Vencel CSIBI, Dorin HERCIU, Daniela HERCIU,
Dragoș HERCIU, Mihai SUDRIJAN

CONSIDERATIONS ABOUT GENERATING WORM GEOMETRY OF FACE-GEAR FOR FACE-GEAR DRIVE (II)

The paper presents the basic elements of geometry for generating worm fore face-gear of face-gear drive.

Cuvinte cheie: roată frontală melc generator
Keywords: snail front wheel generator

3. Strategia de rectificare a melcului toroidal

Având în vedere că, după {[1] (p. 137)} suprafața dintelui cuțitului roată este în contact de linie cu suprafața melcului toroidal și cu suprafața dintelui roții plane, iar cele două contacte de linie, datorită investigațiilor efectuate, nu coincid unul cu celălalt, ci se intersectează în fiecare poziție de angrenare, este inutilă determinarea suprafeței flancului roții plane, deoarece aceasta rezultă prin deplasarea paralelă cu axa mulajului, după cum s-a amintit înainte.

Ecuțiile de trecere de la sistemul (O_2, x_2, y_2, z_2) , la (O_1, x_1, y_1, z_1) , cu ajutorul coordonatelor omogene

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{pmatrix} = M_{12} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_1 \cos \Sigma \cos \varphi_2 + \sin \varphi_2 \sin \varphi_1 & -\cos \Sigma \sin \varphi_2 \cos \varphi_1 + \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 & -\sin \Sigma \cos \varphi_1 & T_{y0} \sin \varphi_1 \\ -\sin \varphi_1 \cos \Sigma \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \sin \varphi_2 & \cos \Sigma \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_2 \cos \varphi_1 & \sin \Sigma \sin \varphi_1 & T_{y0} \cos \varphi_1 \\ \sin \Sigma \cos \varphi_2 & \sin \Sigma \sin \varphi_2 & \cos \Sigma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\text{unde } T^{-1} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_1 & \sin \varphi_1 & 0 \\ -\sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ T_{y0} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_{y0} \sin \varphi_1 \\ T_{y0} \cos \varphi_1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Ecuțiile normalei la suprafața $\bar{r}_1 = f(\varphi, \alpha_x)$ [1]:

$$\bar{n}_1 = \frac{\partial r_1}{\partial \varphi_2} \times \frac{\partial r_1}{\partial \alpha_x} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_2} & \frac{\partial y_1}{\partial \varphi_2} & \frac{\partial z_1}{\partial \varphi_2} \\ \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} & \frac{\partial y_1}{\partial \alpha} & \frac{\partial z_1}{\partial \alpha} \end{vmatrix}$$

$$n_{x1} = \begin{vmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial \varphi_2} & \frac{\partial z_1}{\partial \varphi_2} \\ \frac{\partial y_1}{\partial \alpha} & \frac{\partial z_1}{\partial \alpha} \end{vmatrix}, \quad n_{y1} = \begin{vmatrix} \frac{\partial z_1}{\partial \varphi_2} & \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_2} \\ \frac{\partial z_1}{\partial \alpha} & \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} \end{vmatrix}, \quad n_{z1} = \begin{vmatrix} \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_2} & \frac{\partial y_1}{\partial \varphi_2} \\ \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} & \frac{\partial y_1}{\partial \alpha} \end{vmatrix} \quad (9)$$

Strategia de rectificare a melcului toroidal pe mașini-unelte CNC, pornește de la tripletul (x_1, y_1, z_1) corespunzător lui $\alpha = 0^\circ$, în care parcurgând linia de coordonate φ_1 , între 0° și 360° , rectificându-se secvențial prima linie a flancului.

La înapoiere se rectifică a doua linie a flancului, corespunzătoare lui $\alpha + \Delta\alpha$ și așa, în continuare, până la epuizarea rețelei de puncte ale flancului.

Considerând punctul curent M, acestuia îi corespund trei grade de mobilitate (x_1^M, y_1^M, z_1^M) .

Componentele normalei pot fi reduse la două grade de mobilitate, ca în figura 5, conform următoarelor relații:

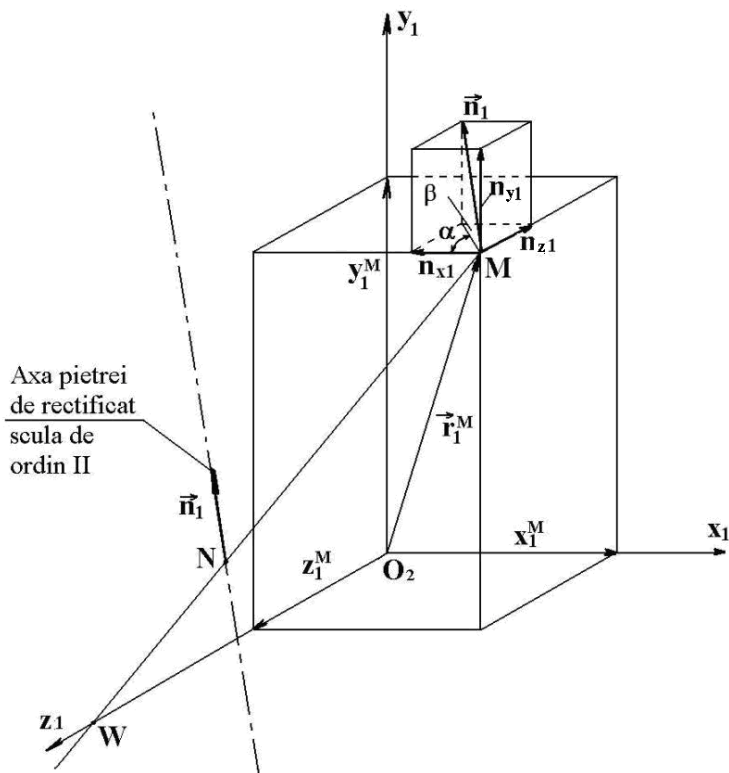


Fig. 5 Asupra strategiei de corectare a pietrei pe mașina-unealtă CNC

$$\cos \beta = \frac{n_{z1}}{\sqrt{n_{x1}^2 + n_{z1}^2}}; \quad (10)$$

$$\cos \alpha = \frac{n_{x1}}{\sqrt{n_{x1}^2 + n_{z1}^2}}. \quad (11)$$

Se determină planul tangent în M și punctul de intersecție W, al acestuia cu axa O_1z_1 . Pe dreapta WM se alege un punct N prin care trece axa pietrei plane de rectificat. Direcția axei este determinată de vectorul \vec{n}_1 .

Raza MN, a pietrei se determină pentru poziția în care linia de coordonate α este cea care trece prin cel mai interior punct al profilului evolutiv.

În final procesul tehnologic de rectificarea a flancurilor pe mașina-unealtă CNC se reduce la determinarea coordonatelor lui N și ale poziției lui \vec{n}_1 , în total 3+2 grade de mobilitate.

Derivatele parțiale, respective, au următoarele expresii:

$$\begin{aligned} \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_2} = & [\cos \Sigma \cdot (-z_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2 - \sin \varphi_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2) + \cos \varphi_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2 + z_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \sin \varphi_2] \cdot x_2 + \\ & + [-\cos \Sigma \cdot (\cos \varphi_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 - z_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \sin \varphi_2) + z_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 - \sin \varphi_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2] \cdot y_2 + \\ & + T_{y_0} \cdot z_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_1}{\partial \varphi_2} = & [\cos \Sigma \cdot (-z_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 + \sin \varphi_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2) - z_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2] \cdot x_2 + \\ & + [\cos \Sigma \cdot (z_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2) - \sin \varphi_2 \cdot \cos z_2 \cdot \varphi_2 - z_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \varphi_2] \cdot y_2 + \\ & + T_{y_0} \cdot z_2 \cdot \sin z_2 \cdot \varphi_2 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\frac{\partial z_1}{\partial \varphi_2} = -\sin \Sigma \cdot \sin \varphi_2 \cdot x_2 - \sin \Sigma \cdot \cos \varphi_2 \cdot y_2; \quad (14)$$

$$\frac{\partial x_2}{\partial \alpha} = -r_{b2} \cdot \alpha \cdot \sin \alpha; \quad (15)$$

$$\frac{\partial y_2}{\partial \alpha} = -r_{b2} \cdot \alpha \cdot \cos \alpha; \quad (16)$$

$$\frac{\partial z_2}{\partial \alpha} = 0; \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} = & -r_{b2} \cdot \alpha \cdot \sin \alpha \cdot (\cos z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \Sigma \cdot \cos \varphi_2 + \sin \varphi_2 \sin z_2 \cdot \varphi_2) - \\ & - r_{b2} \cdot \alpha \cdot \sin \alpha \cdot (-\cos z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \Sigma \cdot \sin \varphi_2 + \sin \varphi_2 + \sin z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \varphi_2) \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_1}{\partial \alpha} = & -r_{b2} \cdot \alpha \cdot \sin \alpha \cdot (\sin z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \Sigma \cdot \cos \varphi_2 + \sin \varphi_2 \cos z_2 \cdot \varphi_2) - \\ & - r_{b2} \cdot \alpha \cdot \sin \alpha \cdot (-\sin z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \Sigma \cdot \sin \varphi_2 + \sin \varphi_2 + \cos z_2 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \varphi_2) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\frac{\partial x_1}{\partial \alpha} = -r_{b2} \cdot \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \sin \Sigma \cdot \cos \varphi_2 + r_{b2} \cdot \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin \Sigma \cdot \sin \varphi_2. \quad (20)$$

Conform expresiilor (9), componentele versorului normalei sunt definite astfel:

$$n_{x1} = \frac{\partial y_1}{\partial \varphi_2} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial \alpha} - \frac{\partial z_1}{\partial \varphi_2} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial \alpha}; \quad (21)$$

$$n_{y1} = \frac{\partial z_1}{\partial \varphi_2} \cdot \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} - \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_2} \cdot \frac{\partial z_1}{\partial \alpha}; \quad (22)$$

$$n_{z1} = \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_2} \cdot \frac{\partial y_1}{\partial \alpha} - \frac{\partial y_1}{\partial \varphi_2} \cdot \frac{\partial x_1}{\partial \alpha}. \quad (23)$$

Componentele versorului normalei se vor determina utilizând expresiile: (12)... (23).

Se vor nota cu (x_1, y_1, z_1) coordonatele unui punct din planul tangent și ținând seama de normala \vec{n}_1 , din punctul M, de coordonate (x_{1M}, y_{1M}, z_{1M}) , produsul scalar dintre vectorul vitezei relative \vec{v}_1 conținut în planul tangent și dirijat către M, trebuie să fie zero, adică scris detaliat:

$$(x_1 - x_{1M}) \cdot n_{x1} + (y_1 - y_{1M}) \cdot n_{y1} + (z_1 - z_{1M}) \cdot n_{z1} = 0. \quad (24)$$

Intersecția W a acestui plan cu axa O_1z_1 , oferă:

$$x_1 = y_1 = 0,$$

respectiv,

$$-x_{1M} \cdot n_{x1} - y_{1M} \cdot n_{y1} - (z_1 - z_{1M}) \cdot n_{z1} = 0, \quad (25)$$

de unde,

$$z_1 = \frac{x_{1M} \cdot n_{x1} + y_{1M} \cdot n_{y1} + z_{1M} \cdot n_{z1}}{n_{z1}} \quad (26)$$

De aici rezultă lungimea \overline{WM} și alegerea punctului N, prin care trece axa corpului abraziv de rectificat a suprafeței căutate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Herciu, D., *Contribuții la creșterea performanțelor angrenajului pinion cilindric-roată frontală*. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2011.

Prof. Dr.Ing. Iosif Vencel CSIBI
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Dr.Ing. Dorin HERCIU
Star Transmission Cugir, membru AGIR
Ing. Daniela HERCIU
Star Transmission Cugir, membru AGIR
Stud. Dragoș HERCIU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Dr.Ing. Mhai SUDRIJAN
Inginer de angrenje la S.C. Sculăria srl Cugir
Președintele Sucursalei Alba a AGIR