



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2011

## **APLICARE A MELCULUI GENERATOR PENTRU MANUFACTURAREA ROȚII FRONTALE LA ANGRENAJUL PINION CILINDRIC-ROATĂ FRONTALĂ (III)**

Iosif Vencel CSIBI, Dorin HERCIU, Pavel-Teodor CISMAȘ  
Cătălin-Sandu GRUIN, Mihai SUDRIJAN

### **GENERATOR WORM APPLICATION FOR MANUFACTURING OF FACE GEAR FOR FACE GEAR DRIVE (III)**

The paper presents the application of generator worm for manufacturing of face gear for face drive.

Keywords: worm generator  
Cuvinte cheie: melc generator

#### **4. Reprezentarea grafică a suprafeței melcului generator**

Ecuția (9) este ecuația angrenării dintre suprafețele, sculei – cuțitul roată,  $\Sigma_s$  și melcului abraziv,  $\Sigma_m$  (figura 1; figura 4 și figura 5). Se dezvoltă produsul vectorial din ecuația angrenării și va rezulta ecuația (24).

Ecuția (24), care reprezintă ecuația angrenării dintre suprafețele, dinților sculei–cuțit roată,  $\Sigma_s$  și spirele melcului abraziv,  $\Sigma_m$ , face legătura între parametrii sculei ( $u_s, \theta_s$ ) și parametrul generalizat al mișcării  $\psi_s$ , care este unghiul de rotație al sculei–cuțit roată. Un punct al dintelui sculei–cuțit roată – definit prin parametrii

$(u_s, \theta_s)$ , aparține spirei melcului abraziv, dacă, parametrul generalizat,  $\psi_s(u_s, \theta_s)$ , dedus din ecuația (24), se substituie în ecuațiile: (21); (22) și (23). Prin urmare, punctele suprafeței spirei melcului abraziv se vor calcula cu ajutorul relațiilor: (21); (22) și (23), introducând în expresiile lor, parametrul generalizat  $\psi_s$ , determinat din ecuația angrenării (24).

S-a elaborat un program de calcul pe baza relațiilor (21); (22); (23) și (24). Cu ajutorul coordonatelor a 45 de puncte a fost efectuată o reprezentare grafică a suprafeței melcului generator după cum se vede în continuare (figurile 6 și 7).

## 5. Concluzii

■ Lucrarea prezintă principiul aplicării melcului generator la manufacturarea roții dințate frontale, elementul condus al angrenajului pinion cilindric-roată dințată frontală.

După cum s-a arătat în părțile: I și II, ideea utilizării unui melc generator la manufacturarea roții dințate frontale aparține lui Edward W. Miller, care a propus, în 1942, generarea roții plane de către o freză melc. Pasul următor a fost realizat de către patentul, lui Litvin și al colaboratorilor [5], precum și de patentul autohton [6], care oferă determinarea exactă a suprafeței elicoidale a melcului generator, ce poate fi utilizat pentru rectificarea și frezarea roții frontale.

■ În prima parte a lucrării, s-a expus deducerea matematică a expresiei unghiului de încrucișare în spațiu, al axelor, melcului generator și roții frontale. Obținerea unghiului de încrucișare al axelor se bazează pe observarea tangenței instantanee a suprafețelor, flancului dintelui cuțitului roată, flancului dintelui roții frontale și flancului dintelui melcului.

■ Suprafața melcului abraziv, care este utilizată pentru rectificarea flancurilor dinților roții dințate frontale, este generată de suprafața cuțitului roată. Determinarea suprafeței melcului abraziv este prezentată în continuare, pe baza funcției vectoriale, care reprezintă familia de suprafețe ale cuțitului roată și a matricei de transformare, din sistemul de coordonate al cuțitului roată, în sistemul de coordonate al melcului abraziv, precum și a ecuației angrenării, dintre suprafețele, sculei – cuțitul roată, și melcului generator. Ecuația angrenării dintre suprafețele, dinților sculei – cuțit roată și spirele melcului abraziv, face legătura între parametrii sculei și parametrul generalizat al mișcării, care este unghiul de rotație al sculei – cuțit roată. Un punct al dintelui

$$\left. \begin{aligned}
& \left\{ r_{bs} \theta_s \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) \cdot (\cos \gamma_m \sin \psi_s) \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \cdot (\cos \gamma_m \cos \psi_s) \right] \cdot (-\cos \gamma_m \cos N_s \psi_s) - \right. \\
& \left. - r_{bs} \theta_s \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) \cdot (\sin N_s \psi_s \cos \psi_s - \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \sin \psi_s) \pm \right. \right. \\
& \left. \left. \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \cdot (-\sin N_s \psi_s \sin \psi_s - \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \cos \psi_s) \right] \cdot (-\sin \gamma_m) \right\} \\
& \left. \left\{ r_{bs} \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) + \theta_s \sin(\theta_s + \eta_s) \right] \cdot \right. \right. \\
& \left. \left. \begin{aligned}
& \cdot \left( -N_s \sin N_s \psi_s \cos \psi_s - \cos N_s \psi_s \sin \psi_s + N_s \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \sin \psi_s + \right) + \\
& \left( + \sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \cos \psi_s \right) \\
& + r_{bs} \cdot \left[ \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \mp \theta_s \cos(\theta_s + \eta_s) \right] \cdot \\
& \cdot \left( N_s \sin N_s \psi_s \sin \psi_s - \cos N_s \psi_s \cos \psi_s + N_s \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \cos \psi_s - \right) + \\
& \left( -\sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \sin \psi_s \right) \\
& + (u_s) \cdot (N_s \cos \gamma_m \cos N_s \psi_s) - a_{ms} N_s \sin N_s \psi_s
\end{aligned} \right\} + \\
& + \left\{ r_{bs} \theta_s \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) \cdot (\cos N_s \psi_s \cos \psi_s + \sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \cdot \sin \psi_s) \pm \right. \right. \\
& \left. \left. \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \cdot (-\cos N_s \psi_s \sin \psi_s + \sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \cos \psi_s) \right] \cdot (-\sin \gamma_m) - \right. \\
& \left. - r_{bs} \theta_s \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) \cdot (\cos \gamma_m \sin \psi_s) \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \cdot (\cos \gamma_m \cos \psi_s) \right] \cdot (\cos \gamma_m \sin N_s \psi_s) \right\} \\
& \left. \left\{ r_{bs} \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) + \theta_s \sin(\theta_s + \eta_s) \right] \cdot \right. \right. \\
& \left. \left. \begin{aligned}
& \cdot \left( N_s \cos N_s \psi_s \cos \psi_s - \sin N_s \psi_s \sin \psi_s + N_s \sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \sin \psi_s - \right) + \\
& \left( -\sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \cos \psi_s \right) \\
& + r_{bs} \cdot \left[ \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \mp \theta_s \cos(\theta_s + \eta_s) \right] \cdot \\
& \cdot \left( -N_s \cos N_s \psi_s \sin \psi_s - \sin N_s \psi_s \cos \psi_s + N_s \sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \cdot \cos \psi_s + \right) + \\
& \left( + \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \sin \psi_s \right) \\
& + u_s \cdot (N_s \cos \gamma_m \sin N_s \psi_s) + a_{ms} N_s \cos N_s \psi_s
\end{aligned} \right\} + \\
& + \left\{ r_{bs} \theta_s \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) \cdot (\sin N_s \psi_s \cos \psi_s - \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \sin \psi_s) \pm \right. \right. \\
& \left. \left. \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \cdot (-\sin N_s \psi_s \sin \psi_s - \sin \gamma_m \cos N_s \psi_s \cos \psi_s) \right] \cdot (\cos \gamma_m \sin N_s \psi_s) - \right. \\
& \left. - r_{bs} \theta_s \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) \cdot (\cos N_s \psi_s \cos \psi_s + \sin \gamma_m \sin N_s \psi_s \cdot \sin \psi_s) \pm \right. \right. \\
& \left. \left. \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \cdot (-\cos N_s \psi_s \sin \psi_s + \cos \gamma_m \sin N_s \psi_s \cos \psi_s) \right] \cdot (-\cos \gamma_m \cos N_s \psi_s) \right\} \\
& \left. \left\{ r_{bs} \cdot \left[ \cos(\theta_s + \eta_s) + \theta_s \sin(\theta_s + \eta_s) \right] \cdot (\cos \gamma_m \cos \psi_s) + \right. \right. \\
& \left. \left. + r_{bs} \cdot \left[ \pm \sin(\theta_s + \eta_s) \mp \theta_s \cos(\theta_s + \eta_s) \right] \cdot (-\cos \gamma_m \sin \psi_s) \right\} = 0.
\end{aligned} \right.$$

(24)

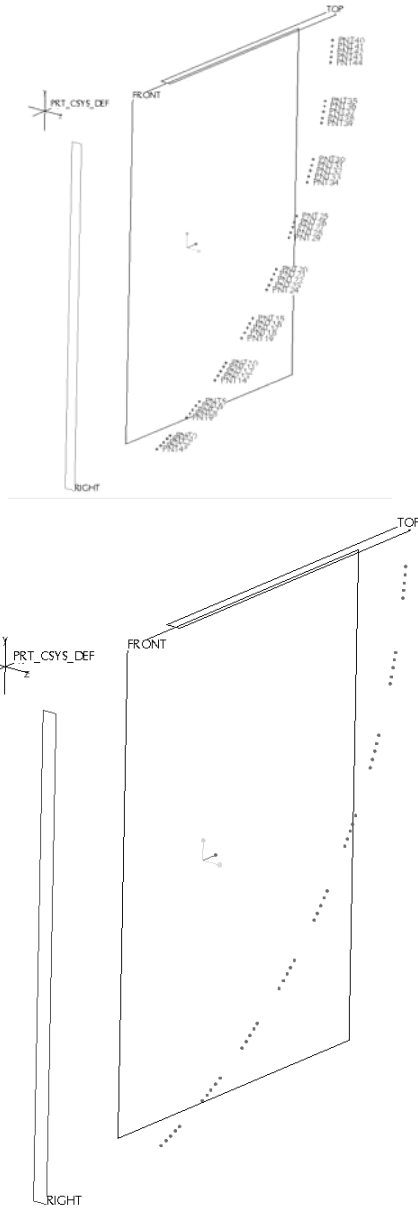


Fig. 6 Reprezentarea grafică a suprafeței melcului generator

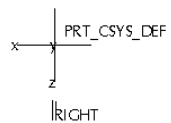
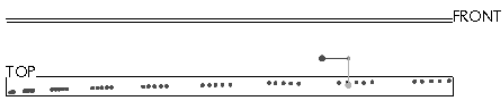
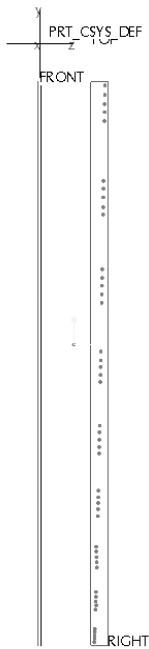


Fig. 7 Reprezentarea grafică a suprafeței melcului generator cu ajutorul coordonatelor a 45 de puncte

suclei – cuțit roată, aparține spirei melcului generator, dacă, parametrul generalizat, dedus din ecuația angrenării, se substituie în ecuațiile melcului abraziv, deduse prin transformarea familiei de suprafețe ale suclei-cuțit roată, din sistemul de coordonate ale suclei-cuțit roată în sistemul de coordonate ale melcului generator.

■ Prin urmare, punctele suprafeței spirei melcului generator se vor calcula cu ajutorul ecuațiilor melcului generator, deduse prin transformarea familiei de suprafețe ale sculei-cuțit roată, din sistemul de coordonate ale sculei-cuțit roată, în sistemul de coordonate al a melcului generator, introducând în expresiile lor, parametrul generalizat, determinat din ecuația angrenării.

■ Pentru calculul numeric al punctelor suprafeței melcului abraziv, se impune cunoașterea datelor, sculei-cuțit roată, pinionului cilindric și roții dințate frontale.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Miller, E.W., *Hob for Generation Crown Gear*. USA Patent 2,304,588, 1942.
- [2] Litvin, F., Fuentes, L., Zanzi, C., Pontiggia, M., *Face Gear Drive with Spur Involute Pinion: Geometry, Generation by Worm, Stress Analysis*. NASA/CR-2002-211362. ARL-CR-491, February 2002
- [3] Litvin, F.L., *Gear Geometry and Applied Theory*. New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994.
- [4] Litvin, F.L., Fuentes, A., *Geometria angrenajelor și teorie aplicată*. Ediția a doua. Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2009.
- [5] Litvin, F.L., Yih-Jen, Chen, Heath, G.F., Sheth, V.J., Ningxin Chen: *Apparatus and method for precision grinding face gear*. U.S.Patent No. 6,146,253 / Nov. 14, 2000. Int.Cl. B24b 1/00. U.S.Cl.451/47.
- [6] Csibi, I.V., Herciu, D., Sudrijan, M., *Sculă pentru rectificarea precisă a roților dințate frontale*. Brevet de Invenție OSIM RO 121729 B1. Int. Cl. B24B 1/00 (2006.01). Data de depozit: 06.09.2005. Data publicării mențiunii aplicării brevetului:28.03.2008. BOPI nr. 3/2008.

Prof.Dr.Ing. Iosif Vencel CSIBI  
membru AGIR

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Drd.Ing. Dorin HERCIU

Transmission Cugir, membru AGIR

Mat. Pavel-Teodor CISMAȘ

Dr.Ing. Cătălin-Sandu GRUIN

Nova-Grup, Cugir

Dr.Ing Mihai SUDRIJAN

S.C. Sculăria SRL Cugir, Președintele Sucursalei Alba a AGIR