A XI-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2011

PRINCIPIUL DE GENERARE A DANTURII ROȚILOR DINȚATE CONICE KLINGELNBERG-PALLOID (I)

Radu-Călin ROŞIAN

THE GENERATION PRINCIPLE OF KLIGELNBERG-PALLOID BEVEL GEARS (I)

The paper prezents the kinematic principle for generation of Klingelnberg-Palloid bevel gears

Keywords: Wheel curved conical teeth, flat wheel and the bit generating cone snail
Cuvinte cheie: Roata conică cu dinți curbi, roată plană generatoare şi freza melc conică

1. Generalități

Denumirea Palloid provine de la cuvântul grecesc "pallein", care înseamnă deplasarea de apropiere - îndepărtare (pendulare), caracterizând proprietatea cea mai importantă a acestor roți dințate, şi anume, capacitatea deplasării lăgăruirii sub sarcină fără a produce deteriorarea contactului de portanță al dinților (de exemplu contactul de muchie). În comparație cu celelalte trei sisteme de dantură, reacția angrenajului KLINGELNBERG-PALLOID se caracterizează prin sensibilitate redusă față de deplasările axelor, în funcționare sub sarcină. Chiar la încărcări foarte puternice, mersul este silențios şi durata de funcționare foarte ridicată.

Aceste proprietăți favorabile rezultă din modul de generare, prin procedeu continuu, cu freze melc conice. Dantura

KLINGELNBERG-PALLOID, ca de altfel şi celelalte tipuri de dantură pentru roțile conice cu dinți curbi, sunt raportate la aşa numita roată plană generatoare (figura 1). Roata care este danturată, angrenează cu roata plană generatoare, în timpul procesului de frezare al dinților. În cazul danturii Klingelnberg-Palloid, freza melc conică materializează, analog celorlalte sisteme de dantură, un segment al roții plane generatoare.

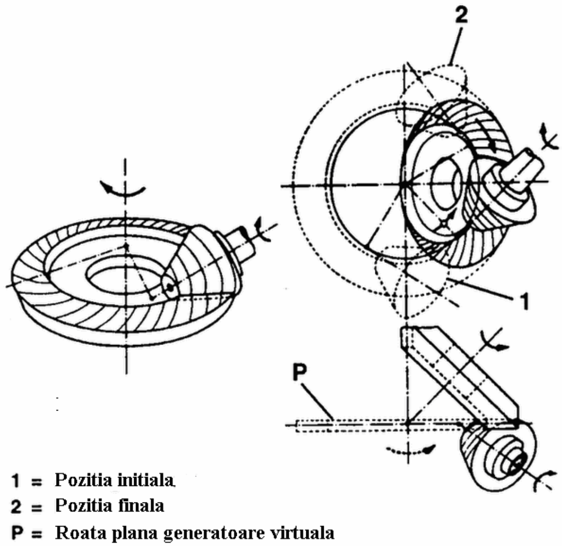

Fig. 1 Roata conică cu dinți curbi, roată plană generatoare şi freza melc conică

2. Freza melc conică

În mod obişnuit, freza melc conică se reglează la adâncimea totală a dinților, astfel încât, în procesul de prelucrare, rezultă frezarea completă a danturii. Freza melc conică, aflată în mişcarea de rotație, în angrenare cu roata plană, primeşte un avans, sub forma unei rotații în jurul roții plane generatoare virtuale,respectiv, în jurul conului de divizare al piesei, având ca efect o pătrundere a sculei în piesă, asemănătoare frezării tangențiale prin rulare a danturii roților cilindrice, rezultând înfăşurarea completă a dinților roții conice Klingelnberg-Palloid.

Curba directoare a danturii la roțile conice cu dinți curbi Klingelnberg - Palloid este o evolventă alungită, desfăşurată de pe cercul de divizare normală de rază ρ (figura 2, stânga). Freza melc conică are pasul constant al dinților, pas, care, se măsoară de-a lungul generatoarei conului de divizarea al sculei. Elicea medie a dinților, pe conul de divizare al sculei, este o elice conică cu pas constant (figura 3, sus). Această elice conică, desfăşurată în plan, descrie o spirală Arhimede (figura 4).

O proprietate importantă a spiralei Arhimede constă în faptul că, are subnormala polară, a_2, constantă (figura 4). Prin aceasta, normalele ridicate din punctele de pe spirală, situate la intersecția cu o

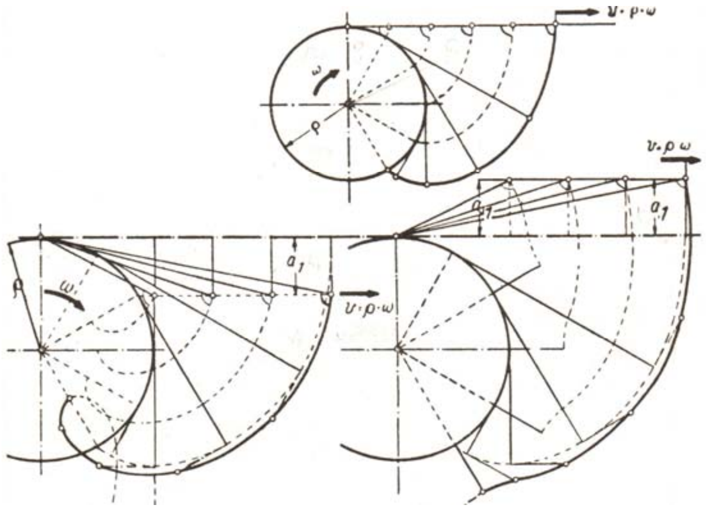

Fig. 2 Evolventele cercului: sus - evolventa obişnuită a cercului; stânga - evolventa alungită (buclată); dreapta - evolventa scurtată (ondulată)

rază vectoare, sunt toate concurente, într-un punct situat la distanța subnormalei polare față de origine, notată cu p, în figura 3, sus şi, respectiv, cu a_2, în figura 4. Pentru a deduce raza vectoare a spiralei Arhimede se consideră raportul de transmitere rezultat din rotația frezei melc şi a planului, în care se desfăşoară, conul ei de divizare (figura 4):

$$\frac{n_F}{n_P} = \frac{\phi_F}{\phi_P} = \frac{r}{r \sin\frac{\kappa}{2}} = \frac{1}{\sin\frac{\kappa}{2}}, \qquad (1)$$

în care, n_F , n_P şi ϕ_F , ϕ_P , sunt turaţii, respectiv, unghiurile de rotaţie, ale frezei melc conice şi planului de desfăşurare, iar κ este unghiul total al conului de divizare al frezei melc conice.

Prin desfăşurarea în plan a elicei conice (figura 4), generatoarea conului de divizare, pe care aceasta se situează, coincide cu raza vectoare a spiralei Arhimede, în punctul de contact:

$$r = \frac{t_n}{2\pi}\phi_F = \frac{t_n}{2\pi} \cdot \frac{\phi_P}{\sin\frac{\kappa}{2}} . \qquad (2)$$

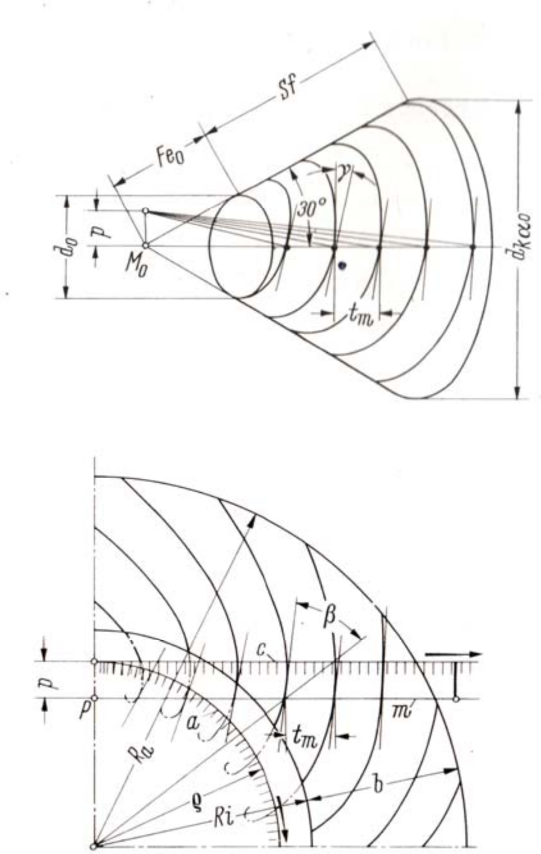

Fig. 3 Elicea conică pe conul de divizare al frezei melc conice (sus)
şi curbele directoare ale roţilor plane-evolvente alungite (jos)

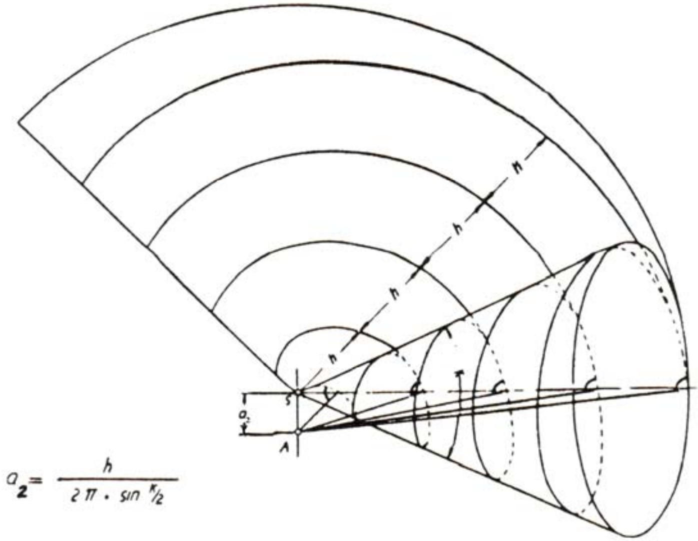

Fig. 4 Desfăşurarea elicei conice în plan, sub forma spiralei Arhimede şi subnormala polară a spiralei Arhimede simbolizată prin a_2

Subnormala polară se va obține prin derivarea razei vectoare a spiralei Arhimede.

$$a_2 = \frac{dr}{d\phi_P} = \frac{t_n}{2\pi \sin\frac{\kappa}{2}} = \frac{z_F \cdot m_n}{2\sin\frac{\kappa}{2}} . \tag{3}$$

Freza melc conică are pasul constant al dinților t_n, în lungul generatoarei conului de divizare al sculei (figura 5). Unghiul de pantă al elicei conice este variabil. Pentru o muchie aşchietoare dispusă la raza curentă r_F, a frezei melc conice, unghiul de pantă γ se calculează cu formula:

$$tg\gamma = \frac{t_n}{2\pi \cdot r_F} , \tag{4}$$

în care, t_n, pasul frezei melc măsurat de-a lungul generatoarei de divizare se calculează cu formula:

$$t_n = z_F \cdot m_n \cdot \pi , \tag{5}$$

m_n, fiind modulul normal al sculei, iar z_F, numărul de începuturi ale frezei melc conice.

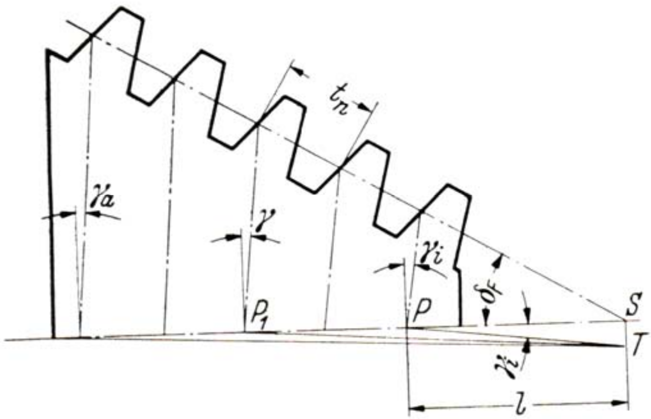

Fig. 5 Reprezentarea schematică a frezei melc conice cu pas constant, având unghiul de pantă al elicei conice de divizare a muchiilor aşchietoare variabil: γ_a - unghiul de pantă al elicei conice de divizare aferentă ultimului dinte complet, de la baza mare a sculei; γ_i - unghiul de pantă al elicei conice de divizare aferentă primului dinte complet, de la baza mică a sculei; γ - unghiul de pantă al elicei conice de divizare aferentă unui dinte curent [1]

Raza cercului, pe care este dispusă o muchie aşchietoare curentă, are expresia:

$$r_F = l\sin\frac{\kappa}{2}, \tag{6}$$

în care l este distanţa muchiei aşchietoare, până la vârful S, al conului de divizare, măsurată pe generatoarea conului de divizare, respectiv în planul de desfăşurare al frezei melc (figura 4 şi figura 5), iar $\frac{\kappa}{2}$ este semiunghiul conului de divizare.

Din relaţiile: (4); (5) şi (6) rezultă:

$$tg\gamma = \frac{z_F m_n}{2l\sin\frac{\kappa}{2}}. \tag{7}$$

De asemenea, din figurile: 4 şi 5, rezultă:

$$\mathrm{tg}\gamma = \frac{a_2}{l}. \tag{8}$$

Din relațiile (7) şi (8) se va obține subnormala polară sub forma [1]:

$$a_2 = \frac{z_F m_n}{2\sin\frac{\kappa}{2}}. \tag{9}$$

Expresiile subnormalei polare, (3) şi (9), deduse conform cu [1], după cum se poate vedea, coincid. Dacă, se are în vedere că, la frezele melc conice, conform normei Klingelnberg , KN 3025, [1], unghiul total al conului de divizare $\kappa = 60^0$ şi numărul de începuturi este $z_F = 1$, valoarea subnormalei polare devine:

$$a_2 = \frac{1 \cdot m_n}{2\sin\frac{60^0}{2}} = m_n. \tag{10}$$

Evolventa obişnuită este generată de un punct ce se deplasează, cu o viteză constantă, pe o dreaptă care rulează pe un cerc de bază, de rază ρ şi care se roteşte cu o viteză constantă, ω (figura 3, sus).

Evolventa alungită (buclată) este generată de un punct situat la o distanță constantă a_1, față de o dreaptă, care rulează pe un cerc de bază de rază ρ (figura 2, stânga). Punctul generator este poziționat sub dreapta de rulare, spre centrul cercului de bază.

Dacă, punctul generator este situat deasupra dreptei de rulare, evolventa generată va fi scurtată (ondulată) (figura 2, dreapta) şi nu prezintă interes pentru dantura Palloid. Dacă, mai multe puncte situate la distanța a_1 şi egal distanțate pe dreapta de rulare, se vor deplasa în planul rotitor al cercului de bază, de rază ρ, acestea vor descrie tot atâtea ramuri ale evolventei alungite (buclate).

După cum se vede în figura 2, stânga, punctele generatoare ale evolventei alungite, sunt situate la distanța a_1, față de dreapta de rulare.

Normalele ridicate în punctele de intersecție ale traiectoriei punctelor generatoare cu ramurile evolventei alungite (buclate), sunt concurente în centrul instantaneu de rotație, care se află situat în punctul de tangență al dreptei de rulare, cu cercul de bază (figura 2).

BIBLIOGRAFIE

[1] Roşian, R.C., Contribuții la studiul şi cercetarea angrenării în sarcină a roților conice cu dantură curbă. Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2011.

Drd.Ing. Radu-Călin ROŞIAN
Administrator Special al S.C Uzina Mecanică Cugir S.A. şi al
S.C. Fabrica de Arme Cugir S.A.
Vicepreşedinte al Sucursalei Alba a AGIR