A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
*"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti"*,
SEBEŞ, 2013

# ANGRENAJE CU AXE PARALELE AVÂND PROFILURI SPECIALE

Mariana IVINIŞ

## GEAR AXIS PARALLEL HAVING SPECIAL PROFILES

Gears with parallel axes with neevolventic's profile can be used in industrial watchmaker, and general construction machinery, taking into account the current technological possibilities in manufacturing gears.

Cuvinte cheie: angrenaj, roată dinţată, transmisii, pinion
Keywords: gear, cogwheel, transmission, pinion

### 1. Introducere

Transmisiile prin roţi dinţate, sunt cunoscute, încă din antichitate. De secole, transmisiile cu roţi dinţate au fost perfecţionate, ajungându-se la performanţe notabile în domeniul construcţiei de maşini. Perfecţionarea continuă a transmisiilor, a condus la studierea lor aprofundată, prin elaborarea unei teorii generale a angrenajelor. Diametrul roţilor dinţate acoperă o gamă largă de valori, de la zecimi de milimetru, pentru pinioane de orologerie, până la zece metri, pentru roţi dinţate destinate utilajelor grele. Turaţiile, la care funcţionează angrenajele actuale, sunt cuprinse între limitele, de sub o rotaţie pe minut, până la zeci de mii de rotaţii pe minut. Roata dinţată, ca element de maşină, este un organ relativ simplu, în schimb, din punct de vedere funcţional, este un organ de maşină căruia i se impun multe condiţii ca: rezistenţă, durabilitate, funcţionare silenţioasă, precizie în transmiterea mişcării şi evident, cost redus.

Angrenajul, ca mecanism, este format din două corpuri de revoluţie dotate cu dinţi, care asigură transmiterea mişcării între doi arbori. Cele două corpuri de revoluţie dotate cu dinţi, care reprezintă organul de maşină ale mecanismului (sau elementele angrenajului), se numesc roţi dinţate.

## 2. Angrenaje cu axe paralele având profiluri speciale

Avantajele angrenajului cicloidal cu dantură exterioară sunt importante şi acestea îl fac util în orologeria industrială, precum şi în mecanică fină şi anume:

- pot funcţiona la distanţe între axe mai mici decât angrenajele cu dantură evolventică;
- în angrenare, roţile dinţate cicloidale asigură raport de transmitere constant;
- prezintă uzare redusă datorită contactului profilurilor dinţilor convex/concav.

Angrenajul cicloidal cu dantură exterioară prezintă dezavantajul execuţiei relativ dificile a danturii, ca urmare a punctului de inflexiune existent în polul angrenării. Un alt dezavantaj constă în faptul că, angrenajul nu admite interschimbabilitatea pinionului şi roţii cu elemente având acelaşi modul, profilurile dinţilor fiind strict condiţionate de razele ruletelor şi a cercurilor de rulare. În sfârşit, un ultim dezavantaj constă în necesitatea respectării riguroase a distanţei între axe, în timpul funcţionării.

### *a. Generarea danturii cicloidale*

- Angrenajul cicloidal cu dantură exterioară

Se consideră un angrenaj, a cărui secţiune a cilindrilor de rulare, cu un plan oarecare, perpendicular pe axele lor, sunt cercuri de rulare $C_{r1}$ şi $C_{r2}$ cu centrele în $O_1$ şi $O_2$.

Angrenajul exterior (figura 1) are, ca rulare, o curbă compusă din două arce de cerc, $R_1$ şi $R_2$, având centrele în $O'_1$ şi $O'_2$ de raze $r_1$ şi $r_2$, tangente în punctul P, punctul de tangenţă al celor două cercuri de rulare, fiind polul angrenării.

Profilurile dinţilor, pinionului şi roţii dinţate vor fi generate de către un punct fixat pe ruletele $R_1$ şi $R_2$, în timpul mişcărilor de rulare pe cercurile $C_{r1}$ şi $C_{r2}$. Pentru a genera dantura cicloidală, se va alege punctul P, polul angrenării, ca punct generator.

Profilurile conjugate, ale dinţilor pinionului şi roţii dinţate, au următoarele părţii componente:

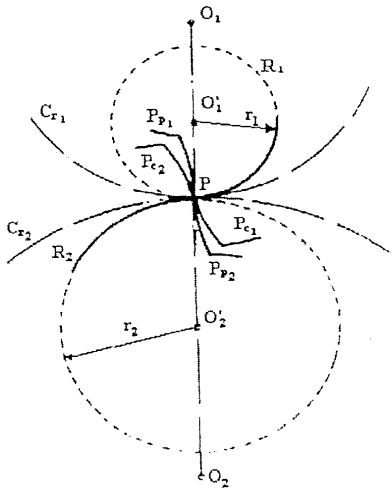


Fig.1 Secţiunea perpendiculară pe axele unui angrenaj cicloidal cu dantură exterioară

- $P_{c1}$ este profilul capului dintelui pinionului;
- $P_{p1}$ este profilul piciorului dintelui pinionului;
- $P_{c2}$ este profilul capului dintelui roţii dinţate;
- $P_{p2}$ este profilul piciorului dintelui roţii dinţate.

Profilul capului dintelui pinionului $P_{c1}$ şi profilul piciorului dintelui roţii dinţate $P_{p2}$, sunt două curbe conjugate. curbe conjugate.

De asemenea, profilul piciorului dintelui pinionului $P_{p1}$ şi profilul capului dintelui roţii dinţate $P_{c2}$, sunt curbe conjugate.

Prin rulare, fără alunecare, a ruletei $R_1$, în interiorul cercului $C_{r1}$, punctul P va genera o hipocicloidă, care constituie piciorul dintelui pinionului, $P_{p1}$.

Dacă, ruleta $R_2$, rulează fără alunecare pe periferia cercului $C_{r1}$, punctul P va genera o epicicloidă, care constituie profilul capului dintelui pinionului $P_{c1}$.

Prin rulare, fără alunecare, a ruletei $R_2$, în interiorul cercului $C_{r2}$, punctul P va genera o hipocicloidă, care constituie piciorul dintelui roţii dinţate, $P_{p2}$.

Dacă ruleta $R_1$, rulează fără alunecare pe periferia cercului $C_{r2}$, punctul P va genera o epicicloidă, care constituie profilul capului dintelui roţii dinţate $P_{c2}$.

După cum se poate observa, din figura 1, diametrele ruletelor $R_1$ şi $R_2$, sunt inferioare razelor cercurilor de rulare $C_{r1}$ şi $C_{r2}$, la care sunt tangente interioare, în polul angrenării, P.

Se consideră, în continuare, cazul, când diametrele cercurilor ruletelor, $R_1$ şi $R_2$, sunt mai mari decât razele cercurilor de rulare $C_{r1}$ şi $C_{r2}$, (figura 2).

Se constată că, hipocicloidele, piciorului dintelui pinionului şi piciorului dintelui roţii dinţate, vor conduce la obţinerea unui dinte de

formă extrem nefavorabilă, din punct de vedere al rezistenţei la baza dinţilor.

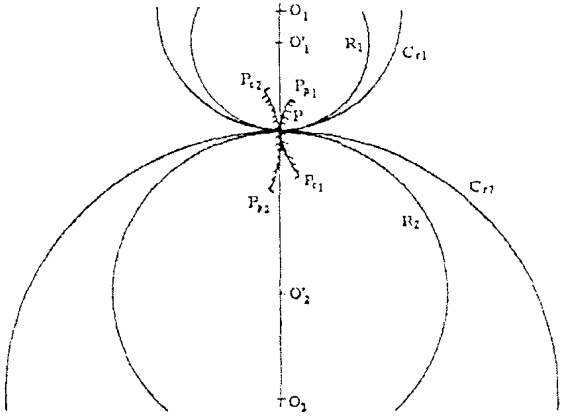


Fig. 2

Secţiunea transversală printr-un angrenaj cicloidal cu dantură exterioară la care diametrele ruletelor sunt mai mari ca razele cercurilor de rulare

Dacă, diametrele ruletelor $R_1$ şi $R_2$, sunt egale cu razele cercurilor $C_{r1}$ şi $C_{r2}$, arcele de hipocicloide, aferente piciorului dintelui pinionului şi piciorului dintelui roţii dinţate, se vor confunda cu razele P $O'_1$ şi P $O'_2$, după cum se observă în figura 3.

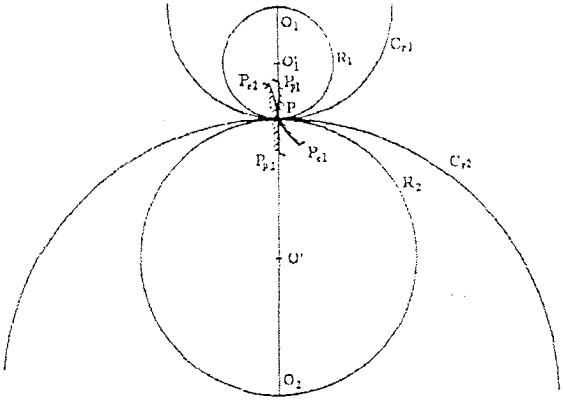


Fig. 3

Secţiunea transversală printr-un angrenaj cicloidal cu dantură exterioară la care diametrele ruletelor sunt egale cu razele cercurilor de rulare

Prin urmare, în acest caz, profilule, piciorului dintelui pinionului şi piciorului dintelui roţii dinţate, sunt rectilinii.

Punctul generator P, polul angrenării, fiind el însuşi situat pe cercurile ruletelor $R_1$ şi $R_2$, conduce la concluzia că, linia de angrenare,

a angrenajelor cicloidale, este constituită din cele două arce ale ruletelor $R_1$ şi $R_2$, (figura 1, figura 2, figura 3).

*b. Parametrii geometrici ai unui angrenaj cicloidal* sunt:

- diametrul de rulare al pinionului cicloidal, identic cu diametrul de divizare, se obţine din următoarea relaţie:

$$d_{r1} = z_1 \cdot m, \tag{1}$$

unde: $z_1$, este numărul de dinţii ai pinionului;
m, este modulul angrenajului;

- diametrul de rulare al roţii dinţate cicloidale, rezultă din relaţia:

$$d_{r2} = z_2 \cdot m, \tag{2}$$

unde: $z_2$, este numărul de dinţii al roţii dinţate cicloidale;

- înălţimea capului dintelui pinionului cicloidal este egală cu înălţimea capului roţii cicloidale se determină din relaţia:

$$a_1 = a_2 = f_0 \cdot m, \tag{3}$$

unde: $f_0$, este coeficientul înălţimii capului dintelui şi are valoarea egală cu 1;

- înălţimea piciorului dintelui pinionului cicloidal este egală cu înălţimea piciorului roţii cicloidale:

$$b_1 = b_2 = \left(f_0 + w_0\right) \cdot m, \tag{4}$$

în care: $w_0$, coeficientul jocului între capul şi piciorul dinţilor şi are valoarea 0,3;

- diametrul cercului, peste capul dinţilor pinionului cicloidal, se va determina cu formula:

$$d_{k1} = \left(z_1 + 2f_0\right) \cdot m, \tag{5}$$

- diametrul cercului, peste capul dinţilor roţii cicloidale, rezultă din formula:

$$d_{k2} = \left(z_2 + 2f_0\right) \cdot m, \tag{6}$$

- diametrul cercului, de la piciorul dinţilor pinionului cicloidal, se va calcula cu relaţia:

$$d_{f1} = \left(z_1 - 2f_0 - 2w_0\right) \cdot m, \tag{7}$$

- diametrul cercului, de la piciorul dinţilor roţii cicloidale,rezultă din relaţia:

$$d_{f2} = \left(z_2 - 2f_0 - 2w_0\right) \cdot m, \tag{8}$$

- distanţa dintre axe se determină cu formula:

$$a = 0{,}5\left(d_{r1} + d_{r2}\right). \tag{9}$$

## 3. Concluzii

■ Lucrarea are ca scop, prezentarea unor angrenaje cu axe paralele, având profilul neevolventic, care sunt, sau pot fi utilizate în orologerie industrială, precum şi în construcţia generală de maşini, ţinând seama de posibilităţile tehnologice actuale în fabricarea roţilor dinţate.

■ Pentru angrenajele cilindrice exterioare și pentru angrenajele cilindrice interioare, prin sistematizarea datelor din literatură, au fost definite dimensiunile capului şi piciorului dintelui, atât pentru pinion cât şi pentru roata dinţată.

## BIBLIOGRAFIE

[1] Aron, I.,Handraluca-Luca, V., Giurgiuman, H., Sudrijan, M., *Angrenaje conice cu dinţi curbi*, Casa cărţii de ştiinţă, Cluj–Napoca, 1999.
[2] Csibi, I.V., *Angrenaje cicloidale cu profiluri speciale*, Editura Gloria, Cluj – Napoca, 1999.
[3] Csibi, I.V.,*Contribuţii la calculul numeric al angrenării cu aplicaţii la generarea şi angrenarea suprafeţelor elicoidale cu profiluri speciale*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj–Napoca,1990.

Prof. Mariana IVINIŞ
Colegiul Tehnic ”Ion D. Lăzărescu” CUGIR
membru AGIR
e-mail: ivinism@yahoo.com