

UNELE ASPECTE PRIVIND GENERAREA ANGRENAJELOR PRECESIONALE PRIN DEFORMARE PLASTICĂ

*Bostan I. acad., Dulgheru V. prof. univ. dr.hab., Trifan N. dr., conf. univ.
Universitatea Tehnică a Moldovei*

INTRODUCERE

De gradul de desăvârșire al angrenajelor într-o măsură mare depinde calitatea mașinii în întregime. Transmisiile prin intermediul roților dințate au obținut o răspândire largă în construcția de mașini cu cele mai largi limite de putere, momente și fiabilitate. Roțile dințate se execută din oțeluri aliate și carbon, care se supun tratării termice, îmbunătățirii și chimico-termice: (cementării, nitrurării, cianurării și altor metode). Pentru fabricarea corpului roții procedeele de lucru, care pot fi luate în considerație, sunt cele utilizate, în general, în tehnologia construcțiilor de mașini, în special, turnare din fontă și oțel, forjare și presare. În acest caz probleme speciale pentru roți dințate ridică, în deosebi, corpurile fabricate din elemente sudate, cât și corpurile roților dințate fabricate din mase plastice, etc.

1. METODE DE ELABORARE A ANGRENAJELOR

În ceea ce privește danturarea metodele de lucru sunt mult mai variate, ele putând fi grupate în două mari categorii:

- fabricarea danturilor prin așchiere;
- fabricarea danturilor fără detașare de așchii.

Din prima categorie fac parte: metodele de danturare prin rostogolire cât și prin copiere, realizate prin frezare, mortezare, broșare, șeveruire, rectificare, honuire etc.

A doua categorie înglobează: turnarea, sinterizarea din pulberi metalice, matrițarea la cald, laminarea la cald, rularea la rece, cald și trefilarea la rece.

Materialul cel mai frecvent utilizat este oțelul. Oțelul este întrebuințat pentru transmisiile din automobile, tractoare, avioane, mașini unelte ș. a. care sunt supuse unor sarcini mari. Factorii de decizie pentru aceste roți sunt rezistența dinților la încovoiere, rezistența la tensiunile de contact și uzură a dinților. O importanță deosebită sub aspectul calității angrenajelor și sub aspect de cost are alegerea corectă a materialului de fabricare a semifabricatului.

2. DETERMINAREA ARIEI SUPRAFEȚEI DINTELUI ÎN SECȚIUNE NORMALĂ PENTRU CAZUL ÎN CARE MULTIPLICITATEA ANGRENĂRII $\varepsilon = 100\%$

Pentru a determina profilul dintelui în secțiunea normală trebuie analizată schema principială a transmisiei precesionale. Cu relațiile prezentate în [1] se determină coordonatele punctului de contact E "sculă – semifabricat".

Profilul dinților de pe sferă, proiectat pe plan, îl identificăm prin determinarea coordonatelor punctelor E de intersecție cu acest plan al familiei dreptelor, care trec prin centrul de precesie O , și punctele corespunzătoare ale profilului dinților pe sferă. Multiplicitatea angrenării reprezintă cea mai importantă caracteristică care determină capacitatea portantă a transmisiei, precizia cinematică, masa și gabaritele, cerințele privind materialul roților dințate ș.a. Multiplicitatea angrenării dinților poate fi evaluată analitic prin analiza (figura 1) pentru cazul $\varepsilon = 100\%$, care reprezintă proiecția traiectoriei mișcării centrului D al rolei satelitului și, respectiv, a profilului dintelui roții centrale. Determinarea ariei suprafeței dintelui va permite calculul ulterior al dimensiunilor semifabricatului, care va fi supus deformării plastic [2-4].

În figura 2 sunt prezentate coordonatele profilului dintelui cu parametrii geometrici: $\varepsilon = 100\%$; $\beta = 2,9^\circ$; $\theta = 1,25^\circ$; $\delta = 0^\circ$; $Z_1 = 29$; $Z_2 = 30$; $R_{ext} = 147,5 \text{ mm}$.

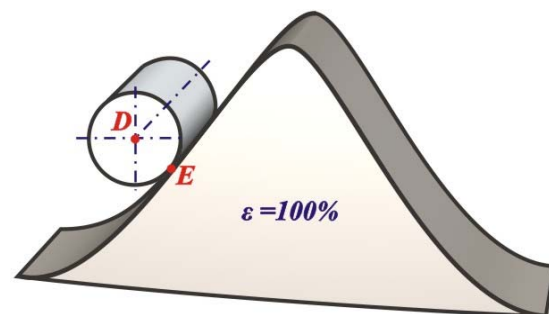


Figura 1. Forma profilului dinților pentru multiplicitatea $\varepsilon = 100\%$.

$S_i =$	$S_i =$
$1.139 \cdot 10^3$ mm ²	96.876 mm ²
$5.783 \cdot 10^3$ mm ²	97.622 mm ²
0.016	98.337
0.035	99.018
0.064	99.664
0.106	100.273
0.162	100.842
0.233	101.37
...	...

$S_i =$	$S_i =$
52.074 mm ²	208.171 mm ²
53.103 mm ²	208.247 mm ²
54.135 mm ²	208.314 mm ²
55.174 mm ²	208.374 mm ²
56.219 mm ²	208.427 mm ²
57.269 mm ²	208.473 mm ²
58.325 mm ²	208.512 mm ²
59.385 mm ²	208.544 mm ²
...	...

Figura 2. Determinarea ariei suprafeței dintelui în secțiune normală pentru parametrii: $\varepsilon = 100\%$; $\beta = 2,9^\circ$; $\theta = 1,25^\circ$; $\delta = 0^\circ$; $Z_1 = 29$; $Z_2 = 30$; $R_{ext} = 147,5$ mm.

3. DETERMINAREA ARIEI SUPRAFETEI DINTELUI ÎN SECȚIUNE NORMALĂ PENTRU CAZUL ÎN CARE MULTIPLICITATEA ANGRENĂRII $\varepsilon < 100\%$

Atunci când multiplicitatea $\varepsilon < 100\%$, pentru determinarea ariei suprafeței dintelui în secțiune normală trebuie de înlăturat punctele care descriu figura formată de punctele *ABFA*.

Deoarece durata interacțiunii dinților determină multiplicitatea angrenării, rezultă că multiplicitatea angrenării este determinată de dimensiunile figurii *ABFA*, perimetrul căreia caracterizează durata lipsei contactului dintre “rolă – dinte”.

Cu cât sunt mai mari dimensiunile acestei figuri, cu atât multiplicitatea este mai mică, și invers. În lipsa acestei figuri, multiplicitatea angrenajului reprezintă $\varepsilon = 100\%$, deoarece dinții interacționează între ei încontinuu. În prezența acestei figuri (figura

3) multiplicitatea angrenării va fi $\varepsilon < 100\%$.

În figura 4 sunt prezentate coordonatele profilului dintelui cu parametrii geometrici: $\varepsilon = 60\%$; $\beta = 3,024^\circ$; $\theta = 3^\circ$; $\delta = 0^\circ$; $Z_1 = 29$.

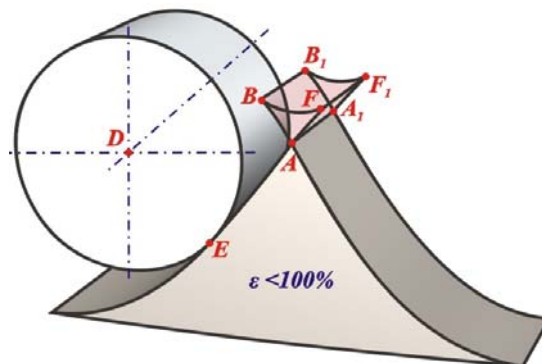


Figura 3. Forma profilului dinților pentru multiplicitatea $\varepsilon < 100\%$.

ξ , mm	ζ , mm
0	0
1	$7.554 \cdot 10^{-3}$
2	0.023
3	0.047
4	0.079
5	0.119
6	0.166
7	0.221
8	...

Stack ξ_1, ξ_2 , mm	Stack ζ_1, ζ_2 , mm
208	...
209	0.282
210	0.221
211	0.166
212	0.119
213	0.079
214	0.047
215	0.023
216	$7.554 \cdot 10^{-3}$
217	...

Figura 4. Determinarea coordonatelor punctelor care formează profilul real al dintelui pentru parametrii: $\varepsilon = 60\%$; $\beta = 3,024^\circ$; $\theta = 3^\circ$; $\delta = 0^\circ$; $Z_1 = 29$; $Z_2 = 30$; $R_{ext} = 147,5$ mm.

4. DEPENDENȚA ÎNĂLȚIMII DINȚILOR DE MULTIPLICITATEA ANGRENAJULUI

Alegerea corectă a dimensiunilor semifabricatului este una dintre problemele principale, de rezolvarea căreia depinde reducerea consumului de materiale și de energie, precum și calitatea roților obținute prin deformare plastică [5-8]. Referindu-ne la fabricarea roților conice cu profil convex-

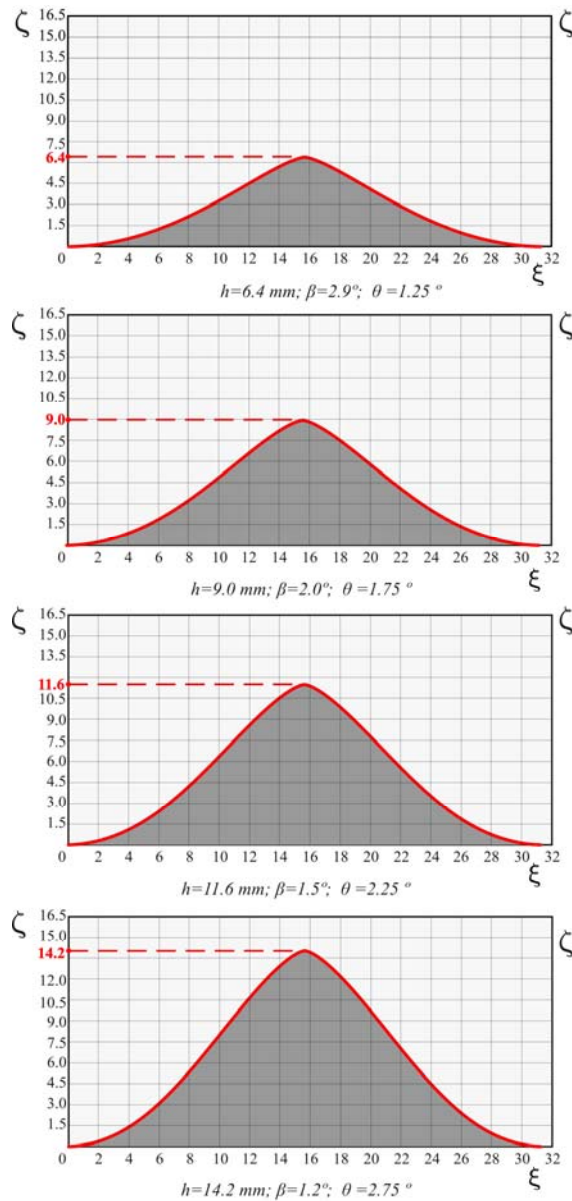


Figura 5. Evoluția înălțimii dinților, cazul $\varepsilon = 100\%$; $\beta = (1,1^\circ - 2,9^\circ)$; unghiul de nutație $\theta = (1,25^\circ - 3,0^\circ)$; $z_1 = 29$, $z_2 = 30$; unghiul axoidei conice $\delta = 0^\circ$; lungimea conică exterioară $R_{ext} = 147,5$ mm.

concav al dinților prin moletare, înălțimea danturii semifabricatului se determină reieșind din condiția egalității volumului de metal care se deplasează din golurile dintre dinți spre vârful acestora în timpul deformării plastice prin rulare (figura 5 - 7) [9-12].

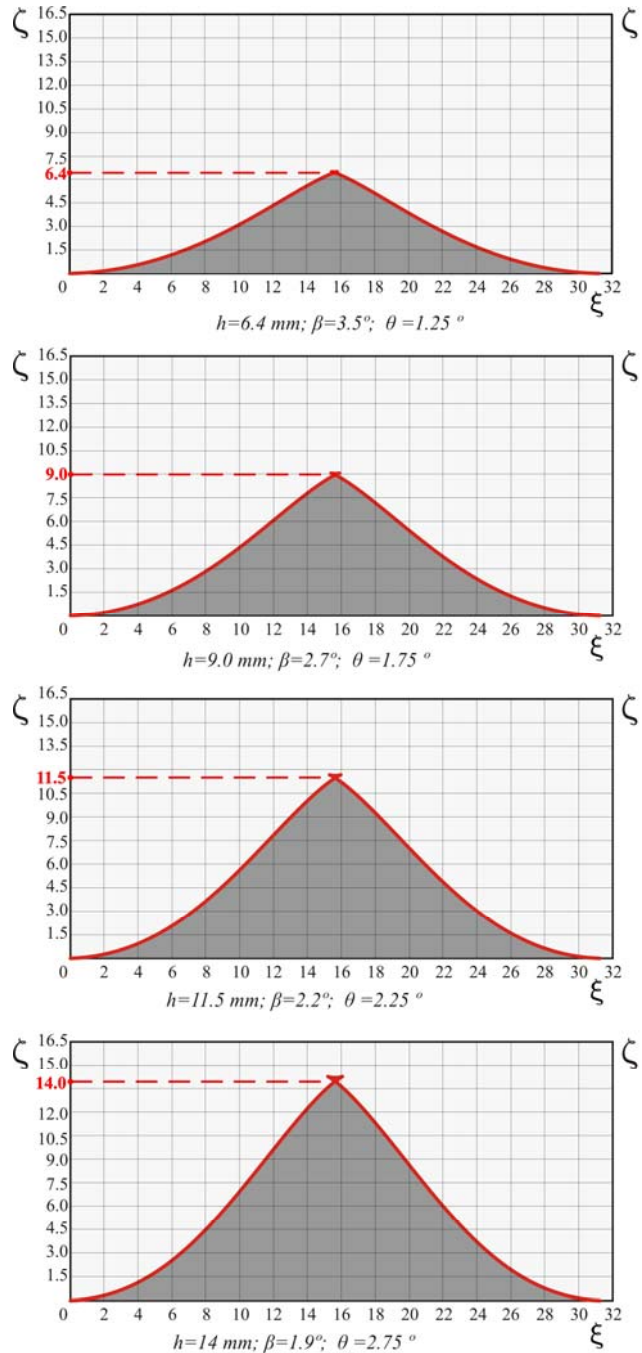


Figura 6. Evoluția înălțimii dinților, cazul $\varepsilon = 80\%$; $\beta = (1,8^\circ - 3,5^\circ)$; unghiul de nutație $\theta = (3,0^\circ - 1,25^\circ)$; $z_1 = 29$, $z_2 = 30$; unghiul axoidei conice $\delta = 0^\circ$; lungimea conică exterioară $R_{ext} = 147,5$ mm.

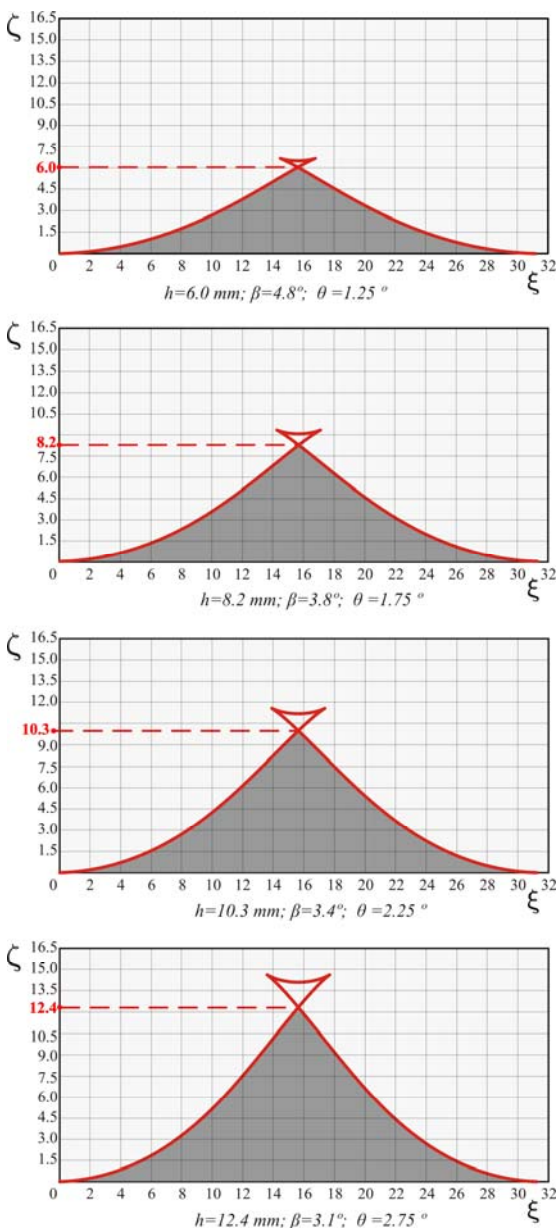


Figura 7. Evoluția înălțimii dinților, cazul $\varepsilon = 60\%$; $\beta = (3,0^\circ - 4,8^\circ)$; unghiul de nutație $\theta = (1,25^\circ - 3,0^\circ)$; $z_1 = 29$, $z_2 = 30$; unghiul axoidei conice $\delta = 0^\circ$; lungimea conică exterioară $R_{ext} = 147,5$ mm.

5. CONCLUZII

Analiza detaliată a procesului de deformare plastică a angrenajelor precesionale, prin analiza influenței parametrilor geometrici asupra formei profilului dinților ne va permite de a stabili regimuri optime la prelucrare.

Lucrarea a fost efectuată în cadrul Proiectului Național de Cercetări Științifice Fundamentale nr. 1/UT din 24.03.2017 din Republica Moldova.

Bibliografie

- Bostan I., Dulgheru V., Trifan N. ș. a.** Antologia invențiilor. Vol. 4. Transmisii planetare precesionale cinematice: concepte tehnologice de generare a angrenajelor, cercetări experimentale, aplicații industriale, descrieri de invenție. Chișinău: Bons Offices, 2011. 636 p. ISBN 978-9975-80-459-2.
- Trifan N.** Teza de doctor în tehnică „Contribuții privind generarea danturilor angrenajelor precesionale prin deformare plastică”, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, 2014, 176 p.
- Brevet de invenție.** 3561 G2, MD. B21D43/00; B30B15/30. Procedeu de moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor (variante) și dispozitiv pentru realizarea lui / Bostan I., Dulgheru V., Trifan N. (MD). Publ. 30.04.2008, BOPI nr. 4/2008.
- Brevet de invenție NB 2704 (MD), CIB B 21H 5/00, 1/06.** Dispozitiv de moletare a profilurilor dințate pe semifabricate inelare / Bostan I., Mazuru S., Trifan N. Nr. a 2002 0269 Decl. 05.11.2002; Publ. BOPI, 2005, Nr. 2.
- Drăgan I.** Tehnologia deformărilor plastice. București: Didactică și pedagogică, 1976, 384 p.
- Leopold S. ș. a.** Angrenaje, tehnologie, control, probleme speciale. București: Tehnică, 1970. 676 p.
- Chelu Gh., Bendic V.** Tehnologii neconvenționale de matrițare și forjare. București: Tehnică, 1996, 160 p. ISBN 973-31-0741-7.
- Storozhev M., Popov E.** Teoriya obrabotki metallor davleniem. Moskva: Mashinostroenie, 1977. 424 p.
- Kalashnikov S., Kalashnikov A.** Zubchaty'e kolyosa i ix izgotovlenie. Moskva: Mashinostroenie, 1983. 264 p.
- Trifan N.** Determinarea dimensiunilor semifabricatului supus deformării plastice. În: Intellectus. Chișinău: AGEPI, 2013, nr. 3, p. 88-92. ISSN 1810-7079.
- Trifan N.** Determination of blank size manufacturing by plastic deformation analysis. În: The 16th ModTech International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation. Tezele conf. internaționale. Sinaia: Universitatea Tehnică Iași, 2012. Vol. II, p. 973-976. ISSN 2069-6736.
- Trifan N.** Sistem tehnologic de generare a danturilor roților angrenajelor precesionale prin deformare plastică cu sculă precesională. În: Meridian Ingineresc. Chișinău: Universitatea Tehnică a Moldovei, 2011, nr. 3, p. 33-36. ISSN 1683-853X.

Recomandat spre publicare: 15.06.2017.