

ASPECTE PRIVIND GENERAREA DANTURILOR ANGRENAJELOR PRECESIONALE PRIN DEFORMARE PLASTICĂ

Nicolae Trifan, dr. conf. univ.
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Roțile dințate sunt organe de mașini care ocupă un rol esențial în funcționarea diferitelor construcții mecanice. Execuția roților dințate la un nivel calitativ ridicat și la un cost scăzut, pune în fața specialistului multiple probleme. Încă din faza de proiectare, specialistul trebuie să adopte anumite măsuri cu privire la obținerea unei fiabilități ridicate a angrenajelor proiectate. Pornind de la alegerea corectă a materialelor, proiectantul trebuie să adopte soluții constructive ale angrenajelor care să poată fi realizate în condiții cât mai economice. Se poate aprecia că problema calității și preciziei geometrice a roților dințate rămâne factorul principal care a impus dezvoltarea procedeele de obținere a lor. Unul dintre aceste procedee este obținerea roților dințate din angrenajul precesional prin deformare plastică [1 - 3, 11].

1. ANALIZA SCHEMELOR DE DEFORMARE PLASTICĂ A DINȚILOR CU PROFIL VARIABIL NESTANDARD

Deformarea dinților roților angrenajului precesional poate fi realizată cu un nod de deformare conform schemei din fig. 1 cu 1, 2, 3... n_i role de deformare, unde $n_i = Z_1 \pm 1$.

Să analizăm etapele de bază de deformare a dintelui cu utilizarea a n_i scule de deformare.

Nodul de deformare cu o rolă:

Avansul s_{cpi} pe durata unui ciclu de precesie este constant și asigură formarea h_{cpi} din înălțimea unui dinte. Acest avans se va păstra constant pe parcursul formării înălțimii h_{cpi} a tuturor dinților. În acest caz numărul ciclurilor de precesie va fi egal cu numărul dinților, iar nodul de deformare se va roti în jurul axei sale la un unghi egal cu pasul unghiular al dinților la fiecare ciclu de precesie (fig. 1, a).

Nodul de deformare cu două role:

$\varphi = 180^\circ \left(1 - \frac{1}{Z_2}\right)$. Avansul s_{cpi} este constant pe durata ciclului de precesie și asigură formarea h_{cpi} din

înălțimea a doi dinți diametral opuși și se va păstra constant până la formarea înălțimii h_{cpi} a tuturor dinților roții. Numărul ciclurilor de precesie $n_{cpi} = Z_2/2$. În cazul când numărul dinților Z_1 este un număr par avem două cazuri de amplasare a celor două role. Pentru ($n_r = Z_1 + 1$) unghiul $\varphi = 180^\circ \left(1 + \frac{1}{Z_2}\right)$, (fig. 1, b). Pentru ($n_r = Z_1 - 1$)

unghiul $\varphi = 180^\circ \left(1 - \frac{1}{Z_2}\right)$ (fig. 1, c).

Productivitatea de deformare în acest caz se va mări de două ori față de prelucrarea cu o singură rolă de deformare plastică [4].

Nodul de deformare cu trei role: În cazul când numărul dinților Z_1 este impar (numărul n_r de role este cu pereche) cele trei role ale nodului de deformare sunt dispuse simetric la un unghi de 120° . În cazul când Z_1 este număr par (numărul n_r de role este impar) unghiul de dispunere a roletelor va fi

respectiv: $\varphi_1 = \varphi_2 = 120^\circ \left(1 + \frac{1}{Z_2}\right)$; pentru

($n_r = Z_2 + 1$) și, respectiv, $\varphi_1 = \varphi_2 = 120^\circ \left(1 - \frac{1}{Z_2}\right)$

pentru ($n_r = Z_2 - 1$) (fig. 1, d).

Nodul de deformare cu n_r role ($n_r = Z_2 \pm 1$):

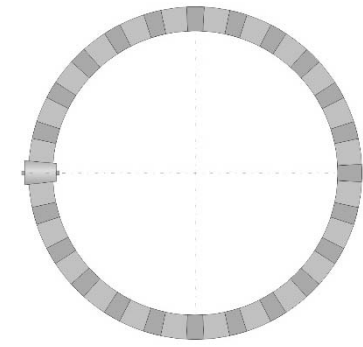
În cazul când numărul dinților Z_2 este impar (numărul de role n_r este cu pereche) rolele de deformare sunt amplasate la un unghi $\varphi_r = \frac{360^\circ}{Z_2}$. În

cazul când numărul dinților Z_2 este cu pereche

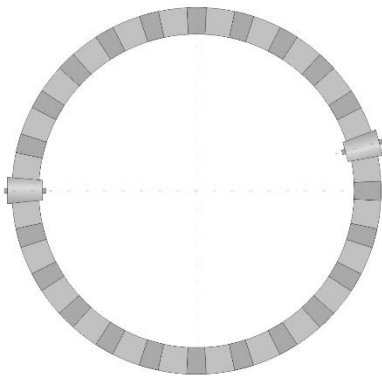
$\varphi_r = \frac{360^\circ}{Z_2 + 1}$ pentru $n_r = z_2 + 1$ și respectiv

$\varphi_r = \frac{360^\circ}{Z_2 - 1}$ pentru $n_r = z_2 - 1$.

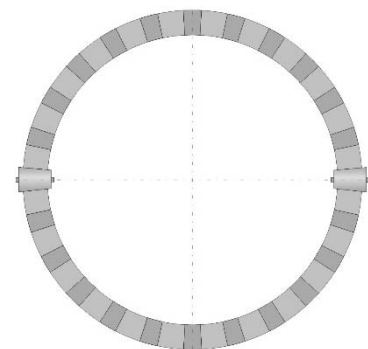
O altă variantă constructivă a roletelor pentru deformarea plastică de finisare a danturilor este dată în fig. 2. Rolele au executate pe suprafața lor canale degajate sau proeminente elicoidale.



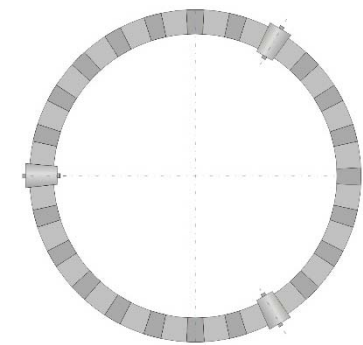
a)



b)

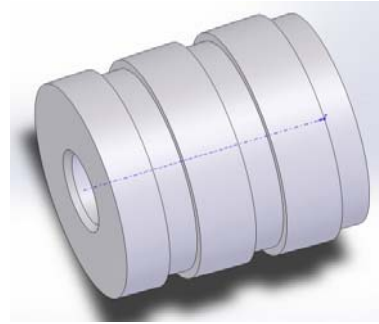


c)

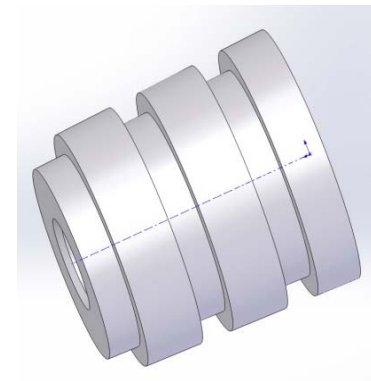


d)

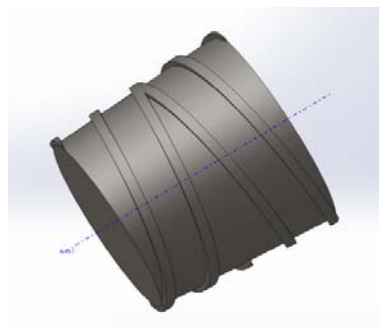
Figura 1. Amplasarea rolor de deformare plastică.



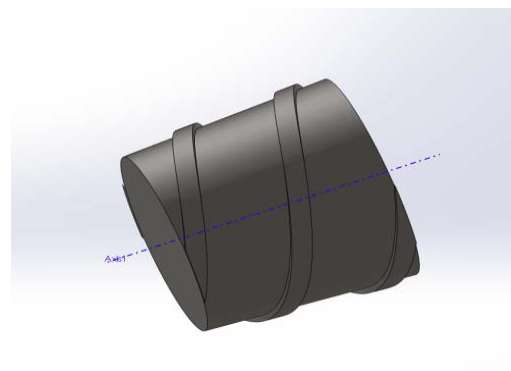
a)



b)



c)



d)

Figura 2. Role de deformare plastică: cu canale degajate (a, b); cu proeminențe elicoidale (b, c).

2. ANALIZA CALITĂȚII DE PRELUCRARE A SUPRAFEȚEI DINȚILOR PRIN DEFORMARE PLASTICĂ CU SCULĂ PRECESIONALĂ

Pentru analiza calității suprafețelor de lucru ale dinților roților dințate a fost utilizat profilometrul form Talysurf 50 produs de firma “Taylor Hobson”, procurat în cadrul grantului CRDF SUA RESC 998 aflat în dotarea departamentului “Bazele Proiectării Mașinilor”, Universitatea Tehnică a Moldovei. În cadrul cercetărilor a fost apreciată precizia formării profilului dinților prin moletare, în comparație cu profilul teoretic descris prin ecuațiile parametrice, utilizând metoda suprapunerii acestora. Indicatorii de calitate a suprafeței flancurilor dinților moletați a constituit: rugozitatea Ra $1,25 \mu\text{m}$ (fig. 3). Pentru a avea economii însemnate de materiale la executarea roților dințate prin deformare plastică de rulare în urma calculelor făcute în vederea obținerii unui coeficient înalt de utilizare a materialului, partea de semifabricat supusă deformării este executată din materiale ușor deformabile, iar placa de prindere pe masa dispozitivului se execută din oțel.

Metoda și aparatura de măsurări trebuie să satisfacă următoarele condiții:

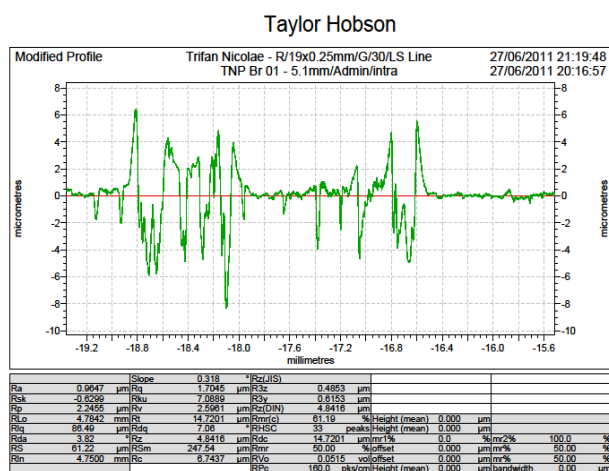


Figura 3. Profilograma de măsurare a rugozității suprafeței dinților.

- precizie înaltă a măsurărilor;
- simplitate și universalitate;
- necesitatea excluderii influenței factorilor secundari (poziția reciprocă “palpator–piesă”).

Din punct de vedere tehnico-funcțional și tehnologic calitatea suprafețelor se apreciază pe baza aspectului geometric și a proprietăților fizico-mecanice ale stratului superficial.

Aprecierea calității sub aspect geometric se face pe baza abaterilor macrogeometrice, ondulațiilor și a abaterilor microgeometrice [9].

3. PROCEDEU ȘI DISPOZITIV DE DEFORMARE PLASTICĂ CU DURIFICAREA FLANCRILOR DINȚILOR PRIN UNDE ULTRASONORE

În prezent una din problemele de bază în industria constructoare de mașini este mărirea fiabilității a roților dințate. Această problemă poate fi rezolvată prin mai multe metode tehnologice și constructive. Una dintre metodele efective de mărire a fiabilității pieselor mașinilor este prelucrarea prin deformare plastică superficială a suprafețelor. Durificarea superficială a suprafețelor majorează astfel de proprietăți ca: rezistența la oboseală, rezistența la uzură, rezistența la tensiunile de contact. Danturile roților centrale din angrenajele precesionale cu profil convex-concav al dinților pot fi fabricate prin aplicarea simultană a procedeelor de durificare [5 – 8, 10] a suprafețelor, spre exemplu, prin unde ultrasonore. Dispozitivul pentru realizarea procedeeului de moletare cu durificare a suprafeței de lucru a dinților cu unde ultrasonore, conform [5], include batiul imobil 1 (fig. 4), în care este instalat arborele-manivelă 2 și consola 3 cu coroana de role de deformare 4. Semifabricatul 5 este legat rigid, prin intermediul bridelor 6, cu masa 7 amplasată coaxial cu corpul 8 cu posibilitatea de a se roti în jurul axei sale. În masa 7 este instalat rulmentul axial 9, pentru a transmite oscilațiile ultrasonore de la concentratorul de unde 10. Traductorul 11 de unde este antrenat în mișcare vibratorie cu frecvență ultrasonică de la generatorul 12. Sistemul de acționare 13 pune în contact concentratorul de unde 10 cu rulmentul 9.

Dispozitivul include suplimentar inductorii de curent electric de intensitate înaltă 14 și 15, amplasați în zona de deformare plastică a dinților în exteriorul roții și, respectiv, în interiorul ei. Dispozitivul pentru moletare a dinților roților conice cu durificarea suprafeței lor cu unde ultrasonore funcționează în modul următor. Mișcarea de rotație se transmite prin lanțul cinematic al mașinii-unelte către arborele-manivelă 2, prin intermediul căruia se transformă în mișcare sfero-spațială a coroanei 4 cu role conice de deformare plastică. La fiecare tură a arborelui manivelă 2 semifabricatul 5 se rotește la un unghi egal cu pasul unghiular al dinților, deci, mișcările de rotație ale arborelui-manivelă 2 și ale mesei 7 sunt coordonate între ele prin raportul de transmitere:

$$i = -\frac{Z_5}{Z_4 - Z_5}$$

După finisarea procesului de deformare plastică, generatorul ultrasonic 12 se conectează și sistemul de acționare 13 pune în contact

concentratorul de unde 10 prin intermediul rulmentului 9.

Formarea dinților roții conice poate fi efectuată prin deformare plastică sub acțiunea concomitentă a oscilațiilor ultrasonore, generate de generatorul ultrasonic 12, și a curenților de intensitate înaltă, generați de inductorii 14 și 15. Procedeu propus asigură creșterea preciziei de prelucrare, realizarea durificării suprafeței dinților și reducerea presiunii necesare pentru deformarea dinților. Durificarea suprafeței dinților se efectuează în faza finală de formare prin intermediul microdeplasărilor axiale ale roții conice, generate de un generator de frecvență înaltă cu unde ultrasonore, amplasat în interiorul mesei turnante, pe care este fixată roata conică.

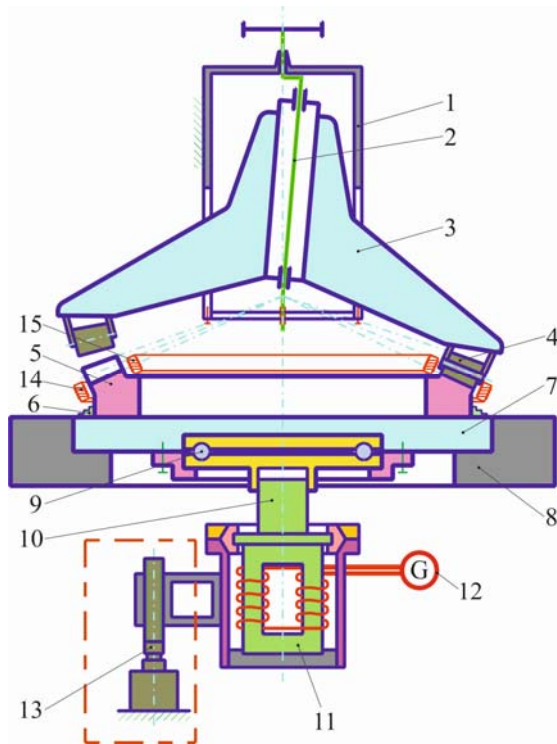


Figura 4. Schema principală a procedurii de rulare cu durificarea simultană a flancurilor dinților.

Lucrarea dată a fost efectuată în cadrul Proiectului Național de Cercetări Științifice Fundamentale 15.817.02.36Ș din Republica Moldova.

CONCLUZII

Utilizarea roților cu canale de degajare și cu proeminențe va diminua forțele la deformarea plastică prin micșorarea zonei de contact rolă – semifabricat.

Sistemul tehnologic de deformare plastică a dinților cu sculă precesională asigură reducerea forței de deformare cu circa 60%.

Nodul de deformare plastică cu multe role permite reducerea solicitării unei role de deformare cu aproximativ (70 - 80%).

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. ISBN978-9975-80-459-2.
- Calea Gh. ș. a.** The experimental analysis of sprockets profile obtained by heated rolling (plastic deformation). În: Tehnica militară, 2007, nr. 1. p.116-118. ISSN 1582-7321.
- 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.** 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.
- 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.
- 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.
- Lupescu O.** Netezirea suprafețelor prin deformare plastică. Chișinău: Tehnica Info, 1999. 222 p. ISBN 9975-910-67-X.
- Minciu C. ș.a.** Scule așchietoare. Îndrumar de proiectare. București: Tehnică, 1995. Vol. I. 384 p. ISBN 973-31-0790-5.
- Grămescu Tr. ș. a.** Tehnologii de danturare a roților dințate. Chișinău: Universitas, 1993. p. 408. ISBN 5-362-01009-3.

Recomandat spre publicare: 09.09.2016.