

DETERMINAREA DIMENSIUNILOR SEMIFABRICATULUI SUPUS DEFORMĂRII PLASTICE



NICOLAE TRIFAN, LECTOR SUPERIOR,
CATEDRA STUDIUL ȘI TEHNOLOGIA MATERIALELOR,
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

DEZVOLTAREA ASCENDENTĂ A INDUSTRIEI IMPUNE PERFECȚIONAREA TEHNOLOGIILOR DE OBTINERE A SEMIFABRICATELOR PENTRU ASIGURAREA CREȘTERII COEFICIENTULUI DE UTILIZARE A MATERIALULUI, MĂRIREA PRODUCTIVITĂȚII MUNCII, ÎMBUNĂȚĂȚIREA CALITĂȚII PRODUSULUI ȘI MICȘORAREA PREȚULUI DE COST AL ACESTORA. LA REALIZAREA RESPECTIVULUI DEZIDERAT UN ROL DE SEAMĂ ÎL ARE OBTINEREA SEMIFABRICATELOR PRIN DEFORMARE PLASTICĂ, CARE PERMITE REDUCEREA ADAOSURILOR DE PRELUCRARE, PRECUM ȘI ÎNLĂTURAREA LOR DE PE ANUMITE PORȚIUNI ALE PRODUSELOR.

1. Analiza influenței parametrilor geometrici ai angrenajului precesional asupra ariei suprafeței dinților în secțiune normală

Parametrii geometrici ai angrenajului precesional [1] au o influență majoră asupra ariei suprafeței în secțiune normală a dintelui – parametru important pentru elaborarea tehnologiei de fabricare a profilurilor dinților prin deformare plastică și dimensionarea utilajului pentru deformarea dinților [2]. Pentru aprecierea influenței acestor parametri asupra ariei profilului dinților în secțiune normală în subprogramul elaborat în *Mathcad* au fost efectuate o serie de calcule cu varierea parametrilor în game largi $\delta=0^{\circ}-30^{\circ}$; $\theta=1,5^{\circ}-3^{\circ}$; $\beta=2,5^{\circ}-5,5^{\circ}$; $z_1=10-50$; $z_2=z_1+1$; $R_{ext}=100-600\text{mm}$ [3]. În baza prelucrării datelor obținute prin calcul au fost construite graficele dependenței ariei suprafeței dintelui în

secțiune maximală S în funcție de diferiți parametri geometrici ai angrenajului: $S=f(\delta)$ (fig. 1); $S=f(\theta)$ (fig. 2). Pe fiecare din graficele nominalizate sunt prezentate câte o familie de curbe construite pentru valori diferite ale parametrilor geometrici: $\delta=0^{\circ}-30^{\circ}$ (fig. 1); $\theta=1,5^{\circ}-3^{\circ}$ (fig. 2).

Dacă influența unghiurilor de nutație θ și de conicitate a roților β este direct proporțională, atunci în cazul varierii unghiului axoidei conice la creșterea $\delta=0^{\circ}-20^{\circ}$ aria suprafeței dintelui crește ușor. La mărirea în continuare a unghiului $\delta=20^{\circ}-30^{\circ}$ (fig. 1) aria suprafeței dintelui se reduce puțin.

Astfel, sub aspect cantitativ suprafața maximă a

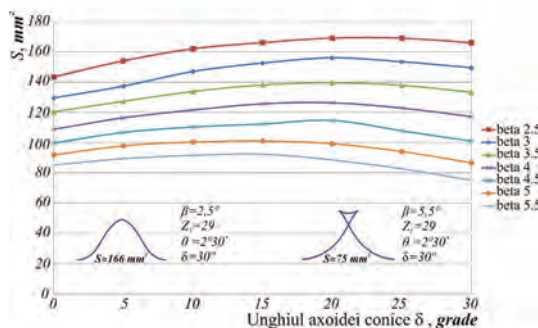


Fig. 2. Dependenta suprafeței dintelui în secțiune normală de unghiul de nutație θ pentru diferite numere de dinți și $\delta=22^{\circ}30'$; $\beta=3^{\circ}$

dintelui se obține pentru parametrii $Z_1=29$; $\theta=3^\circ$; $\delta=22^\circ30'$; $\beta=3^\circ$

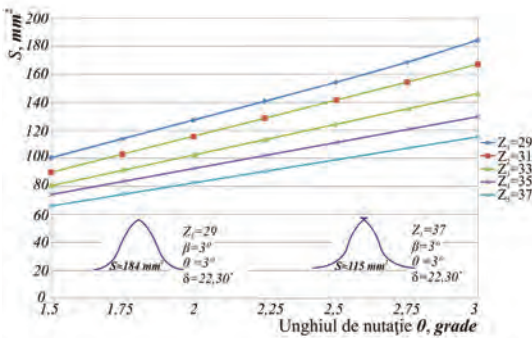


Fig. 2. Dependenta suprafetei dintelui in sectiune normala de unghiul de nutatie θ pentru diferite numere de dinti și $\delta=22^\circ30'$; $\beta=3^\circ$

(fig. 2) $S=184 \text{ mm}^2$. De asemenea, s-a stabilit că cea mai mare influență o are unghiul de nutatie θ . Majorarea unghiului de la θ de la $1,5^\circ$ până la 3° (adică de două ori) conduce la creșterea ariei suprafetei dintelui cu aproximativ 85%, pentru $Z_1=29$.

2. Analiza influenței parametrilor geometrici ai angrenajului precesional asupra volumului golului dintre doi dinți

Un alt parametru important (de rând cu înălțimea dintelui și aria suprafetei) este volumul de metal, care trebuie deplasat din golul dintre doi dinți alăturați pentru formarea dinților. Acest parametru este variabil și depinde de parametrii geometrici (θ , β , δ și Z) și R_{ext} . Numărul de dinți este parametrul de

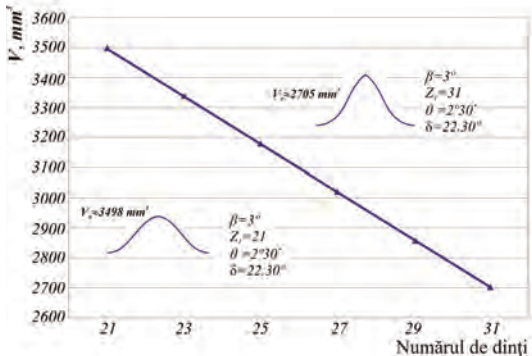


Fig. 3. Dependenta volumului golului dintre doi dinti de numarul de dinti pentru parametrii: $\theta=2^\circ30'$; $\delta=22^\circ30'$; $\beta=3^\circ$

bază, care influențează asupra volumului golului dintre doi dinți alăturați (volumul metalului ce urmează a fi deplasat din golul dintre dinți pentru a forma dintel pe înălțimea lui). Conform parametrilor geometrici concreți, volumul golului dintre doi dinți vecini pentru $Z=21$ este cu circa 25% mai mare decât în cazul când $Z=31$ (fig. 3).

Golul dintre doi dinți crește proporțional cu creșterea valorii razei conice exterioare. Deci, volumul dintelui crește proporțional cu creșterea razei conice exterioare (fig. 4).

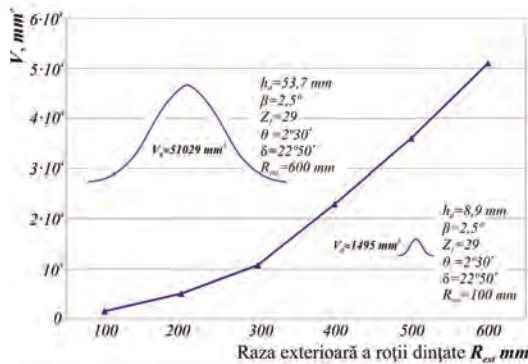


Fig. 4. Dependenta volumului golului dintre doi dinti de raza conica exterioara a roții dințate, $\theta=2^\circ30'$; $\delta=22^\circ30'$; $\beta=3^\circ$

Analizând influența unghiului axoidei conice δ (fig. 5) asupra volumului golului dintre doi dinți vecini pentru parametrii angrenajului precesional constanți: $\beta=3^\circ$; $\theta=2^\circ30'$; $Z=31$; $R_{ext}=147,5 \text{ mm}$ pentru $\delta=0^\circ$ și $\delta=22^\circ30'$, s-a stabilit că volumul golului dintre doi dinți în cazul când $\delta=0^\circ$ este mai mic cu circa 5% în comparație cu cazul când $\delta=22^\circ30'$.

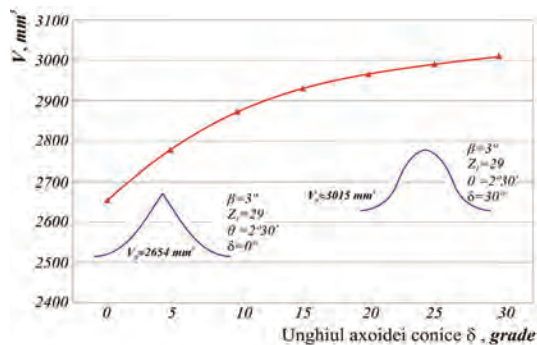


Fig. 5. Dependenta volumului golului dintre doi dinti de unghiul axoidei conice, $\theta=2^\circ30'$; $\beta=3^\circ$

Diferența este mică, deoarece la creșterea unghiului axoidei conice δ crește și volumul dintelui. Analizând influența unghiului de conicitate a roților de deformare plastică β (fig. 6) asupra volumului

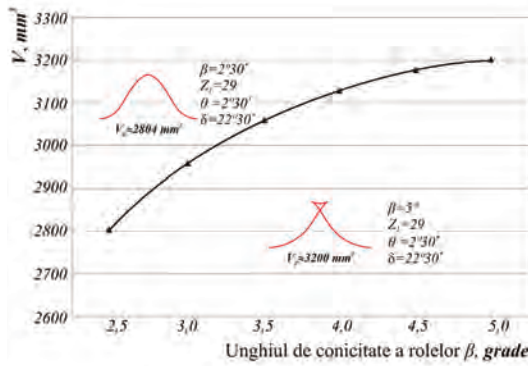


Fig. 6. Dependenta volumului golului dintre doi dinți de unghiul de conicitate a rotelor β ; $\theta = 2^\circ 30'$; $\delta = 22^\circ 30'$

golului dintre doi dinți vecini pentru parametrii angrenajului precesional constanți $\beta = 2^\circ$ și $\beta = 4^\circ 30'$, a fost stabilit că volumul golului dintre doi dinți în cazul când $\beta = 2^\circ$ este mai mic cu circa 5% în comparație cu cazul când $\beta = 4^\circ 30'$.

Determinarea volumului spațiului dintre doi dinți este necesară pentru stabilirea dimensiunilor semifabricatului.

3. Argumentarea alegerii dimensiunilor semifabricatului

Profilul dinților roților centrale ale angrenajului precesional este variabil în funcție de valorile unghiului axoidei conice δ , ale unghiului de conicitate a rotelor β , ale unghiului de nutație θ , ale numărului de dinți ai roților dințate Z_1 și numărul de role ale satelitelui Z_2 , precum și de corelația dintre ei. În dependență de acești parametri, înălțimea dinților va fi diferită ceea ce va influența înălțimea semifabricatului ce va fi supus deformării plastice. Referindu-ne la fabricarea roților conice cu profil convex-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 (fig. 7).

$$\text{Astfel, } h_{\text{baza}} = h_{\text{dinte}} + h_{\text{con.}}$$

unde h_{con} este înălțimea constructivă a roții dințate, mm;

h_{dinte} – înălțimea dintelui în secțiune normală, mm;

h_{baza} – înălțimea roții dințate, mm.

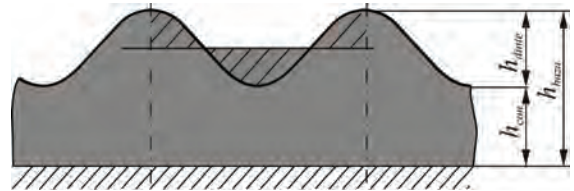


Fig. 7. Schema pentru determinarea înălțimii semifabricatului

În fig. 8. se prezintă interfața programei elaborate pentru determinarea înălțimii semifabricatului. Volumul unui dinte se va determina după relația:

$$V_d = \frac{1}{3} b_w (S_{\text{ext}} + \sqrt{S_{\text{ext}} \cdot S_{\text{int}}} + S_{\text{int}}) \quad (1)$$

unde: b_w este lățimea dintelui, mm;

S_{ext} – aria suprafeței dintelui pe raza exterioară a roții, mm^2 ;

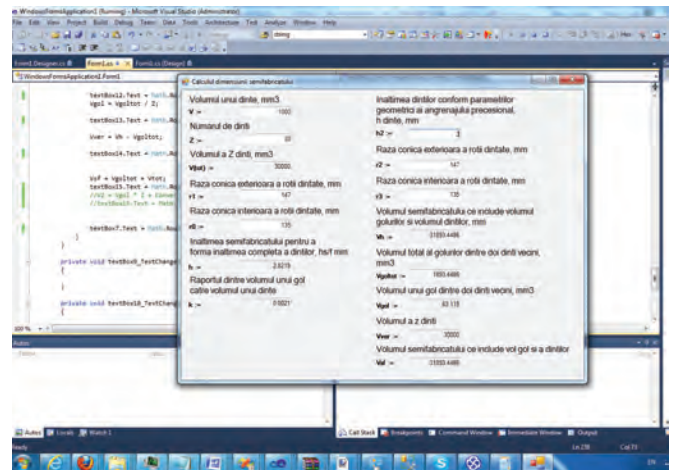


Fig. 8. Interfața programului pentru determinarea înălțimii semifabricatului supus deformării plastice

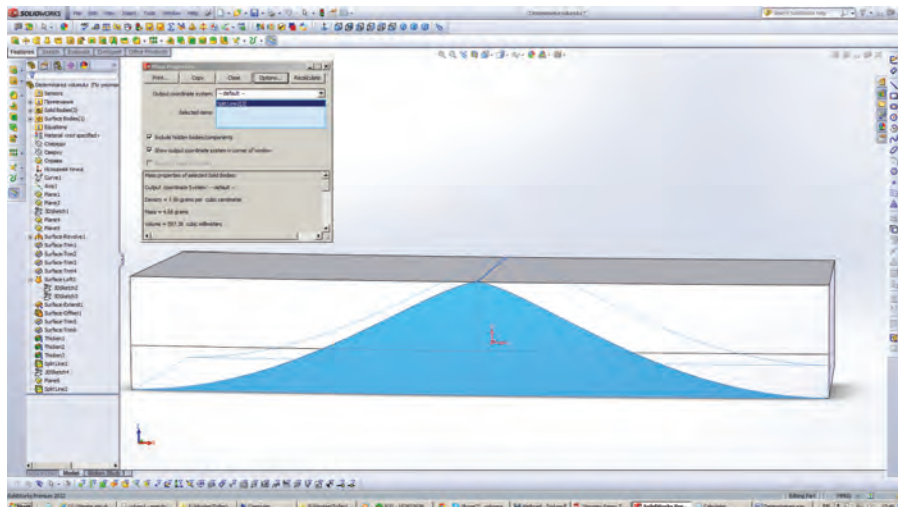
S_{int} – aria suprafeței dintelui pe raza interioară a roții, mm^2 .

Volumul total al dinților unei roți dințate conform parametrilor geometrici aleși va fi:

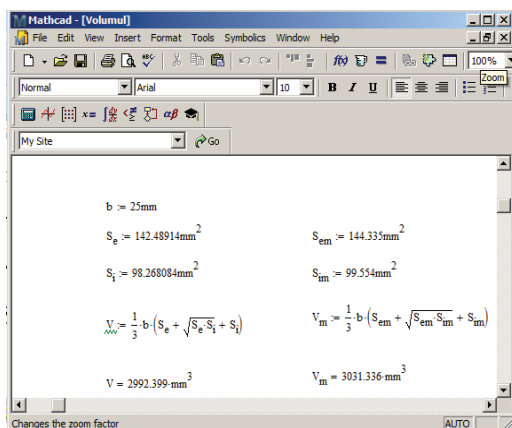
$$V_z = V_d \cdot Z \quad (2)$$

Înălțimea semifabricatului necesară pentru formarea completă a înălțimii dinților, luând în considerare faptul că volumul nu se schimbă în timpul prelucrării materialului, se va determina:

$$h_{s/f} = \frac{V_z}{\pi [(R_{ext})^2 - (R_{int})^2]} \quad (3)$$



a)



b)

Fig. 9. Determinarea volumului dintelui în SolidWorks a) și în Mathcad b).

În programul *Mathcad 2015* a fost determinat volumul unui dinte conform punctelor ce descriu profilul. De asemenea, în programul *Solid Works 2012* a

fost modelat profilul unui dinte conform punctelor ce îl descriu potrivit relațiilor respective și s-a determinat volumul unui dinte (fig. 9).

REFERINȚE

1. BOSTAN, I. ș.a. *Antologia invențiilor. Vol. 4. Transmisii planetare precesionale cinematice: concepte tehnologice de generare a angrenajelor, cercetări experimentale, aplicații industriale, descrieri de invenții*. Chișinău: Bons Offices, 2011. ISBN 978-9975-80-459-2. 636 p.

2. TRIFAN, N. *Utilizarea softului Deformtm pentru modelarea proceselor tehnologice de prelucrare a metalelor prin presiune*. În: Tehnologii Moderne, Calitate, Restructurare. Tezele conf. științifice internaționale. Chișinău: Universitatea Tehnică a Moldovei, 2005, vol. 4, ISBN 9975-9875-7-5. p. 406 - 409

3. BOSTAN, I., DULGHERU, V., TRIFAN, N. *Исследование влияния геометрических параметров прочессионного зацепления на отклонение немодифицированного профиля зубьев. В: Маши-*

ностроение и техносфера XXI века. Tezele conf. internaționale. Sevastopol: Donetsk, 2006. vol.1. ISBN 966-7907-20-1. p. 151-156

4. TRIFAN, N. *Determination of blank size manufacturing by plastic deformation analysis*. În: The 16thModTech International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation. Tezele conf. internaționale. Sinaia: Universitatea Tehnică Iași, 2012. Vol. II., ISSN 2069-6736. p. 973-976

5. Brevet de invenție. 1886 C2, MD, F16H1/32; B23F9/06. *Angrenaj precesional și procedeu de realizare a lui* / BOSTAN, I., ȚOPA, M., DULGHERU, V., Vaculenco, M. (MD). Publ. 31.03.2002, BOPI nr. 3/2002

6. Brevet de invenție. 2791 C2, MD, B21H5/04; B21D53/28. *Dispozitiv de deformare plastică a roților dințate* / BOSTAN, I., DULGHERU, V., TRIFAN, N. (MD). Publ. 30.06.2005, BOPI nr. 6/2005

REZUMAT

Analiza influenței parametrilor angrenajului precesional asupra volumului dinților va permite de a determina timpul necesar prelucrării prin deformare plastică a unei roți dințate la stadiul de proiectare a transmisiei planetare precesionale. Programul elaborat va putea fi utilizat, de asemenea, la proiectarea inițială a transmisiilor planetare precesionale în vederea determinării masei roților proiectate cu scopul determinării consumului specific de materiale, în *kg/Nm*, pentru a stabili ulterior masa.

ABSTRACT

Analysis of the influence of parameters of the precessional gearing on the volume of teeth will determine the time required for the machining by plastic deformation of a gearwheel at the planetary precessional transmission designing stage. The developed software can also be used for the initial design of planetary precessional transmissions in order to determine the weight of designed gearwheels to determine the specific consumption of materials, in *kg/Nm*, to further determine the weight.