

ASPECTE PRIVIND PRELUCRAREA ROȚILOR DINȚATE DE DIMENSIUNI MICI DIN ANGRENAJUL PRECESIONALE PRIN TEHNOLOGII DE MICRO - FREZARE

Ion DICUSARĂ,
conf. univ., dr.

Iulian MALCOCI,
conf. univ., dr.

Universitatea Tehnică a Moldovei

***Abstract:** High productivity of milling process is main reason for which, this technical process is used frequently in machines construction. Efficiency effect in many cases depends on the design and technological decisions, that they provided good work of all process. This paper describes technical process for achieve with milling and micro-milling process the right shape of toothed precessional wheels with small and average overall size, numerical controlled by servo systems at high level of accuracy.*

***Termeni cheie:** tehnologii neconvenționale, micro – frezare tridimensională, angrenaj precesional, sculă electrod.*

1. Generalități

Dezvoltarea vertiginoasă a domeniilor, cum ar fi mecanica fină, utilajul medical, biotehnologia, tehnologia automobilelor, sistemele de dirijare cu diferite procese, necesită mecanisme de acționare de dimensiuni mici și foarte mici (de ordinul micronilor). Turația înaltă a micromotoarelor electrice (până la 100.000min^{-1}) necesită transmisii mecanice cu raport de transmitere mare. Posedând posibilități cinematice largi (raportul de transmitere până la 5000 într-o singură treaptă realizată doar cu 4 elemente de bază), consum redus de material, precizie cinematică înaltă, construcție simplă, angrenajele precesionale își cuceresc o arenă tot mai largă în construcția modernă de mașini.

Roțile dințate, fiind de o complexitate relativ înaltă, necesită precizie de prelucrare ridicată și caracteristici mecanice deosebite ale materialului, iar condițiile pieței – productivitate înaltă și utilaj performant. Prelucrarea roților dințate de dimensiuni mici și foarte mici, unde dimensiunile sunt de ordinul toleranțelor la prelucrarea mecanică, este practic imposibilă prin utilizarea tehnologiilor convenționale de prelucrare.

Perspective largi de utilizare în domeniul prelucrării roților dințate pentru angrenajele precesionale au tehnologiile moderne bazate pe frezarea tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune.

2. Prelucrare prin electroeroziune de calitate superioară

În industria modernă prelucrarea la nivel micro ocupă o importanță tot mai sporită în timp ce dezvoltarea miniaturizării produselor progresează tot mai mult. Întreprinderilor conducătoare în domeniul electroeroziunii, le-a reușit să găsească metoda utilizării electroeroziunii pentru prelucrări la nivel micro în trei coordonate, unde față de precizie sunt înaintate cele mai înalte cerințe. Prelucrarea pieselor de dimensiuni mici, care până nu demult nu se reușea, iar dacă se reușea, apoi doar prin metode foarte anevoioase și cu cheltuieli foarte mari, a fost perfecționată datorită tehnologiei, care lărgiște considerabil posibilitățile de fabricare.

3. Frezare tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune

Noile mașini unelte din această serie (fig. 1) permit prelucrarea prin electroeroziune simultan pe patru axe. Pentru realizarea acestei noi tehnologii firmele conducătoare din domeniu propun adăugător module CAM post-procesor, compatibile cu majoritatea programelor de proiectare tridimensională. Această opțiune specială conține procese noi „multi-axe-multi-pas”, care garantează prelucrarea până la 10 μm cu rugozitatea suprafeței Ra 0,05.

Posibilitatea executării operațiilor de frezare tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune împreună cu blocul de profilare și compensare a uzurii sculei electrod (fig. 2) complet automatizat și dispozitivul de avans al electrodului filiform, care se

instalează direct pe masa mașinii unelte, deschide noi perspective de prelucrare a suprafețelor complexe de precizie înaltă cum ar fi dantura roților dințate din angrenajul precesional.

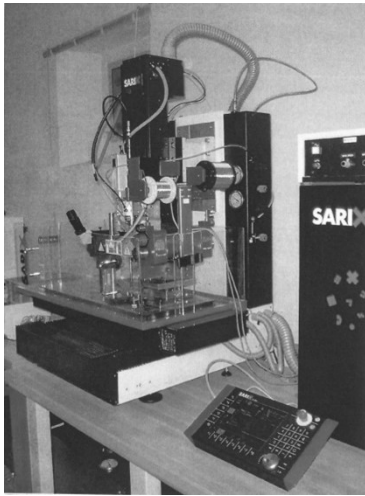


Fig. 1. Mașină unealtă multiax cu comandă numerică de pentru frezarea tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune.

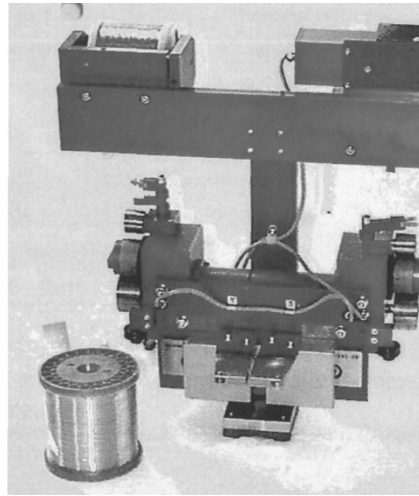


Fig. 2. Dispozitiv pentru profilarea sculei electrod.

Profilul dinților roților dințate, utilizate în angrenajul precesional, se modifică în funcție de valorile unghiurilor axoidei conice δ , de unghiul de conicitate a roților β , de unghiul de nutație θ , de numărul de dinți al roților dințate Z_1 , Z_2 și de corelația între acești parametri [1].

Metodele de realizare a profilelor roților dințate din angrenajul precesional utilizate până în prezent propuse de către Dl academician Ion Bostan [2, 3], nu pot fi aplicate în cazul prelucrării roților dințate de dimensiuni mici, deoarece dimensiunile sculei capătă valori foarte mici, pierzându-se rigiditatea, ceea ce se răsfrânge direct asupra preciziei de prelucrare.

De aceea frezarea tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune își găsește în cazul dat aplicare reală și practic unică în anumite cazuri (când generatoarea dintelui nu are ieșire liberă) [4, 5].

În cazul danturării roților dințate din angrenajul precesional, scula electrod va fi profilată în forma unui trunchi de con, similar cu rolele blocului satelit din angrenajul precesional (fig. 3). Schema profilării sculei electrod (fig. 4) consta în prelevare de material cu ajutorul unui alt electrod filiform, care rulează de pe o bobină pe alta pe ghidaje speciale, în timp ce scula electrod de bază efectuează mișcări de rotație în jurul axei sale și avans longitudinal.

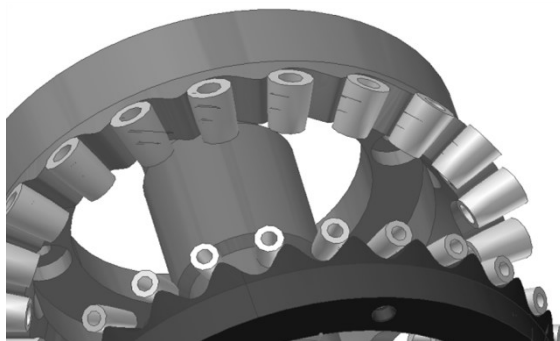


Fig. 3. Angrenajul precesional unde satelitul este reprezentat doar prin role.

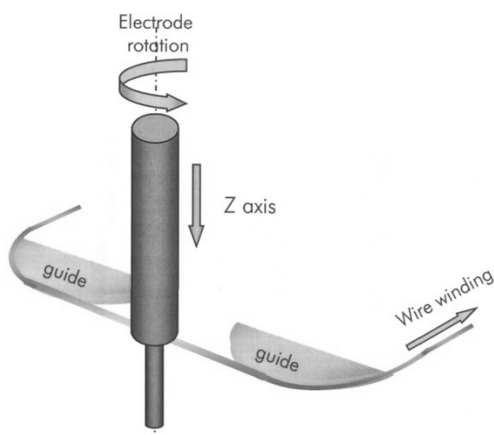


Fig. 4. Schema de profilare a sculei electrod.

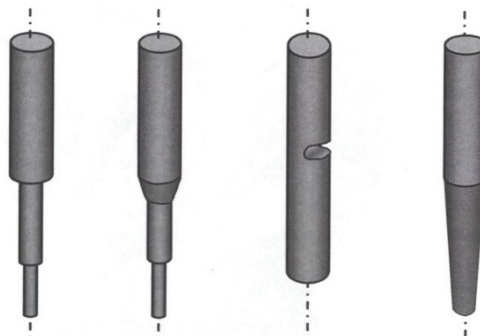


Fig. 5. Diverse geometrii ale sculei electrod.

Suprafața descrisă de scula electrod care prezintă nu altceva decât o imitație a rolei, față de semifabricat, reproduce în timpul prelucrării un corp oarecare, imaginabil, numit *roată generatoare*.

Cu ajutorul sistemului de comandă al mașinii unelte, semifabricatul și scula sunt acționate într-o mișcare coordonată – mișcare de rulare. Ca rezultat, suprafața dintelui se obține ca înfășurătoarea unei serii de mișcări consecutive ale semifabricatului față de electrodul sculă.

Diferite scule electrod rezultate în urma profilării sunt prezentate în fig. 5. Totodată foarte impresionant este faptul până la ce valori mici poate ajunge scula electrod (fig. 6, 7).

Performanțele mașinilor unelte pentru frezarea tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune se caracterizează prin:

- ✓ gabaritele mașinii unelte reduse;
- ✓ scula electrod utilizată cu diametrul cuprins între 0,035 – 3 mm;
- ✓ rotirea axului principal programabilă până la 800 min⁻¹;
- ✓ compensarea automată a uzurii sculei;
- ✓ profilarea sculei electrod direct pe mașina uneltă;
- ✓ precizie de poziționare înaltă $\pm 1\mu\text{m}$;
- ✓ rugozitatea suprafețelor joasă Ra 0,05;
- ✓ prelucrarea materialelor dure și extradure;
- ✓ lipsa solicitărilor fizice asupra semifabricatului.

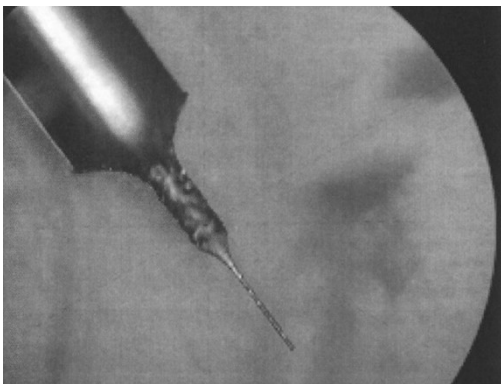


Fig. 6. Sulă electrod cu $\varnothing=5\mu\text{m}$.

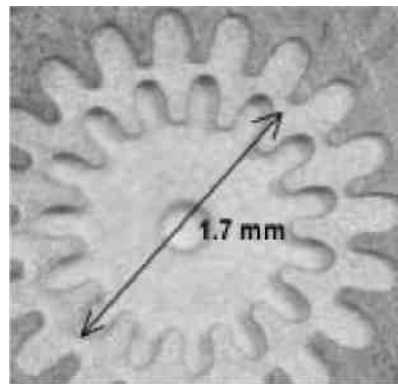


Fig. 7. Formă pentru turnare în două nivele cu adâncimea de 0,1 mm

4. Concluzii:

Prelucrarea prin frezarea tridimensională prin tehnologii de micro-eroziune nu depinde de duritatea materialului piesei prelucrate, se pot prelucra oțeluri călite și aliaje dure). Uzura mică a electrodului sculă, precum și lipsa solicitării fizice a piesei prelucrate condiționează aplicarea pe larg a prelucrării date în tehnologiile de fabricare moderne.

Referințe bibliografice:

1. Bostan, I., Babaian I. *Precessional gear-engagement* / Patent RU nr. 1455094 (patent MD 560), 1990.
2. Bostan, I., Babaian, I. *Wheel tooth machining method of precessional gear* / Patent RU nr. 1663857 (patent MD 549), 1990.
3. Bostan, I., Țopa M., Dulgheru, V., Vaculenco, M. *Wheel tooth machining method of precessional gear* / Patent MD 1886, 2002.
4. Bostan, I., Dulgheru, V., Dicusară, I. *Procedeu și dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale* / Brevet de invenție nr. 2815 MD, 2005.
5. Bostan, I., Dulgheru, V., Dicusară, I., Olevschi, A. *Dispozitiv de prelucrare a roților dințate precesionale* / Brevet de invenție nr. 2608 MD, 2004.