



MD 2609 B2 2004.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2609 (13) B2 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B 23 H 1/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2002 0100  (22) Data depozit: 2002.03.21  (41) Data publicării cererii: 2004.02.29, BOPI nr. 2/2004</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.11.30, BOPI nr. 11/2004</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD  (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; MAZURU Sergiu, MD; VACULENCO Maxim, MD  (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei precesionale

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la tehnologia construcției de mașini, și anume la procedeele de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor conjugate a elementelor constructive ale mașinilor, de exemplu, a roților dințate, șuruburilor etc.

Procedeu constă în aceea că sculei-electrod, executată ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte. Pe masa turnantă a mașinii-unelte, care este legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate Oxyz, este fixată piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa z. Scula-electrod este legată rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub>, totodată, originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate Oxyz și Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub> coincide cu centrul de precesie, axa z<sub>1</sub> descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa z. Sculei-electrod, axa cărei trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>, i se comunică o mișcare suplimentară

2  
față de axele de coordonate x<sub>1</sub> și y<sub>1</sub> în concordanță cu relația:

5

$$\begin{aligned}
x &= (j+r/\operatorname{tg}\beta)(1-\cos\theta)\cos\psi/\sin\psi, \\
y &= (j+r/\operatorname{tg}\beta)(\sin^2\psi + \cos\theta\cos^2\psi), \\
z &= (j+r/\operatorname{tg}\beta)(\sin\theta\cos\psi),
\end{aligned}$$

unde β este unghiul conicității sculei-electrod;  
r – raza sculei-electrod;  
10 j – jocul între electrozi;  
θ - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele z și z<sub>1</sub>;  
ψ - unghiul de precesie.

15 La o rotație a axei de bază, scula-electrod efectuează o mișcare de precesie, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația

$$\psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2,$$

unde Z<sub>1</sub> – numărul de dinți a roții dințate;  
Z<sub>2</sub> – numărul ciclurilor de precesie.

Suprafața activă a sculei-electrod este executată ca un hiperboloid de rotație cu o pânză.

Revendicări: 3  
Figuri: 1

MD 2609 B2 2004.11.30

# MD 2609 B2 2004.11.30

## Descriere:

Invenția se referă la tehnologia construcției de mașini, și anume la procedeele de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor conjugate ale elementelor constructive ale mașinilor, de exemplu, a roților dințate, șuruburilor etc.

5 Este cunoscut procedeul de prelucrare prin electroeroziune, în care sculei-electrod executată ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație în direcție opusă deplasării longitudinale a piesei.

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că scula-electrod se uzază, iar micșorarea diametrului ei exterior scade precizia de prelucrare [1].

10 Este cunoscut procedeul de prelucrare prin electroeroziune, în care sculei-electrod executat ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că nu permite sporirea preciziei de prelucrare a angrenajelor și micșorarea timpului de prelucrare la schimbarea regimurilor de prelucrare și are o evacuare nesatisfăcătoare a produselor eroziunii din zona de prelucrare, din cauza valorii extrem de mici a jocului dintre electrozi și cursei sporite de prelucrare.

15 Problema pe care o rezolvă invenția constă în mărirea preciziei de prelucrare, extinderea posibilităților tehnologice prin asigurarea contactului multiplu încontinuu în angrenaj și pe lungimea dinților, precum și în sporirea productivității prelucrării.

20 Invenția înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că sculei-electrod executată ca un corp de rotație, i se comunică o mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte. Pe masa turnantă a mașinii-unelte, care este legată rigid cu sistemul fix dreptunghiular de coordonate Oxyz, este fixată piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa z. Scula-electrod este legată rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate  $Ox_1y_1z_1$ , totodată, originea sistemelor dreptunghiulare de coordonate Oxyz și  $Ox_1y_1z_1$  coincide cu centrul de precesie, axa  $z_1$  descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa z. Sculei-electrod, axa cărei trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele  $x_1y_1$ , i se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate  $x_1$  și  $y_1$  în concordanță cu relația:

$$\begin{aligned}x &= (j+r/tg\beta)(1-\cos\theta)\cos\psi/\sin\psi, \\y &= (j+r/tg\beta)(\sin^2\psi + \cos\theta\cos^2\psi), \\z &= (j+r/tg\beta)(\sin\theta\cos\psi),\end{aligned}$$

unde  $\beta$  este unghiul conicității sculei-electrod;

$r$  – raza sculei-electrod;

$j$  – jocul între electrozi;

35  $\theta$  - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele z și  $z_1$ ;

$\psi$  - unghiul de precesie.

La o rotație a axei de bază, scula-electrod efectuează o mișcare de precesie, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația

$$\psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2,$$

40 unde  $Z_1$  – numărul de dinți a roții dințate;

$Z_2$  – numărul ciclurilor de precesie.

Suprafața activă a sculei-electrod este executată ca un hiperboloid de rotație cu o pânză.

Rezultatul constă în mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare, sporirea productivității procedeeului, prelucrarea roților călite (cu diametre mari și mici în forma de colac).

45 Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă schema de prelucrare prin electroeroziune conform procedeeului propus.

Pentru a descrie traiectoria mișcării sculei-electrod 1, ea se leagă cu sistemul mobil de coordonate  $Ox_1y_1z_1$ , iar mașina-unealtă cu sistemul fix de coordonate Oxyz. Originile ambelor sisteme de coordonate coincid în punctul O, numit centrul de precesie. Semifabricatul prelucrat (de exemplu roata dințată) 2 se rotește cu o viteză unghiulară  $\omega_y$  în jurul axei, care coincide cu axa z. Axa sculei-electrod se plasează sub un unghi  $\delta \geq 0$  față de planul format de axele  $x_1y_1$ . Sculei-electrod care execută o mișcare de rotație în jurul axei sale, i se comunică mișcări oscilatorii și suplimentare față de dinții prelucrați. În același timp, axa  $z_1$  a sistemului de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$  (legat cu scula-electrod) se amplasează față de axa z sub un unghi de rotație  $\theta$  și descrie o suprafață conică (se prezintă cu linii întrerupte) cu vârful, amplasat în centrul de precesie. Totodată, sistemul mobil de coordonate  $Ox_1y_1z_1$  se fixează față de sistemul Oxyz astfel, încât axele  $x_1$  și  $y_1$  să se deplaseze în jurul axelor

## MD 2609 B2 2004.11.30

4

corespunzătoare după traiectorii cu parametri, caracterizați cu unghiurile lui Fuler – nutație  $\theta$  și precesie  $\psi$ .

Totodată, axa sculei-electrod trece prin centrul mișcării de precesie sub unghiul  $\delta \geq 0$  față de planul format de axele  $x_1$  și  $y_1$ .

5 În timpul prelucrării roții dințate, care lucrează în cuplu cu roata satelit, axa sculei-electrod coincide cu axa  $y_1$ , iar la prelucrarea dinților roții, care lucrează în cuplu cu satelitul cu angrenare interioară, axa sculei-electrod este înclinată sub unghiul  $\delta$  față de planul format de axele  $x_1$  și  $y_1$ .

10 Deci, când  $\delta=0$  orice punct al axei sculei-electrod descrie aceeași traiectorie ca și punctele, care se află pe axa  $y_1$ , iar când  $\delta>0$  traiectoria descrisă de punctele aflate pe axa sculei-electrod, diferă de traiectoria, descrisă de punctele axei  $y_1$  după formă și dimensiuni. Cu cât unghiul  $\delta$  de înclinare a sculei-electrod este mai mare, cu atât e mai mare diferența dintre aceste traiectorii.

Contopirea traiectoriei mișcării sculei-electrod față de sistemul Oxyz, descris de ecuațiile, cu traiectoria mișcării oscilatorii a sculei-electrod față de acest sistem permite de a obține profilul angrenajului.

15 La realizarea procedurii dat, poate fi utilizat dispozitivul, compus din carcasa 3 având un reazem semicilindric pentru prinderea în locașul căruciorului mașinii-unelte, traversa 4, prinsă cu șuruburi pe suprafața frontală a carcasei 3, manivela 5, balansierul 6. Balansierul 6 echipat cu ghidajele 7 pentru prinderea mecanismului de acționare 8 cu scula-electrod 1, instalată cu posibilitatea de a se roti. Mecanismul de acționare 8 instalat cu posibilitatea varierii unghiului  $\delta$  între axa geometrică a sculei-electrod 1 și planul, format de axele  $x_1y_1$ .

20 Axa fixă și cea mobilă a manivelei 5 se intersectează într-un punct (centru de precesie), plasat pe axa semifabricatului 2. Semifabricatul este amplasat în dispozitiv și prins de masa rotativă 9. Balansierul 6 este legat cu sistemul de coordonate mobil  $Ox_1y_1z_1$ , iar carcasa 3 - cu sistemul de coordonate fix Oxyz. Axa manivelei 5 coincide cu axa  $z_1$ , iar axa semifabricatului rotitor cu axa z.

25 La rotirea arborelui manivelei 5, balansierului 6 și sculei-electrod 1 li se comunică mișcare oscilatorie în jurul punctului centrului de precesie – punctul de intersecție a axelor fixă și mobilă ale manivelei 5.

30 Balansierul 6 nu se rotește în jurul axei geometrice proprii, ci are posibilitatea de a balansa în jurul axei z a sistemului fix Oxyz cu unghiul  $\theta$ . Rotirea balansierului 6 este blocată de mecanismul legăturii cinematice 10, care mai are o funcție - comunică sculei-electrod o mișcare suplimentară, descrisă de relațiile prezentate mai sus.

Schimbarea unghiului  $\delta$  de plasare a sculei-electrod se realizează prin deplasarea suportului cu scula-electrod 1 pe o suprafață arc de cerc.

Procedeeul se realizează în felul următor.

35 Spre scula-electrod 1 profilată, care are forma unui corp de rotație, și la semifabricatul 2, prins de masa rotativă 9 a mașinii-unelte, se aplică o tensiune de lucru de la sursa de alimentare, utilizată la prelucrarea prin electroeroziune. Zona de prelucrare este situată în lichidul de lucru. Sculei-electrod 1 i se comunică mișcare de avans de la mecanismul de acționare 8 a mașinii-unelte. La apropierea semifabricatului 2 și sculei-electrod 1 până la o valoare anumită a jocului  $j$  apar descărcări electrice care duc la îndepărtarea materialului de pe suprafața semifabricatului 2 și sculei-electrod 1. În urma acestor descărcări, jocul dintre ele se mărește, descărcările încetează și mecanismul de urmărire a mașinii-unelte le aproprie din nou. După un șir de deplasări periodice, scula-electrod 1 se implementează în semifabricat și se obține suprafața necesară.

45 Regimurile electrice, utilizate la realizarea procedurii propus, coincid în totalmente cu regimurile cunoscute, utilizate în prelucrările prin electroeroziune, și se aleg în dependență de suprafața de prelucrare (în cazul de față suprafața de contact a sculei-electrod cu piesa), rugozitatea necesară de prelucrare etc.

50 Utilizarea procedurii propus permite mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare, sporirea productivității procedurii și modificarea profilului angrenajului longitudinal.

55

# MD 2609 B2 2004.11.30

5

## (57) Revendicări:

5 1. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate ale transmisiei  
precesionale, care constă în aceea că sculei-electrod, executată ca un corp de rotație, i se comunică o  
mișcare de rotație și avans spre piesa-electrod de la mecanismul de urmărire a mașinii-unelte,  
**caracterizat prin aceea că** pe masa turnantă a mașinii-unelte, care este legată rigid cu sistemul fix  
dreptunghiular de coordonate Oxyz, este fixată piesa-electrod, axa cărei coincide cu axa z, scula-  
10 electrod este legată rigid cu sistemul mobil dreptunghiular de coordonate Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub>, totodată, originea  
sistemelor dreptunghiulare de coordonate Oxyz și Ox<sub>1</sub>y<sub>1</sub>z<sub>1</sub> coincide cu centrul de precesie, axa z<sub>1</sub>  
descrie o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie, formând unghiul de nutație cu axa z, iar  
sculei-electrod, axa cărei trece prin centrul de precesie, sub un unghi față de planul format de axele  
x<sub>1</sub>y<sub>1</sub>, i se comunică o mișcare suplimentară față de axele de coordonate x<sub>1</sub> și y<sub>1</sub> în concordanță cu  
relația:

15 
$$x = (j + r/\operatorname{tg}\beta)(1 - \cos\theta)\cos\psi/\sin\psi,$$
$$y = (j + r/\operatorname{tg}\beta)(\sin^2\psi + \cos\theta\cos^2\psi),$$
$$z = (j + r/\operatorname{tg}\beta)(\sin\theta\cos\psi),$$
unde  $\beta$  este unghiul conicității sculei-electrod;  
r – raza sculei-electrod;  
20 j – jocul între electrozi;  
 $\theta$  - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele z și z<sub>1</sub>;  
 $\psi$  - unghiul de precesie.

2. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate a transmisiei  
precesionale, conform rev. 1, **caracterizat prin aceea că** la o rotație a axei de bază, scula-electrod  
25 efectuează o mișcare de precesie, iar piesa-electrod se rotește sub un unghi determinat de corelația  
$$\psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2,$$
unde Z<sub>1</sub> – numărul de dinți a roții dințate;  
Z<sub>2</sub> – numărul ciclurilor de precesie.

3. Procedeu de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor roților dințate a transmisiei  
precesionale, conform rev. 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** suprafața activă a sculei-electrod este  
30 executată ca un hiperboloid de rotație cu o pânză.

35

## (56) Referințe bibliografice:

- (56) 1. Л. И. Попилов. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки  
материалов. Ленинград, Машиностроение, 1970 г., с. 331  
2. SU 961915 A 1982.10.05

**Șef Secție:** NEKLIUDOVA Natalia

**Examinator:** SĂU Tatiana

**Redactor:** UNGUREANU Mihail

