

Invenția se referă la procedee de prelucrare electrofizice și electrochimice și mai concret prin electroeroziune a suprafețelor conjugate cu electrodul-sârmă al elementelor constructive ale mașinilor, de exemplu roților dințate, matrițe, stanțe, presforme, forme de turnat etc.

Este cunoscut procedeul de prelucrare prin electroeroziune a suprafețelor fasonate, când sculei-electrodului se comunică mișcarea de avans și simultan o mișcare orbitală pe o traiectorie circulară, perpendiculară la direcția avansului [1].

Procedeul are neajunsul că are o rugozitate sporită a suprafeței prelucrate. Faptul dat este explicat prin aceea, că la prelucrarea piesei nemișcate cu o sculă-electrod cu mișcare de avans în spațiul între electrozi se formează un curent de lichid, cauzat de blocarea lui de rugozitatea suprafeței sculei. Rugozitatea suprafeței piesei fiind o frână în timpul mișcării fluxului de lichid, ca rezultat se înrăutățesc condițiile de evacuarea căldurii și produselor eroziunii, care la rândul lor aduc la sporirea rugozității suprafeței prelucrate.

Este cunoscut procedeul de prelucrare a pieselor cu contur complicat cu suprafețe înclinate, conform căruia prelucrarea se realizează cu electrod-sârmă, care se înfășură pe două elemente de reazem amplasate de ambele părți a piesei, și care au posibilitatea deplasării independente de la reglării copiatori [2].

Procedeul are neajunsul că electrodul-sârma nu permite de a obține conturul real al angrenajului, deoarece prelucrarea se realizează de la șablon, totodată procedeul nu permite a spori precizia de prelucrare a angrenajelor, a micșora timpul de prelucrare la schimbarea regimurilor de prelucrare și are o evacuare ne satisfăcătoare a produselor eroziunii din zona de prelucrare din cauza valorii extrem de mici a jocului între electrozi și cursei sporite de prelucrare.

Scopul invenției este mărirea preciziei de prelucrare, extinderea posibilităților tehnologice prin asigurarea contactului multiplu încontinuu în angrenaj și pe lungimea dinților productivității prelucrării și obținerea angrenajului cu profil modificat longitudinal.

Scopul formulat este atins prin aceea că electrodul-sârmă trece printr-o rolă care imită condițiile reale de executare prin deplasări coordonate în raport cu sistemul de coordonate mobil (X_1, Y_1, Z_1) și cel fix (XYZ), originea cărora coincide cu centrul mișcării de precesie, axa Z_1 formând cu axa Z unghiul de nutație și descriind o suprafață conică cu vârful în centrul de precesie i se comunică o mișcare suplimentară față de coordonatele X_1 și Y_1 în conformitate cu ecuația

$$X = (j + (d_{sr} + r_f)/tg\beta)(1 - \cos\Theta) \cos\Psi \sin\Psi,$$

$$Y = (j + (d_{sr} + r_f)/tg\beta)(\sin^2\Psi + \cos\Theta \cos^2\Psi),$$

$$Z = (j + (d_{sr} + r_f)/tg\beta)(\sin\Theta \cos\Psi),$$

unde β – unghiul conicității sculei;

d_{sr} – diametrul electrodului-sârmă;

j – jocul între electrozi;

r_f – raza de amplasare a canalului în rolă;

Θ – unghiul de nutație, egal cu unghiul între axele Z și Z_1 ;

Ψ – unghiul de precesie,

axa sculei trecând prin centrul mișcării de precesie sub un unghi față de planul format de axele X_1, Y_1 .

La realizarea procedeeului de ore lucrare la o rotație a axului principal electrodul-sârmă așezată pe o rolă execută o mișcare de precesie și o mișcare oscilatorie în jurul axei rolei, iar piesa se rotește la un unghi $\Psi = (Z_1 - Z_2)2\pi/Z_2$,

unde Z_1 – numărul de dinți a roții dințate;

Z_2 – numărul ciclurilor de precesie.

La realizarea procedeeului de prelucrare pe suprafața rolei este executat un canal cu secțiune circulară și amplasat sub un unghi α față de axa rolei, iar electrodul-sârma așezat în el are diametrul egal cu secțiunea canalului.

Soluția tehnică conform invenției asigură următoarele avantaje:

- mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor;
- extinderea posibilităților tehnologice de prelucrare;
- sporirea productivității procedeeului;
- prelucrarea roților călite (cu diametre mari și mici în formă de coroană care nu pot fi prelucrate);
- micșorarea costului produsului.

În continuare în fig. 1 se prezintă schema de prelucrare prin electroeroziune după procedeul propus, fig. 2 poziția I-I din fig. 3 vederea A din fig. 2 (balansierul 6 convențional nu este arătat), fig. 4 desfășurata rolei, fig. 5 vederea B din fig. 1.

Pentru a descrie traiectoria mișcării electrodul-sârma 1 o legăm pe ea cu sistemul de coordonate mobil $OX_1Y_1Z_1$, iar mașina-unealtă cu sistemul fix $OXYZ$. Centrele coordonatelor a ambelor sisteme coincid în punctul O, numit centru de precesie. Semifabricatul prelucrat (de exemplu roata dințată) 2 se rotește cu o viteză unghiulară ω_{sf} în jurul axei, care coincide cu axa Z . Axa rolei pe care se amplasează electrodul-sârma O-O se amplasează sub un unghi $\delta \geq 0$ față de planul, format de axele X_1 și Y_1 . Electrodul sârma execută o mișcare de rulare în jurul axei O-O, căreia i se comunică față de dinții prelucrați mișcări oscilatorii și suplimentate. În același timp axa Z_1 a sistemul de coordonate mobile $OX_1Y_1Z_1$ (legat cu electrodul-sârma) se amplasează față de axa Z sub un unghi de nutație Θ și descrie o suprafață conică (se prezintă cu linii întrerupte) cu vârful, amplasat în centrul de precesie. Tot odată, sistemul de coordonate mobil $OX_1Y_1Z_1$ se fixează față de sistemul $OXYZ$ astfel, ca axele X_1 și Y_1 să se deplaseze în jurul axelor corespunzătoare după traiectorii cu parametri, caracterizați cu unghiurile lui Euler-nutație Θ și precesie Ψ .

Tot odată, axa rolei pe care se amplasează electrodul-sârma O-O trece prin centrul mișcării precesionale sub unghi $\delta \geq 0$ față de planul format de axele X_1, Y_1 .

În timpul prelucrării roții dințate, care lucrează în pereche cu roata satelit axa O-O a rolei pe care se amplasează electrodul-sârma coincide cu axa Y_1 , iar la prelucrarea dinților roții, care lucrează în cuplu cu satelitul cu angrenaje interioare, axa O-O a rolei este înclinată sub unghiul δ față de planul format de axele X_1 și Y_1 .

Deci când $\delta = 0$ orice punct pe axa O-O a rolei descrie același traiectorie, ca și punctele, care se află pe axa Y_1 , iar când $\delta > 0$ traiectoria, descrisă de punctele, aflate pe axa rolei, diferă de traiectoria, descrisă de punctele axei Y_1 după formă și dimensiuni. Cu cât unghiul δ de înclinare a rolei este mai mare, cu atât e mai mare diferența între aceste traiectorii.

Contopirea traiectoriei mișcării rolei față împreună cu electrodul-sârma de sistemul fix OXYZ, descris de ecuații, și traiectoriei mișcării oscilatorii electrodului-sârma față de acest sistem permite de a obține profilul angrenajului.

La realizarea procedurii dat poate fi utilizat dispozitivul, compus din carcasa 3, având un reazem semicilindric pentru prinderea în lăcașul căruciorului mașinii-unelte, traversa 4, prinsă de șuruburile spre suprafața frontală a carcasei 3, manivela 5, balansierul 6. Balansierul 6 este echipat cu pana 7 pentru ghidarea lui față de axa Z_1 și reglarea axei rolei 8 în centrul de precesie O.

Axa fixă și cea mobilă a manivelei 5 se intersectează într-un punct (centru de precesie), amplasat pe axa semifabricatului 2. Semifabricatul este așezat 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 cu axa Z.

La rotirea arborelui manivelă 5 balansierului 6 și electrodului-sârma 1 se comunică mișcarea oscilatorie în jurul punctului cu centrul de precesie – punctul de intersecție a axelor fixe și mobile manivelei 5.

Balansierul oscilator nu se rotește în jurul axei geometrice proprii, el are posibilitate de a balansa în jurul Z sistemului fix OXYZ cu unghiul θ . Balansierul este blocat de rotire de mecanismul legăturii cinematice 10, acest mecanism mai are o funcție, comunică electrodului-sârma și rolei 8 o mișcare suplimentară, descrisă de relațiile prezentate mai sus.

Schimbarea unghiului δ de amplasare a electrodului-sârma se realizează prin schimbarea unui alt balansier cu unghi respectiv. Electrodul-sârma este tras prin reazemele 11 și 12, deplasat și întins de bobinele 13 și 14. La deplasarea electrodului-sârma rola 8 fiind așezată pe o axă 15, iar ea la rândul său pe lagăre 16 obține o mișcare de rotație în jurul axei 15. Rola 8 are o legătură cinematică cu mecanismul 17, pe suprafața conică a rolei este executat un canal spiroidal cu o secțiune circulară cu unghiul de pantă α .

Procedul se realizează în felul următor.

Spre electrodul-sârma 1 și spre semifabricatul 2, prins de masa rotativă a mașinii-unelte, se transportă tensiune de lucru de la sursa de alimentare, utilizată la prelucrarea prin electroeroziune. Zona de prelucrare unde se află semifabricatul și electrodul-sârma se transmite lichidul de lucru. Electrodului-sculă se comunică mișcarea de avans axial de la mecanismul de acționare a mașinii-unelte iar semifabricatului mișcarea de rotație. La apropierea semifabricatului și electrodului-sârma până la o valoare anumită j (josul) apar descărcări electrice care conduc la încorporarea sârmei în semifabricat. În urma acestor descărcări, sârma executând mișcările de rulare, oscilatorii și suplimentare va decupa din semifabricat piesa finită cu contur necesar.

Regimurile electrice, utilizate la realizarea procedurii propus, coincid în totalitate cu regimurile cunoscute, utilizate la prelucrări prin electroeroziune, și se indică, din considerente: suprafața de prelucrare (în cazul de față suprafața de contact a electrodului-sârma cu piesa), rugozitatea necesară de prelucrare etc.

Utilizarea invenției propuse permite a mărirea preciziei de prelucrare a angrenajelor, de a extindea posibilităților tehnologice de prelucrare, a spori productivitatea procedurii, a micșora timpul pentru ajustarea manuală a pieselor și a obține dinți cu modificare longitudinală a dinților.