

Invenția se referă la tehnologiile construcției de mașini, în special la prelucrarea roților dințate.

Este cunoscut procedeul de prelucrare a dinților elementelor angrenajului precesional cu o sculă executată în formă de element par, care imită condițiile reale de exploatare prin deplasări coordonate în raport cu sistemul de coordonate mobil (X_1, Y_1, Z_1) și cel fix (X, Y, Z) originile cărora coincid cu centrul mișcării sfero-spațiale. Scula este pusă în mișcarea de rotație de un cap portsculă [1].

Procedeul cunoscut are o serie de dezavantaje, și anume:

- are o vibrostabilitate insuficientă în procesul de rectificare. Pot apărea vibrații dăunătoare din cauza cărora discul abraziv rapid își perde capacitatea de așchiere, scade rugozitatea suprafeței rectificate și se formează arsuri pe suprafața prelucrată;
- nu permite integral să înlăture autovibrațiile în procesul de rectificare, frecvența oscilării relative a sistemului ax de rectificare – sculă nu are legătură cu condițiile de rectificare și modificările lor în timp. Au loc modificările progresive a macrogeometriei suprafeței active ale sculei în timp și ca urmare scade proprietatea ei de așchiere scade rugozitatea suprafeței prelucrate și se formează arsuri pe suprafața prelucrată;

Este cunoscut procedeul de prelucrare a dinților elementelor angrenajului precesional cu o sculă executată în formă de disc profilat, care imită condițiile reale de exploatare prin deplasări coordonate în raport cu sistemul de coordonate mobil (X_1, Y_1, Z_1) și cel fix (X, Y, Z) originile cărora coincid cu centrul mișcării sfero-spațiale. Scula este pusă în mișcarea de rotație de un cap portsculă [2].

Dezavantajele procedurii dat constau în aceea că la rectificarea diferitor sectoare a angrenajului se prelucrează cu granule abrazive cu viteze diferite, cu coeficienți de frecare diferiți, ce duce la varierea considerabilă a adâncimii de rectificare. Ca urmare angrenajul prelucrat rezultă cu o serie de abateri (profil, pas, bătaie frontale a dintelui etc.), ceea ce scade rugozitatea suprafeței angrenajului.

Este cunoscut faptul că lungimea liniei de contact a sculei cu profilul generat este maximal la piciorul dintelui. Viteza sculei pe profilul generat nu este constantă, la piciorul dintelui este minimală la vârf maximală (diferența este de cca 2,5 ori). Având un contact mai mare la piciorul dintelui cu o viteză minimală scula, se află în condiții nefavorabile care provoacă mărirea temperaturii în zona dată și ca urmare arsuri, fisuri și crăpături.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în înlăturarea rebutului și mărirea preciziei de prelucrare a dinților.

Procedeul de prelucrare a dinților angrenajului precesional, conform invenției, înlătură dezavantajul menționat mai sus prin aceea că sculei i se comunică o mișcare, care imită condițiile reale de exploatare prin deplasări coordonate în raport cu sistemul mobil de coordonate X_1, Y_1, Z_1 și cel fix X, Y, Z , originea cărora coincide cu centrul mișcării precesionale, axa Z_1 formând cu axa Z un unghi de nutație și descriind o suprafață conică cu vârful în centrul mișcării precesionale, iar sculei i se mai comunică o mișcare oscilatorie față de axele de coordonate X_1 și Y_1 în conformitate cu ecuațiile

$$X = -R_i(1 - \cos\Theta)\cos\psi\sin\psi;$$

$$Y = -R_i(\sin^2\psi + \cos\Theta\cos^2\psi);$$

$$Z = -R_i \sin\Theta\cos\psi,$$

unde: R_i este coordonata curentă a axelor mobile, egală cu distanța de la originea axelor de coordonate X, Y, Z până la planul în care se află punctul examinat i ; Θ - unghiul de nutație, egal cu unghiul dintre axele Z și Z_1 ; ψ - unghiul de precesie, totodată, sculei executate în formă de disc profilat la extremitate cu o rază R i se comunică o mișcare liniară suplimentară de-a lungul dintelui sub un unghi $\delta \geq 0$ față de planul format de axele X_1 și Y_1 ; centrul razei R de profilare a discului la începutul prelucrării se află pe conul de divizare de prelucrare a roții cu vârful în centrul mișcării precesionale, axa de rotație a sculei se amplasează perpendicular pe axa de rotație a semifabricatului, iar axa discului se amplasează simetric față de axa Z_1 . Sculei executate în formă de disc profilat la extremitate cu raza R i se comunică o mișcare variabilă pe profilul dintelui prin intermediul unei perechi de roți dințate cu rază variabilă cu raportul de transmitere $i = 1$, instalate între arborele manivelă și axul principal al mașinii unelte.

Rezultatul tehnic al invenției constă în faptul că asigură următoarele avantaje:

- mărirea preciziei de prelucrare a angrenajului precesional;
- micșorarea rebutului în urma prelucrării;
- folosirea mai economă a materialului sculei.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, schema procedurii de prelucrare a dinților;

- fig. 2, vederea B din fig. 1.

Traietoria mișcării sculei 7 este legată cu sistemul de coordonate mobil X_1, Y_1, Z_1 , iar a mașinii-unelte – cu sistemul de coordonate fix X, Y, Z . La începutul prelucrării aceste două sisteme de coordonate coincid în punctul O , numit centrul mișcării sfero-spațiale. Semifabricatul 9 (roata dințată) se rotește cu o viteză unghiulară Ω în jurul axei, care coincide cu axa Z . Centrul razei sculei la început de prelucrare se contopește cu conul generator al semifabricatului, iar deplasarea sculei sub unghiul $\delta \geq 0$ față de planul format de axele X_1, Y_1 , se asigură prin reglarea căruciorului. Scula execută o mișcare de rotație în jurul axei $O-O_1$, căreia i se comunică, față de dinții danturați, o mișcare oscilatorie în raport cu sistemul de coordonate $OXYZ$. În același timp axa Z_1 a sistemului de coordonate $O X_1, Y_1, Z_1$ (legat cu scula) se amplasează față de axa Z sub un unghi de nutație Θ și descrie o suprafață conică (prezentată cu o linie întreruptă) cu originea în centrul mișcării sfero-spațiale.

În același timp și sistemul de coordonate mobil $O X_1, Y_1, Z_1$ este fixat față de sistemul de coordonate fix în așa fel, ca axele X_1, Y_1 să se deplaseze în jurul axelor corespunzătoare după traiectoriile care au parametri caracterizați de unghiurile Euler – nutație Θ și precesie ψ .

Astfel, la rotirea axei Z_1 în jurul axei Z a sculei i se comunică o mișcare oscilatorie față de sistemul de coordonate $OXYZ$, caracterizate de unghiurile lui Euler – nutație Θ și precizie ψ , descrisă de relațiile:

$$X = -R_i(1-\cos\Theta)\cos\psi\sin\psi;$$

$$Y = -R_i(\sin 2\psi + \cos\Theta\cos 2\psi);$$

$$Z = -R_i \sin\Theta\cos\psi,$$

unde: R_i este coordonata curentă a axelor mobile, egală cu distanța de la originea axelor de coordonate X, Y, Z până la planul în care se află punctul examinat;

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

ψ – unghiul de precesie.

Când se prelucrează dinții roților dințate care funcționează în pereche cu un satelit cu role, căruciorul se reglează astfel ca la deplasarea sculei traiectoria ei să fie înclinată sub un unghi δ față de planul format de axele X_1, Y_1 , iar la prelucrarea roților dințate, care funcționează în pereche cu un satelit cu role în formă de con, căruciorul se reglează astfel ca la deplasarea sculei traiectoria ei să fie înclinată sub un unghi $(\delta+\beta)$ față de planul format de axele X_1, Y_1 .

Corespunzător, când unghiul de înclinare a căruciorului este egal cu δ față de planul format de axele X_1, Y_1 , orice punct care se va afla pe axa imaginară $O-O$ a sculei va descrie aceleași traiectorii, ca și a punctelor, care se află pe axa Y_1 , iar când unghiul de înclinare a căruciorului este egal cu $(\delta+\beta)$ față de planul format de axele X_1, Y_1 traiectoriile, descrise de punctele care se află pe axa imaginară $O-O$ și care trec prin centrul mișcării sfero-spațiale și centrul R , se deosebesc de traiectoriile descrise de punctele axei Y după formă și dimensiuni. Cu cât este mai mare unghiul δ de înclinare a sculei, cu atât mai mare va fi diferența dintre aceste traiectorii.

Contopind în unul întreg la începutul prelucrării traiectoriile deplasării sculei față de sistemul fix de coordonate $OXYZ$, descrise de relații și traiectoriile mișcării oscilante a sculei față de același sistem este posibil pe parcursul deplasării sculei de-a lungul dintelui de a obține profilul dinților roților transmisiilor precesionale cu angrenaj multipar.

Pentru realizarea procedurii dat poate fi utilizat dispozitivul, care este compus din corpul 1, care conține un element de reazem executat în formă de semicilindru pentru rezemarea lui în locașul mașinii-unelte, traversa 2, prinsă prin intermediul șurubului de corpul 1, arborele-manivelă 3, balansiera 4. Balansiera 4 permite prinderea unui braț reglabil 5. Arborele-manivelă 3 este pus în mișcare de rotație de roata dințată 6. Pentru ca scula 7 împreună cu mecanismul de acționare să se regleze sub unghiul necesar $(\delta+\beta)$ brațul 5 poate să se rotească în jurul unui știft 8 variind valoarea unghiului $(\delta+\beta)$ între planul format de axele X, Y, Z și traiectoria deplasării sculei. Axele fixe și mobile ale arborelui-manivelă 3 se intersectează într-un punct (centrul mișcării sfero-spațiale), amplasat pe axa semifabricatului 9. Balansiera 4 are o legătură cinematică cu sistemul mobil de coordonate $O X_1 Y_1 Z_1$, iar corpul 1 – cu sistemul de coordonate fix $OXYZ$. În același timp axa arborelui-manivelă 3 coincide cu axa Z_1 , iar axa de rotire a semifabricatului – cu axa Z . La rotirea arborelui-manivelă 3 balansierei 4 și sculei 1 li se comunică o mișcare oscilantă în jurul centrului mișcării sfero-spațiale O – punctului de intersecție a axelor fixe și mobile ale arborelui-manivelă 3. Totodată sculei i se comunică o deplasare (intermitentă sau rapidă) cu ajutorul mecanismului cu șurub 10. Motorul 10 (poate fi hidraulic sau pneumatic, etc.) prin intermediul mecanismului deplasază căruciorul 11 în care se instalează scula cu mecanismul de acționare. Căruciorul 11 pentru o deplasare rectilinie corectă este ghidat de ghidajele executate în el. Balansiera oscilantă nu se rotește în jurul axei sale geometrice proprii, ea execută doar oscilații în jurul axei Y a sistemului de coordonate fix $OXYZ$ cu unghiul Θ . Aceasta se asigură prin blocarea balansierei cu ajutorul mecanismului de legătură cinematică 12, care realizează încă o funcție – comunică sculei o mișcare auxiliară, descrisă de unghiurile Euler Θ și ψ .

Varierea unghiului $(\delta+\beta)$ de înclinare a sculei se asigură prin rotirea tubului filetat 13, care permite varierea deplasării unghiulare a căruciorului 11.

Mișcarea de rotație dispozitivul propus o obține de la axul principal al mașinii de danturat prin intermediul perechii de roți 6 și 14 cu rază variabilă (vederea B fig. 1) cu raportul de transmitere $i = 1$. Roata dințată 14 este instalată pe axul principal al mașinii de danturat, iar roata dințată 6 - pe arborele-manivelă 3.

Procedeu propus permite la rectificarea diferitor sectoare ale angrenajului să se rectifice cu viteze aproximativ constante, ce v-a aduce și la adâncimii de rectificare constante. Ca urmare angrenajul prelucrat v-a poseda de abateri minimale (profil, pas, bătaia frontale a dintelui etc.) și o rugozitatea sporită a suprafeței angrenajului.