

Invenția se referă la construcția de mașini, în special la mecanismele de transmitere a mișcării de rotație cu raport de transmitere mare.

Este cunoscută transmisia planetară precesională, care include doi sateliți, instalați pe arbori, manivelă cu înclinare opusă, care acționează cu o roată centrală fixă [1]. Obținându-se raport de transmitere relativ mare transmisia examinată posedă capacitate portantă și durată de funcționare reduse.

Mai este cunoscută o transmisie precesională, care include două blocuri satelit cu două coroane danturate, instalați unul în interiorul altuia, interacționând dintr-o parte cu o singură roată, iar de altă parte - cu două roți centrale, legate respectiv cu doi arbori conduși [2]. Având efect cinematic considerabil, gabarite axiale reduse, transmisia examinată, de asemenea are capacitate portantă redusă și eficiență scăzută.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție este majorarea capacității portante și fiabilității reductorului planetar.

Într-o variantă de realizare reductorul, conform invenției, include carcasă, arbore motor, arbore condus, doi sateliți cu câte două coroane danturate, o roată centrală fixă și două roți centrale mobile, noutatea constând în aceea că sateliții sunt amplasați coaxial, o roată centrală mobilă este amplasată între sateliți și este executată cu două coroane danturate, în butucii sateliților este instalat pentru interacțiune cu partea frontală a lor câte un disc cu flanșă înclinată, fiecare disc fiind legat rigid cu arborele motor, totodată unghiul de înclinare a flanșei primului disc este egal ca valoare și opus ca direcție cu unghiul de înclinare a flanșei celui de-al doilea disc.

În altă variantă de realizare reductorul, conform invenției, include carcasă, arbore motor, arbore condus, doi sateliți cu câte două coroane danturate, o roată centrală fixă și două roți centrale mobile, noutatea constând în aceea că sateliții sunt amplasați coaxial, o roată centrală mobilă este amplasată între sateliți și este executată cu două coroane danturate, în butucul primului satelit este instalat un disc cu flanșă înclinată legat rigid cu arborele motor, iar în butucul roții centrale mobile cu două coroane este instalat și fixat rigid cu ea al doilea disc cu flanșă înclinată, totodată unghiul de înclinare a flanșei primului disc este egal ca valoare și opus ca direcție cu unghiul de înclinare a flanșei celui de-al doilea disc.

În a treia variantă de realizare reductorul planetar precesional include carcasă, arbore motor, arbore condus, doi sateliți cu câte două coroane danturate, roți centrale fixă și mobilă, noutatea constând în aceea că sateliții sunt amplasați coaxial și au același număr de dinți, roata centrală mobilă este amplasată între sateliți și este executată cu două coroane danturate conice și cu o coroană danturată cilindrică aflată în angrenare exterioară cu o roată dințată fixată pe arborele condus, în butucii sateliților este instalat pentru interacțiune cu partea frontală a lor câte un disc cu flanșă înclinată, fiecare disc fiind legat rigid cu arborele motor, totodată unghiul de înclinare a flanșei primului disc este egal ca valoare și opus ca direcție cu unghiul de înclinare a flanșei celui de-al doilea disc.

Rezultatul constă în reducerea forțelor axiale ale angrenajelor, în excluderea erorii de schemă generate de mișcarea de precesie a sateliților.

Instalarea discurilor cu flanșe înclinate cu unghi de înclinare egal ca mărime în poziția în care unghiul de înclinare este opus ca direcție asigură:

- compensarea forțelor axiale generate în angrenajele coroanelor cu role ale sateliților și coroanele danturate ale roții centrale mobile, fapt care duce la descărcarea rulmenților și, ca rezultat la majorarea capacității portante și duratei de funcționare a reductorului;

- reducerea esențială a neuniformității mișcării arborelui condus generate de eroarea de schemă a transmisiei precesionale prin compensarea reciprocă a neuniformității mișcării generate în fiecare din cele 2 trepte ale transmisiei.

Amplasarea axială a sateliților și utilizarea unei roți centrale mobile cu coroane dințate, instalate între sateliți asigură gabarite radiale reduse, raporturi de transmitere considerabile și randament relativ ridicat.

Instalarea discului al doilea cu flanșa înclinată în butucul roții centrale mobile cu două coroane danturate și fixarea rigidă cu el, conform variantei a doua asigură:

- majorarea capacității portante a transmisiei precesionale datorită faptului că momentul de torsiune de la ieșire nu se transmite angrenajului primei trepte;

- creșterea raportului de transmitere.

Conform variantei a treia executarea roții centrale mobile cu două coroane danturate conice și cu una cilindrică aflată în angrenare exterioară cu o roată dințată fixată pe arborele condus asigură o majorare esențială a capacității portante a reductorului planetar precesional.

Amplasarea discurilor cu flanșe înclinate în poziția în care unghiul de înclinare a flanșelor este egal ca mărime și opus ca direcție asigură compensarea forțelor care apar în angrenajele precesionale ale treptelor.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...5, care reprezintă:

- fig. 1, schema reductorului planetar precesional;

- fig. 2, varianta reductorului planetar precesional cu unul din discuri cu flanșa înclinată încorporat în butucul roții centrale mobile;

- fig. 3, varianta reductorului cu roțile centrale periferice fixe și roata dințată fixată pe arborele condus;

- fig. 4, imaginea grafică a erorii de schemă a transmisiei precesionale;

- fig. 5, graficele erorilor de circuit ale celor două trepte a reductorului precesional.

Reductorul planetar precesional din fig. 1 include carcasa 1, în care sunt amplasați coaxial doi sateliți 2 și 3 cu câte două coroane danturate sau cu role 4, 5 și, respectiv, 6, 7, care angrenează corespunzător cu roata centrală fixă 8, coroanele danturate 9 și 10 ale roții centrale mobile 11 și roata centrală mobilă 12, legată rigid cu arborele condus 13. Pe arborele motor 14 sunt fixate două discuri 15 și 16, având suprafețele 17 și 18 înclinate, pe care sunt instalate corpurile de rulare 19 și 20, care contactează respectiv și cu butucii sateliților 2 și 3.

În reductorul planetar precesional din varianta a doua (fig. 2) suprafața roții centrale mobile 21, din partea blocului satelit 22 al treptei a doua este executată cu un unghi de înclinare (suficient pentru angrenarea dinților coroanelor cu role 23, 24, 25 și 26, respectiv cu coroanele danturate 27 și 28 ale roții 21 și roțile dințate centrale periferice fixă 29 și mobilă 30), pe care sunt instalate corpurile de rulare 31 care interacționează cu butucul 16 cu flanșă înclinată a satelitului 22.

În reductorul din varianta a treia (fig. 3) roțile dințate periferice fixe 32 și 33 au același număr de dinți și sunt legate rigid cu carcasa 34, satelitul 35 cu coroanele cu role 36, 37 și satelitul 38 cu coroanele cu role 39, 40, de asemenea, au număr egal de role, respectiv  $Z_{36}=Z_{39}$  și  $Z_{37}=Z_{40}$ , iar roata mobilă centrală 41 cu coroanele danturate conice 42 și 43 este legată prin coroana danturată cilindrică 44 și 45 cu arborele condus 46.

Reductorul planetar precesional funcționează în modul următor.

Mișcarea de rotație a arborelui motor 14 se transformă în mișcare de precesie, care se transmite sateliților 2 și 3 prin intermediul discurilor cu flanșă înclinată 15 și 16 și corpurilor de rulare 19 și 20. Ca rezultat al angrenării coroanelor danturate 4 și 5 ale satelitului 2 respectiv cu roata centrală fixă 8 și coroana danturată 9 a roții centrale mobile 11 ultimul se va roti cu turația

$$n_{11} = \frac{n_{14}}{i_1}, \text{ unde } i_1 = -\frac{Z_4 \cdot Z_9}{Z_8 \cdot Z_5 - Z_4 \cdot Z_9}$$

Ca rezultat al angrenării coroanele danturate 6 și 7 ale satelitului 3 respectiv cu coroana danturată 10 a roții centrale mobile 11 și dinții roții centrale mobile 12, arborele condus 13 se va roti (numai de la reducerea în treapta a doua) cu turația

$$n_{13} = \frac{n_{14}}{i_2}, \text{ unde } i_2 = -\frac{Z_6 \cdot Z_{12}}{Z_{10} \cdot Z_7 - Z_6 \cdot Z_{12}}$$

Atunci arborele condus 13 se va roti cu turația

$$n_{13} = (n_{11} \pm n_{13})$$

De exemplu:  $n_{14}=3000 \text{ min}^{-1}$ ,  $Z_8=25$ ,  $Z_4=26$ ,  $Z_5=21$ ,  $Z_9=20$ ,  $Z_{10}=20$ ,  $Z_6=21$ ,  $Z_7=26$ ,  $Z_{12}=25$ ,

$$i_1 = -\frac{26 \cdot 20}{25 \cdot 21 - 26 \cdot 20} = -104 \quad n_{11} = \frac{3000}{104} = 28,84 \text{ min}^{-1}$$

$$i_2 = -\frac{21 \cdot 25}{20 \cdot 26 - 21 \cdot 25} = +105 \quad n_{13} = \frac{3000}{105} = 28,57 \text{ min}^{-1}$$

Atunci  $n_{13}=(n_{11}-n_{13})=28,84-28,57=0,27 \text{ min}^{-1}$

Deci, raportul de transmitere al reductorului este

$$i_{\Sigma} = \frac{n_{14}}{n_{13}} = \frac{3000}{0,27} = 11111$$

Randamentul sumar în acest caz este

$$n_{\Sigma} = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$$

În reductorul din varianta a doua (fig. 2) raportul de transmitere este

$$i_{\Sigma} = i_1 \cdot i_2 = \left( -\frac{Z_{23} \cdot Z_{27}}{Z_{29} \cdot Z_{24} - Z_{23} \cdot Z_{27}} \right) \cdot \left( -\frac{Z_{25} \cdot Z_{30}}{Z_{28} \cdot Z_{26} - Z_{25} \cdot Z_{30}} \right) =$$

$$= \frac{Z_{23} \cdot Z_{27} \cdot Z_{25} \cdot Z_{30}}{Z_{28} \cdot Z_{26} \cdot (Z_{29} \cdot Z_{24} - Z_{23} \cdot Z_{27}) - Z_{25} \cdot Z_{30} \cdot (Z_{29} \cdot Z_{24} - Z_{23} \cdot Z_{27})}$$

Pentru  $Z_{29}=59$ ,  $Z_{24}=Z_{26}=61$ ,  $Z_{25}=Z_{30}=Z_{23}=Z_{27}=60$ , raportul de transmitere va fi

$$i_{\Sigma} = 12$$

960 000.

În reductorul din varianta a treia (fig. 3) arborele condus 46 se va roti cu turația

$$n_{46} = \frac{n_{14}}{i_{\Sigma}}, \text{ unde } i_{\Sigma} = i_{t.p.} \cdot i_{t.c.},$$

$$\text{unde } i_{t.p.} = -\frac{Z_{36} \cdot Z_{42}}{Z_{32} \cdot Z_{37} - Z_{36} \cdot Z_{42}} = -\frac{Z_{32} \cdot Z_{40}}{Z_{39} \cdot Z_{43} - Z_{33} \cdot Z_{40}},$$

$$\text{iar } i_{t.c.} = \frac{Z_{45}}{Z_{44}}.$$

Astfel, în reductorul planetar precesional din fig. 3 sarcina este transmisă prin două fluxuri fapt care asigură capacitate portantă ridicată.

Reductorul precesional din fig. 2, realizând raporturi de transmitere foarte mari, poate fi utilizat în mecanisme de acționare cinematice.

O sursă foarte importantă de majorare a capacității portante a reductorului este reducerea neuniformității rotirii arborelui condus. În reductoarele precesionale cu un singur satelit există o eroare de circuit, care se transmite arborelui condus. Pentru eliminarea ei se efectuează corectarea profilului dinților. În reductorul planetar precesional din fig. 1 și 3 amplasarea discurilor 15 și 16 în poziție când unghiul de înclinare a flanșei discului 16 (fig. 4) asigură compensarea erorilor de circuit 1 și 2, care în cadrul unei rotații a arborelui motor 14 atinge de 4 ori valoarea maximă, fiind descrisă o buclă. Pe buclele prezentate în fig. 4 sunt prezentate pozițiile unui punct de pe planul de simetrie al satelitului în limitele unui ciclu de precesie. În fig. 5 este prezentat graficul 1 al mișcării unui punct de pe satelitul 3 (fig. 4) și graficul 2 al mișcării unui punct de pe satelitul 4 (fig. 4), care reprezintă sinusoidice identice (deoarece unghiul de înclinare a axelor  $\theta$  și diametrele sateliților sunt aceleași) cu amplitudine egală, deplasate la un unghi de  $90^\circ$ . Acest lucru permite compensarea totală a erorilor de schemă generate de mișcarea sfero-spațială a sateliților celor două trepte.

Schemele analizate asigură, de asemenea, o precizie cinematică înaltă. În afară de aceasta, este asigurată simplificarea tehnologică, exprimată prin eliminarea din procesul tehnologic de prelucrare a dinților roților centrale a operațiunii de corectare a profilului.