

ASPECTE PRIVIND ELABORAREA MULTIPLICATOARELOR PRECESIONALE TIP K-H-V

Ciobanu Radu - lect. superior

(Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova)

Diferite sisteme tehnologice și energetice necesită multiplicatoare modernizate. Transmisiile planetare precesionale funcționează efectiv în regim de reducere, diferențial și de multiplicare. Lucrarea prezintă unele aspecte privind justificarea parametrilor geometrici ai mecanismului procesional și a mecanismului unit pentru blocul satelit și arborele de intrare.

INTRODUCERE

O problemă stringentă în industria constructoare de mașini este reducerea consumului de material, reducerea dimensiunilor și a costului organelor de mașini, precum și ridicarea capacității portante. O mare parte a acestor cerințe o asigură transmisiile planetare precesionale.

Implementarea transmisiilor planetare precesionale este avantajoasă la proiectarea multiplicatoarelor, ce reprezintă nodurile de bază ale agregatelor eoliene și ale microhidrocentralelor.

Avantajele transmisiei planetare precesionale sînt: multiplicare absolută a angrenajului precesional (până la 100% perechi de dinți aflate simultan în angrenaj comparativ cu 5-7% în angrenajele clasice); capacitate portantă și o precizie cinematică ridicată, gabarite și masă reduse [1, 2]. Posibilitatea obținerii unui grad de multiplicare în diapazonul (10...60) deschide perspective largi de utilizare a transmisiilor planetare precesionale cu funcționarea în regim de multiplicare în diferite domenii ale construcției de mașini. În acest scop, se elaborează scheme structurale noi de multiplicatoare precesionale.

O condiție importantă impusă multiplicatoarelor este asigurarea unui randament înalt, reducerea neuniformității rotirii ca sursă generatoare de vibrații, mărirea capacității portante și a dimensiunilor de gabarit reduse.

MULTIPLICATOARE PLANETARE PRECESIONALE

Multiplicatorul [3] prezentat pe fig. 1 include: carcasa 1, în care sunt amplasate roata

dințată centrală fixă 2, legată rigid cu capucul carcasei 3, roata satelit exterioară 4, cu dinții în formă de role 5, roata dințată centrală mobilă 6, legată rigid de arborele de intrare 7. Roata satelit 3 este legată cinematic prin intermediul corpurilor de rulare 8 cu flanșa înclinată 9 a discului 10, legat rigid cu roata dințată centrală 11, ai cărei dinți angrenează rolele 12 ale roții satelit interioare 13, amplasată liber pe arborele manivelă de ieșire 14, legat rigid cu rotorul generatorului 15.

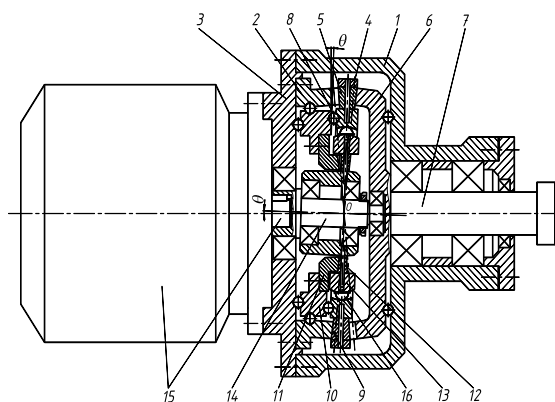


Fig.1. Vederea generală a multiplicatorului precesional de tip K-H-V.

Roata-satelit exterioară 4 este instalată liber pe corpurile de rulare 16, instalate în locașuri pe suprafața sferică exterioară a roții interioare 13. Unghiul de înclinare a axei arborelui-manivelă de ieșire 14 și a flanșei înclinate 9 este egal cu θ . Avantaje:

- elaborarea multiplicatorului planetar precesional în două trepte asigură lărgirea posibilităților cinematice;
- legătura cinematică a roții satelit exterioare cu discul cu flanșă înclinată, cu care este legată rigid o alta roată

dințată centrală, care angrenează cu roata satelit interioară și asigură lărgirea posibilităților cinematice.

Realizarea legăturilor cinematice între arborele de intrare și arborele de ieșire prin angrenare cu roți dințate, una dintre roți a fiecărui cuplu având dinții executați în formă de role, instalate pe osii și excluderea cuplajului compensator, asigură majorarea randamentului.

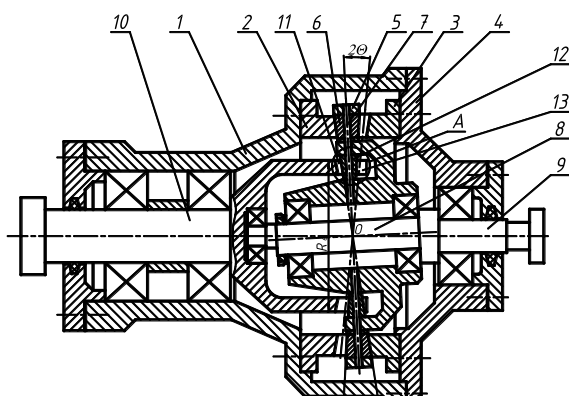


Fig. 2. Vederea generală a multiplicatorului precesional.

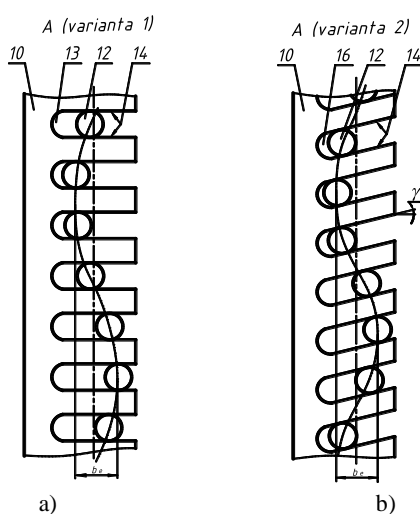


Fig. 3. Desfășurata traiectoriei de contact a roților conice cu suprafața laterală a canelurilor înclinate.

Multiplicatorul precesional [4] (fig. 2) include carcasa 1, roțile dințate centrale 2 și 3, fixate rigid în carcasa 1, și, respectiv, pe capacul lateral 4, roata-satelit intermediară 5 cu coroana danturată cu role conice de angrenare 6, instalate pe osiile 7. Roata-satelit intermediară 5 este instalată liber pe arborele înclinat 8 legat rigid cu arborele de ieșire 9. Roata-satelit intermediară 5 este legată cu arborele conducător 10 prin intermediul

cuplajului 11, care include rolele conice 12, instalate pe prelungirea osiilor 7, și amplasate în canelurile longitudinale 13. Pereții 14 (fig. 3.a) ai canelurilor longitudinale 13 au profilul curbiliniu 15 (fig. 5) pe lungimea de contact cu rolele conice 12.

Canelurile longitudinale 16 (fig. 3.b) sunt executate cu un unghi de înclinare γ .

Multiplicatorul precesional funcționează în modul următor: mișcarea de rotație a arborelui conducător 10 se transmite, prin intermediul cuplajului 11, roții-satelit intermediare 5; rolele conice de angrenare 6, contactând simultan cu dinții roților dințate centrale 2 și 3, care sunt imobile, impune roata satelit intermediară 5 să efectueze o mișcare compusă din două componente: mișcare axială (paralelă cu axa arborelui conducător) și tangențială. Aceste mișcări sunt transformate prin intermediul arborelui înclinat 8 în mișcare de rotație a arborelui de ieșire 9, care se va roti cu gradul de multiplicare

$$i = -\frac{Z_2 - Z_6}{Z_6},$$

unde $Z_2=Z_3$ – este numărul de dinți ai roților dințate centrale 2 și 3;

Z_6 – numărul de role ale roții satelit intermediare.

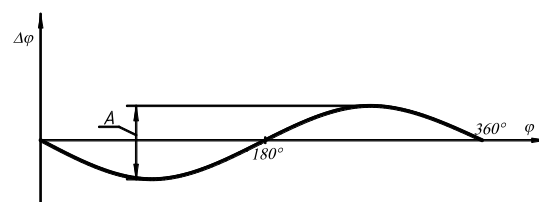


Fig. 4. Graficul erorii de transmitere a mișcării în cuplajul cu role cu pereți drepte ai canelurilor longitudinale (cuplajele Hooke).

La rotirea arborelui conducător 10 cu un unghi egal cu pasul roților de angrenare 6, roata satelit intermediară 5 va efectua un ciclu complet de precesie, care se va transforma, prin intermediul arborelui înclinat, într-o rotație completă a arborelui de ieșire 9. În cazul cuplajului 11 cu caneluri longitudinale 13 drepte, forța normală F_n (fig. 6), cu care acționează pereții canelurilor longitudinale 13 asupra rolei conice 12, este egală cu forța tangențială din angrenarea roților de angrenare 6 cu dinții roților dințate centrale 2 și 3 F_t (fig. 8). Forța normală din angrenare F_n' va fi egală

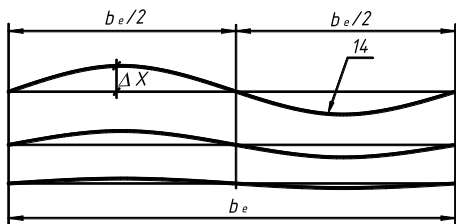


Fig. 5. Tabloul compensării erorii de transmitere a mișcării în cuplajul cu role cu caneluri cu suprafața laterală de scrisă de ecuația $\Delta x = R_e \cdot \text{tg} 2\theta \cdot \sin \varphi$.

cu $F'_n = F_t / \cos \alpha_w$, iar forța axială F_a , cu care roata satelit intermediară acționează prin butucul ei asupra arborelui înclinat δ , va fi egală cu $F_a = F_t / \text{tg} \alpha_w$.

În cazul cuplajului *II* cu caneluri longitudinale *16*, executate înclinat la unghiul γ , forța tangențială F_t generează, suplimentar forța axială F'_a , cu care acționează pereții canelurilor longitudinale *16* asupra rolei conice *12* în direcție axială. În acest caz, forța axială sumară, cu care acționează rola de angrenare *6* asupra dinților roților centrale *2* și *3*, se determină prin relația

$$F_{a\Sigma} = F_a + F'_a.$$

Astfel, la același moment de torsiune, la intrare în angrenaj, va fi dezvoltată o forță axială mai mare, care se transmite arborelui înclinat δ și se transformă în moment de torsiune la ieșire.

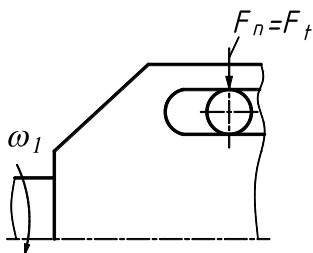


Fig. 6. Schema de calcul a forței normale în cuplajul cu role cu pereți drepecți ai canelurilor longitudinale.

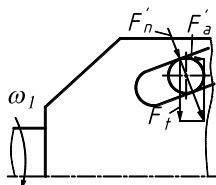


Fig. 7. Schema de calcul a forței normale în cuplajul cu role cu pereți înclinați ai canelurilor longitudinale.

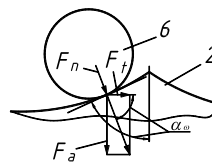


Fig. 8. Schema de calcul a forței normale și axiale în contactul roților de angrenare cu dinții roților centrale.

În cazul funcționării cuplajului *II* cu caneluri, fără modificarea suprafețelor laterale, transmiterea mișcării de rotație de la arborele conducător *10* la roata satelit intermediară se va efectua cu o oarecare neuniformitate, al cărei caracter sinusoidal este prezentat în fig. 4. Pentru compensarea acestei neuniformități, se propune execuția pereților laterali *14* ai canelurilor longitudinale *13* cu modificarea

$$\Delta x = R_e \cdot \text{tg} 2\theta \cdot \sin \varphi,$$

unde R_e este raza exterioară a flanșei tubulare a arborelui conducător;

θ - unghiul de nutație al roții satelit intermediare;

φ - unghiul de rotire a arborelui conducător.

Valoarea Δx este egală ca mărime cu jumătate din amplituda sinusoidii (v. fig. 4) și opusă ca direcție acestei amplitudini. Această soluție permite compensarea totală a erorii de transmitere a mișcării în cuplajul *II*, care reprezintă o articulație Hooke.

Execuția pereților laterali *14* ai canelurilor longitudinale *13* în direcție radială spre centru, înclinați la unghiul $\beta/2$, unde β este unghiul de conicitate a roților conice, totodată planul mediu, care include suprafața de lucru a pereților canelurilor, trece prin centrul de precesie „O” și asigură excluderea frecării de alunecare în contactul roților conice *12* cu pereții *14* ai canelurilor longitudinale *13*.

Avantaje:

- elaborarea multiplicatorului planetar precesional în două trepte asigură largirea posibilităților cinematice;
- legătura cinematică a roții satelit exterioare cu discul cu flanșă înclinată, cu care este legată rigid o alta roată dințată centrală, care angrenează cu roata satelit interioară, asigură largirea posibilităților cinematice;

- realizarea legăturilor cinematice între arborele de intrare și arborele de ieșire prin angrenare cu roți dințate, una dintre roți a fiecărui cuplu având dinții executați în formă de role, instalate pe osii și excluderea cuplajului compensator asigură majorarea randamentului.

CONCLUZII

Multiplicatoarele precesionale își pot găsi utilizare largă în mașinile de lucru, care necesită multiplicarea turațiilor, datorită capacității portante înalte, amplasării coaxiale a arborilor de intrare și ieșire, randamentului relativ ridicat.

Excluderea mecanismului de legătură în formă de cuplaj compensator, care funcționează la unghiuri relativ mari între axele

arborelui de intrare și ale roții satelit, permite majorarea randamentului.

BIBLIOGRAFIE

1. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GRIGORAȘ, Ș. Transmisii Planetare, Precesionale și Armonice, Atlas. 1997. Ed. Tehnică, București – „Tehnica” Chișinău, 200 p.
2. BOSTAN, I. Precessionnye peredaci s mnogoparnym zacepleniem. Ed. Știința, Chișinău, 1991, 356 p.
3. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, O.; CIOBANU, R. Brevet de invenție nr. 3153 MD. Multiplicator planetar precesional, BOPI nr. 09/2006.
4. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; CIOBANU, R. Brevet de invenție nr. 3276 MD. Multiplicator precesional, BOPI nr. 03/2007.

CZU: 531.8(076.5)

ASPECTS CONCERNING THE ELABORATION OF K-H-V PRESSIONAL MULTIPLIERS

Ciobanu Radu - senior lecturer

(Technical University of Moldova, Republic of Moldova)

Various technological and energetic systems need updated multipliers. Planetary precessional transmissions function efficiently in the regime of reducer, differential and multiplier. This work presents some aspects concerning the justification of the precessional gear geometrical parameters and of the joining mechanism for satellite block and inlet shaft.

Prezentat la redacție la 05.01.2011