FOGFELÜLETEK KEPZÉSE HIPOID KEREKEKNÉL

Kismihály János

Dr. Gyenge Csaba

Összefoglaló

A hipoid hajtópárokat kitérő tengelyű, a tengelytávú kúpkerék alkotják. Forgástengelyeik általában merőlegesek (ortogonálisak), de léteznek nem ortogonális hipoid hajtópárok is. Kizárólag ívelt fogazattal készülnek. Fogdalaik bonyolult térbeli felületek ezért tervezésük, legyártásuk és ellenőrzésük nehéz feladatok elé állítja a mérnököket.

A dolgozat ismerteti a hipoid fogaskerekek egymást kölcsönösen burkoló fogfelületeinek vonalmenti kapcsolódásának feltételeit, bemutatja a lehetséges elméleti fogazási eljárásokat, párhuzamot vonva a párhuzamos tengelyű hengeres fogaskerekkel és elemzi az elméleti fogazási módszerek gyakorlati megvalósításának lehetőségeit.

1. Bevezetés

Tételezzünk fel egy kitérő tengelyű hajtópárt, melynél az 1-es és 2-es tengelyek Σ szöget zárnak be egymással (1. ábra). Ha a tengelyek normáltranzverzálisa merőleges a papír síkjára akkor a Σ szög a valódi nagyságban jelenik meg. Ahhoz, hogy lehetséges legyen a mozgás átvitele az 1-es tengelyről a 2-re, léteznie kell két forgásfelületnek, melyek a g csavartengely mentén érintkeznek. A csavartengely a forgástengelyekkel σ_1 valamint σ_2 szöget zár be, tehát a forgásfelületek a v_1 és v_2 sebességekkel, valamint az ω_1 és ω_2 szögsebességekkel jellemzett egyköpenyű forgáshiperboloidok, melyeket *axoidoknak* nevezünk.

Az axoidok felületei síkban nem kiteríthető felületek, tehát analitikusan és grafikusán is meghatározható a disztribúciós paraméterük [1]:

$$p_1 = \frac{v_1 \cos \sigma_1}{\omega_1 \sin \sigma_1}, \quad p_2 = \frac{v_2 \cos \sigma_2}{\omega_2 \sin \sigma_2} \tag{1}$$

$$p_1 = p_2 = p = \frac{a_1}{\tan \sigma_1} = \frac{a_2}{\tan \sigma_2} \tag{2}$$

1. ábra. Hipoid hajtópár kinematikája.

relatív csavarparaméter szerint [1], [4]:
$$h_{12} = \frac{v_{12}^0}{\omega_{12}} \quad (3)$$

$$h_{12} = a_1 \tan \sigma_1 = a_2 \tan \sigma_2 \quad (4)$$

Ahhoz, hogy az axoidokon kívül, a hozzájuk rendelt fogfelületek is egymást kölcsönösen burkoló felületek legyenek teljesülnie kell a 2-es és 4-es összefüggéseknek.

2. A fogfelületek előállítás

2. ábra. Hengeres fogaskerek fogfelületképzése.

Ismert, hogy párhuzamos tengelyű hengeres kerek S₁ és S₂ fogfelülete előállítható az r_s szerszám-osztókörhöz rendelt S₃ felülettel, mely csúszás nélkül gördül le az r₁ valamint az r₂ fogaskerék-osztóköreken (2. ábra).

Az S₁-S₃ és az S₂-S₃ felületek páronként egymást kölcsönösen burkolják, kapcsolóvonaluk egybeesik, következik, hogy az S₁ fogfelület burkolja az S₂-t

2.1. Hiperboloid eljárás

Hasonlóan a hengeres kerekhez vegyük fel a H₃ szerszám-hiperboloidot, mely a g alkotó mentén érintkezik a H₁ és H₂ axoidokkal és azokon csúszás nélkül gördül le. Így létrejön a 3. ábrán látható H₁-H₃ és H₂-H₃ hiperboloidpár. Ha a H₃ megfelelő fogazattal van ellátva, a relatív mozgás következtében leképezi a H₁-en az S₁ fogfelületet, a H₂-n pedig az S₂ fogfelületet.

Az S₁ és S₂ közötti kapcsolódás vizsgálatára, a 2. egyenlet szerint, a szerszám-hiperboloidot úgy kell felvenni, hogy az a₃ és σ₃ kielégítse a következő feltételeket [1]:

$$\frac{a_1}{\tan \sigma_1} = \frac{a_2}{\tan \sigma_2} = \frac{a_3}{\tan \sigma_3}, \quad p_1 = p_2 = p_3 \quad (5)$$

valamint a 4. egyenlet alapján:

$$h_{13} = a_1 \tan \sigma_3 = a_3 \tan \sigma_1 \quad (6)$$

$$h_{23} = a_2 \tan \sigma_3 = a_3 \tan \sigma_2 \quad (7)$$

Következik:

$$h_{13} \neq h_{23} \neq h_{12} \quad (8)$$

Annak ellenére, hogy a H₁, H₂, H₃ egymást kölcsönösen burkolja, a 6-os és 7-es egyenlet szerint a distribúciós paraméterük nem egyenlő, következik, hogy az S₁-S₂, valamint az S₂-S₃ között vanalmenti érintkezés van, de az S₁-S₂ között pontszerű.

3. ábra. A hiperboloid eljárás elve.

2.2. Platoid módszer

Kutatásai során Wildhabert talált olyan S_3 szerszám-felületet, mely a H_1 -el, valamint a H_2 -vel való kapcsolódásában teljesíti a $p_1=p_2=p_3=p$ és $h_{13}=h_{23}=h_{12}$ feltételeket [2]. Ebben az esetben a hiperboloidokhoz rendelt S_1 és S_2 fogfelületek között vonalmenti érintkezés lesz.

4. ábra. A Wildhabert által elnevezett platoid.

Az S_3 egy bonyolult térbeli alakzat, mely a következőképpen jön létre: alakítva egy vékony acélszalagot két hengeres kerék fogai között előáll a fogasléc alakzat, két kúpkerék között pedig előáll a sikkerék. Hasonlóan, ha az acélszalagot két kitérő tengelyű fogaskerék között alakítjuk, egy csigalépcsőhöz hasonló alakzatot kapunk, melyet Wildhabert *platoidnak* nevezett (4. ábra).

Az eljárás matematikai alapjainak leírása Capelle nevéhez fűződik [3].

A 3-as tengelyű S_3 szerszámfelület a_3 , σ_3 , p_3 , h_3 paramétereinek meghatározására abból a feltételből indulunk ki, hogy az eredő v_{13} sebesség- és az ω_{13} szögsebességvektorok párhuzamosak a g közös alkotóval (5. ábra). Sajátos esetben, mikor az 1-es és 2-es tengelyek merőlegesek a [4] szerint:

$$\tan \sigma_1 = \frac{\omega_1}{\omega_2}, \quad \sigma_2 = 90^\circ - \sigma_1$$

$$a_1 = a \sin^2 \sigma_1, \quad a_2 = a - a_1, \quad a_3 = a \cos 2\sigma_1$$

$$h_{12} = h_{13} = h_{23} = -\frac{a}{2} \sin 2\sigma_1 \quad (\text{bal oldal})$$

$$h_3 = \frac{a}{2} \sin 2\sigma_1 \quad (\text{jobb oldal})$$

$$\omega_3 = \omega_1 \sin \sigma_1, \quad v_3 = a_1 \omega_1 \cos \sigma_1$$

5. ábra. A platoid eljárás kinematikája általános esetben.

Ezen elv szerint működő fogazógépek fő mozgásai: a fogazandó kerék egyenletes forgó mozgása és a késtartó csavar mozgása. Ezek a gépek nincsenek elterjedve, annak ellenére, hogy több találmány született ebből a célból. Gondot jelent az állítható csavarparaméterű késtartó megvalósítása, mely technológiailag megoldható, de bonyolultsága miatt csökkenti a gép szilárdságát és pontosságát.

2.3. Félig lefejtett eljárás

6. ábra. A félig lefejtett eljárás elve:
a. legördüléssel (száraskerek)
b. profilozással (tányérkerék)

A Gleason cég belátva, hogy kitérő tengelyű fogaskerekek megmunkálásánál a hiperboloid és a platoid módszer nem biztosítja a fogak vonalmenti érintkezését, kidolgozta a félig lefejtett eljárást. Lényege, hogy az szerszám-felületet azonosítja a tányérkerékkel ($S_2=S_3$), melynek fogárkát legördülés nélkül profilozással alakítják ki. A módszer nagyon termelékeny, megfelelő marófejkiképzéssel megoldható a késtartó visszahúzása nélküli osztás is (6. ábra).

Legördüléssel, csak a száraskerek fogai készülnek, biztosítva a $\omega_1/\omega_2=z_1/z_2$ relatív mozgást közte és az S_2 szerszám között. Ezen az elven működnek a Gleason-Formate fogazógépek. Ez az egyedüli gyakorlati eljárás, mely biztosítja a fogoldalak vonalmenti érintkezését.

IRODALOM

- [1] Lévai, I.: Fogazatok kapcsolódásának kinematikai elmélete és alkalmazása a hipoidhajtások tervezésére. Doktori értekezés, Miskolc, 1997.
- [2] Wildhabert, E.: Basic Relationship of Hypoid Gears. Amerivan Masinist, 1946.
- [3] Capelle, I.: Theorie et calcul des angrenages hypoide. Editore Dunod, Paris, 1949.
- [4] Sejly, M.: Allgemeine kinematische Theoreme für das Frasen von Hypoidgetriebere. Acta Tehnica CSAV, 1968, Nr. 4. 426/448.
- [5] Gyenge, Cs., Kismihály, J.: Cinematica si tehnologia danturilor conice hipoide. Conferinta Internationala Masini si Tehnologii Moderne 93, Cugir, 12-13.oct.1993, p. 259/264.
- [6] Kismihály, J., Koncz, Zs.: Hipoidhajtások kinemaikája és modern technológiája. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Kecskemét, ápr.1993.

KISMIHÁLY JÁNOS okleveles gépészmérnök

ARMATURA RT Garii u., 19 sz., Kolozsvár

Tel. 64-13.27.37

Fax. 64-19.42.41

Prof. dr. **GYENGE CSABA** okleveles gépészmérnök

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Muncii u., 15 sz.

Tel. 64-41.50.51/170