XIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2008. március 14-15.

SPECIÁLIS CSIGAHAJTÁSOK

Prof. Dr. DUDÁS Illés, Prof. Dr. LÉVAI Imre

Abstract

Special worm gear drives (as spiroid, disc, toroid, etc.) contains the semi conical worm gear drives as well, when one element of worm gear pair is conical. The aim of this paper is to call-up and solve some geometrical questions of this relatively new worm gearing.

Összefoglaló

A különleges csigahajtások (spiroid, disc, toroid, stb.) egyik csoportját alkotják a félkúpos csigahajtások, amikor a csigapárok egyike kúpos. Az előadás célja ezen viszonylag új csigahajtás típus néhány geometriai kérdésének felvetése, megoldása.

1. FÉLKÚPOS CSIGAHAJTÁSOK

A térbeli különleges, speciális hajtások rendszerezésével többek között Erikhov [6], **Minkov** [14], (1,2 ábra) **Drahoš** [4], **Litvin** [13] munkái foglalkoznak. Magyarországon a hipoid, spiroid és különleges hajtásokkal Lévai [9, 10, 11] spiroiddal Hegyháti [8], **Dudás** [5], míg a különleges toroid hajtásokkal **Bercsey** [2] foglalkozott. Különleges hajtásoknak tekinthetjük a belső hordó csigahajtásokat is, melyeket **Pay E.** [15] és **Pay G.** [16] publikált. Duplex csigahajtással foglalkozott **Gyenge** [21] munkájában. Egyfajta javaslat a **Goldfarb** [7] által publikált munka (3. ábra).

Cikkünkben a [7] által felvetett úgynevezett félkúpos csigahajtásokkal foglalkozunk, melynek geometriai méretezését, illetve gyártási lehetőségét tárjuk fel. Ez a hajtópár elrendezés különleges konstrukciós lehetőségre ad és speciális kis helyszükségletű hajtások alakíthatók ki. A félkúpos csigahajtások vizsgálatához alapként a spiroid hajtást tekintjük. Az [5] irodalomban közölt általános matematikai modell jól felhasználható megfelelő paraméterezéssel ezen hajtásra vizsgálatához.

Kapcsolódó felületek külső hajtás esetén

Prof. Minkov szerint

1. ábra Kapcsolódó felületek külső hajtás esetén [14] szerint

Kapcsolódó felületek belső hajtás esetén

Prof. Minkov szerint

2. ábra Kapcsolódó felületek belső hajtás esetén [14] szerint

1.1. Geometriai méretezés, modellezés

Az 3. ábrán modellezett hengeres csiga – belső, illetve külső kúpos hajtások és a hengeres csiga – síkkerék (toroid) hajtások láthatók [7].

3. ábra Belső, külső kúpos, valamint toroid hajtások

Ez esetben a **hengeres csiga – belső kettős kúpos kerék** kapcsolódását vizsgáljuk meg. Az eredmények könnyen általánosíthatók a külső kúpos és a síkkerék kapcsolódásokra is.

A kiemelt modell a 4. ábrán látható.

4. ábra Hengeres csiga – belső kúpkerek kapcsolódása

A 4. ábrára hivatkozva vegyük fel az alábbi 1 és 2 koordinátarendszereket.

5. ábra Alkalmazott koordinátarendszerek

Ez alapján felírhatjuk a kiinduló adatokat, a transzverzális vektort, valamint a kapcsolódó tengelyekhez szükséges összefüggéseket.

1.2. Kapcsolódás tengelyei, fővonalak

A kapcsolótérben egy sajátos egyenespárt alkotnak. Ezekre mindig illeszkednek a kapcsolódásban lévő fognormálisok. A kapcsolódás tengelyei függetlenek az érintkezési pontok koordinátáitól, vagyis térben állandóak. Metszik a legrövidebb tengelytáv vonalát, arra merőlegesen. **Ahol ilyeneket fel lehet fedezni, a kapcsolódás geometriája lényegesen egyszerűsíthető.**

Ezen a téren jelentős elméleti vizsgálatot végzett Altmann [1] és Litvin [12].

A félkúpos csigahajtások geometriai tervezése tehát nagyobb figyelmet feltételez. Amint az elemzésből következik két megoldás is lehetséges, a tervezőnek kell választani. Az egyik esetben az I., a másik esetben a II. kapcsolódási tengelyen lesz a főpont, de mindkettő kívül van a tengelytávolság vonalán [9].

1.3. A hajtás hatásfoka

A műszaki fejlesztés természetes törekvése a jó hatásfokú hajtások tervezése és megvalósítása. Az egyik lehetőség: **biztosítani a kedvező hidrodinamikai feltételeket**. Csigahajtásoknál ebben az irányban jelentős fejlesztések történtek, amelyek szakmai körökben általában ismertek. Igen jó eredményeket értek el például az ívelt profilú (körív) csigákkal és a hozzájuk kidolgozott technológiákkal [5,20].

Lehetséges azonban olyan módszer alkalmazása is, amely a fogfelületek „befeszülése” (nagy erők a fognormális irányában) miatt előálló többlet terhelések és veszteségek csökkentéséhez vezet. Ezt a lehetőséget [10] bemutatta. A műszaki megoldáshoz – részletezés nélkül – a következő gondolatsoron át juthatunk el. Tegyük fel, hogy **a csiga hajt**. A kerékről levehető teljesítmény alapján a **hatásfok**:

$$\eta = \frac{F_2 v_2}{F_2 v_2 + \mu F_n v_{12}} \quad (9)$$

Ahol:

F_2 – kerületi erő a keréken,

v_2 – kerületi sebesség a keréken,

μF_n – súrlódó erő,

$\mu F_n v_{12}$ – teljesítmény veszteség,

$F_n = F_2 / \cos \alpha_n \cdot \cos \beta_2$ – normális erő

$v_n = v_2 \cdot \cos \beta_2$ – normális irányába eső sebesség komponens.

A számításokat derékszögű csigahajtással összevetve, 5-6 %-os **hatásfok javulást várhatunk**. A hidrodinamikai kenés kialakulásának természetesen ekkor is nagy jelentősége van, vagyis a javulás inkább a normális irányú erők jelentősebb csökkenésére vonatkozik.

1.4. Térbeli hajtások geometriai méretezése

Bármely térbeli hajtás összes geometriai jellegű adatát **hat kiindulási adat egyértelműen meghatározza** [10]. Ezek közül **három alapadat** tengelytávolság (a), tengelyszög (Σ), és a hajtás áttétele ($z_{f2}/z_{f1} = i_{12}$). A **többi három** pedig ezekről és egymástól független geometriai paraméter lehet. A legváltozatosabb kombinációk fordulnak elő. Ezekben a kombinációkban lehet figyelembe venni bizonyos elméleti szempontokat, a technológiát, a gyártószerszámok adatait, stb. Egy-egy tervezési folyamatnál, algoritmusnál, ezeknek a szempontoknak a kialakítását nevezzük **tervezési stratégiának**. A csigahajtás RP modellje megjelenítése a 6. ábrán látható [18].

6. ábra A hajtás RP modellje

A hajtás geometriai RP modelljét a Gépgyártástechnológiai Tanszéken állítottuk elő. Ez a tengelyhelyzet különleges konstrukció megoldásokat és alkalmazásokat eredményezhet[18].

Összefoglalás

A fentiek alapján világosan látható, hogy a félkúpos csigahajtások geometriai méretezése a spiroidra alapozva elvégezhető. A hatásfok és kenés vonatkozásában ezek a különleges csigahajtások adott esetben jó értéket adnak. Meg kell említeni, hogy az utóbbi években a hengeres íveltprofilú csigahajtásokkal [5] igen jó eredményeket értünk el. A hipoid hajtásokra [9, 10, 11] és a toroid [2] hajtásokra kitűnő eredmények adódtak. A félkúpos különleges hajtások egyesítik magukba a hidrodinamikai kenés szempontjából kedvező érintkezési karakterisztikát és jó hatásfokot. Véleményünk szerint e különleges hajtásokra a jövőben jelentős alkalmazás várható.

Irodalmi hivatkozások

- [1] Altmann, F.G.: *Bestimmung des Zahnflankeneingriffs bei allgemeinen Schraubgetrieben. VDI Forschung aus dem Gebiete des Ingenieurwesens*. Berlin, 1937. No. 3.
- [2] Bercsey T.: *Toroid hajtások elmélete*. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1977.
- [3] Capelle, J.: *Théorie et calcul des engrenages hipoids*. Dunod, Paris, 19410.
- [4] Drahos, I.: *A Wildhaber-Novikov fogazás általánosítása forgási körgyűrű felülettel lefejtett fogfelületek esetére*. Kandidátusi disszertáció. Kézirat. Miskolc, 1964., p. 51.
- [5] Dudás I.: *Worm Gear Drives*. Penton Press, London, 2000.
- [6] Erikhov, M.L.: *Systematic principals, analysis methods and gearing scheme synthesis questions*. Diss. Doct. Techn. Sc. USSR, Leningrád, 1972., p. 458. (in Russian).
- [7] Goldfarb, V.: *Skew Axis Gearing Scheme Synthesis. International Conference on Motion and Powertransmission*. 1991. Hiroshima, Japan.
- [8] Hegyháti, J.: *Untersuchungen zur Anwendung von Spiroidgetrieben*. Diss. A. TU. Drezden, 1988., p. 121.
- [9] Lévai I.: *Hipoidhajtások tervezésének alapjai*. Egyetemi Kiadó, 1994.
- [10] Lévai I.: *Definition of the Loss Factor in the Relative Space of Torsion of Gear Trains having Skew Axes*. Publications of University of Miskolc. Series C. Mechanical Engineering. Volume 47. 1997.
- [11] Lévai I., Nándoriné Tóth M.: *Kapcsolási tengelyek, mint határértékek általános helyzetű csigahajtásnál*. GÉP, 2007/2.
- [12] Litvin, F.L.: *Gear Geometry and Applied Theory*. Prentice Hall, 1994.
- [13] Litvin, F.,L., Fuentes, A.: *Gear Geometry and applied Theory*. Cambridge University Press. p. 800.
- [14] Minkov, K.: *A new approach to basic geometry and classification of nonorthogonal gearing. Proceedings, International Power Transmission and Gearing Conference, Chicago, vol. 2, 1989., pp.: 593-598.*
- [15] Pay, E.: *Technological Experiments on the Grinding Process of Worm Gears*, IMEC 96, Manufacturing Engineering: 2000 and Beyond, Connecticut, U.S.A., Aug. 1996. pp.189-191.
- [16] Pay, G. L.: *Belső csigas hajtások PhD*. Disszertáció, Miskolc, 2001
- [17] Takahashi, K.: *Basic Relationships of Gear mesh with a Contact Line. International Conference on Motion and Power transmission*. 1991. Hiroshima. Japan.
- [18] „A gyártásgeometria és a kapcsolódás jellemzőinek komplex vizsgálata korszerű csigahajtások esetében” OTKA K 63377. A kutatás időtartama: 2006-2008. (Témavezető: Dudás I.)
- [19] Pállfy Károly, Prezentszky Tibor, Csibi Vencel, Antal Béla, Gyenge Csaba, Balogh Ferenc: *Fogazott alkatrészek tervezése, szerszámai és gyártása*, GLÓRIA Kiadó Kolozsvár, 1999 p 432.
- [20] Dudás I.: *Csigahajtások elmélete és gyártása, Műszaki Kiadó, Budapest, 2007, p335*

[21] Gyenge Cs.. *Duplex csigahajtások megmunkálásához szükséges lefejtőmarók pontosságának emelése*. Doktori disszertáció. I.P.C. Kolozsvár,1979.

Prof. Dr. Dudás Illés, egyetemi tanár
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék
H-3515 Miskolc-Egyetemváros
E-mail: ggytdi@gold.uni-miskolc.hu

Prof. Dr. Lévai Imre, professzor emeritus
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
H-3515 Miskolc-Egyetemváros