FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Hipoid kúpfogazatok görbületeinek vizsgálata CAD rendszerek segítségével

Kismihály János

Összefoglalás

A kúp- és hipoidkerekek származtatásakor, a relatív mozgás során, a származtató- és a származtatott felület egymást kölcsönösen burkolják. Az ilyen fogfelületek görbületeinek számítása meglehetően bonyolult.

Kutatásainkban arra kerestünk választ, hogyan lehet felhasználni a 3D-s tervezőrendszereket ilyen problémák könnyebb megoldására. Ismerve a körívfogazatú hipoid kúpkerékpár származtatási módszerét, az Euclid tervezőszoftverrel előállítottuk a fogaskerekek felületmodelljeit. Először külön külön vizsgáltuk a főpontban a száras- és a tányérkerék fogfelületeinek tetszőleges metszetbeli görbületi sugarának és görbületének változását, azután pedig az egymással kapcsolódó fogfelületek redukált görbületét.

Kutatásaink által bebizonyosodott, hogy a 3D-s tervezőrendszerek alkalmasak ilyen jellegű feladatok megoldására, kiküszöbölve a bonyolult matematikai képletek alkalmazását.

Bevezetés

Kúpfogaskerekek esetében általában ismert az ideális szerszám származtatófelülete, így a főmetszeteinek görbületi sugarai is (ρ_{s1} , ρ_{s2}). Meg kell határozni az általa lefejtett fogfelületek főmetszeteinek görbületi sugarait (ρ_{11} , ρ_{22}). Az Euler-Savary tételt alkalmazva [5], a szakirodalomban található megoldások, az egymást kölcsönösen burkoló fogfelületek görbületeit rendszerint csak egyetlen síkmetszetben, az osztókúpok által alkotott közös érintősíkban vizsgálják.

$$\frac{1}{\rho_{11}} = \frac{1}{\rho_{s1}} \pm \frac{\cos \delta_1 \sin^2 \beta_1 \cos^2 \alpha_n}{r_{m1} \sin^2 \alpha_n} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\rho_{22}} = \frac{1}{\rho_{s2}} \pm \frac{\cos \delta_2 \sin^2 \beta_2 \cos^2 \alpha_n}{r_{m2} \sin^2 \alpha_n}$$

ahol: α_n a normálkapcsolószög, β_1 , β_2 a foghajlásszög, δ_1 , δ_2 az osztókúpok félnyílásszöge.

Ismerve a főmetszetek görbületeit, kiszámítható a tetszőleges normálmetszetbeli görbület is:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_I} \cos^2 q + \frac{1}{\rho_{II}} \sin^2 q \quad (2)$$

ahol: ρ_I , ρ_{II} a főmetszetek görbületi sugarai, q a normálmetszet elhelyezkedési szöge.

Fogfelület tetszőleges metszetbeli görbületének meghatározása CAD rendszerben

A fogfelület görbületének meghatározására CAD rendszer segítségével, szükséges a felület 3D-s modelljének az előállítás, mely két féle módon lehetséges:

1. Matematikai úton, a származtató fogfelület egyparaméteres burkolása révén meghatározzuk a származtatott felület biparametrikus egyenletét.

$$\bar{r}_1 = \bar{r}_1(p_1, u_1, \varphi_1) \quad , \quad \bar{r}_2 = \bar{r}_2(p_2, u_2, \varphi_2) \quad (3)$$

A paraméternek értéket adva a szélső értékek között, egy térbeli ponthálót kapunk, melyet a CAD rendszerben Spline felülettel burkolunk [4].

2. Meghatározzuk a normálmetszeti fogprofil és a fogiránygörbe egyparaméteres egyenletét. Jelöljük $P(p)$ -vel egy tetszőleges pont helyzetét a fogprofilon, ahol $p \in [p_1, p_2]$, valamint $T(t)$ -vel egy tetszőleges pont helyzetét az iránygörbén, ahol $t \in [t_1, t_2]$. Elcsúsztatva a fogprofilgörbét a fogiránygörbén megkapjuk az $S(p, t)$ egyenletű fogfelületet.

$$S(p, t) = T(t) P(p) \quad \forall p \in [p_1, p_2] \text{ és } t \in [t_1, t_2] \quad (4)$$

A hajtás főpontjában felvesszük az N normálsíkot, melyet tetszőleges szögelfordulással többször elforgatunk a főpontbeli n - n normális körül. Elmetszve a fogfelületet a síkokkal egy görbesereget kapunk, melyek a főpontban metszik egymást (1. ábra). Bármely CAD rendszer meg tudja határozni tetszőleges térbeli görbe tetszőleges pontbeli görbületi sugarának irányát és nagyságát. A kapott görbesereg metszéspontbeli görbületi sugarának értékét és irányát a 2 ábra mutatja, a száras kerék konvex-, valamint a tányérkerék konkáv fogoldala esetén.

1. ábra. A fogfelület metszése a normálsíkokkal.

A száras kerék konvex fogoldalának görbületi sugarainak az iránya megegyezik (a fog belseje felé mutatnak) és egy kúpfelületet burkolnak, melynek csúcsa a főpontban helyezkedik el (2. ábra), míg a tányérkerék konkáv fogoldalának görbületi sugarainak iránya változó (egyik fele befele, a másik fele kifelé mutat) és egy-egy fél kúppalástot burkolnak a fogfelület két ellentétes oldalán, melyek egymásnak komplementárisai és közös csúcuk szintén a főpontban van.

2. ábra. A főpontbeli görbületi sugarak irányvonalának elhelyezkedése.

A görbületi sugár és a görbület változását a főpontban a 3, valamint a 4 ábra mutatja.

3. ábra. A görbületi sugár változása a főpontban.

4. ábra. A görbület változása a főpontban.

Megvizsgálva a 4. ábra diagramját, látható, hogy a száraskerék konvex fogfelületének a görbülete azonos előjelű bármilyen metszetben, tehát a két főmetszetben is, amiből következik, hogy ezen a felületen lévő főpont *eliptikus*. A tányérkerék konkáv fogfelülete esetén a változási görbéje metszi a vízszintes tengelyt, a két főmetszetben tehát a görbületek ellentétes előjelűek, következik hogy itt a főpont *hiperbolikus* pont. A két metszet melyekben a görbület előjelet vált merőlegesen egymásra.

A kapcsolódó fogfelületek hordképvizsgálata céljából eredményesebb a redukált görbület számítása, mely a kapcsolódó felületek egymáshoz viszonyított (relatív) görbületét adja meg (5. ábra).

5. ábra. A redukált görbület változása a főpontban.

Következtetések

A CAD rendszerek felületmodellező moduljai segítségével lehetőség van bonyolult matematikai képletekkel való számolás kiküszöbölésére. Az eddig alkalmazott módszerek általában csak a főmetszetek görbületeinek a meghatározására voltak alkalmasak, tetszőleges metszetben tulságosan elbonyolódtak. A fentiekben bemutatott módszer segítségével gyorsan és egyszerűen meghatározható tetszőleges fogfelület tetszőleges metszet- és pontbeli görbülete, vagy annak a változása.

Irodalom

- [1] Dudás, I. Csavarfelületek gyártásának elmélete. Doktori értekezés tézisei, Miskolc, 1981.
- [2] Euclid. Advance Surface, vol 1. Matra Datavision, 1997.
- [3] Gyenge, Cs. Contribuții asupra îmbunătățirii preciziei frezelor melc pentru executarea angrenajului melcat duplex. Teză de doctorat, IPCN, 1979.
- [4] Kismihály, J., Gyenge, Cs. Modern tervező és gyártórendszerek alkalmazása íveltfogú hipoid hajtópár tervezésében és gyártásában. FMTÜ '98, Kolozsvár, 1998 március 19-21.
- [5] Lévai, I. Hipoidhajtások tervezésének alapjai. Egyetemi Kiadó, Miskolc, 19994.

Kismihály János, doktorandusz

ARMATURA S. A. , Gării u, 19

Tel: 435367/108, 124 Fax: 435368