Kolozsvár, 1998. március 20-21.

Modern tervező- és gyártórendszerek alkalmazása iveltfogú hipoid hajtópár tervezésében és gyártásában

Kismihály János

Összefoglalás

Kutatásainkban arra kerestünk választ, hogyan lehet felhasználni a 3D-s tervezőrendszereket és a rapid prototyping gépeket a hipoid kúpfogaskerekek tervezésében és gyártásában.

Ismerve a körívfogazatú hipoid kúpkerék-hajtópár származtatási módszerét, az Euclid tervezőszoftverrel előállítottuk a fogaskerekek felület- és testmodelljeit, melyek segítségével vizsgáltuk a fogfelületek érintkezési tulajdonságait valamint a hajtópár kapcsolódását. A kapott testmodelleket STL kiterjesztésű file-ba alakítva a hajtópárt legyártottuk a Kolozsvári Műszaki Egyetemen működő LOM 1050 típusú rapid prototyping gépen. Az Euclid tervezőszoftver megmunkáló moduljaival NC programot állítottunk elő, melynek segítségével három tengelyes megmunkálóközpontra kimartuk a tányérkerék fogazatát.

Bevezetés

Kúpkerék-hajtópárok kapcsolódásának tanulmányozására, mátrixtranszformáció segítségével meghatározhatók az egymással érintkező fogfelületek paraméteres egyenletei.

$$\bar{r}_1 = \bar{r}_1(p_1, u_1, \varphi_1) \quad , \quad \bar{r}_2 = \bar{r}_2(p_2, u_2, \varphi_2) \quad (1)$$

A fenti paraméterek diszkrét értékeket vesznek fel, tehát az (1) egyenlet diszkrét pontokat határoz meg a fogfelületeken, melyeknek sűrűsége függ a paraméterek növekményeitől. A módszer hátránya, hogy a felület csak n pontban ismert, közöttük "lyukak" vannak, a számítógépes nyilvántartás memóriaigényes, két felület érintkezésének vizsgálata nehézkes.

Körívfogazatú kúpfogaskerekek fogfelületeinek ábrázolása bezier felületelemek segítségével

Ha egy Bezier görbét elcsúsztatunk egy másik Bezier görbén, akkor Bezier felületelemet kapunk. Bármelyik 3D-s tervezőszoftver meg tudja határozni a Bezier felületelem bármely pontjának koordinátáit, mely nagy előnyt jelent a diszkrét pontábrázolással szemben. 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 egy $S(p, t)$ fogfelületet kapunk (1. ábra):

$$S(p, t) = T(t) P(p) \quad \forall p \in [p_1, p_2] \text{ és } t \in [t_1, t_2] \quad (2)$$

A felületelemmel való ábrázolás előnyei:

- a fogfelület bármely pontjának koordinátái, normálisa, görbületi sugara ismert,
- két fogfelület kapcsolódásának tanulmányozása egyszerűbb.

a)

b)

c)

1. ábra. Állandó fogmagasságú íveltfogú kúpkerék fogiránygörbéje(a), fogprofilja (b) és fogfelülete (c).

Körívfogú hipoid kúpfogaskerek ábrázolása testmodellek segítségével

A tervezésben nagyon fontos a tervezendő munkadarab vizuális megjelenítése számítógép segítségével. Sajnos a 3D-s tervezőszoftverek alkalmazása a kúpos hajtópárok tervezésében még nem terjedt el, annak ellenére, hogy nagyon sok előnyt rejt magába.

Mint tudjuk, a hipoid kúpkerék fogárait a marótárcsa fogai marják (vágják) ki miközben a fogazandó kerék legördül a síkkeréken. A hordkép lokalizálására a száraskerék fogoldalait két külön-külön beállított

marófejjel kell megmunkálni. Az Euclid tervezőszoftvert alkalmazva előállítottuk az 1 táblázatban található hipoid hajtópár testmodelljét (2. ábra).

1. Táblázat

HIPOIDHAJTÓPÁR TESTMODELLEZŐ KIINDULÁSI ADATOK			
	Megnevezés	Jel	Érték
1	Tengelytáv	a	40,000
2	Fogszám	z_1 / z_2	16 / 39
3	Áttétel	i_{12}	2,400
4	Tengelyszög	Σ	90,000
5	Hjtási modul	m	5,98886
6	Középső osztókör sugár	r_{m1} / r_{m2}	71,79487 / 140,00000
7	Középső szerszámgörbületi sugár	R_c	152,4
8	Osztókúpszög	δ_1 / δ_2	24,37712 / 64,90147
9	Közepes foghajlásszög	β_{m1} / β_{m2}	48,13864 / 33,47121
10	Középső osztókúp hossz	R_{m1} / R_{m2}	173,94669 / 154,59711
11	Fogazat szélesség	b_1 / b_2	48,00000 / 38,00000
12	Középső síkkerék sugár	R_p	160,00000
13	Síkkerék közepes foghajlásszög	β_p	38,88520
14	Fogazat ívelesének sugara	r_{ef1} / r_{ef2} r_{if1} / r_{if2}	155,97078 / 157,27864 148,82922 / 147,52136
15	Hipoid tengelyeltolás	a_1 / a_2	25,72830 / 15,09621
16	Fogzási áttétel	i_{r1} / i_{r2}	2,5995097 / 1,0664654

2. ábra. Hipoid kúpkerekhajtópár testmodelljének előállítása.

Kísérleti eredmények

- A fogoldal felületmodellje segítségével bármelyik pontban és metszetben ismert a felületi normális iránya és a görbületi sugár nagysága (3. ábra).
- Két egymással kapcsolódó fogoldal felületmodelljeivel meghatározható a pillanatnyi érintkezési felület nagysága (4. ábra).

c) A hipoidhajtópár testmodelljeit STL kiterjesztésű file-ba alakítva a hajtópárt legyártottuk a Kolozsvári Műszaki Egyetemen működő LOM típusú rapid prototyping gépen (5. ábra).

d) Az Euclid 3D-s tervezőszoftver megmunkáló moduljaival NC programot állítottunk elő, mellyel háromtengelyes megmunkálóközponton kimartuk a tányérkerék fogazatát.

3. ábra. A normális iránya és a görbületi sugár nagysága a fogfelület hét pontjában.

4. ábra. Pillanatnyi érintkezési felületeket határoló görbék.

5. ábra. LOM típusú rapid prototyping gépen gyártott hajtópár.

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. Hipoid hajtópárok geometriai tervezésének számítógépes optimalása. microCAD96, Miskolc, 29.febr-1.mart.1996, p. 97.