XIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2008. március 14-15.

HORDKÉP ELEMZÉSE ÚJ MATEMATIKAI MODELLBEN

Prof. Dr. Dudás Illés, Dr. Balajti Zsuzsanna

Abstract

The aim of the paper to show the **localising the bearing pattern** and exploring the relations between the geometrical parameters of the worm in the new model.

Összefoglalás

A cikk célja ez esetben egy új modellben a **hordkép lokalizálás** és a csiga geometriai paraméterei közötti kapcsolatok feltárásának bemutatása.

1. Általános matematikai modell

A hengeres csavarfelületek és szerszámaik, valamint kúpos csavarfelületek és szerszámaik kapcsolódásának vizsgálatára egy összevont általános kinematikai modellt fejlesztettünk ki, amely alkalmas az említettek egy matematikai modellben való kezelésére. Ezen modell felfogás egy új CNC gép létezését feltételezi, amellyel változó tengelytávolság esetén a geometriailag helyes gyártás lehetséges [2]. A koordináta-rendszerek kapcsolata térbeli hajtások csavarfelületek és szerszámaik gyártáselméletének általános vizsgálatához a [2]-es irodalom 3.10. ábráján látható.

2. A modell alkalmazhatósága

Az érintkezési viszonyok javításának és a teherbírás növelésének egyik módja a terhelés alatti érintkező felület hidrodinamikai szempontból kedvező tartományra való korlátozása, a **hordkép lokalizálása** [7, 11]. A hordkép alapvetően meghatározza a hordképes kenőfilm kialakulását és a hajtópár teherbírását, élettartamát, valamint a többi üzemi jellemzőit.

Bár a hajtópár típusa (geometriai kialakítása) ezeket a tulajdonságokat bizonyos határok között determinálja, de a hajtás típusára jellemző paraméterek célszerű megválasztásával az adott cél szerinti maximum, *a lehetséges intervallumon belül helyes tervezéssel elérhető, illetve több cél esetében van optimalizálásra lehetőség* [3, 5, 9, 10].

A hajtástípusok sokfélesége megkívánja, hogy az értékelési szempontok, illetve az egyes jellemzők meghatározása azonos elvek szerint történjen [2]. A hajtópár két tagja a viszonylagos mozgásban burkolja egymást, kapcsolódásuk az érintkezési vonal mentén történik.

A cikk készült az MTA-ME Gépgyártástechnológia Kutatócsoport keretén belül.

Paper was made in the frame of research work of Production Engineering research group of HAS.

Ennek meghatározása az alábbi összefüggésekkel történik.

Adott az egyik tag felülete az S_{1F} forgó koordináta-rendszerben:

$$\mathbf{r}_{1F} = x_{1F}(\eta, \vartheta) \mathbf{e}_x + y_{1F}(\eta, \vartheta) \mathbf{e}_y + z_{1F}(\eta, \vartheta) \mathbf{e}_z \quad (1)$$

Ennek normálvektora:

$$\mathbf{n}_{1F} = \frac{\partial \mathbf{r}_{1F}}{\partial \eta} \times \frac{\partial \mathbf{r}_{1F}}{\partial \vartheta} \quad (2)$$

A két tag közötti relatív sebességvektor meghatározható:

$$\mathbf{v}_{1F}^{(12)} = \mathbf{M}_{1F,2F} \cdot \frac{d}{dt} \mathbf{M}_{2F,1F} \cdot \mathbf{r}_{1F} \quad (3)$$

ahol $\mathbf{M}_{1F,2F}$ és $\mathbf{M}_{2F,1F}$ a koordináta-rendszerek közötti transzformációs mátrixok, és

$$\mathbf{P}_{1a} = \mathbf{M}_{1F,2F} \cdot \frac{d}{dt} \mathbf{M}_{2F,1F} \quad (4)$$

ahol $\mathbf{P}_{1a}$ a kinematikai leképezés mátrixa.

A felület (η, ϑ) értékpárja legyen egy u paraméter függvénye.

Az érintkezési vonal egyenletét a kapcsolódás I. törvénye szerint a következő függvénykapcsolat írja le:

$$f(\eta(u), \vartheta(u), \varphi_1) = f(u, \varphi_1) = \mathbf{n}_{1F} \cdot \mathbf{r}_{1F} = 0 \quad (5)$$

Rögzített φ_1 mozgásparaméter értékek mellett meghatározhatók a felületnek azok az összetartozó $\eta(u), \vartheta(u)$ paraméter értékpárjai, amelyek kielégítik az (5) összefüggést.

A továbbiakban konkretizáljuk a problémát a tengelymetszetben körív-alkotóval rendelkező csiga profilú felületre.

Az új modellben kidolgozott matematikai összefüggések felhasználásával egy C nyelvű számítógépes program készült, melynek futtatásával ábrázolásra kerültek a kapcsolódást jellemző érintkezési vonalak, melyek más-más geometriai paraméterek mellett más-más képet, jelleget mutatnak. Az 1. ábrán egy konkrét eset került bemutatásra a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékének Kutatócsoportja által tervezett, tengelymetszetben körív profilú csiga hajtása során fellépő érintkezési vonalak esetén más-más rögzített mozgásparaméter esetén. A program bemenő adatai:

$\beta_{AB} = 38,999957^\circ$
 $X_A = -19,67 \text{ mm}$
 $X_B = 38,24 \text{ mm}$
 $i_{21} = 0,0857142$
 $K = 69,5 \text{ mm}$
 $a = 285 \text{ mm}$
 $x_2 = 1$

$p = 18,75 \text{ mm}$
 $z_{ax} = 0 \text{ mm}$
 $\rho = 45 \text{ mm}$
 $\varphi_1 = -30 - 200^\circ$
 $\eta = 38,75 - 58,75 \text{ mm}$
 $\vartheta = -60 - 60^\circ$
 $nv \leq 0,001$

1. ábra Az érintkezési vonalak az általunk kifejlesztett számítógépes program alapján az $[(x_2), (y_2)]$ síkban

A csomópontok szögei β_A és β_B , a ρ_{ax} körív profil sugara, p csavarparaméter és a K profil körív sugár középpontjának távolsága a csiga tengelyétől.

2. ábra A hordkép legszélső pontjai

A 2. ábrán a csigakerék működő fogfelületén lévő, érintkező pontok legszélső pontjainak halmazát, azok értelmezését illusztrálja, azaz a jobb és bal szélső pontjait adják a hordképnek.

A pontokhoz az u_i húrhossz szerinti paraméterezést rendeltük. Egy interpolációs Bézier-görbét határoztunk meg, mely illeszkedik az adott H_{bal} és H_{jobb} pontokra.

3. ábra A hordkép legszélső pontjaira illesztett Bézier-görbék

3. Következtetések

Az új modell mind a hengeres, kúpos, de a globoid hajtások vizsgálatára egyaránt alkalmas. Alkalmazhatósági területe a kapcsolódáselmélet [3, 5,10], gyártásgeometria és szerszámozás kérdései [7, 8, 9]. A [2] PhD disszertáció részletesen tartalmaz egységes modellben megoldásra felvetett tématerületeket és analitikus megoldásokat is. A kifejlesztett C nyelvű számítógépes program a hordkép elemzésre, illetve lokalizálásra alkalmas különböző csigahajtások tervezésekor.

Irodalom

- [1] **Balajti Zs.:** *Térbeli hajtások hordképének elemzése, meghatározása*, GÉP című folyóirat 2005/5, LVI. Évfolyam, 57-67. old.
- [2] **Balajti Zs.:** *Kinematikai hajtópárok gyártásgeometriájának fejlesztése*. PhD dolgozat. 2006.
- [3] **Bercsey T.:** *Globoid csiga és sík fogfelületű hengeres kerék kapcsolódási viszonyainak vizsgálata*, Egyetemi doktori értekezés, Budapest, 1971.
- [4] **Bercsey, T., Groma, I., Horák, P.:** *Modelling Errors in Worm Gear Manufacturing with Random Variables*, Dresdener Maschinenelemente Kolloquium. 5. und 6. Dezember 2007, Dresden.
- [5] **Horák P.:** *Körívprofilú csigahajtópárok tribológiai vizsgálata*, PhD értekezés Bp., 2003.
- [6] **I. Dudás, Zs. Balajti:** *Modelling and development for describing the bearing pattern of spiroid drives*, Proceedings of the Sixth IASTED International Conference on "Robotics and Applications, 2005. October 31. – November 02. 2005., Cambridge, USA, pp. 203-208., ISBN 0-88986-521-3
- [7] **Dudás, I.:** *The Theory and Practice of Worm Gear Drives*. Prenton Press, London, 2000.
- [8] **Dudás I.:** *Csavarfelületek gyártásának elmélete*. Akadémiai doktori disszertáció, Miskolc, 1991.
- [9] **Dudás L.:** *Kapcsolódó felületek párok gyártásgeometriai feladatainak megoldása az elérés modell alapján*, Kandidátusi értekezés, Budapest, TMB, 1991.P.144. 2005. 06. 29.
- [10] **Lévai I.:** *Fogazatok kapcsolódásának kinematikai elmélete és alkalmazása hipoid-hajtások tervezésére*, Akadémiai doktori értekezés, Miskolc, 1980. 1/153.
- [11] **Pálffy K., Prezenszky T., Csibi V., Antal B., Gyenge Cs., Balogh F.:** *Fogazott alkatrészek tervezése, szerszámai és gyártása*, Gloria Kiadó, Kolozsvár, 1999.

Köszönetnyilvánítás:

Készült a K63377 sz., „A gyártásgeometria és a kapcsolódás jellemzőinek komplex vizsgálata korszerű csigahajtások esetében” című OTKA , valamint az MTA-ME Gépgyártástechnológiai Tanszéki Kutatócsoport támogatásával (témavezető: Dr. Dudás Illés)

Prof. Dr. Dr.hc. Dudás Illés D.Sc¹, Dr. Balajti Zsuzsanna², egyetemi tanár¹, egyetemi adjunktus²
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék¹, Ábrázoló Geometriai Tanszék²
3515 Miskolc-Egyetemváros
Tel.: +36-46-565-160
E-mail: ggytdi@gold.uni-miskolc.hu