FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

MATHEMATIKAI ALGORITMUS A PROFILKORREKCIÓS FOGASKEREKEK CNC KÖSZÖRÜLÉSE CÉLJÁBÓL

RAFA Annamaria, GYENGE Csaba

Abstract: In this paper we outline the use of modernized a NILES type gear grinding machine, by integrating numerical command equipment FANUC. After that we present a mathematical algorithm which was used for programming a CNC gear grinding machine with the aim of generating different tooth flank involute sections.

Key words:

CNC gear grinding machine, teeth modified profile, cylindrical gears, mathematical algorithm

Összefoglaló:

A dolgozat keretében ismertetjük a profilkorrekciós fogaskerekek szerkesztési és technológiai sajátosságait. A CNC köszörülés céljából egy részletes matematikai algoritmust fejlesztettünk ki, amelynek lényegét röviden ismertetjük.

Kulcsszavak :

CNC fog köszörülés; profilkorrekció, hengeres fogaskerekek

1. Bevezető

Ipari megbízás alapján a Nagyvárad EMSIL TECHTRANS és a Szatmárnémeti UNIO vállalatokkal együttműködve, felújítottunk egy NILES típusú fogasköszörű gépet, FANUC vezérlést alkalmazva. A gép beállítása és programozása különböző köszörülési eljárások érdekében, szükségesé vált megfelelő algoritmusok kifejlesztése .

Az algoritmusokat nagy számú gyakorlati kísérletekkel ellenőriztük le és a sikeres eredményeket hasznosan alkalmazza az UNIO vállalat. A dolgozat keretében bemutatjuk az egyik algoritmust és gyakorlati alkalmazását.

2. A CNC fogköszörűgép ismertetése

Amint a bevezetőben említettük a profilkorrekciós fogaskerekek köszörülése céljából, egy NILES típusú fogaskerékköszörűgépet korszerűsítettünk, FANUC vezérlést alkalmazva. Az 1. ábrán látható a gép szerkezete és a koordináta tengelyek elhelyezése.

1.ábra. A. CNC fogaskerék köszörűgép vázlata és koordináta rendszere

Az evolvens típusú hengeres egyenes fogazatú kerek burkoló köszörülése érdekében, meg kellett határozzuk a **B** és **Z** koordináta irányában való relatív mozgások valós méreteit, a fogprofil valamennyi szakaszán. Ennek érdekében hét algoritmust dolgoztunk ki :

- A1 algoritmus: egyenes fogú hengeres kerek számára amikor $R_f \leq R_b \cdot \cos \alpha_t$;
- A2 algoritmus: egyenes fogú hengeres kerek számára amikor $R_f \geq R_b \cos \alpha_t$;
- A3 algoritmus algoritmus: fejlenyéses egyenes fogú hengeres kerek számára ;
- A4 algoritmus: láblenyéses egyenes fogú hengeres kerek számára ;
- A5 algoritmus: fej-és láblenyéses egyenes fogú hengeres kerek számára;
- B1 algoritmus : jobb dőlésű hengeres fogaskerek számára;
- B2 algoritmus : bal dőlésű hengeres fogaskerek számára;

Annak érdekében, hogy ugyan azzal a köszörűkoronggal lehessen megköszörülni, bármilyen profilszögű fogaskeret, valamennyi algoritmus keretében ezt a feltételt biztosítottuk.

A következőkben, az A1-es algoritmust ismertetjük.

3. A1 algoritmus a profilkorrektíós hengeres fogaskerek köszörülésére,

$R_f \leq R_b \cdot \cos \alpha_t$, **esetben**

A köszörülés kezdő és végső helyzetét a 2 ábrán mutatjuk be. Amint láthatjuk a köszörülés a T_s pontban kezdődik és az A_s pontban végződik. A két pont közötti gördülő mozgás érdekében a munkadarab szöggel kell elforduljon és ezalatt a gép szánja b értékkel kell elmozduljon Z irányban. Az ábra alapján felírhatjuk, hogy :

$$b = \frac{\overline{T_s M_s}}{\cos \alpha_{st}} = \frac{\overline{T_s M_s} - \overline{M_s P_s}}{\cos \alpha_{st}} = \frac{1}{\cos \alpha_{st}} \left(\sqrt{R_{ws}^2 - R_b^2} - y \cdot \cos \alpha_{st} \right) \quad (1)$$

$$b = \frac{\sqrt{R_{ws}^2 - R_b^2}}{\cos \alpha_{st}} - y \quad (2)$$

ahol: R_{ws} – a technológiai kapcsolás gördülő lörének sugara,

R_b – amegmunkálendő fogaskerék alkörének sugara.

Az y paramétert következőképpen határozhatjuk meg :

$$y = \frac{R_b}{\cos \alpha_{st}} \cdot \left[(\operatorname{tg} \alpha_{st} - \operatorname{tg} \alpha_t) + \frac{1}{R} \left(\frac{\pi m_t}{4} - x \cdot m_n \cdot \operatorname{tg} \alpha_t \right) + (\alpha_t - \alpha_{st}) \right] \quad (3)$$

2.ábra. A jobb fogoldal köszörülésének relatív helyzetei

Egymásutáni meghatározások révén:

$$\phi = \frac{\sqrt{R_x^2 - R_b^2}}{R} \quad (3)$$

$$\varphi_{ga} = \frac{\sqrt{R_a^2 - R_b^2}}{R_b} \quad (4)$$

$$l_{ga} = - \left(\frac{\sqrt{R_a^2 - R_b^2}}{\cos \alpha_{st}} \right) \quad (5)$$

ahol: $R_x = OM_s$ a következőképpen határozható meg :

$$R_x = R_b \sqrt{1 + \left(\operatorname{tg} \alpha_{st} - \frac{y}{R_{ws}} \right)^2} \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{st} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_s}{\cos \beta} \quad (7)$$

4. Következtetések

A bemutatott algoritmus segítségével, pontosan meghatározhatók a programozáshoz szükséges geometriai adatok, bármilyen típusú fogaskerék számára (STAS, DIN, AGMA, stb.)

A nagyszámú gyakorlati kiérletek igazolták az algoritmusokat és azóta az UNIO gyárban rendszeresen alkalmazzák főleg külföldi rendelések esetében.

A következőkben, bizonyos beruházás révén tovább szándékszunk fejleszteni a köszörűgőpet, úgy hogy növelni lehessen a profilkorrekciók fajtáit (főleg a szélturbinák hajtóművei számára).

Irodalom

- [1] GYENGE, Cs., et al.: **CNC and environment friendly technologies development for cylindrical gears manufacturing in the local industry.** - Research project Sapientia Institute Cluj-Napoca 2004/2005;
- [2] GYENGE, Cs., BOB, M.: **Aspecte caracteristice ale controlului digital complex al roților dințate cilindrice cu modificări de profil.** - 12 International Conference on Tools ICT-2007., Miskolc;
- [3] GYENGE, Cs., RAFA, A., et. al.: **Constructive and technological particularities for wind turbines gear components.** - The 5th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011), Phuket, May 2-3, 2011;
- [4] LITVIN, F. L., FUENTE, A.: **Geometria angrenajelor si teorie aplicata.** - Second edition, Cluj-Napoca 2009;
- [5] American Gear Manufacturers Association "Standard for Design and Specification of Gearboxes for Wind Turbines" AGMA Standard;
- [6] RAO, J.S., PURI, T., JOHN, J.: **Computer-aided design of gears in transmissions of gears in transmission systems** - International Conference on Gearing, Transmissions and Mechanical Systems, 2000, p.213-222;
- [7] PIAZZA, A., UBERTI, M., **Influence of tooth flank deviation classes on vehicle gear performances** - International Conference on Gearing, Transmissions and Mechanical Systems, 2000, p.315-325;

Gyenge Csaba / Acad. Prof. Ph.D. Eng.

Annamaria Rafa / Ph.D Student

Kolozsvári Műszaki Egyetem / B-dul. Muncii 103-105, 400641 Kolozsvár

Tel/fax: +40-264-415001