

KÜLÖNLEGES CSIGAHAJTÁSOK EGY KORSZERŰ TECHNOLÓGIÁJA

MODERN TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING THE SPECIAL WORM GEARS TRANSMISSIONS

Gyenge Csaba

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Románia, Kolozsvár. Str. Memorandumului nr.28
Tel/Fax. +240-4015001, Csaba.Gyenge@tem.utcluj.ro

Abstract

This paper firstly will go through the geometrical and functional particularities of concave transmissions, and secondly it will present the theoretical and experimental findings regarding the production of superior quality special worm gears. The developed methodology is oriented for use with point cloud surfacing construction and CNC machining of the gear. The relatively new procedure that does not require the same profile tool, specific target machine-tools, and with appropriate algorithms allow universal profile screw machining. This method has been tested and proven, having great results in real production scenarios.

Keywords: Gear transmissions, Worm Gear, CNC Manufacturing.

Összefoglalás

A dolgozat első részében röviden ismertetem a homorú profilú csigahajtások geometriai, kinematikai és működési sajátosságait. Utána röviden ismertetem az eddigi kifejlesztett technológiai eljárásokat a fent említett csigahajtások megmunkálása céljából. Tekintettel a CNC-vezérlés által lehetséges komplex eljárásokra, valamint a rendelkezésünkre álló berendezésekre, doktoranduszaimmal kifejlesztettünk egy aránylag új eljárást, amelyik nem igényel profilazonos szerszámot, különleges célgépet, és megfelelő algoritmusokkal bármilyen alapú csiga univerzális megmunkálását lehetővé teszi. A dolgozat keretében ismertetem a csigafelületek „pontfelhő” alapú konstrukciós analitikai és numerikus származtatási eljárást, valamint a CNC megmunkáló egységek programozásához szükséges algoritmusokat. A kifejlesztett technológiát gyakorlatilag is kikísérleteztük két erdélyi ipari vállalatban.

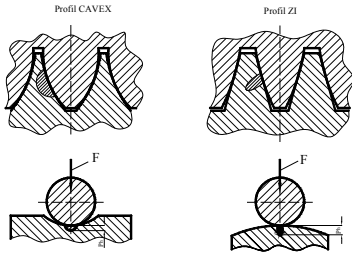
Kulcsszavak: fogaskerék-hajtások, csigahajtások, CNC-megmunkálások

1. A homorú profilú csigahajtások konstrukciós, funkcionális és technológiai sajátosságai

Kiváló tulajdonságaiknak köszönhetően, a múlt század közepétől kezdve, a homorú profilú csigahajtásokat egyre intenzívebben kezdték elméletileg és gyakorlatilag kutatni. A homorú profilú csiga foga és a domború profilú csigakerék közötti érintkezés igen kedvező mind az olajozás, mind a teherbí-

rás szempontjából [3] (1. ábra). 1899-ben Alfred Flender beindított egy gépipari vállalatot, amelyik rövid időn belül a csigahajtásokra specializálódott és 1960-ban már sorozatban gyártották a CAVEX elnevezésű homorú profilú csigákat.

Többek között a CAVEX csigahajtások egyik jellegzetes tulajdonsága abban rejlik, hogy a csiga fogvastagsága jóval nagyobb, mint a hagyományos egyenes alkotójú csigáké [1].



1. ábra. A CAVEX-féle és a ZI-féle csigahajtások axiális profiljai

Ami a megmunkálásukat illeti, főleg a fogak simítása céljából Litvin F. V., Nieman, Maros D., Dudás I., Dudás L. különböző megoldásokat dolgoztak ki [5], [3]. Valamennyi változó dőlésű és profilú tárcsa alakú köszörűkorongot alkalmaz, jó pontosságot és felületi érdességet biztosítanak, viszont csak különleges csigaköszörűgépen valósíthatók meg különböző szerszámprofilozó berendezésekkel [3]. Általában az eddig kifejlesztett eljárások, kis és nagy sorozatgyártásra alkalmasak, és megfelelő gyártóeszközöket igényelnek.

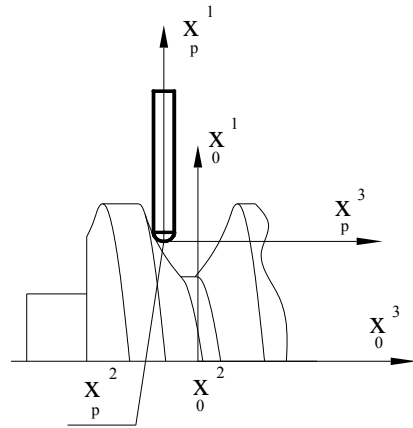
Kutatásaink keretében kidolgoztunk és kikísérleteztünk egy új megoldást, amelyik megfelelően alkalmazza a CNC vezérlési lehetőségeket, valamint a „pontfelhő” alapú felületszármaztatást [2], és megvalósítható univerzális CNC vezérlésű szerszámgépen

2. Új származtatási és technológiai megoldás a homorú profilú csigák gyártására

2.1. A csiga csavarfelületének, valamint a származtató szerszám felületeinek meghatározása

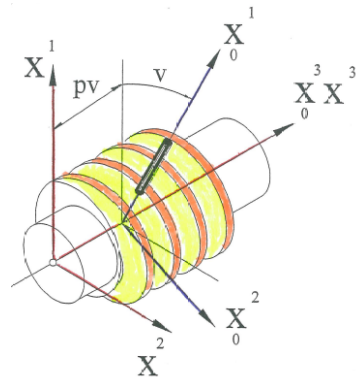
Az új megoldás szerint úgy tekintjük, hogy a csiga felületét a szerszám egy bizonyos pontja írja le (2. ábra) [7]. A szerszám aktív része egy forgásfelület, amelyet az axiális körív ír le. Ezt a felületet gyakorlatilag különböző típusú szerszámokkal lehet megvalósítani (tárcsamaró, ujjmaró, tárcsa alakú köszörűkorong, tányérkerékű ko-

rong). Bár a módszer általános, a csigák sorozatgyártásánál nemigen alkalmas, hiszen a kívánt profilú csigák CNC-esztergálással és CNC-szabályzóval szabályozott köszörűkorongokkal a kívánt pontossággal megmunkálhatók,



2. ábra. A csavarfelület pontszerinti leírása

Minden lépésben a szerszám aktív pontját végigfuttatjuk a csavarfelületen, és ezt megismételjük, ahányszor szükséges (az igényelt felületi érdesség függvényében). (3. ábra)[4].



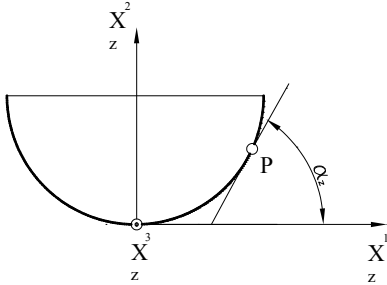
3. ábra. A szerszám pillanatnyi relatív helyzete ujjmaró esetében

Feltételezve, hogy a munkadarab csavarfelületét a szerszám axiális metszetének P pontja írja le (4. ábra), az, amelynek

helyzetét az X_z koordináta-rendszerben a

következő egyenlettel fejezhetjük ki [6]:

$$\bar{x}_z(t) = \begin{bmatrix} x_z^1(t) \\ x_z^2(t) \\ 0 \end{bmatrix}^T, \quad (1)$$



4. ábra. A szerszám axiális profiljának meghatározása

A szerszám által leírt felület általános egyenlete a hozzá kötött koordináta-rendszerben:

$$\bar{x} = [3, -v] \left\{ \left[3, \frac{\pi}{2} \right] \left[2, \frac{\pi}{2} \right] [2, \varphi] \bar{x}_z + [r_0, 0, f]^T \right\} + [0, 0, \pm p v]^T \quad (2)$$

ahol r_0 - a csiga osztóhengerének az átmérője, φ - a szerszám aktív metszetének a szögparamétere

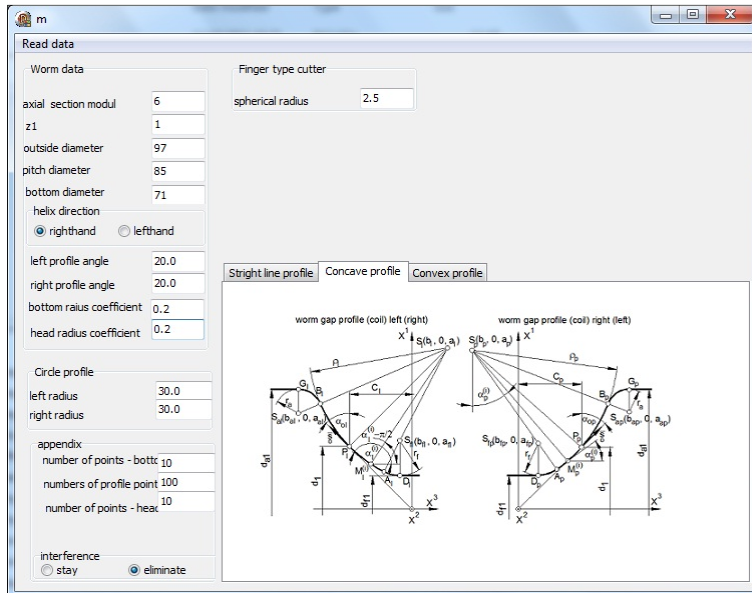
A fenti egyenlet egy fogásnak felel meg. A csiga egész felülete több fogás révén jön létre, egymás utáni értékeket adva a p és f paramétereknek.

2.2. Numerikus eredmények

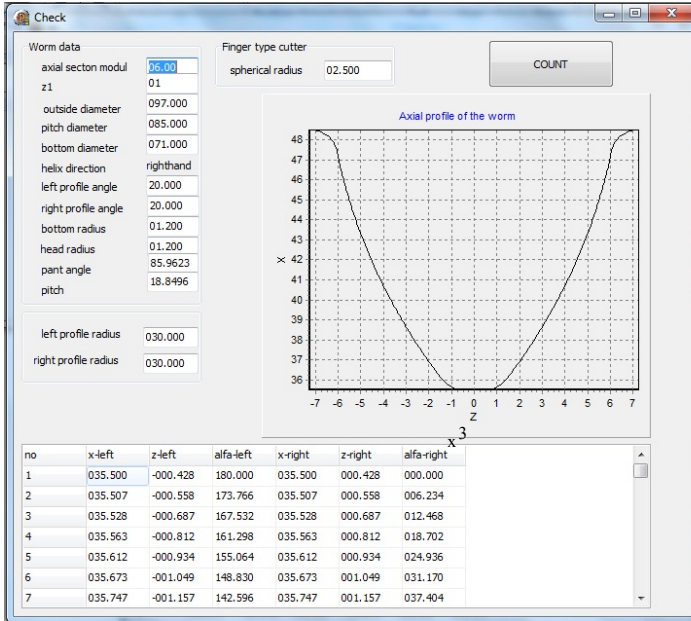
Kutatásaink keretében egy körív profilú csiga (5. ábra) numerikus meghatározásával és gyakorlati kivitelezésével foglalkoztunk [2].

A profilokat pontszerűen határoztuk meg és ezeket egy fájlban vezettük be a programba (6. ábra).

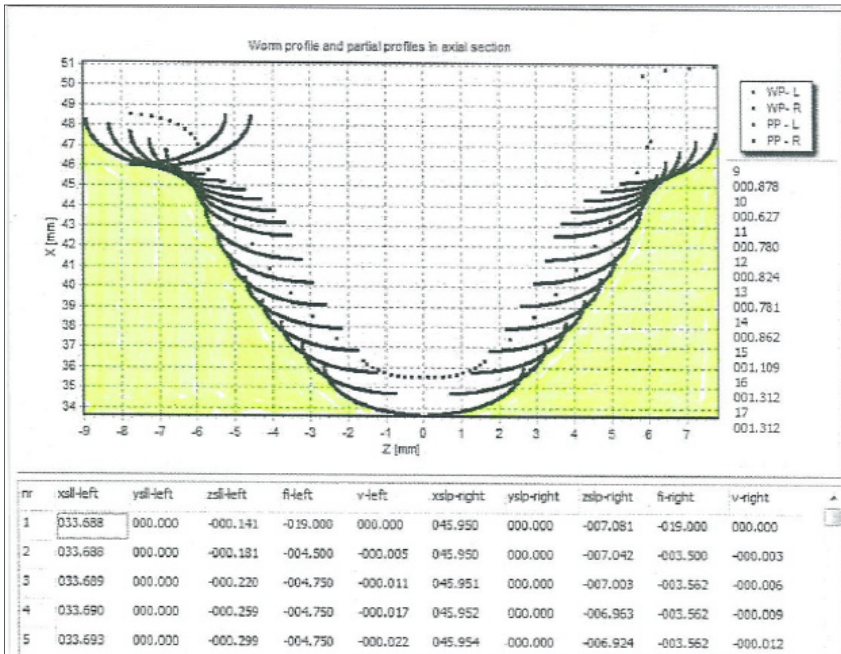
Az ujjmaróval 30 pontban leírt fogoldal és az elméletihez viszonyított eltérések a 7. ábrán láthatók.



5. ábra. A körív alakú csiga tengelymetszei és bevezető adatai



6. ábra. A csiga tengelyirányú metszetének a fájlja



7. ábra. A z=2,5 mm-es ujjmaróval leírt fogárok tengelymetszete és profileltérései

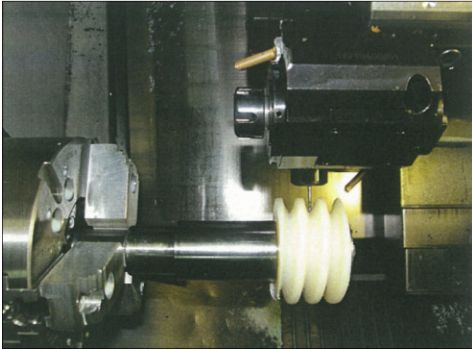
3. Gyakorlati megvalósítások

A tesztcsigákat egy S.C. DREKER típusú CNC vezérlésű megmunkáló központon gyártottuk le (8. ábra). A tesztcsiga adatai a következők voltak:

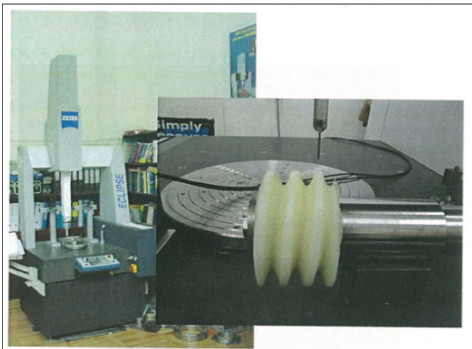
$$m = 6, d_1 = 85 \text{ mm},$$

$$d_{a1} = 97 \text{ mm}, d_{f1} = 71 \text{ mm}.$$

A megvalósított csigákat egy CERMI 550 mérőközponton (9. ábra) ellenőriztük egyetemünk Gépgyártástechnológia tanszékén.



8. ábra. A megmunkáló központ munkatere és a műanyag teszt csiga



9. ábra. A tesztcsiga mérése

A mérési eredmények szerint a kifejlesztett technológiával készített csiga pontossága az ISO 7490/4-82 szabvány szerinti IT -IT9 osztályba illeszkedik be. Sajnos megfelelő kutatási anyagi támogatások hiányában, egyelőre nem tudtuk továbbfejleszteni gyakorlati kísérleteinket, de meg va-

gyunk győződve, hogy nagyobb pontosságú megmunkáló központ és jobb minőségű munkadarabokkal jóval nagyobb pontosságú csigákat lehet előállítani.

4. Következtetések

A bemutatott elméleti és gyakorlati kutatásainkkal egy olyan technológiát fejlesztettünk ki, amelyikkel bármilyen alakú és konstrukciójú csigák megvalósíthatók egy univerzális CNC megmunkáló központon, tehát nem igényel speciális szerszámgepeket. Eddigi gyakorlati kísérleteink keretében egy aránylag kis átmérőjű ujjmarót használtunk, és így a termelékenység elég alacsony volt. Nagyobb átmérőjű szerszámmal és változatosabb technológiai paraméterekkel jobb termelékenységet és nagyobb pontosságot lehet elérni (például ultraprecíziós technológiával).

Természetesen a kifejlesztett algoritmusok és programok jóval terjedelmesebbek, de a dolgozat korlátozott mérete nem engedélyezte részletesebb ismertetését.

Ami a felületi minőséget illeti, bebizonyosodott, hogy egyenirányú marással jobb érdességet lehet elérni, mint az ellenirányúval, de egyelőre még alulmarad a köszörült csigafelületekhez viszonyítva.

A kifejlesztett technológia univerzális, de egyelőre csak egyedi és kissorozatgyártásra alkalmas, termelékenysége jóval alulmarad a körlapkás esztergakéssel történő menetesztergálással való gyártáshoz képest. Viszont egyik nagy előnye abban rejlik, hogy nem igényel profilazonos szerszámot, így kisebb befektetéssel és kisebb gyártás-előkészítéssel lehet előállítani különleges csigákat is. Amennyiben megfelelő anyagi támogatást tudunk kapni, tovább szándékozunk fejleszteni technológiánkat.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Boca,V.: *Cercetări legate de dezvoltarea unei tehnologii flexibile de fabricație a angrenajelor melcate*. Ph.D Thesis, 2011.

- U.T. Cluj-Napoca, Coordinator Csaba Gyenge and Tadeusz Nieszporek.
- [2] Boca, V., Gyenge, Cs., Gurzău, O. M., Oláh, L.: *Research regarding analytical and numerical determination of worm gear with parabolical profil*. MTeM 2009 Conference, ISBN 973-7937-87-04, Cluj-Napoca, Romania 2009. 13–16.
- [3] Dudás, I.: *The theory and practice of worm gear drives*. Penton Press, London, 2000.
- [4] Gyenge, Cs., Boca, V., Bob, M., Mihăiță M.: *Some characteristics aspects regarding the modeling and optimization of virtual technological system in gear manufacturing*. 12th International Research/Expert Conference. Trends in the development of machinery and associated technology. TMT 2008. 6–12. ISBN 978-9958-617-41-6. Iz-tambul, Törökország 2008.
- [5] Litvin, F.: *Gear geometri and applied theory*. Second edition. Cambridge University Press. 2004.
- [6] Nieszporek, T., Boral, P.: *Technologia ślimaków stożkowych*. Posiedzenie Sekcji Podstaw Technologii PAN, Częstochowa 2000. 117–122.
- [7] Nieszporek, T., Boca, V.: *New method of manufacturing the worm gear with concave profil*. MTeM 2011 Conference, ISBN 978-606-8372-02-0, Octombrie 2011. Cluj-Napoca, Romania. 218–221.