

Menesztés számítógépes tervezésének vizualizációja kúpos csavarfelületek helyes gyártásához

Visualization of computer design of the driving for correct manufacturing of the conical screw surface

ÁBEL József¹, Dr. habil. BALAJTI Zsuzsa²
PhD doktorandusz¹, egyetemi docens²

Miskolci Egyetem, Magyarország, H-3515 Miskolc-Egyetemváros,
Matematikai Intézet^{1,2}

¹abel.jozsef16@gmail.com, ²balajtizs@abrg.uni-miskolc.hu

Abstract

A prerequisite of intelligent manufacturing is the continuous development of tool geometry. In the course of our research work in case of the production of conical worm by apex adjustment, at a constant angular velocity of the shaft, because of the variable radius of transmission path, a variable peripheral velocity occurs resulting fluctuation in thread. To eliminate this manufacturing fault the points of the transmission path are determined at equal distances from the worm shaft by the corresponding design of the drive pin.

Keywords: Worm gear, hob, re-sharpening, tool post-adjusting

Kivonat

Az intelligens gyártásnak feltétele a szerszámgeometria folyamatos fejlesztése. Kutatómunkánk során a kúpos csiga csúcstelállítással történő megmunkálása esetén a tengely állandó szögsebessége mellett a mozgásátadó pálya változó nagyságú sugara következtében változó kerületi sebesség lép fel, amely a menetemelkedés ingadozását eredményezi. Ennek a gyártási hibának a kiküszöböléséhez a mozgásátadó pályagörbe pontjai a csigatengelytől azonos távolságra kerülnek meghatározásra a menesztőcsap alkotó görbéjének megfelelő kialakításával.

Kulcsszavak: Csiga kerék, maró, újraélezés, szerszám beállítás

1. A TÉMA BEMUTATÁSA

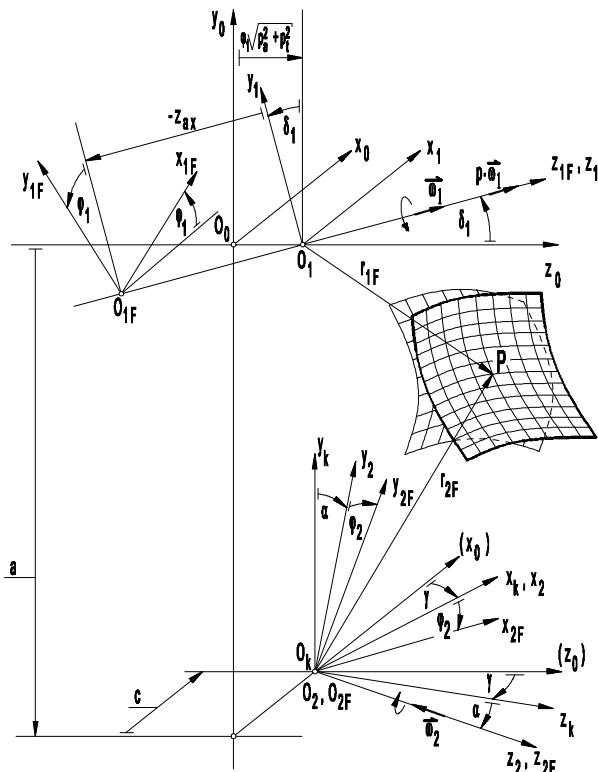
A hengeres és kúpos csavarfelületek és a csigák gyártásgeometriai fejlesztése, a pontosság növelése folyamatos elvárás az ipar részéről [1]. A kúpos csigák megkívánt gyártási pontosságának alapja az adott gyártási körülmények közötti pontos geometriai feltételek megfogalmazása. A Miskolci Egyetemmel együttműködési megállapodásban lévő Difi-CAD mérnöki irodában végzi a tevékenységét a Csiga Tudományos Iskola, ahol a kutatási témák egyike a kúpos csiga gyártásgeometriájának folyamatos továbbfejlesztése. A kúpos csiga és csigamaró megmunkálása során a csigatengelyt a csúcstelállítás miatt a menesztővillán át menesztőcsappal hajtjuk (1. ábra).



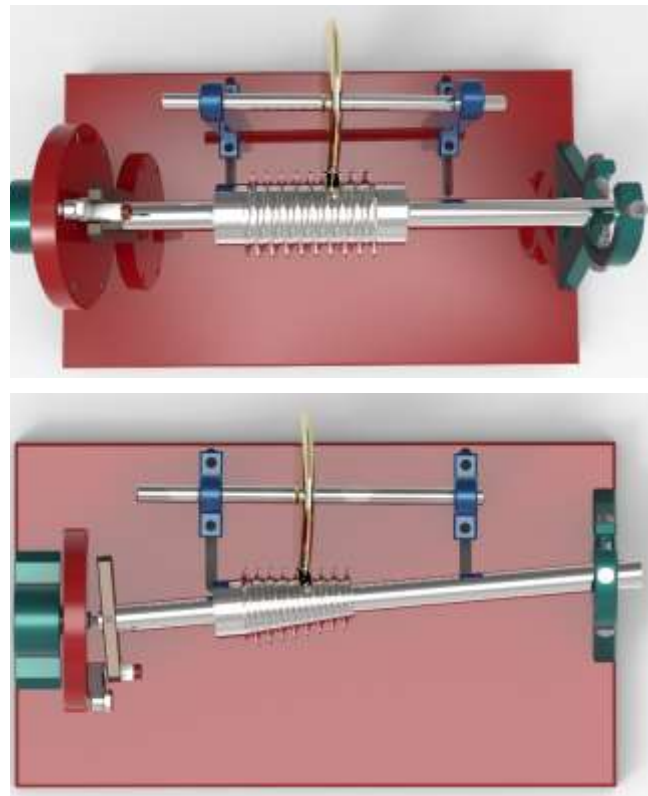
1. ábra Kúpos csigamaró tengelyelállítással történő megmunkálása a DifiCAD Mérnökirodában

A vizsgálatok a csiga hajtások gyártásgeometriai vizsgálatára kifejlesztett Dudás féle kinematikai matematikai modell [2] támogatásával készültek 2. ábra. A kúpos csiga tengelyelállítással történő

megmunkálása esetén a *menesztő csap tengelyének pályagörbéje a főorsó tengelyére merőleges síkban kör, viszont a félkúpszöggel elállított csigatengelyre merőleges síkban ellipszis pálya lesz* [3].



1. ábra Koordináta-rendszerek kapcsolata hengeres és kúpos csavarfelületek gyártásméltének vizsgálatához [2]



2. ábra A hengeres és kúpos csiga hagyományos menetkőszörűgéppel történő megmunkálásának modellje a Solid Edge tervezőprogrammal

A kúpos csavarfelület kőszörűkoronggal történő megmunkálása esetén az ellipszis pályán a rádiusz folyamatosan változik, ezért a főorsó állandó szög sebességgel történő forgása során a kerületi sebesség folyamatosan változik, ebből adódóan a szögelfordulás is, mely következtében *változik a csiga menetemelkedése a megmunkálás során*. [3,4]

1.1. Feladat

Többen vizsgálták a mozgásátadás során a kinematikai viszonyok változását analitikus úton, számítógéppel segített szimulációval [5, 6, 7], melyhez komoly gyártástudományi, geometriai és matematikai háttér szükséges [8, 9, 10]. Jelen írásunkban a kúpos csavarfelület tengelyelállítással történő helyes menesztésének tervezéséhez a menesztőcsap profiljának tervezését vizualizáljuk.

2. MEGOLDÁS

A menesztőcsap tengelyének T_k pontja a k körpályát írja le a fő-orsó síkjában. A kúpos csiga tengelyének δ félkúpszögével való elállítása esetén a menesztőcsap tengelyének T_e pontja az e ellipszispályát írja le a csiga tengelyére merőleges síkban (3. ábra), melynek fél kistengelye megegyezik a k körpálya r_k sugarával, fél nagytengelye pedig $r_k/\cos \delta$.

A mozgásátadás a menesztővilla és a menesztőcsap C érintkezési pontja által leírt pályán történik [11], ami a menesztőcsap tengelypontja által leírt pályagörbe érintőinek végpontja. A C érintkezési pont pályája a mozgásátadó m_{trans} görbe.

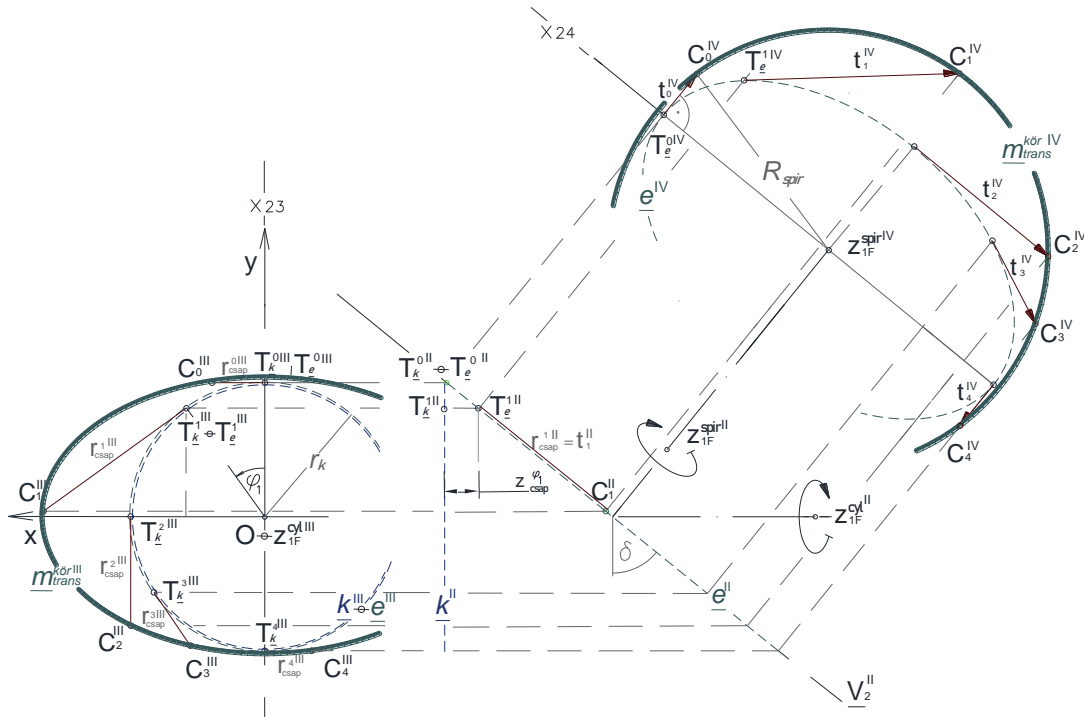
Az m_{trans} mozgásátadó pályagörbe $m_{trans}^{kör}$ körpályává alakításával a mozgásátadás állandó távolságba kerül a kúpos csiga forgástengelyétől. Ennek érdekében az e ellipszispálya T_e pontjában a t_e érintő egyenese a mozgásátadó $m_{trans}^{kör}$ körpályáig hosszabbításra került.

A t_0 kezdő vektor hossza adottnak tekinthető, és mivel párhuzamos a k pályagörbe K_3 síkjának és az e pályagörbe V_2 síkjának metszésvonalával

$$|t_0| = |t_0|^{III} = |t_0|^{IV} \quad (1)$$

A $m_{trans}^{kör}$ körpálya R_{spir} sugarát az $r_k / \cos \delta$, és a $|t_0|$ kezdő vektorhossz határozza meg a 3. ábrán látható módon

$$R_{spir} = \sqrt{(r_k / \cos \delta)^2 + |t_0|^2} \quad (2)$$



3. ábra. A menesztővilla és a menesztőcsap C érintkezési pontjának c_{trans} pályája körré alakítva a kúpos csiga tengelyének elállítása esetén

A C érintkezési pont (x_{C1}, y_{C1}) koordinátái a φ_1 függvényében

$$\left. \begin{aligned} x_{C1} &= \frac{\frac{ctg \varphi_1 \cdot r_k}{\sin \varphi_1} - \sqrt{\frac{ctg^2 \varphi_1 \cdot r_k^2}{\sin^2 \varphi_1} - (\cos^2 \delta + ctg^2 \varphi_1) \cdot \left(\frac{r_k^2}{\sin^2 \varphi_1} - R_{spir}^2 \cdot \cos^2 \delta \right)}}{(\cos^2 \delta + ctg^2 \varphi_1)} \\ y_{C1} &= -ctg \varphi_1 \cdot x_{C1} + \frac{r_k}{\sin \varphi_1} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

A $T_e^{III} \equiv T_k^{III}$ és a C_{φ_1} pontok közti távolság

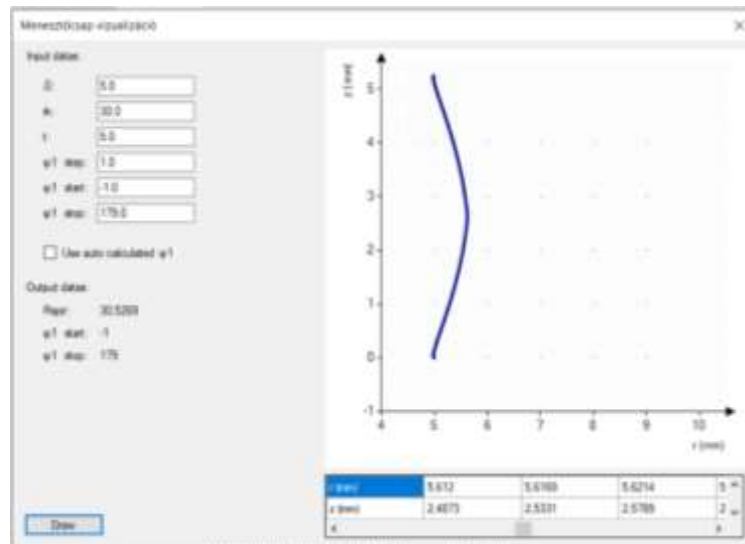
$$r_{csap}^{\varphi_1} = \sqrt{(x_{C1} - \cos \varphi_1 \cdot r_k)^2 + (y_{C1} - \sin \varphi_1 \cdot r_k)^2} \quad (4)$$

Ezt egybevetve a (3)-al, a menesztőcsapot létrehozó a alkotójának egyenlete

$$\left. \begin{aligned} r_{csap}^{\varphi_1} &= \sqrt{(x_{C1} - \sin \varphi_1 \cdot r_k)^2 + (y_{C1} - \cos \varphi_1 \cdot r_k)^2} \\ z_{csap}^{\varphi_1} &= tg \delta \cdot r_k \cdot (1 - \sin \varphi_1) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

3. EREDMÉNY

A forgástest alakú menesztőcsap alkotógörbéje az általunk kifejlesztett számítógépes programmal a 4. ábrán egy konkrét esetben kerül bemutatásra.



4. ábra. A menesztőcsap alkotógörbéje

A konkrét esetben a $\delta=5^\circ$, $r_k=30\text{mm}$, $t_0=5\text{mm}$ kezdőértékek esetén a program által számított adatokból kiolvasható a forgástest alakú menesztőcsap alkotójának maximális eltérése az egyenestől, ami az $r_0=5\text{mm}$ kezdő sugár érték mellett a $\Delta r_{csap}^{max}=0,62\text{ mm}$.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Ezen írásban bemutatásra kerül a saját készítésű programunkkal tervezett menesztőcsap alkotógörbe a kúpos csiga hagyományos menetkőszűrűgéppel történő megmunkálásának esetére a helyes menesztés biztosítására. Az eljárás a menesztővilla és a menesztőcsap érintkezési pontjának mozgásátadó pályájának körpályává alakításával készült. Az erre a feladatra kifejlesztett számítógépes programunk a menesztőcsap profil geometriai tervezésének lehetőségét biztosítja a csiga tetszőlegesen megválasztható félnyílásszögére, és az adott technológiai jellemzőkre vonatkozóan.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Dudás I.: *The extension of the general mathematical model developed for helicoidal surfaces to the whole system of manufacturing technology and production geometry (ProMAT)*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. London: Springer. ISSN 0268-3768 2016; 86(5–8):1557–1572.
- [2] Dudás I.: *The Theory & Practice of Worm Gear Drives*. London: Penton Press ISBN 1 9039 96619 9; 2004.
- [3] Óváriné Balajti Zs.: *Kinematikai hajtópárok gyártásgeometriájának fejlesztése*, PhD értekezés, Miskolc, (2007)
- [4] Hegyháti J.: *Untersuchungen zur Anwendung von Spiroidgetrieben*. Diss. A. TU. Dresden, (1988)
- [5] Máté M.: *Hengeres fogaskerekek gyártószerszámjai* Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2016, ISBN 978-606-739-070-4, 372 old.
- [6] Nelson W. D.: *Spiroid gearing, Part 1-Basic Design Practices*, Machine Design, pp.: 136-144.
- [7] Dezső G., Szigeti F.: *A műszaki szimulációs módszerek helye a mérnökképzésben*, Műszaki Tudományos Közlemények (HU) 6., 2017., ISSN 2393 – 1280, pp.: 63-71.
- [8] Dudley, D. W.: *Gear Handbook. The Design, Manufacture, and Application of Gears*, McGraw – Hill, New York, (1962)
- [9] Vadászné Bognár G.: *Matematika informatikusok és műszakiak részére 2.*, Miskolc, Magyarország: Miskolci Egyetemi Kiadó (2003), ISBN: 9636615764, p. 347.[10] Máté M., Hollanda D., Faluvégi E. *Arkhimédész-féle spirális fogvonalú hengeres fogaskerekek tangenciális lefejtésének kinematikája egyparaméteres burkolás esetében*. A XXII-ik Nemzetközi Gépész Találkozó. Nagyszeben, 2014. április 24-27. ISSN 2068-1267, pp.244-248
- [11] Litvin F. L., Fuentes A.: *Gear Geometry and Applied Theory*. Englewood Cliffs: NJ Prentice Hall; 1994.