FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

HENGERFELÜLETTEL ÉLEZETT ALAKOS TÁRCSAMARÓ GEOMETRIÁJA

HOLLANDA Dénes, MÁTÉ Márton

Abstract

The classical shaped profiled disk mill geometry cannot ensure the best chip forming conditions in any edge point. As a consequence machined surface quality cannot be increased and the wear on the cutting edge is non uniform. By applying a cylindrical rake face, the side rake angle will be consistently improved. The present paper shows the calculus of the compared geometry of a profiled module disk mill, in case of applying a cylindrical rake face versus the classical plane rake face. The replacement of the plane rake face with the cylindrical surface, due to its curvature allows the optimizing of the geometry.

Key words:

edge, disk-mill, profile, geometry, rake-face

Összefoglalás

A klasszikus kialakítású alakos tárcsamaró képtelen a forgácsolóél mindegyik pontjában az optimális forgácsképzési feltételeket biztosítani. Következésképpen a megmunkált felület minősége közepes lesz, a szerszámmel pedig a kopás egyenlőtlen. Jelen dolgozatban a hengerfelülettel élezett alakos modul tárcsamaró geometriáját hasonlítjuk össze a klasszikus, sík-homlokfelületű változat geometriájával. A henger-homlokfelület görbültsége lehetővé teszi a geometria optimalizálását.

Kulcsszavak:

forgácsolóél, tárcsamaró, profil, geometria, homlokfelület.

1. A hengeres homlokfelület kialakítása

A hengeres homlokfelület kialakítása, a klasszikus tárcsamarók esetében csak akkor lehetséges, ha a maró forgácshornya és a profil mélysége megengedi, hogy a speciális, hengergyűrű-kialakítású köszörűkoronggal hozzáférjünk a fog éli oldalához [1]. Ezt a hátrányt kiküszöböltük a billenthető fogú alakos tárcsamaró szintézisével [2]. A henger-homlokfelület azért jobb, mint a klasszikus, sík homlokfelület, mert görbülete által nagyobb oldalhomlokszög-értéket enged meg. A csekély értékű homlokszög a keletkező felület minőségére rossz hatással van.

Az alakos tárcsamaró forgácsoló éle a tárcsamaró generáló forgásfelületének és a homlok-hengerfelületnek metszéseként jön létre. Jelen dolgozatban bemutatjuk a forgácsoló él geometriájának számítását, anélkül, hogy felírjuk a hát-illetve homlokfelületek egyenleteit. A geometriát vektormódszerrel számítjuk, a számításhoz szükséges elemeket viszont szintetikus geometriai szerkesztéssel határozzuk meg. A forgácsolóél geometriai modellje az 1. ábrán látható.

Tekintsük a munkadarab profilját az $O_w x_w y_w$ koordináta-rendszerben. Az y_w tengely a profilt szélesség-

1. ábra. A henger-homlokfelületű alakos tárcsamaró élpontjainak kiszervezése

gében felezi. Legyen az x_C abszcisszájú C pont a h_s mélységű profil legmélyebb pontja, amit az R_C sugarú élpont generál. A hengerfelületet úgy állítjuk be, hogy tengelye a profil felezősíkjában, az y_w – vel γ szöget zárjon be. Ez a csúshomlokszög. Ennek megfelelően tájoljuk be azt a hengeralkotót, amelyik az élcsúcson halad át. Megfigyelhető, hogy az alkotókra merőleges vetületben a homlokfelület ρ sugarú körhenger, melynek $\Omega L H_2$ nyomú tengelysíkja az (y_w, z_w) illetve (y_s, z_s) síkokkal egybeeső; világos, hogy a C profilcsúcson áthaladó generátor ettől x_C távolságra kell legyen.

A tetszőleges, x_E abszcisszájú E profilpontot generáló élpontnak azon az alkotón kell lennie, mely az említett tengelysíktól szintén x_E távolságra van. Ennek nyoma az E_2 pont. A keresett élpont az E_2 -n áthaladó alkotó és az $R_C - y_E$ sugarú, O_s központú körív metszéspontja lesz. Hasonlóképpen határozzuk meg a profil középső, H pontját lefejtő H_1 élpontot, mely a H_2 -n áthaladó hengeralkotóra illeszkedik. Az 1. ábrából levezethetjük, hogy:

$$\Delta_E \equiv PQ = R_C \sin \gamma - \sqrt{\rho^2 - x_C^2} + \sqrt{\rho^2 - x_E^2} \quad (1)$$

Jelöljük az E_1 pont sugara és az $O_s y_s$ tengely meghosszabbítása közti szöget θ -val. Észrevehető, hogy $\angle C_1 O_s E_1 = \theta$, ezenkívül, az $O_s Q E_1$ derékszögű háromszögben $\angle O_s E_1 Q = \gamma + \theta$. Ha kifejezzük ez utóbbi szinuszt, és az (1) összefüggést is felhasználjuk, kapjuk, hogy

$$\theta = \arcsin \frac{R_C \sin \gamma - \sqrt{\rho^2 - x_C^2} + \sqrt{\rho^2 - x_E^2}}{R_C - y_E} \quad (2)$$

Figyelembe véve a maró és a munkadarab-profil koordinátarendszerei közötti összefüggést, és a tetszőleges E munkadarab-profilpont koordinátáit $(x_w(u), y_w(u))$ -val jelölve, az él egyenletei a következők lesznek:

$$\begin{cases} x_s(u) = x_w(u) \\ y_s(u) = -(R_c - y_w(u))\cos\theta(u) \\ z_s(u) = -(R_c - y_w(u))\sin\theta(u) \end{cases} \quad (3)$$

2. A konstruktív ortogonális geometria számítása a henger-homlokfelületű, illetve a sík-homlokfelületű alakos tárcsamaróra.

A konstruktív ortogonális geometriát a szerszám koordinátarendszerében írjuk fel. Ehhez szükségünk van a választott élpontban a fő forgácsolósebesség feltételezett irányának $\mathbf{k}_0$ egységvektorára, a vágóél $\boldsymbol{\tau}_1$ érintővektorára, valamint a homlok- és hátfelület $\mathbf{n}_\gamma$ illetve $\mathbf{n}_\alpha$ normálvektoraira. Az érintősík $\mathbf{j}_0$ normál-egységvektorát a $\mathbf{k}_0$ és $\boldsymbol{\tau}$ vektorszorzatából kapjuk. Az ortogonális sík normál-egységvektora $\mathbf{i}_0$. A $\boldsymbol{\tau}_1$ érintővektort a (3) egyenletek u szerinti deriválásával kapjuk, a (2) figyelembevételével. A homlokfelület normálvektora sugárirányú, és az 1-es ábra alapján írjuk fel. A hátfelület normálisát az él érintővektora és az archimédeszi spirális élpontbeli érintővektora vektorszorzataként számítjuk. Ez utóbbit a 2. ábra alapján határozzuk meg. Ha a maró radiál-csúcs hátszögének értéke α_v , akkor

$$90^\circ - \nu = \alpha_x = \arctg\left(\frac{R_c}{R_c - y_w(u)} \tg \alpha_v\right) [3] \quad (4)$$

és ezzel a $\boldsymbol{\tau}$ érintővektor a következő lesz:

$$\boldsymbol{\tau} = 0\mathbf{i} + \sin(\theta(u) + \alpha_x)\mathbf{j} - \cos(\theta(u) + \alpha_x)\mathbf{k} \quad (5)$$

Az ortogonális homlokszög és hátszög értéket az alábbi képletekkel számítjuk ki:

$$\gamma_o = \arcsin \frac{\mathbf{n}_\gamma \cdot \mathbf{j}_0}{|\mathbf{n}_\gamma \times \mathbf{i}_0|}; \quad \alpha_o = \arcsin \frac{\mathbf{n}_\alpha \cdot \mathbf{k}_0}{|\mathbf{n}_\alpha \times \mathbf{i}_0|} \quad (6)$$

2. ábra. A hátfelület-alkotó, a tetszőleges élponton áthaladó archimédeszi spirális érintője

3. Összehasonlító vizsgálat.

A henger-homlokfelülettel élezett, és a klasszikus alakos tárcsamaró geometriáinak összehasonlítására egy $z_1=35$ fogú, $m=5$ mm modulú, $\alpha_0=20^\circ$ kapcsolószögű, profileltolás nélküli fogazat marására alkalmas, $D=120$ mm átmérőjű tárcsamarót tekintünk. A csúshomlokszög értéke mindkét esetben $\gamma_v=10^\circ$, a csúshátszögé pedig $\alpha_v=8^\circ$. A henger sugara $\rho=76$ mm, előszámítás alapján, 5° -os oldalhomlokszög-értékre való beállításból. A számítások eredményeit a MathCad környezet-ben létrehozott, a 3. ábrán feltüntetett grafikonokkal szemléltetjük.

3. ábra. Az ortogonális homlokszög változása az él mentén henger homlokfelületű (baloldalon), illetve sík homlokfelületű modul-tárcsamaró esetén

4. Következtetések / Összefoglaló

A 3. ábra alapján kimondható, hogy az oldalhomlokszög átlagosan kb. 50%-kal növekedett. Belátható, hogy a hengerfelület dőlésének és sugarának megfelelő beállításával a geometria optimalizálható.

Irodalom

- [1] Máté, M., Hollanda, D. *Alakos tárcsamarók forgácsképzésének javítása henger-homlokfelület kialakítással* XVI-ik OGÉT, Brassó, 2008 május 1-4. Konferenciaanyag a Műszaki Szemle különszámában, pp. 217-222, ISSN 1454-0746.
- [2] Máté, M., Hollanda, D. *Új felépítésű alakos tárcsamaró szerkezetéről és geometriai tulajdonságairól*. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVI., Kolozsvár, 2011 március 24-25. Műszaki Tudományos Füzetek, ISSN 2067-6808, <http://dspace.eme.ro/handle/10598-13564>.
- [3] Hollanda, D., Máté, M. *Așchiere și scule*. Editura Universității „Petru Maior”, Tîrgu-Mureș, 2004.

Hollanda Dénes, professor emeritus, PhD; **Máté Márton**, PhD.

Munkahely: Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék.

Cím: 540485 Románia, Marosvásárhely, O.p. 9. C.p. 4.

Telefon / Fax: +40-265-206210/ +40-265-206-211

E-mail: hollanda@ms.sapientia.ro , mmate@ms.sapientia.ro