SZERSZÁM AZ EGYENESFOGÚ EVOLVENSKEREKEK MEGMUNKÁLÁSÁRA HOSSZIRÁNYÚ HORDÓSÍTÁSSAL.

Janka Zoltán

Máté Márton

A fogaskerekek fogainak megmunkálása a jobb hordkép elérése érdekében az elméleti evolvensprofiltól eltérően történik. A gyakorlatban ezt a fogalak úgynevezett hordósításával érik el, mely a fogprofil módosításával (fej- illetve láblenyessel) történik, vagy pedig a fog alkotógörbéje görbületi sugarának változtatásával. Ez utóbbi módszer előnyei különösképpen a kapcsolószekrények felépítésében alkalmazott fogaskerekek esetében tűnnek ki. Ellentétben a fogalakmódosítással, a hosszanti hordósítás megvalósítása körülményes.

A jelen dolgozatban a hosszanti hordósítás egyszerű megvalósítását eredményező szerszám kerül bemutatásra, mely a fogaskereket lefejtéssel munkálja meg. Így elérhető egy viszonylag egyszerű technológiai berendezés alkalmazásával a célul kitűzött fogalakmódosítás.

A szerszám működési elve.

Jelen esetben a javasolt szerszámnak egyszerre kell biztosítania mind a hordósítást, mind pedig a fogaskerékkel való kapcsolódást. Az előbbi a szerszám geometriai sajátosságainak, az utóbbi pedig a mozgó egyenes elvén történő evolvensképzés szimulációjának eredménye. A szerszám állandótengelyű és szögsebességű forgómozgásának következményeként az élek által burkolt származtatófelület a megmunkálandó kerék tengelyére merőleges szimmetriasíkban egy állandó sebességgel mozgó lécpofit generál. A megmunkálandó kerék ezzel a futóprofillal kapcsol.

A futó lécpofit akkor képződik, ha a származtatófelület egy archimédeszi spirálra képzett vonal-felület. Ezzel viszont a kapcsolat csak az említett szimmetriasíkban tökéletes. Egy ezzel párhuzamos síkban a szerszám és a darab között csúszás lép fel, mely az archimédeszi vezérgörbe alakjából kifolyólag történő lécpofit-irányváltozás következménye. Emiatt párhuzamos síkokban a szerszám többet vág le a fogból. Ezért a fog hosszirányban a szélek felé elvékonyodó lesz. Ez megfelel a hosszirányú hordósítás által előidézett fogalakváltozásnak, mely a hordképet a fog középső részére lokalizálja. Ennek következtében a hajtás kevésbé lesz érzékeny a szerelési pontatlanságokra.

kezdeti helyzetéhez képest φ_2 szöggel fordul. Mivel aszerszám fogai egyetlen spirál mentén helyezkednek el, a φ_1 és φ_2 szögek között az alábbi kapcsolat áll fenn:

$$\varphi_1 = z \cdot \varphi_2 \quad (4)$$

ahol z a megmunkálendő kerék fogszáma.

Az S1 és S2 koordinátarendszerek közötti kapcsolat az alábbi mátrixszorzattal fejezhető ki:

$$M_{21} = \begin{bmatrix} -\sin(\varphi_2 - \varepsilon) & 0 & \cos(\varphi_2 - \varepsilon) & a_2 \\ -\cos(\varphi_2 - \varepsilon) & 0 & -\sin(\varphi_2 - \varepsilon) & b_2 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

ahol :

$$\begin{cases} a_2 = R \cdot \cos(\varphi_2 - \varepsilon) + R_0 \cdot \sin(\varphi_2 - \varepsilon) \\ b_2 = R_0 \cdot \cos(\varphi_2 - \varepsilon) - R \cdot \sin(\varphi_2 - \varepsilon) \\ \varepsilon = \text{inv}\alpha_0 + \arctg \frac{a \cdot \cos^2 \alpha_0}{R + a \cdot \sin \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0} \end{cases} \quad (6)$$

Az S2 rendszerben keletkező felületssereg egyenleteit az alábbi mátrixszorzatból kapjuk:

$$r_2 = M_{21} \times r_1 \quad (7)$$

A φ_1 , θ és u paraméterek közötti kapcsolat implicit függvényét a kinematikai módszer [1] alkalmazásával keressük. A 3. sz. ábra alapján az S1 szerszámrendszerhez viszonyított relatív elmozdulási sebesség összetevői a következők:

$$v_1^{(21)} = \begin{bmatrix} -\omega_2(z_1 + R) \cdot \cos \varphi_1 + \omega_1 y_1 \\ \omega_2(z_1 + R) \cdot \sin \varphi_1 - \omega_1 x_1 \\ \omega_2(x_1 \cos \varphi_1 - y_1 \sin \varphi_1) - \omega_2 R_0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

A szerszám és a darab kapcsolódási egyenlete az S1 rendszerben a legegyszerűbb, mivel a származtatófelület normálvektora a (3) egyenletekből könnyen felírható.

$$r_{n_1} \cdot v_1^{(21)} = \begin{bmatrix} -(\sin \theta + P \cdot \cos \theta) \\ \cos \theta - P \cdot \sin \theta \\ -\text{tg} \alpha_0 \cdot P \end{bmatrix} \cdot v_1^{(21)} = 0 \quad (9)$$

ahol

$$P(u, \theta) = \frac{2C_n}{m} - \frac{2 \sin \alpha_0}{m} \cdot u + \theta \quad (10)$$

A (9) skaláregyenlet megoldható φ_1 -re, ami az alábbi $\varphi_1 = \varphi_1(u, \theta)$ függvényt eredményezi:

A származtató felület egyenletei.

A származtatófelület alkotógörbéje egyenes, mely a lécpofilnak felel meg. Egyenletei az Oxlylzl rendszerben (1. ábra) a következők:

1. ábra

$$\begin{cases} x_1 = a - u \cdot \cos \alpha_0 \\ y_1 = 0 \\ z_1 = u \cdot \cos \alpha_0 \end{cases} \quad (1)$$

Az alkotógörbének az archimédeszi vezérgörbe mentén való elmozdulása matematikailag az oxlylzl rendszernek az oxyz- hez képest való elmozdulásával fejezhető ki, melynek mátrixa:

$$\begin{vmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & \left(R_0 + \frac{m}{2} \cdot \theta \right) \cdot \cos \theta \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & \left(R_0 + \frac{m}{2} \cdot \theta \right) \cdot \sin \theta \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (2)$$

ahol R_0 a spirál indulósugara, m a modul és a a fogasléc osztóvonalon mért negyedlépése. Az (1) és (2) -ből a származtatófelület parametrikus egyenletei u és θ paraméterekben a következők:

$$\begin{cases} x = \left(C_0 - u \cdot \sin \alpha_0 + \frac{m}{2} \cdot \theta \right) \cdot \cos \theta \\ y = \left(C_0 - u \cdot \sin \alpha_0 + \frac{m}{2} \cdot \theta \right) \cdot \sin \theta \\ z = u \cdot \cos \alpha_0 \end{cases} \quad (3)$$

2. ábra

ahol $C_0 = a + R_0$.

A megmunkált fogfelület egyenletei.

A darab fogfelülete a szerszám forgómozgása következtében a darabhoz kötött rendszerben keletkező származtató felületsereg burkoló felülete. Aszerszám és a darab viszonylagos elmozdulása matematikailag ahozzájuk kötött koordinátarendszerek helyzetével fejezhető ki. Ez, illetve az elmozdulások a 2sz. ábrán láthatóak. A szerszámhoz kötött $S1 = oxlylzl$ rendszer az álló $S = OXYZ$ rendszerhez képest φ szöggel fordul el. A darabhoz kötött $S2 = x_2y_2z_2$ rendszer a