

AZ ÁLLANDÓ ZÁRÓSZÖG FELTÉTELE GÖRGŐS SZABADONFUTÓKNÁL

ROLLER FREEWHEELS WITH CONSTANT PRESSURE ANGLE

Bihari Zoltán, Miskolci Egyetem
Dr. Szente József, PhD, Miskolci Egyetem

ABSTRACT

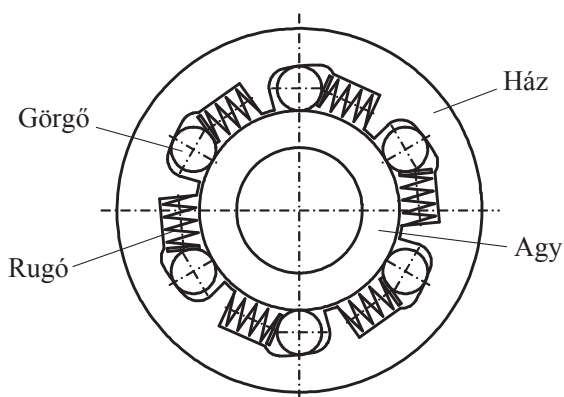
The roller freewheels are typically used in automotive starters, so-called Bendix drives. In this paper, the pressure angle as the most important parameter of operation is investigated. A new curve is developed for inner profile of housing which operates to constant pressure angle.

1. BEVEZETÉS

A gépjármű indítómotorok feladata az, hogy a belsőégésű motort az indításhoz szükséges forgattyústengely-fordulatszámmal megforgassák. A hajtás egyik eleme egy forgásiránykapcsoló tengelykapcsoló. Ennek az a feladata, hogy a nyomatékot a hajtott oldalra továbbítsa, a hajtott oldalt megforgassa, majd a belsőégésű motor beindulását követően, amikor a hajtott oldal fordulatszáma meghaladja a hajtótét, oldja a kapcsolatot.

Jelen dolgozatban ezen tengelykapcsolók egyik típusának – külső csillagkeres görgős szabadonfutó – működését alapvetően meghatározó jellemzőjét, a zárószög állandóságát biztosító feltételt határozzuk meg. A bemutatott módszerrel olyan konstrukció alakítható ki, amelynek működése megbízható, és ésszerű tartományon belül független a görgőmérettől.

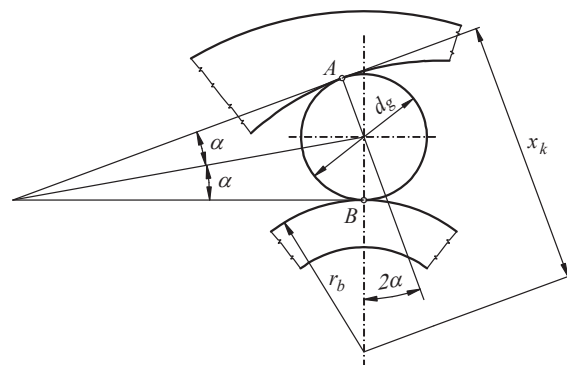
2. GÖRGŐS SZABADONFUTÓK SZERKEZETE, MŰKÖDÉSE



1. ábra. Görgős szabadonfutó

Az 1. ábrán ún. külső csillagkeres görgős szabadonfutó vázlatja látható. Négy fő szerkezeti elem alkotja: a tengelykapcsoló ház, a tengelykapcsoló agy, a görgők és a rugók.

A 2. ábrán a görgős szabadonfutó részlete látható, melyen egyetlen görgő érintkezését mutatjuk be a házzal és az aggyal. Az ábrán feltüntettük a jellemző méreteket is. A görgő és az agy érintkező felületei körhengerek, a házban kialakított kapcsolófelület általában logaritmikus spirális alapú henger.



2. ábra. Az érintkezés geometriája

Az A és B pontok jelölik a görgő érintkező alkotóinak helyét terhelés nélküli állapotban. A görgős szabadonfutó működése szempontjából fontos, hogy a profilok szűkülő rést formáljanak. Az érintkezési pontokba berajzolt érintők meghatározzák a rés méretére jellemző 2α szöveget, amit zárószögnek neveznek. A későbbiekben a 2α helyett gyakran a félzárószögre lesz szükségünk, ezért a könnyebb hivatkozás érdekében α -nak külön elnevezést adunk, a továbbiakban kapcsolószögnek hívjuk. Az ábrán r_b az agy sugara, d_g a görgő átmérője, x_k a ház profilján lévő érintkezési pont helyét meghatározó méret, a profilnormális irányában mérve.

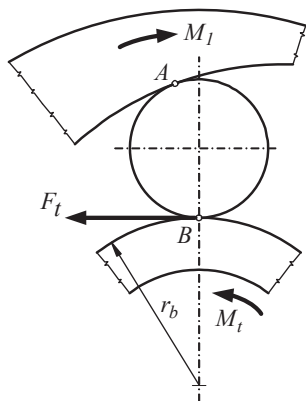
A tengelykapcsoló működését a 3. ábra segítségével mutatjuk be.

Kapcsolás üzemi állapotban a ház a hajtó elem, mely az M_I nyomatékkal jelölt irányba forog. Az egyensúlynak megfelelően az agyon a

terhelőnyomaték (M_l) ugyancsak M_l nagyságú, de a hajtónyomatékkal ellentétes irányú. M_l az egyetlen görgőt terhelő nyomaték. A görgők között egyenletes teherviselést feltételezve

$$M_l = \frac{M}{z}, \quad (1)$$

ahol M a kapcsoló terhelőnyomatéka, z a görgők száma.



3. ábra. A görgős szabadonfutó működési elve

A nyomatékból az egymással érintkező görgő és egy között F_t kerületi erő (súrlódó erő) keletkezik:

$$F_t = \frac{M_l}{r_b}. \quad (2)$$

A kerületi erő a görgőt a szűkülő résbe szorítja mindaddig, amíg a kerületi erő kisebb, mint a súrlódási ellenállás, azaz

$$F_t < F_s. \quad (3)$$

A kapcsoló működésének feltétele tehát az önzárás. Ha a (3) egyenlőtlenség nem teljesül, vagyis a kapcsoló nem önzáró, akkor az agy a görgőn megcsúszik, és a tengelykapcsoló nem képes teljesíteni a feladatát.

A súrlódási ellenállás

$$F_s = \mu F_n \quad (4)$$

összefüggésből számítható, ahol μ a súrlódási tényező, F_n a felületeket összeszorító erő, a normálereő.

A 4. ábrán a görgőre ható erők egyensúlyát ábrázoltuk, a rugóerő elhanyagolásával:

$$F_A = F_B. \quad (5)$$

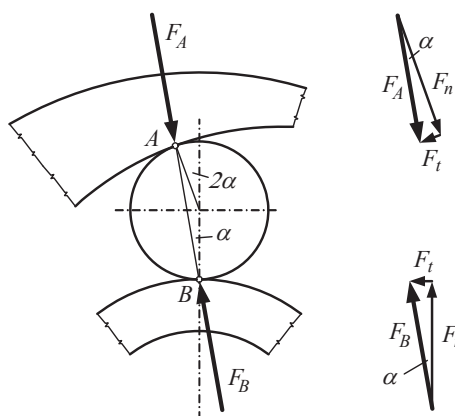
F_A erőt F_t kerületi erőre és F_n normálereőre felbontva felírható a következő összefüggés:

$$F_t = F_n \tan \alpha. \quad (6)$$

Alakítsuk át a (3) összefüggést a (4) és a (6) egyenletek felhasználásával:

$$\tan \alpha < \mu, \quad (7)$$

illetve $\alpha < \arctan \mu. \quad (8)$



4. ábra. A görgőre ható erők egyensúlya

(8) alapján megállapítható, hogy a görgős szabadonfutó kapcsolás üzemmódban való működését csak a kapcsolószög és a súrlódási tényező viszonya határozza meg, a működés független a terhelés nagyságától. A kapcsoló megcsúszása csak akkor képzelhető el, ha a (8) egyenlőtlenség nem teljesül.

3. ÁLLANDÓ ZÁRÓSZÖG BIZTOSÍTÁSA

A tengelykapcsoló elemeinek méretei gyártási pontatlanságok miatt, valamint a kopásból adódóan eltérnek az elméleti értéktől. A görgős szabadonfutók tervezése során arra kell törekedni, hogy a méretek változása ne okozzon olyan eltérést a zárószög nagyságában, ami a működést befolyásolja. Mivel a görgő és az agy felületei adottak (hengerek), a zárószög változásra való érzékenységet a ház profiljának megválasztása dönti el. A továbbiakban a csillagkerék profiljaként egy olyan görbét határozzunk meg, amely állandó zárószöget biztosít.

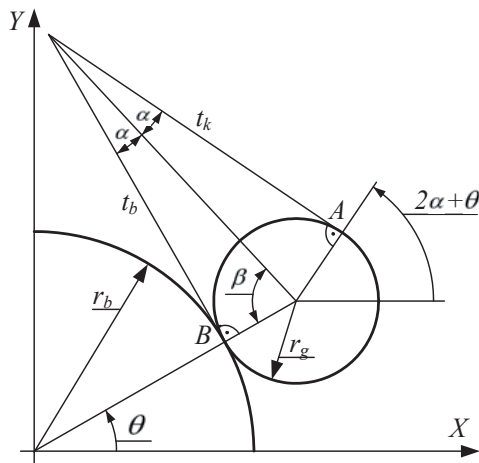
Az 5. ábra jelöléseit felhasználva a profilgörbe egyenlete a következő:

$$\begin{aligned} x &= (r_b + r_g) \cos \theta + r_g \cos(\theta + 2\alpha) \\ y &= (r_b + r_g) \sin \theta + r_g \sin(\theta + 2\alpha) \end{aligned} \quad (9)$$

Az egyenletekben a görgősugár a θ paraméter függvénye: $r_g = r_g(\theta)$.

Az állandó zárószög biztosításához teljesülnie kell a görbe minden pontjára, hogy a t_k érintő az x tengellyel $(\pi/2 + \theta + 2\alpha)$ szöveget zár be. Ennek megfelelően a görbe érintőjének iránytangense:

$$\frac{dy}{dx} = \tan\left(\frac{\pi}{2} + \theta + 2\alpha\right) = \frac{\cos(\theta + 2\alpha)}{-\sin(\theta + 2\alpha)}. \quad (10)$$



5. ábra. A profilgörbe értelmezése

dy/dx meghatározásához állítsuk elő a $dx/d\theta$ és a $dy/d\theta$ deriváltakat.

$$\dot{x} = \frac{dx}{d\theta} = -(r_b + r_g) \sin \theta + \dot{r}_g \cos \theta - r_g \sin(\theta + 2\alpha) + \dot{r}_g \cos(\theta + 2\alpha) \quad (11)$$

$$\dot{y} = \frac{dy}{d\theta} = (r_b + r_g) \cos \theta + \dot{r}_g \sin \theta + r_g \cos(\theta + 2\alpha) + \dot{r}_g \sin(\theta + 2\alpha)$$

(11) egyenletekből a dy/dx -et képezve és (10)-be helyettesítve, az egyszerűsítések elvégzése után az

$$\dot{r}_g = \frac{dr_g}{d\theta} = -(r_g + r_b) \tan \alpha \quad (12)$$

alakú, elsőrendű, szétválasztható változójú differenciálegyenlethez jutunk.

Átalakítás után

$$\frac{dr_g}{(r_g + r_b)} = -\tan \alpha d\theta, \quad (13)$$

amit integrálva

$$\ln(r_g + r_b) = -\theta \tan \alpha + C \quad (14)$$

adódik. Az egyenlet mindkét oldalát e alapra emelve megkapjuk a differenciálegyenlet általános megoldását:

$$r_g = e^{-\theta \tan \alpha + C} - r_b = K e^{-\theta \tan \alpha} - r_b, \quad (15)$$

ahol $K = e^C$.

A görgő átmérőjét $r_g = r_{g0}$ alakban előírva adott $\theta = \theta_0$ helyen a K értékére

$$K_0 = (r_{g0} + r_b) e^{-\theta_0 \tan \alpha} \quad (16)$$

összefüggést kapunk, amit (15)-be helyettesítve megkapjuk a differenciálegyenlet partikuláris megoldását:

$$r_g = K_0 e^{-\theta \tan \alpha} - r_b. \quad (17)$$

(17)-ből r_g -t a (9) egyenletekbe helyettesítve megkapjuk a csillagkerék profilgörbéjének egyenletét, mely különböző méretű görgők beépítése esetén is változatlan kapcsolószöget, ill zárószöget biztosít.

Most vizsgáljuk meg a görgő középpontja által leírt pályát. Az 5. ábra jelöléseivel

$$\begin{aligned} x_g &= (r_b + r_g) \cos \theta \\ y_g &= (r_b + r_g) \sin \theta \end{aligned} \quad (18)$$

ill. (17) behelyettesítését követően

$$\begin{aligned} x_g &= K_0 e^{-\theta \tan \alpha} \cos \theta \\ y_g &= K_0 e^{-\theta \tan \alpha} \sin \theta \end{aligned} \quad (19)$$

Áttérve poláris koordinátákra

$$R_g = \sqrt{x_g^2 + y_g^2} = K_0 e^{-\theta \tan \alpha} \quad (20)$$

adódik, amiről megállapítható, hogy logaritmi- kus spirális egyenlete. A logaritmi- kus spirálisra jellemző, hogy a görbe bármelyik pontjában a sugárirányú egyenes és az érintő által bezárt szög állandó. Ha a görgő középpontja logaritmi- kus spirális mentén helyezkedik el, akkor a görgő középpontjánál lévő β szög állandó. Mivel $\beta = \pi/2 - \alpha$, logaritmi- kus spirális esetén az α zárószög is állandó lesz.

4. ÖSSZEGZÉS

A tanulmányban megállapítottuk, hogy a zárószög állandósága teljesül, ha a ház profil- görbéjének bármely pontjában a vele érintkező görgők középpontja egyazon logaritmi- kus spi- rális mentén helyezkedik el.

IRODALOM

- [1] Stölzle, K. – Hart, S.: Freilaufkupplungen. Springer Verlag. Berlin, 1961.
- [2] Terplán, Z. – Nagy, G. – Herczeg, I.: Külön- leges tengelykapcsolók. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971. p. 689-709.
- [3] Szente J. – Bihari Z.: Szabadonfutó tengely- kapcsolók vizsgálata. Gép, LVI évfolyam, 11- 12. szám, 2005. p. 161-166.