

EGYSZERŰ BOLYGÓMŰ GYÁRTÁSI INTERFERENCIÁI – A BELSŐ FOGTÓINTERFERENCIA

THE PRODUCTION INTERFERENCES OF SIMPLE PLANETARY GEAR DRIVES – INTERFERENCE ON TIP OF INTERNAL GEAR

Tomori Zoltán¹, Vadászné Bognár Gabriella²

¹Nordker-M Kft., Magyarország, 3530 Miskolc, Kerpely Antal u. 1., e-mail: nordker94@t-online.hu

²Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet, Magyarország, 3515 Miskolc – Egyetemváros, e-mail: v.bognar.gabriella@uni-miskolc.hu

Abstract

Production interference can be described when during the machining of the involute internal gear the tool during its machining movement harms the normal geometry of the tooth profile (overcut or allowance created) [1], [2], [6]-[9]. Instead of the general approximation [3]-[6] can be found in the literature, we examine the effects of the cutting tool geometry on the dimensions of the internal gear in details. We define the conditions of the interference occurrence, and the parameters to avoid it.

Keywords: simple planetary gear drive, production interference, interference on tip of internal gear.

Összefoglalás

Az evolvens profilú belső fogazatú fogaskerék gyártásakor előfordulhat az az eset, hogy a fogazó szerszám lefejtő mozgása közben a normális geometriájú fogprofil sérül (lemetszés keletkezik azon). Az ilyen jelenséget gyártási interferenciának nevezzük [1], [2], [6]-[9]. Az irodalomban található általánosan alkalmazott [3]-[6] megközelítés helyett részletesen megvizsgáljuk a fogazó szerszám geometriai tulajdonságainak hatását az előállított belső fogazat geometriai méreteire. Megadjuk az interferencia jelenség előfordulásának feltételét és meghatározzuk elkerülésének határértékét.

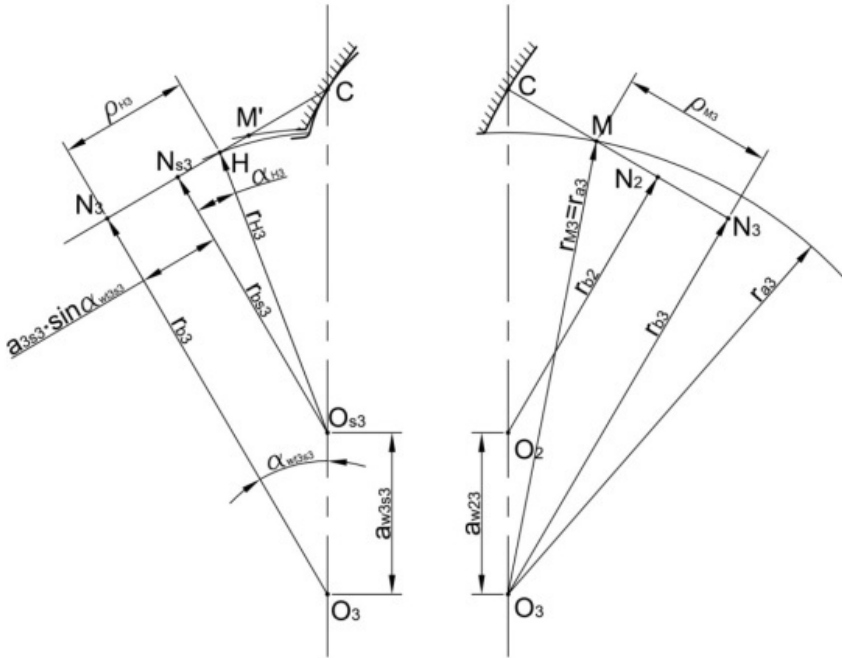
Kulcsszavak: egyszerű bolygómu, gyártási interferencia, belsőfogazatú kerék belső fogtő interferenciája.

1. A gyártási belső fogtő interferencia elkerülését biztosító geometriai méretek meghatározása

Az interferencia jelenségek között azt az esetet, amikor a fogazó metszőkerék lábrésze a belső fogazatú evolvens fogaskerék

fejéleit lemetszi, belső fogtőinterferenciának nevezzük.

Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy akkor nem lép fel interferencia, ha a belső fogazatú kerék fejkörén lévő utolsó evolvens pont távolabb van a kerék középpontjától, mint a fogazószerszám foglában lévő utolsó evolvens pont.



1. ábra. A működési és a gyártási határkör helyzete

Azaz az interferencia jelenség elkerülhető, ha:

$$q_{M3} \geq q_{H3}. \quad (1)$$

Az 1. ábra alapján felírható a működési határpont görbületi sugara

$$q_{3M} = r_{b3} \operatorname{tg} \alpha_{a3} \quad (2)$$

és

$$\alpha_{a3} = \operatorname{arc} \cos \frac{r_{b3}}{r_{a3}} \quad (3)$$

ahol:

r_{b3} a belső fogazatú kerék alapkör-sugara,

r_{bs3} a belső fogazatú kerék gyártásához használt szerszám alapkörének sugara,

a_{3s3} a belső fogazatú kerék gyártási tengelytávolsága,

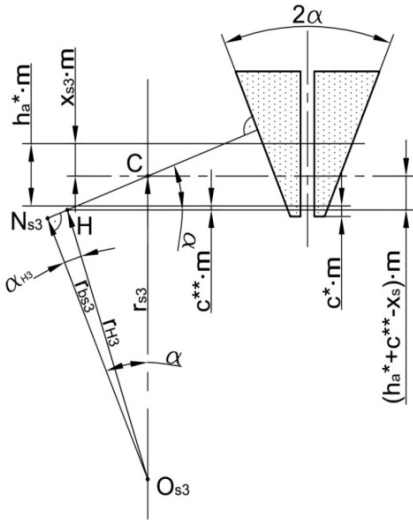
α_{wt3s3} a belső fogazatú kerék gyártási kapcsolószöge,

α_{H3} a fogazó szerszám-profil utolsó evolvenspontjához tartozó profil-szög,

a_{w23} az egymással kapcsolódó külső és belső fogazatú fogaskerék tengelytávolsága,

r_{a3} a belső fogazatú kerék fejkörének sugara.

Az 1. ábrába berajzolt r_{H3} sugár értékét, amely a határkört jelöli ki, vagyis azt a kört, ahol a metszőkeréken az utolsó evolvenspont található a fogtőgörbe előtt, a 2. ábra segítségével határozhatjuk meg.



2. ábra. Az utolsó evolvens pont helyzete a fogazó szerszám foglélén

A 2. ábra alapján felírhatjuk a következő összefüggéseket:

$$r_{H3} \cos \alpha_{H3} = r_{s3} \cos \alpha, \quad (4)$$

valamint:

$$r_{H3} \sin \alpha_{H3} = r_{s3} \sin \alpha - \frac{(h_a^* + c^{**} - x_{s3}) m}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

ahol

r_{H3} a fogazó szerszám fogprofiljának utolsó evolvenspontját tartalmazó határkör sugara,

α_{H3} a fogazó szerszám utolsó evolvenspontjához tartozó profil-szög,

α az alaprofilszög,

c^{**} a fogazó szerszámot közsörülő korong lekerekítését figyelembe vevő lábhézag-tényező.

Vegyük a (4) és az (5) egyenletek megfelelő oldalainak hányadosát, és ekkor a következőt kapjuk:

$$\operatorname{tg} \alpha_{H3} = \operatorname{tg} \alpha - \frac{(h_a^* + c^{**} - x_{s3}) m}{r_{s3} \sin \alpha \cos \alpha}. \quad (6)$$

Az (1) egyenlőség felírható a következő formában, a (2), (3) és (6) összefüggések felhasználásával:

$$r_{b3} \operatorname{tg} \left(\arccos \frac{r_{b3}}{r_{a3}} \right) \geq a_{w3s3} \sin \alpha_{wt3s3} + r_{b3} \operatorname{tg} \alpha - \frac{r_{b3} (h_a^* + c^{**} - x_{s3}) m}{r_{s3} \sin \alpha \cos \alpha}. \quad (7)$$

A (7) egyenlőség értelme megváltozik, vagyis az egyenlőségi jel iránya megfordul, ha a belsőfogazatú kerék fejrészből le kell esztergálni, tehát ha az r_{a3} nagyságát meg kell növelni. Az ábrán és az eddigi eredmények alapján felírható az r_{a3} minimális értéke:

$$r_{a3 \min} = \sqrt{r_{b3}^2 + (a_{w3s3} \sin \alpha_{wt3s3} + r_{b3} \operatorname{tg} \alpha_{H3})^2}. \quad (8)$$

Ez alapján általánosságban írható, hogy az interferencia elkerülésének feltétele:

$$r_{a3u} \geq r_{a3 \min}. \quad (9)$$

2. Következtetések

1. A különféle gyártási és működési interferenciákat megvizsgálva, mindegyik esetén meghatározhatóak azok a geometriai adatok, amelyek biztosítják az adott fogazat és alkalmazott fogazó szerszám esetén az interferencia elkerülését.

2. Az összes interferencia jelenség vizsgálata alapján meghatározhatóak az interferencia jelenségektől mentes fogazati tartományok határértékei.

3. Egy fogaskerék kapcsolódás esetén a kapcsolódási problémák osztályozása szempontjából az alábbi csoportosítást célszerű figyelembe venni:

– **Gyártási interferencia**, ha gyártáskor a szerszám lefejtő mozgása közben a

normális geometriájú fogalak sérül (le-metszés keletkezik azon).

- **Működési interferencia**, ha a normálisan kialakított geometriájú fogaskerék a vele kapcsolódó ellenkerékkel nem képes zavartalanul kapcsolódni (az ellenkerék olyan geometriát kíván meg, ami nem alakítható ki vagy nem készült el).

Szisztematikusan végrehajtott, az interferencia jelenségek mindegyikét ellenőrző vizsgálatok sorozatának elvégzése célszerű.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Drobni, J.: *Metszőkerék tervezése belső fogazatú fogaskerékhez*. Tervezési segédlet. Gé. 79-2067. NME. Miskolc. 1979. 10-29.
- [2] Tomori, Z.: *Relatív csúszásra optimalizált kb típusú fogaskerék-bolygóművek tervezése*. Kézirat. Az NME Gépészmérnöki Karára benyújtott és elfogadott egyetemi doktori értekezés. Miskolc. 1985. 1/69.
- [3] Colbourne, J. R.: *The Geometric Design of Internal Gear Pairs*. Gear Technology. May/June 1990. 28-37.
- [4] Yu, D. D.: *On The Interference of Internal Gearing*. Gear Technology. July / August 1989. 12-44.
- [5] Radzevich, S.P.: *Theory of Gearing*, Taylor & Francis CRC Press, Boca Raton, 2013.
- [6] Kapelevich, A. – Shekhtman Y.: *Area of Existence of Involute Gears*. Gear Technology. January / February 2010. 64-69.
- [7] Bhandari, V.B.: *Design of Machine Elements*, Tata MCGraw Hill, 2010.
- [8] Terplán Z., Apró F., Antal M., Döbröczöni Á.: *Fogaskerék-bolygóművek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [9] Erney Gy.: *Fogaskerekek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.