

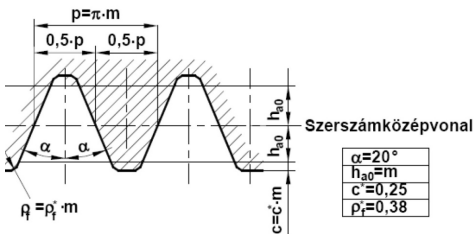
1. ábra. Metszőkerékkel történő lefejtés vázlatja

A lefejtéskor létrejövő fogalámetszést és fogkihegyesedést analitikus illetve szimulációs módszerrel is megvizsgáltuk.

Tanulmányoztuk, hogy adott adatok mellett, mint a kúp fogaskerék modulja, fogszáma és alapja valamint generátora által bezárt szög, melyik az a maximális fogszélesség ahol a fogalámetszés illetve fogkihegyesedés mértéke még a használhatósági határon belül található.

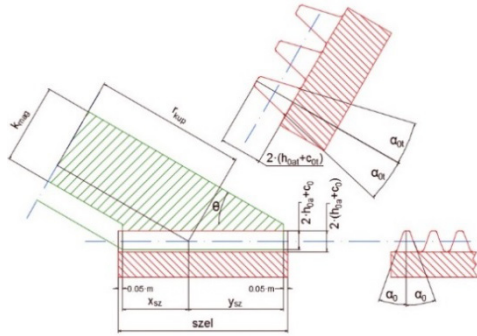
2. Az alámetszés és a fogkihegyesedés vizsgálata

A kutatás során a 2. ábrán megtekinthető STAS 821-82 (ISO 53-1974) alaprofilú fogaslécet használtuk a fogaskerék generálásához.



2. ábra. STAS 821-82 (ISO 53-1974) alaprofil

A kúp fogaskerék és a fogasléc kapcsolódásának elvi vázlatja a 3. ábrán tekinthető meg. Ezt a kúp fogaskereket végtelen számú, elemi vastagságú hengeres fogaskerékre bonthatjuk fel, tengelye mentén.



3. ábra. A kúp fogaskerék(zöld) és a fogasléc(piros) kapcsolódásának elvi vázlatja

Az r_{kup} sugarat tartalmazó elemi vastagságú hengeres fogaskerék nem rendelkezik profíleltolással, a tőle a kúp csúcsa felé elhelyezkedő szeletek fogalámetszésre, a kúp alapja felé elhelyezkedők pedig fogkihegyesedés hajlamosak. Mindegyik fogaskerék szeletet egy vele egy síkban fekvő elemi vastagságú fogasléc szelet generál. Ezek a fogasléc szeletek megegyeznek, a θ szög függvényében a torzított lécc adatai a következők lesznek:

$$\alpha_{0t} = \arctg(\tg(\alpha_{0n}) \sin(\theta)) \quad (1)$$

$$h_{0t} = \frac{h_{0n}}{\sin \theta} \quad (2)$$

$$c_{0t} = \frac{c_{0n}}{\sin \theta} \quad (3)$$

Ismerve a lécc adatait megállapítható a maximális profíleltolás a fogkihegyesedés és fogalámetszés elkerülésének függvényében. Az alámetszés elkerüléséhez szükséges profíleltolás értéket a következő egyenlet adja:

$$x_{alá} \geq h_0 \cdot m - r_0 \cdot \sin^2 \alpha_0 \quad (4)$$

Nagy fogszám és kis θ érték esetén, a fogaskerék lábkörének sugara jóval az

alapkör sugarának értéke alá csökken ezért ezekben az esetekben a fent leírt egyenlet nem használható. Ha az alábbi összefüggés igaznak bizonyul:

$$r_b - r_f \leq c_0 \cdot m \quad (5)$$

akkor az alámetszés elkerüléséhez szükséges profiletolás értéke a következő lesz:

$$x_{alá} \geq r_0 - r_b - h_0 \cdot m \quad (6)$$

A fogkihegyesedés elkerüléséhez szükséges profiletolás értékét a következő egyenletből állapítottuk meg:

$$\text{inv } \alpha_0 + \frac{s_d}{2r_0} = \text{inv } \alpha_a + \frac{s_a}{2r_a} \quad (7)$$

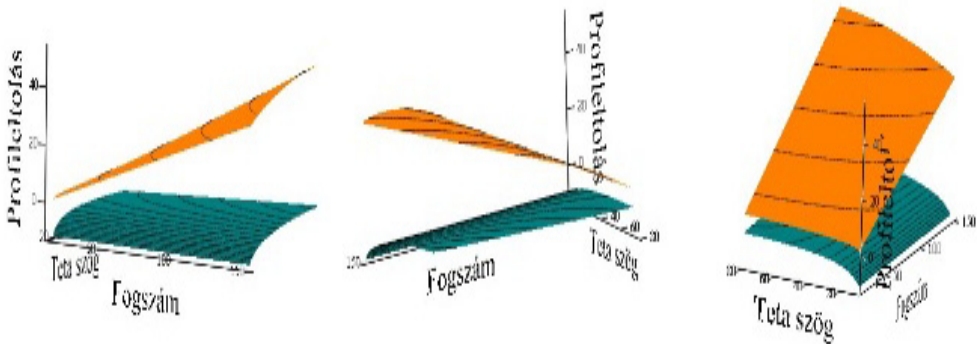
ahol a fogfejvastagság alsó határát az alábbi egyenlőtlenséggel értelmezzük

$$s_a \geq 0.2 \cdot m \quad (8)$$

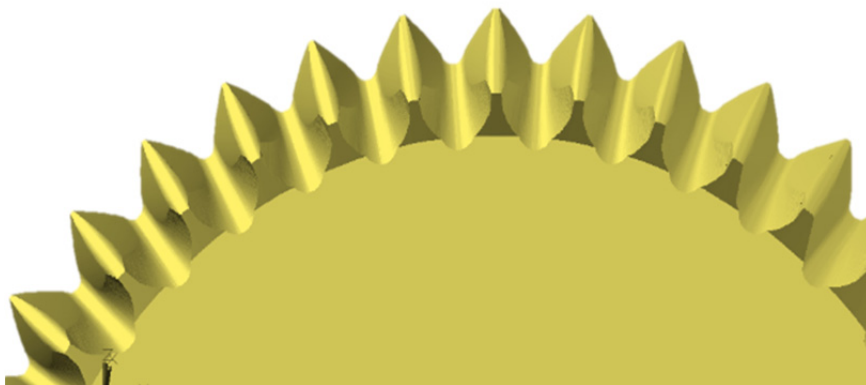
A számításokat elvégezvén különböző fogsorszám és θ szög értékekre, két felületet

kapunk, amely behatárolja azt a területet ahol azok a profiletolási értékek találhatóak melyek alkalmazásával a járulékos fogcsonkulás nem számottevő. A minimális és maximális profiletolás határfelületei a **4. ábrán** tekinthetők meg.

Ismerve a profiletolás értékét kiszámítható a maximális fogszélesség. Egy AutoLisp környezetben megírt program segítségével, ezeket az értékeket megadva elkészíthető a kúpogaskerék testmodellje. Mivel az analitikus számításokat egymás mellett levő elemi vastagságú fogaskerekre végeztük el, ezért nem vettük figyelembe, hogy az egyes lécszelvények anyagot távolítanak el a szomszédos elemi vastagságú fogaskerekéből is. Az elkészült testmodelleken észrevehető, hogy az analitikus módszerrel kapott intervallum, valójában sokkal szűkebb. Az **5. ábrán** egy a szimuláció által generált kúpogaskerék testmodelljét tekinthetjük meg, amelyen jól megfigyelhető a fogalámetszés és a fogkihegyesedés.



4. ábra. Minimális és maximális profiletolás határfelületei



5. ábra. Alámetszés és kihegyesedés a fogaskeréken

3. Következtetések

A kutatás alátámasztja a szakirodalomban is említett nagymértékű fogcsonkulást a kúpos-hengeres hajtás kúpkerékének generálásakor. Az analitikus számítások és a szimuláció segítségével gyorsan megállapítható egy adott paraméterekkel rendelkező kúpfogaskerék maximális fogszélessége. Ez azért fontos, mert az anyaga mellett a fogai szélessége befolyásolja egy fogaskerék terhelhetőségét. Ezekkel a módszerekkel könnyedén megvizsgálható, hogy akár a lécet módosítva, például a kapcsoló-

szögének más értéket adva, miként lehetne javítani a fogak lefejtésekor keletkező fogcsonkulás mértékén.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1.] Litvin, F.L. *A fogaskerékkapcsolás elmélete*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
- [2.] Litvin, F. L., Alfonso, F. *Gear geometry and applied theory* second edition. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, 2004.
- [3.] Miller, E. W. *Hob for Generation of Crown Gears*. USA Patent 2304588, 1942