

XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

VÁLTOZÓ EMELKEDÉSŰ ÉS VÁLTOZÓ PROFILÚ MENETEK NAGYPONTOSSÁGÚ KEMÉNYMEGMUNKÁLÁSA

OLÁH László Miklós, dr. GYENGE Csaba, dr. MÉSZÁROS Imre

Abstract

The rolling transmission wheels have variable pitch and variable screw profile surface section. In this paper is presented the screw geometric profile and machining technology. Machining with high precision turning is a promising solution. The profile manufacturing can only be made on high precisions machines, which are available at Direct-Line Ltd.

Key words:

precision turning, roller transmission

Összefoglalás

A gördülő elemes hajtásban résztvevő kerek horonyprofilja változó emelkedésű és változó keresztmetszetű csavar felület. A dolgozatban bemutatjuk a horonyprofil geometriai felépítését és a megmunkálási technológiát. Ezen geometriájú felületek megmunkálására a nagypontosságú keményesztergálás egy ígéretes megoldás. A pontos horonykialakítást csak nagy merevséggel, mozgó pontossággal és precizitással rendelkező gépekkel lehet megvalósítani, melyek a Direct-line Kft-nél rendelkezésre állnak.

Kulcsszavak:

nagypontosságú esztergálás, gördülő elemes hajtás

1. Bevezetés

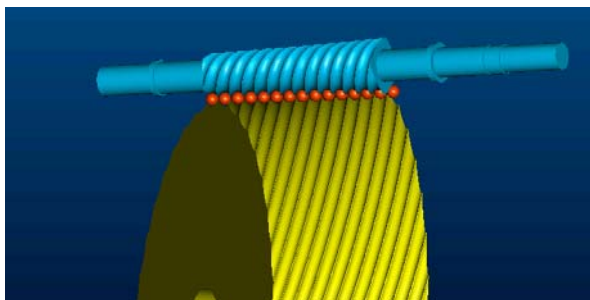
A CAD/CAM rendszerek fejlődése megadta a lehetőségét, hogy újabb, egyre bonyolultabb és jobb termékeket hozzunk létre. Jó példa erre a gördülőelemes hajtás, [1] amely a golyósorsó-anya kapcsolat analógiájára a fogaskerekek és a csigakerekek között teremt tiszta gördüléshez közeli kapcsolatot. A gördülőelemes hajtómű kiküszöböli a hagyományos hajtóművek hátrányait, előnyös tulajdonságai miatt a 21. század hajtóművének tekinthetjük [2]. A tiszta gördülés feltételeinek megteremtése, valamint a golyók be – és kilépésekor elkerülendő ütközések miatt a golyó pályák alakja a kapcsolási ív mentén nem marad állandó. A fogaskerekek, csiga- és csigakerekek terhelést átvivő felületei, változó emelkedésű és változó profilú csavarfelületek lesznek. Ilyen felületek megmunkálása, forgácsolással, általános esetben 5 tengelyes szerszámmozgással lehetséges. A CAD/CAM rendszerek alkalmazása megad-

ta a lehetőségét az ilyen felületek gyártására, de a gyártás gazdaságossága számos problémát vet fel. Különösen edzett állapotú acéloknál, ahol a viszonylag kicsi méretű szerszám miatt jelentős merevségi problémával találkozunk és a kis anyagleválasztási sebesség miatt jelentős forgácsolási idővel és költséggel kell számolnunk. Ismert tény, hogy a gömbfejű maróval végzett felületmarás nagyon időigényes és ez nagyon meg növeli a gyártási időt. Napjainkban jobb terméket gyorsabban, pontosabban kell gyártani a kiélezett konkurenciaharc miatt, ezért a technológusok feladata, hogy egyre hatékonyabb technológiák alkalmazásával valósítsák meg a kitűzött célt. Ez a szempont vezetett minket is, amikor a változó emelkedésű és szelvényű csavarfelületek megmunkálására ultraprecíziós CNC esztergagépet választottunk. A nagy pontosságú eszterga alkalmazása, kemény edzett anyagból készült golyósorsók és anyák forgácsolására már kilépett a laboratóriumi keretek közül és bevezetett ipari technológiának számít [3, 4, 5].

Periodikusan ismétlődő, változó emelkedésű és változó szelvényű csavarfelületek nagy pontosságú keménysztergálása egy olyan új technológia, amely a kutatásaink és kísérleteink eredménye szerint, adott geometriai tartományban, iparilag alkalmazható és versenyképes megoldás lesz.

2. Periodikus, változó emelkedésű és szelvényű menet alkalmazási területe

A változó emelkedésű és szelvényű csavarfelület, a gördülő elemes hajtás kapcsolódó elemeinek aktív felülete. Az 1. ábrán egy kapcsolódó elempár elvi ábráját látjuk. A képen bemutatott példa egy 45° -os szöveget bezáró tengelyelrendezésű hajtómű fő elemeit mutatja.

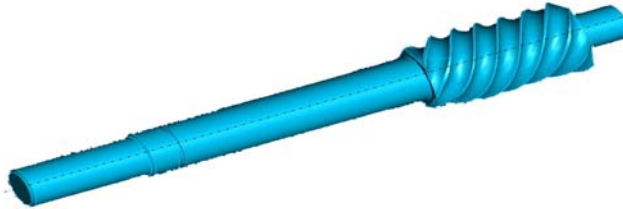


1. ábra Változó emelkedésű és szelvényű menet alkalmazása a gördülő elemes hajtásban

A gördülő elemes hajtásban résztvevő kerekek között a forgást és a nyomatékot átadó golyó egy térbeli görbe mentén gördül, melyet kapcsolási pályának is nevezünk. Ahhoz hogy a hajtó- és a hajtott kerekek között a gördülő golyó érintkezési pontjaiban ne lépjenek fel csuszások (amely az evolvens profilú fogazásnál elkerülhetetlen), szükséges, hogy a kerék testeken a hornyok mentén a menetemelkedés változó legyen (matematikai feltételekből következik), és a szelvény keresztmetszete is változó legyen (terhelés egyenletes elosztása). A hornyok mentén a menetemelkedés minden pontban eltér az előzőtől, növekszik vagy csökken. A hornyok szelvény több körívből áll, melyeknek sugarai változnak a menet irányába.

3. Változó emelkedésű és szelvényű menet geometriai elemzése

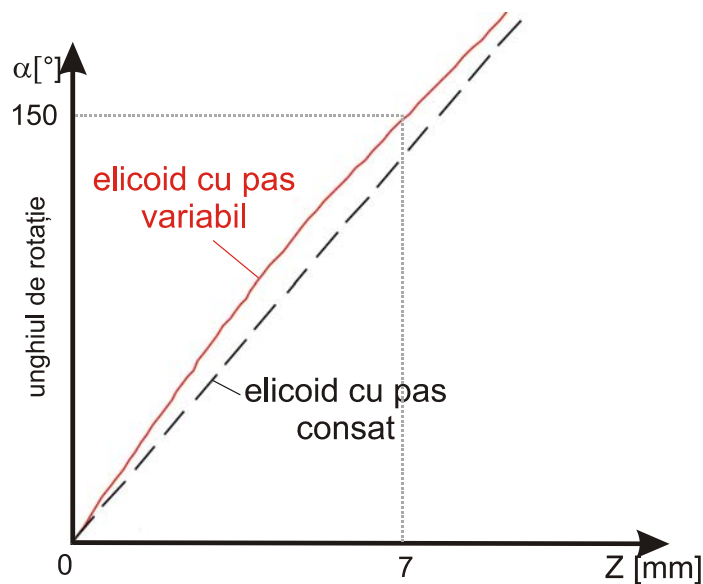
A geometriai elemzés során megvizsgáltuk egy adott kerék menetemelkedését és a szelvény keresztmetszetét a keréktest hossz tengelye mentén. A változó emelkedésű és szelvényű menettel fogazott csiga a 2 ábrán látható. A 3D-s modellt a ProEngineer program segítségével terveztük meg.



2. ábra Változó emelkedésű és szelvényű menetes csiga

A menetemelkedés elemzése (3. ábra)

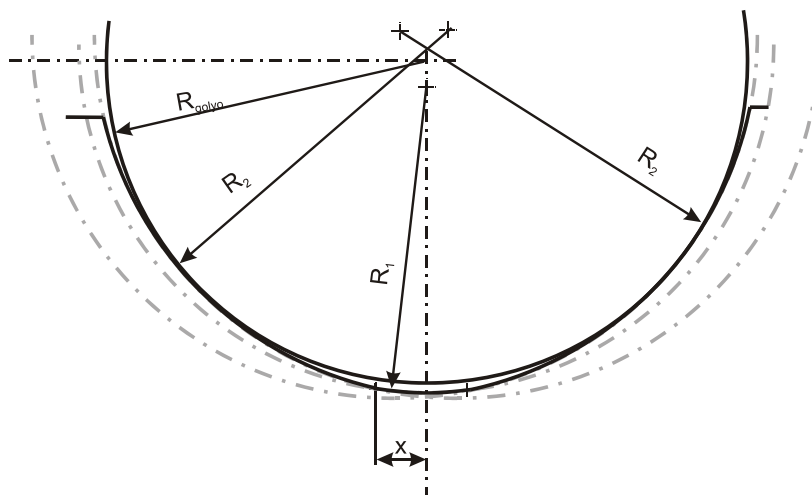
A 3 ábrán folytonos vonallal jelöltük a menetemelkedés változását a horony mentén. Összehasonlításképpen ugyanazon ábrán berajzoltunk egy állandó emelkedésű menetemelkedést, melyet fekete szaggatott vonallal jelöltünk. Jól látható hogy a menetemelkedés eltér az egyenestől.



3. ábra A menetemelkedés változása

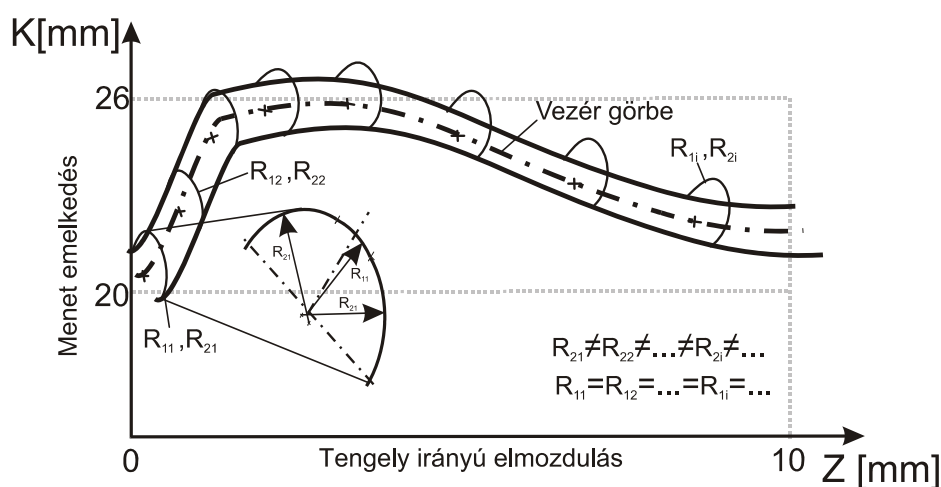
A szelvény keresztmetszetének vizsgálata

A golyóscsapágy terhelhetőséget nagymértékben befolyásolja az érintkezési tartományban kialakított rádiusz. Adott geometriájú golyó és csapágygyűrű esetében, a Hertz-féle feszültség számítási elmélet szerint, jó közelítéssel számíthatóak az érintkezési paraméterek (az érintkezési tartomány méretei és az érintkezési nyomás maximuma). A 4. ábra az általunk vizsgált a menet normál metszetét ábrázoltuk. Látható, hogy a horony fenékrádiusza kisebb, mint az oldal rádiusz ($R_1 < R_2$).



4. ábra. Horony normál keresztmetszete

A horony keresztmetszete változó a menet emelkedése mentén, ez a változtatás $R_{21}, R_{22}, R_{23}, \dots R_{2n}$, rádiuszok módosításával történik. A rádiuszok a csvarvonál egyes pontjaira vannak számítva úgy, hogy a golyókra eső terhelés egyenletes legyen. Az egymást követő keresztmetszetek a vezér görbe mentén össze vannak kötve, így minden pontban más keresztmetszetet kapunk, amint azt 5. ábrán szemléltettük.



5. ábra Horonykeresztmetszet változás a menet görbe mentén

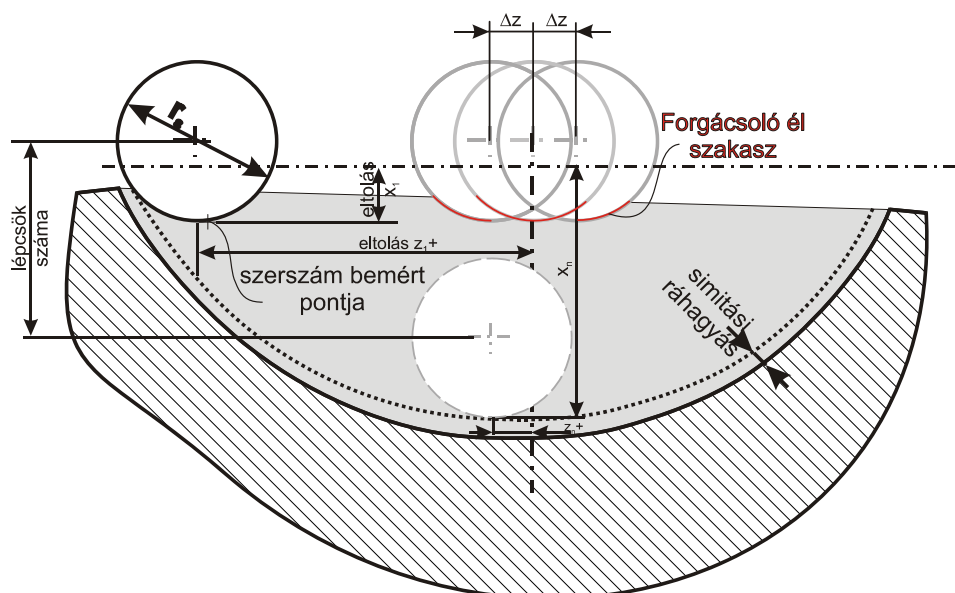
4. Változó emelkedésű és szelvényű menet esztergálása

Változó emelkedésű és szelvényű menet megmunkálása két részből áll: a horony nagyolása és simítása. Mind két esetben menetláncokat programoztunk. Menetlánc esztergálásakor a szerszám mozgása szinkronba van a főorsó forgásával. A szerszám tengely irányú a főorsó fordulatszámából függ, ennek következtében azokon a szakaszokon ahol a menetemelkedés nagy, (átlagos érték 23mm/ford.), szerszám tengelyirányú mozgásának a sebessége szintén nagy kell legyen, ezért a főorsó fordulatszámának a szának gyorsítási és megállási feltételei szabnak határt. Szükséges pontosság eléréséhez, megfelelő nagyságú gyorsítási és lassítási szakaszt kell programozni. Ahhoz hogy a szerszám megféléően kövesse a

menetláncban programozott menet spirál szakaszokat, a főorsó maximális fordulatszáma korlátozva van.

Nagyoló esztergálás

A nagyolásnál nem szükséges a menet profil ekvidisztanciáját mikron pontosan közelíteni, mert a simítási ráhagyás nagyobb, mint a horony keresztmetszet változása. A horony vezér görbéje ismert (CAD rendszerrel előállítjuk a pontsorozat X, Y, Z koordinátáit). A pontsorozatból kiválasztunk annyi pontot amennyi a közelítés pontosságához szükséges. A pontok kiválasztása úgy történik, hogy archimédeszi spirálokat fektetünk a szakaszokra, majd vizsgáljuk a maximális eltérést, mely nem léphet át egy megszabott értéket. A pontok kiválasztása után kiszámoljuk azokat a programozási pontokat, melyek szükségesek a menetlánc programozásához. CAD program segítségével kiszerkesztjük a szelvény keresztmetszetét tengely metszetben, amelyet egy ismert szerszámél csúcscsugarával érintünk (lásd 6. ábra). A 6. ábrán szaggatott vonallal ábrázoltuk a horonyprofil, melyet nagyoláskor állítunk elő. A fogárok ki-munkálása közben a szükséges lépcsők számát technológiai feltételekből (szerszám megengedett éltelhelése) szabjuk meg. Geometriai adatok felhasználásával létrehoztunk egy programot, mely egy változó emelkedésű állandó szelvényű menetet esztergál. A program tesztelésére tervezett csigakerék 6 be-kezdésű, ezért egy adott fogást mind a 6 menetárokban megismételjük, ezáltal biztosítjuk a hornyok e-gyenletes hőterhelését, illetve az egyenlőtlen hőbevitel miatti méret eltérést. A nagyolás edzett állapot-ban CBN anyagú, 0.4mm csúcscsugarú szerszámmal végeztük.



6. ábra Nagyolási horony profil tengely irányú keresztmetszetben

Simító esztergálás

A simításhoz kifejlesztett programmal, változó emelkedésű és változó szelvényű csavarfelületet esztergálunk. A nagyolásnál bemutatott számítási módszertől eltérően, itt minden fogáshoz más-más vezérgörbe tartozik. A vezérgörbét CAM program segítségével állítottuk elő. Az így kapott X, Y, Z koor-

dináták pontosan követik a horony profilját. A pontokat archimédeszi spirálokkal kötjük össze, így megkapjuk a szükséges programozási pontokat. A simítás CBN anyagú, 0.8mm csúcssugarú szerszámmal végeztük.

5. Összefoglalás

A csiga nagy pontosságú keményesztergálással készült felületét összehasonlítottuk a mart felülettel, megállapítottuk, hogy az esztergált felület, a golyók gördülési irányában, egyenletesebb, mint a mart felület. Ez a tény önmagában is elegendő indok lenne ahhoz, hogy az esztergálást válasszuk. A marás kiszámított forgácsolási idejét az esztergálás tényleges idejével összehasonlítva megállapítható, hogy esztergálással jelentős anyagleválasztási sebesség növekedés, ezáltal jelentős gyártási idő csökkenés érhető el. A forgácsolt darab pontossága megfelelt az előírt pontossági értékeknek. Ugyanakkor megállapítható, hogy a gördülő elemes hajtás gazdaságos sorozatgyártásához még számos kutatási feladatot kell megoldani.

Irodalom

- [1] Inventor: István Bogár: *Roller Transmission Gearing Mechanism* Patent publication No.: WO 2007/077470 A1
- [2] Bogár I., Reith J., Mészáros I., Oláh L. M.: *Technological problems of roller gearing mechanism*, Gépészet 2010. Budapest, 2010. Május 25-26
- [3] I. Mészáros, D. Szepesi, *Hochpräzisions-Hartdrehen als optimierter Prozess*, Werkstatt und Betrieb 138 Jahrgang 11.11.2005, pp.58-62
- [4] Mészáros I., Huijbers, M.: *Hartgewindedrehen verkürzt die Prozesskette*, Werkstatt und Betrieb 9/2002 p 33-35
- [5] Mészáros I., Huijbers M.: *Das Hartdrehen bekommt neue Anwendungsfelder*, Werkstatt und Betrieb 4/2003 pp 26-28
- [6] Oláh László Miklós: *Változó emelkedésű és változó szelvényű menetek nagy pontosságú kemény-megmunkálása*, Gyártás 2010. Október 20-21

drd. ing. **Oláh László Miklós**, Prof. dr. ing. **Gyenge Csaba**

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Románia
RO-400641 Cluj-Napoca B-dul Muncii, nr. 103-105
Tel/fax: +40-264-451001
E-mail: olahlasz@gamil.com, cs_gyenge@yahoo.com

dr. Mészáros Imre

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Tel.: 06-1/463-2641
E-mail: imesaros@manuf.bme.hu