

Nagy pontosságú poligon-felületek dörzsköszörülése

Dr. Szabó Ottó

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Abstract

In the last decade polygon joints and their manufacturing equipment were introduced. The finishing of external polygon surfaces has been solved, as well as that of internal surfaces of materials of low hardness ($HRC < 45$). Superfinishing or microfinishing or honing of hardened bores and shows well-known difficulties. The author presents the results of his research performed in this field, the development of a new superfinish or hon equipments, machining process and a tool family, which is protected by a patent.

1. Bevezetés

A korszerű gépszerkezetekben nő a nyomatékátvivő poligon- vagy sokszögműködések alkalmazási részaránya. A poligonprofilú kötések a hagyományos tengely-agy kötésekhez (ék, retesz, bordás, stb.) képest műszakilag és gazdaságilag is előnyösebbek, amit a Miskolci Egyetemen folytatott kutató-fejlesztő munka eredményei is bizonyítanak [1].

A gyakorlatban alkalmazott poligonfelületek többségének normál metszetei nyújtott hipocikloisok vagy annak származékai. A [6] jelölésével hipocikloisok (hipotrochoidok) paraméteres egyenlete:

$$\left. \begin{aligned} x &= x(\delta) = L_t \cdot \cos \delta + e \cdot \cos C_2 \delta \\ y &= y(\delta) = L_t \cdot \sin \delta + e \cdot \sin C_2 \delta \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ahol $L_t = R - r$; $e = \lambda r$ és $C_2 = \frac{R-r}{r}$ és a nyújtási tényező: $\lambda < 1$.

A nyomatékátvivő poligonkötésekben domború vagy „lapközépen” közel egyenes görbékkel kialakított hipocikloisok alkalmazása célszerű.

A geometriai és kinematikai viszonyokból felírható a következő egyenlet.

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{R}{r} = \omega_1 N_s \quad \text{és} \quad N_s = \frac{R}{r} = \text{entier} \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (2) \text{ és } (3)$$

ahol: ω_1 - az R sugarú alapkör szögsebessége -, ω_2 - az r sugarú gördülő kör szögsebessége; $N_s = 1, 2, 3, 4, \dots$, a hipociklois oldalak száma (azonos irányú szögsebességek). Ellentétes forgásirányok mellett epicikloisokat kapunk.

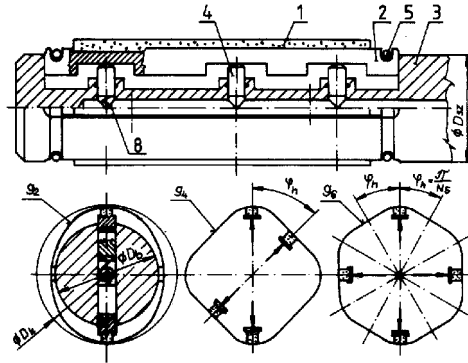
A poligon- vagy sokszög alak kialakítása képlékeny alakítással, esztergálással, marással, véséssel, gyalulással, üregeléssel, illetve köszörüléssel történhet [1, 2, 3].

A Miskolci Egyetemen a sokszögesztergálás, köszörülés és üregelés [1, 3], valamint a szerző munkájának eredményeként [4, 5, 6] befejező finommegmunkálások területén történt érdemi kutatás. NC vezérlésű sokszög-generálás eredményeit [6] dolgozat foglalja össze.

2. Poligon felület dörzsköszörülése nyomásszabályozással működő karos- és dugattyús berendezéssel

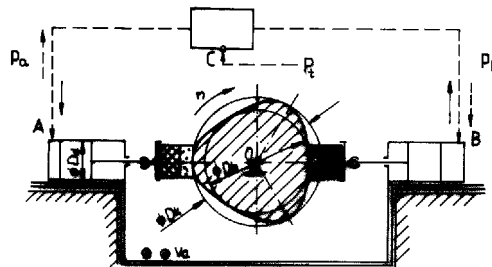
Különleges feladatot jelent az edzett acél sokszög normálmetszetű furatok, illetve külső felületek finommegmunkálása. Ennek egyik megoldása az ún. „quazi honolás” vagy quazi hosszút, illetve rövid löketű dörzsköszörülés, amit sikeres találmányi bejelentés is fémjelez [4, 5]. Ennek alkalmazása sokszög kötésű furatos agyak és tengelyek finommegmunkálása.

Az abrazív finommegmunkálások fejlesztésének egy másik irányát a karos- és dugattyús szerkezetű, rövid- és hosszúlökötű dörzsköszörülő („szuperfiniselő”- és „honoró”) berendezések [5] képezik. Ezeknél az epi- vagy hipociklois- normálmetszeti pálya mentén különleges, új megoldást jelent a szerszám elfordulását követő nyomásszabályozás (1. és 2. ábra). Az alapgéptől, illetve szerkezet kialakításától függően rövid- és hosszúlökötű dörzsköszörülés (superfinish, honing) valósul meg. Ezt a technológiát a Wankel-forgódugattyús motorok (pl. Mazda gépkocsik) motorház főfuratai nem nélkülözhetik.



1. ábra

Nyomásszabályozással működő poligon furat dörzsköszörű-szerszám család ($N_s=2,3,4,\dots$).
 Fontosabb jelölések: 1 – szuperkemény (gyémánt vagy CBN) szemcsés dörzsköszörű betét;
 2 – betét tartó; 3 – szerszámtest; 4 – működtető dugattyú; 8 – olajvezető furat.
 A szerszámok hagyományos dörzsköszörűgépre szerelhetők [5].

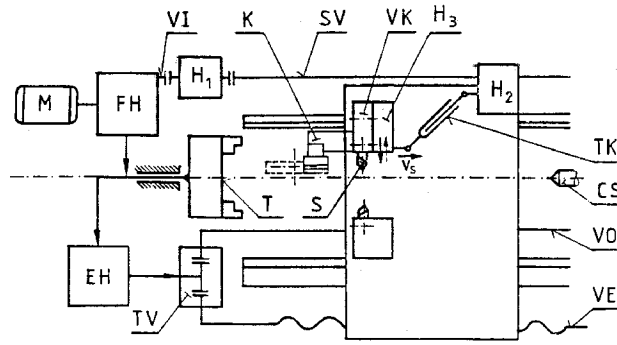


2. ábra

Poligon külső felületek nyomásszabályozással működő dörzsköszörű berendezésének elvi ábrája ($N_s=2,3,4,\dots$).
 Fontosabb jelölése: A és B szabályozott munkahengerek (dugattyúrúdon csatlakozik az abrazív szerszám);
 C – nyomás-szabályozó (kimenő jel: p_a és p_b) [5].

3. Kinematikai alakképző berendezésen sokszögfelületek rövidlökötű dörzsköszörülése (superfinish)

A Tajnafői-féle szerszámmozgatású sokszögesztergánál (3. ábra) a munkadarab $\vec{\omega}_1$ szögsebességű forgómozgást, a szerszám ω_3 szögsebességű translációs körmozgást végez [3]. A két mozgás eredménye a forgásirányoktól és geometriai adatoktól függően epi- vagy hipociklois. Alapgép: egytetemes csúcsezterga (pl. EE500), amelynek hátsó késtartójára sokszög pályát generáló adapter került. Az adaptert négycsuklós mechanizmus mozgatja. A főorsó és az adapter között merev kinematikai kapcsolat van.



3. ábra

A Tajnafoi-féle sokszögeszterga felülnézeti képe a K-jelű rövidlökötű dörzsköszörű egységgel [5]

A 3. ábrán alkalmazott fontosabb jelölések: *M* – motor; *FH* – főhajtómű; *H₁*, *H₂* – kiegészítő hajtóművek; *SV* – sokszög-vonóorsó; *H₃* – négycsuklós (excenteres) mechanizmus; *VK* – hátsó, vezérelt késtartó; *TK* – teleszkópos kardántengely (adapter hajtására); *K* – hátsó késtartóra szerelt rövidlökötű dörzsköszörű-készülék; *T* – főorsó és tokmány, stb.

A hátsó késtartó főorsóra merőlegesen végzi a sokszögeképzéshez szükséges v_s sebességű radiális irányú mozgását. A munkadarab- és szerszám szögsebességei közötti arány:

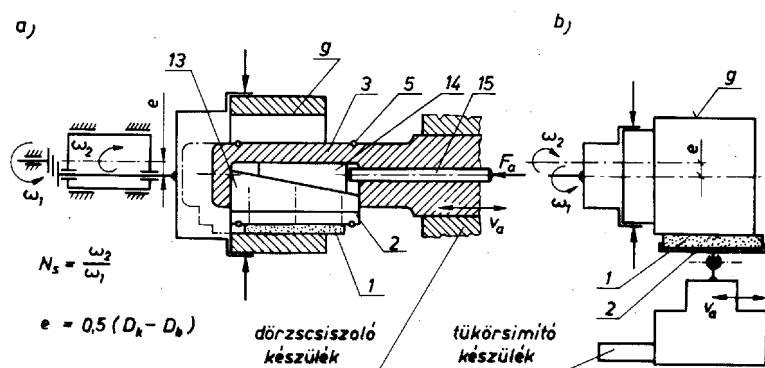
$$\omega_2 = N_s \cdot \omega_1 \quad (4)$$

egyenlettel adható meg.

A főorsó és a sokszög-főorsó között megvalósítható összhajtóviszony megegyezik a megvalósítandó N_s sokszög számmal. A négycsuklós tag excenterpárt tartalmaz, amelyeknél az excentricitás állítható.

A hátsó késtartóra szereltem fel a célszerűen furatmegmunkáláshoz is átalakított SE 30/110 típusú (SUPFINA gyártmányú) rövidlökötű dörzsköszörű készüléket. A hátsó késtartó dinamikusan kiegyensúlyozható. A PT póttömeggel biztosítottam a rendszer dinamikus egyensúlyát [5].

A Gellért-féle munkadarab mozgatású sokszögesztergán [1] és az ME szolgálati találmányát képező sokszögekészítő az előzőek szerinti készülékkel a dörzsköszörülés elvégezhető. Ennek elvi megoldását a 4. ábra mutatja be [5].



4. ábra

*Dörzsköszörű készülék munkadarab mozgatású sokszögesztergán
a) belső-, b) külső-sokszögfelület finommegmunkálása
(Alapkészülék, pl. Supfina 30/110 típus)*

A bemutatott készülék-megoldásoknál a szerszám rugalmas kötésű, gyémánt szemcsézetű, keskeny ($B_s=2-4$ mm) dörzsköszörűhasáb [5].

4. Kísérleti eredmények, következtetések

A sokszögfuratú, edzett és betétedzett acélból készült munkadarabokon (G03:HRC=60+2; BC3; C15; HRC=58±1) folytatott kísérleteim alapján megállapítottam, hogy rugalmas kötésű szerszámokkal (a szemcsemérettől függően) $R_a=0,20-0,05 \mu\text{m}$ átlagos érdesség elérhető, ami a gépipari követelményeket kielégíti. A felületen a kinematikai viszonyok miatt finom, sokszorosán átmetszett szinusz-vonalszerű karcrendszer keletkezik, ami tribológiailag kedvező. Mivel a szerszám szélessége kicsi ($B_s=2-5 \text{ mm}$) és finomszemcsézett, ezért gazdaságosan a munkadarabról csak az előmunkálásból örökölt maximális egyenetlenséggel azonos nagyságrendű „ráhagyás” leválasztása célszerű.

Az eljárás a munkadarab méretét (két oldalra számítva) (2...4). $R_{m,ki}$ értékkel változtatja meg ($R_{m,ki}$ az előző műveletből örökölt maximális egyenetlenség). A munkadarab pontos méretét ((2...4) $R_{m,ki}$ figyelembevétele mellett) és alakját az előmunkálással kell biztosítani. Célszerűen választott szerszámok és technológia alkalmazásával az ún. „plató-honolás” is megvalósítható [5].

A meglévő kinematikai alakképző berendezések (sokszögeszterga, sokszögművelő) – kis és középsorozat-gyártás feltételei között – általában alkalmassá tehetők rövidlökötű dörzsköszörülésre (készülék felszerelésével), viszonylag szerény anyagi ráfordítás mellett.

Természetesen az előmunkálást biztosító gép konstrukciója és pontossága (méret-, alak-) a finommegmunkált profil méretét és alakját meghatározza. Sokszögfuratok esetén kedvező a harmonikus nyújtott hipociklois vezérgörbájű üregelt előgyártmány. Ezáltal pontos méret- és alak nagysorozat- és tömeggyártás esetén garantálható. A jó felületminőséget az előzőek szerinti rövid- vagy hosszlökötű dörzsköszörülés biztosítja.

A szabadon programozható, NC-vezérlésű berendezések a gépszerkezeti mechanizmusok korlátait szinte teljesen megszüntetik. Tetszőleges alak-korrekciónak és alak-programozásnak válik lehetségessé. Számjegyvezérlésű gépekre célszerű finommegmunkáló adapter szerelése. Ennek elvi vázlatát és rendszertechnikai felépítését az [5]-ben dolgoztam ki.

A szerszámgéppiacon megjelentek például az olyan NC vezérlésű marógépek, melyek sokszög- és egyéb profilok (pl. vezértárcsák) pályavezérlésű generálására teszik lehetővé (pl. LEY cég gépei, vagy CSSZG MKG 500 típusú megmunkáló központja).

Ezekre az NC gépekre a rövidlökötű dörzsköszörű készülék adaptálható és ezáltal különféle alakos (pl. nyújtott hipocikloissal-, ellipszissel- és általános síkgörbével megadott) felületek finommegmunkálása biztosítható.

A terveim alapján célszerűen kialakított készülékek sokszög- és kör-vezérgörbájű, külső- és belső felületek megmunkálására egyaránt alkalmasak.

A kutatómunka folytatását az OTKA T030668. számú pályázati támogatás tette lehetővé.

Irodalom

- [1] Gribovszki L.: Gépipari megmunkálások. Tankönyvkiadó. Budapest, 1977. 455.p.
- [2] Fortuna- Werke Maschinenfabrik AG: Wissenwertes über Polygon. Stuttgart-Bad Cannstatt, é.n. 87p + Anhang 20p. Nr: 854 1069 (300E).
- [3] Tajnafői J. – Gellért K.: Késtartó szerkezet sokszögfelületek megmunkálásához. OTH 6613 lajstromszámú szabadalom. Budapest, 1978.11.15.
- [4] O. Szabó: Optimisation of Technology and „Quasi Honing” of Polygon Bores. Journal of Materials Processing and Technology. 119 (2001). ELSEVIER. pp.117-121.
- [5] Szabó O.: Felületek finommegmunkálása szuperkemény szemcsézett szerszámokkal. Megvédett kandidátusi értekezés. Miskolc-Budapest, 1991-1992. 146.p. + mellékletek.
- [6] Szabó O.: Mechatronikai modell-berendezés sokszög- és fogazott felületek NC pályavezérlésének vizsgálatához. OGÉT-2003. Konferencia kiadvány. Kolozsvár-Székelyudvarhely, 2003. pp.207-210.