FORGÁCSLEVÁLASZTÁSI SAJÁTOSságOK TÖBBIRÁNYÚ ESZTERGÁLÁSKOR

CHIP REMOVAL SPECIALITIES IN MULTI-DIRECTIONAL TURNING

Ráczai Viktor¹, Sipos Sándor², Farkas Gabriella³

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. 36-1-6665470, raczi.viktor@bgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. 36-1-6665427, sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu

³ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. 36-1-6665391, farkas.gabriella@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

For machining of increasingly complicated geometries, the longitudinal and transverse turning operations should be done with a single tool. Leading manufacturing companies have developed a number of constructions. The world's largest manufacturer has recently revolutionised turning by launching roughing and finishing tools. The roughing insert can work with "high feed turning" in four different directions of movement. This tool has a unique chip forming and removal, it forms a unique machined surface. The study gives an overview of the results, achieved in this area.

Keywords: multi-directional turning, PrimeTurning, new turning movements.

Összefoglalás

Az egyre bonyolultabb alkatrész-geometriák megmunkálásához a hossz- és keresztirányú esztergálást célszerű egyetlen szerszámmal elvégezni. A vezető gyártó cégek számos konstrukciót dolgoztak ki. A világ legnagyobb gyártója a közelmúltban egy nagyoló és egy simító szerszám piacra dobásával szinte forradalmasította az esztergálást. A nagyoló lapka „high feed turning” eljárással, négyféle mozgásirányban képes dolgozni. Ezen szerszámnak egyedi a forgácsképzése és leválasztása, csakúgy, mint a forgácsolt felület kialakítása. A tanulmány ezen a területen elért eredményeket tekinti át.

Kulcsszavak: többirányú esztergálás, PrimeTurning, újszerű esztergálási mozgás.

1. Bevezetés

Az egyre bonyolultabb alkatrész-geometriák megmunkálásához nem könnyű a megfelelő szerszám kiválasztása, ez kifejezetten időrabló feladat. Ha egyetlen szerszám elegendő a forgástestek hossz- és keresztirányú esztergálására, akkor nem

csak a CNC-esztergák kihasználása javul a beállítási és állásidők mérséklődésével, hanem a szükséges kések száma (vagyis a felszerszámozás költsége), sőt a szükséges szerszámcseré-idő is csökken.

A többirányú esztergálás (MDT = multi-directional turning) felszerszámozására a vezető gyártó cégek az évek során számos

konstrukciót dolgoztak ki (lásd ISO1832 szabvány). Amennyiben a lapka csúcshöge nagy ($EPSR \geq 80^\circ$), akkor az esztergálás csak hossz- és/vagy keresztirányban végezhető. Ha ez a szög $35 \dots 60^\circ$ közötti, akkor már a kontúr is megmunkálható vele. Sikeresen alkalmazzák a beszúró/leszúró késekre emlékeztető, hosszú és keskeny tollrésszel, a tartóba V-alakú rögzítéssel befogott egy vagy két végén használható lapkás változatokat is. Ezekkel beszúró, az azt követő hosszirányú, sőt kontúresztergálási feladatok is megvalósíthatók [1].

A világ vezető szerszámgyártója 2017 közepén jelent meg egy új elven működő konstrukcióval, szinte forradalmasítva az esztergálást [2].

1. ábra. A PrimeTurning™ esztergálás kétféle szerszáma [2]

Az új elven működő szerszámokat (1. ábra) megkülönböztető tulajdonságok a következők:

- az előtoló mozgás a tokmánytól a szegnyereg felé történik;
- a fogásra állás beszúrással kezdődik;
- a szerszám főélszöge a szokásosnál sokkal kisebb ($KAPR = 25 \dots 30^\circ$).

2. Forgácsolási tesztek „B” típusú PrimeTurning™ szerszámokkal

A nagyoló esztergálási tesztek egy Dugard Eagle gyártmányú, BNC1840 jelű CNC-esztergán hajtottuk végre, a munkadarabot tokmányba fogva, csúccsal támasztva. A kísérleteknél hűtő-kenő-öblítő közeget nem alkalmaztunk.

A kísérletekhez $\varnothing 60 \times 160$ mm méretű, tokmányoldalon befogócsappal, a szegnyereg felől pedig központfuron

támasztott, 11SMn30+C anyagjelű, $HB150 \pm 3$ keménységű automata acél próbatesteket használtunk fel.

A forgácsolási tesztekhez a CP-25BR-2525-11 jelű késtartót és a CP-B1108-M5 4325 jelzésű (2. ábra) nagyoló lapkát alkalmaztuk.

2. ábra. A CP-B1108-M5 4325 jelzésű lapka

A forgácsolási adatokat 3, illetve 4 szinten változtattuk: a forgácsolósebességet a $v_c = 160 \dots 250$ m/min, a fogásmélységet az $a = 0,5 \dots 1,5$ mm tartományban, míg az előtolást az $f = 0,3 \dots 1,2$ mm határok között állítottuk be (ez a „részleges faktoranalízis csúsztatott előtolásokkal” esete [3]).

2.1. Forgácsolás és erőhatások

A megszokotthoz képest ellenkező irányban mozgó, $KAPR = 25^\circ$ főélszögű esztergakés sokkal vékonyabb és szélesebb forgácsolást választ le, mint a hagyományos szerszámok. Az előtolás akár meg is kétszerezhető: a lapka „high feed turning” módon, négyféle mozgásirányban képes dolgozni (a hagyományos előtolási irányban simítani képes). A „B” szerszámnak egyedi az élkialakítása (a főél két különböző élszögű részből áll, amelyet nagy rádiusz köt össze), ezért forgácsolása különleges (3. ábra). Jól látható például, hogy a forgácsolókorban elhelyezett osztóelemek rámásolódnak a forgácsra.

3. ábra. A „B” jelű lapka és a forgács
Körülmények: $a = 1,5$ mm; $f = 1,2$ mm

Ez a jellegzetesség természetesen kihat a felület minőségére is. A tízféle beállítással esztergált forgácsok tablója (4. ábra) azt mutatja, hogy nyolc esetben kaptunk kedvezően tört forgácsot, ám a legnagyobb forgácsolási adatok ($a=1,5$ mm és $f=1,2$ mm) beállításakor veszélyesen tekeredő, gubancos forgács keletkezett.

4. ábra. A leválasztott forgácsok tablója

A KISTLER 9021A típusú erőmérővel kapott és Dynoware szoftverrel kiértékelt átlagos erőösszetevők arról tanúskodnak, hogy az erőhatások jól modellezhetők az

$$F_i = C_{Fi} \cdot a^{y_{Fi}} \cdot f^{x_{Fi}} \quad [N] \quad (1)$$

függvénnyel, amelyben az F_c , F_f és F_p erőkomponenshez kétfaktoros regresszióval kiszámolt konstans (C_{Fi}) és kitevők (x_{Fi} , y_{Fi}) tartoznak (lásd 5. ábra).

5. ábra. A forgácsolóerő alakulása és modellje

Az előtolóerő kicsiny, mindössze 10...20%-a a forgácsolóerő értékének. Ez az arány a szokatlanul kis KAPR élszögnek

tulajdonítható, csakúgy, mint a passzív erő kifejezetten nagy, $F_p/F_c=0,53...0,76$ határok közötti viszonyszáma.

Az F_p döntő tényező a megmunkálási pontosság alakulásában is. A forgácsolás legnagyobb értékeinél ($a=1,5$ mm és $f=1,2$ mm) a hordóssági hiba $\Delta D=52 \mu m$ volt, a maximum a szegnyereg felőli oldalon volt.

2.2. Felületminőség

Jelen anyagban csak az esztergált felület minőségének mikrojeometriai jellemzőit ismertetjük, a rétegtulajdonságokkal nem foglalkozunk [1].

A „B” típusú szerszámmal esztergált felület (szűrt profiljának) W_t hullámossági értékei a 6. ábrán láthatók. Megállapítható, hogy a hullámosság főleg a fogásmélység hatására növekszik, az előtolásnak pedig $f=0,9$ mm beállításnál van optimális értéke.

6. ábra. A hullámosság alakulása

Jóllehet, a nagyoláskor esztergált felületek érdekessége szigorú követelményt nem jelent (általában $R_z \leq 25 \mu m$), az általunk alkalmazott beállításoknál mért érdekességek alakulását a 7. ábra mutatja.

7. ábra. Az érdekesség alakulása

Megállapítható, hogy az élkialakítás miatt az érdesség számítására szolgáló (például az [1]-ben szereplő Bauer-féle) képletek egyike sem alkalmazható. Előnyös viszont az előtolásra felírt,

$$R_z = A \cdot f^2 + B \cdot f + C \text{ [}\mu\text{m]} \quad (2)$$

alakú egytényezős polinommodell.

Megjegyezzük, hogy mindig a nagyobb fogásmélységeknél mértük a kisebb R_z értékeket. Ennek az a magyarázata, hogy a radiális erő növekedése mintegy előfeszíti az esztergálás munkadarab-gép-szerszám-rendszerét, ugyanakkor ez a jelenség axiális alakhibához és a felület fokozott hullámosságához vezet. Éppen ezért csak robusztus, merev darabok megmunkálása végezhető el a kis KAPR élszögű, „B” típusú szerszámokkal.

2.3. Termelékenység

A megnövelt előtolás intenzívebb (akár $450 \text{ cm}^3/\text{min}$) anyagleválasztást jelent, a gépi fődíó zsugorodik, ennek következtében a termelékenység (db/óra) növekszik. Amennyiben kedvezően tört forgács keletkezik, akkor – a gépre vonatkozó teljesítménykorlátot figyelembe véve – a forgácsolósebesség növelhető, ez pedig még inkább fokozza a gépkihasználást.

8. ábra. „B” szerszám mozgásirányai (folyamatos: nagyolás, szaggatott: simítás)

Az ilyen típusú szerszám ellenkező előtolás- és forgásirányban, hagyományos előtolási értékekkel (simító üzemmódban)

alkalmazható, akár kis kúposságú darabok (8. ábra) kontúresztergálásához is.

3. Összegzés, további feladatok

A forgácsolási tesztek bebizonyították, hogy a szerszám jól alkalmazható nagyolási feladatokhoz: a szokottnál kisebb élszögű eszköz megfelelően stabil, megbízható a forgácsleválasztás, a lapka érdesség előállító-képessége is kedvező.

A passzív erő okozta rugalmas deformáció mind a próbadarabokon jelentkező méreteltérés, mind a felületminőség esetében a nagyolási pontosság szokásos tartományába esett. A „B” típusú szerszám azonban csak merev darabok esztergálására használható.

Az elvégzett vizsgálatok alatt a lapkán nem észlelhető kopás, mert a fellépő mechanikai és hőterhelés jól eloszlott a fogásban lévő szerszámél mentén.

Az adott megmunkálási feladathoz a viszonylag kis fogásmélységet megfelelően kompenzálja az emelt forgácsolósebesség, az (esetenként duplájára) növelt előtolás és néhány CAM-rendszer kódgenerátora. Ez utóbbi elengedhetetlen a nem szokványos mozgásciklusok megbízható tervezéséhez.

A további munkánk ki fog terjedni majd a különféle acélokon (beleértve a nehezen forgácsolható, korrózióálló minőségeken) végzendő vizsgálatokra, az egyes beállítási adatok korlátainak feltárására, valamint az 1. ábrán feltüntetett, simításra kifejlesztett szerszám hatékony felhasználásának vizsgálatára is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] dr. Sipos, S. – Dr. Palásti-Kovács, B. – Dr. Horváth, R.: *Forgácsolótechnológiák és szerszámok*, ÖE BGK3057, Budapest, 2015. p. 111-158.
- [2] SandvikCoromant_PrimeTurning-SCREEN_150_PPI, 2016.
- [3] Iscar gyártmányú esztergalapok komplex vizsgálata és minősítése, Kutatási jelentés, ÖE/BGK/AGI-GIT, Budapest, 2017. pp. 57.