

A FORGÁCSLEVÁLASZTÁS SAJÁTOSSÁGAI ROTÁCIÓS ESZTERGÁLÁS ESETÉN

*Sztankovics István*¹ – *Kundrák János*²

¹ tanársegéd, ² egyetemi tanár

^{1,2} Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet

ABSTRACT

A befejező műveletekben a forgácsolásban alkalmazott eljárások mind a forgácsleválasztás jellemzőiben, mind a létrehozott felület minőségében (integritásában) eltérnek egymástól, miközben az anyagleválasztás hatékonyságában és a ráfordításokban is különböznek egymástól. Ebben a cikkben rotációs esztergálásnál mutatjuk be röviden a forgácsleválasztás néhány sajátosságát, a létrehozott topográfia jellemzőit, továbbá alkalmazási példán keresztül megadjuk néhány jellemző paraméter értékét.

Kulcsszavak: befejező megmunkálás, rotációs esztergálás

1. BEVEZETÉS

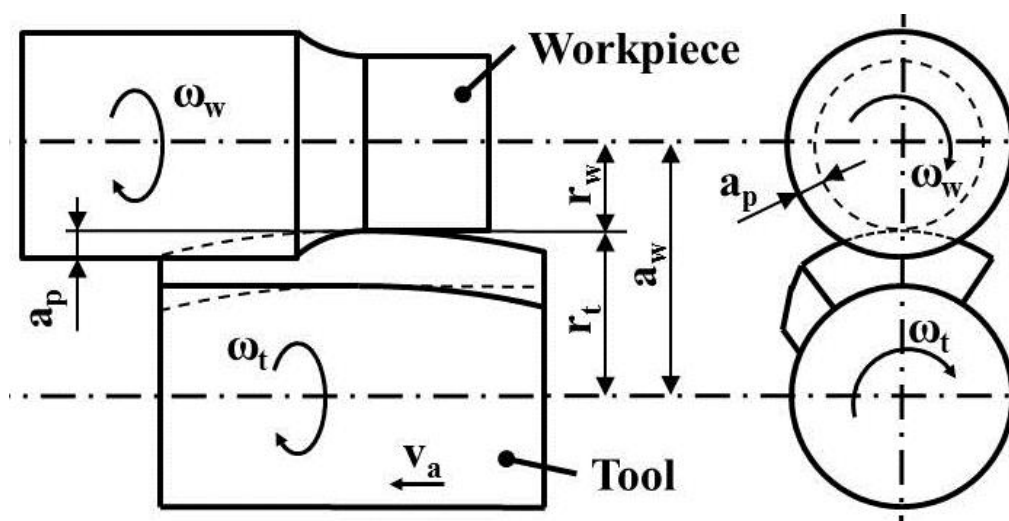
A megmunkáló eljárások közül különösen az alkatrészek gyártásának befejező műveleteiben alkalmazottakat kíséri különös figyelem és kiemelt fejlesztés, mivel ezek határozzák meg döntő mértékben az előállított alkatrész felületi minőségét, ezáltal az élettartamát is [1]. Mivel egyre több keményfelületű alkatrészt állítunk elő, a keménymegmunkálások a befejező precíziós műveletekben kiemelt jelentőségűek. Mind a határozott, mind a határozatlan élű megmunkálások hatékonyságát eme műveletekben is folyamatosan növelni szükséges a megfelelő gazdasági eredmények eléréséhez. Ma már határozott élű megmunkálással is lehetővé vált, amit a gépgyártás első évszázadában csak köszörülő eljárással lehetett megtenni: 65 HRC keménységű acél felületeket IT5-IT6 méretpontossággal és $R_z=1...3 \mu\text{m}$ felületi simasággal elkészíteni [2].

A határozott élű szerszámmal végzett megmunkálást is tovább kell fejleszteni, úgy hogy a működési követelményeknek jobban megfelelő és még hatékonyabb legyen. Az egyik fejlesztési irány, a forgácsleválasztást más kinematikai viszonyokkal és szükségszerűen más szerszám-élgeometriával megvalósító eljárások kifejlesztése és vizsgálata. Ilyen eljárás a rotációs előtolású esztergálás [3,4]. Ezzel az eljárással a precíziós megmunkálásoknak megfelelő forgácsleválasztási feltételek, valamint a köszörült felülettel megegyező pontossági és érdességi értékek előállítása a cél, a forgácsleválasztás hatékonyságának megtartása mellett. A hagyományos esztergáláshoz képest többek között a forgácsolóerő komponensek arányának változása miatt bővül a forgácsolható alkatrész-geometriák változatossága (például lehetővé válik nagy l/d viszonyú tengelyek megmunkálása). További előnye lehet a kialakuló felszíni topográfia is.

A rotációs esztergálás különleges szerszáma és kinematikája teszi lehetővé, hogy más működési követelményeknek megfelelő topográfiát hozzunk létre az egyéb eljárásokkal létrehozottakhoz képest.

2. A ROTÁCIÓS ESZTERGÁLÁS GEOMETRIAI ÉS KINEMATIKAI JELLEMZŐI

A rotációs esztergálás hagyományos hosszsztergálástól eltérő kinematikai viszonyait az 1. ábrából kiindulva értelmezzük [5]. Az eljárás legfőbb jellemzője a speciális kialakítású, munkadarab tengelyével párhuzamos tengelyű csavarvonalú szerszám. A szerszám lassú és a munkadarab ehhez képest gyors forgatása következtében történik az anyagleválasztás.



1. ábra

A rotációs esztergálás kinematikai viszonyai ($\omega_w \gg \omega_t$)

Az eljárást az alábbi paraméterekkel jellemezhetjük:

Geometriai paraméterek:

- a munkadarab megmunkálandó felületének sugara (R_w)
- a munkadarab megmunkált felületének sugara (r_w)
- a szerszámél terelőszöge (λ_s)
- a szerszám sugara (r_t)

Beállítandó paraméterek:

- munkadarab fordulatszáma (n_w)
- szerszám fordulatszáma (n_t)
- tengelytávolság (a_w)
- kiegészítő axiális előtolás (v_a)

A rotációs esztergálás geometriai alaphelyzete két kötött helyzetű kitérő egyenessel írható le. Az egyik egyenes a munkadarab középvonala. A másik egyenes a forgácsoló szerszám csavarvonalú élét a szerszámalapsíkbeli pontjában érintő egyenes. A két egyenest összekötő normál transzverzális nem más, mint a munkadarab megmunkált felületének sugara. A kötött helyzethez hozzátartozik még, hogy a két egyenes a szerszámalsíkban meghatározza a terelőszög értékét.

Ahhoz, hogy a folyamatos forgácsleválasztás létrejöhessen, biztosítani kell a forgácsoló főmozgást (munkadarab) és az előtoló mellékmozgást (szerszám). Az előtoló mellékmozgás nagyságának meghatározásához figyelembe kell venni a megmunkálás két esetét, melyeket a munkadarab megmunkálandó felület és a

szerszám hosszának viszonya alapján különböztetünk meg: első esetben (alapeset) a megmunkálandó felület hossza kisebb, mint a forgácsoló szerszám élének axiális irányú vetületének a hossza; második esetben azonban a munkadarab megmunkálandó felülete hosszabb. Az első esetben a szerszám forgásából származó előtoló mozgás elegendő a munkadarab teljes felületének megmunkálásához. Az előtoló mellékmozgás, azaz a munkadarab és szerszám érintkezési pontjának változása a szerszám forgatása következtében jön létre, így nagyságát a terelőszög befolyásolja. A második esetben a forgó mozgás mellett kiegészítő axiális előtoló sebességgel is kell mozgatni a szerszámot a teljes felület megmunkálásához. Az előtoló mellékmozgásnak köszönhetően következik be a transzverzális metszéspontjának tengelyirányú mozgása. A pont által leírt egyenes pedig nem más, mint a munkadarab megmunkált felületének egy alkotója.

A geometriai alaphelyzetből és az eljárást jellemző kinematikai viszonyokból meghatározhatóak a rotációs esztergálás forgácsleválasztását jellemző sajátosságai.

3. A FORGÁCSLEVÁLASZTÁS SAJÁTÓSÁGAI

A rotációs előtolású eljárásnál alkalmazott szerszám kialakítása a hagyományos esztergakésekhez képest jelentősen eltérő. Ennek következtében a szerszámot érő igénybevételek is másak lesznek. Hagyományos eljárás esetén a forgácsoló él ugyanazon pontja halad végig a hengerszerű munkadarab megmunkált felületének alkotóján [6,7]. Emiatt a szerszám kopása az él csúcsában koncentrálódik, míg a fő és mellékél egyéb pontjaiban a csúcstól távolodva egyre inkább kisebb lesz ez a hatás. Rotációs esztergálásnál a szerszám forgása következtében az él minden pontja érinti a megmunkált felület alapsíkbeli alkotóját. Emiatt a forgácsoló él kopása szétoszlik az él mentén. Továbbá hagyományos esztergálás esetén az egy ponttal történő felületgenerálás miatt a megmunkálás során képződő hő is a szerszám érintkezési pontjánál összpontosul. Rotációs eljárás során az él – az anyagszétválasztás miatt – felhevülő szakasza a szerszám forgása miatt átadja a helyét az alacsonyabb hőmérsékletű részeknek, így téve egyenletesebbé a szerszám hőterhelését.

A szerszám csavarvonalú geometriájából adódóan a forgácsoló él alapsíkkal bezárt szöge – a terelőszög – az alkalmazott esztergakésekhez képest lényegesen nagyobb. Míg utóbbi esetben általában néhány fokos értékről beszélhetünk, addig rotációs esztergálásnál jellemzően 30...50°-os kialakítású szerszámok fordulhatnak elő. Ennek következtében a forgácsolás során kialakuló erőrendszer is más jelleget mutat. A munkadarabra radiális irányú erő helyett a terelőszögből eredő axiális irányú – vagy előtolás irányú – erő lesz a domináns. Így lehetőség nyílik rotációs esztergálással olyan munkadarabok megmunkálása is, amelyek korlátozottan lehetségesek hagyományos kemény-esztergálásnál, például nagy l/d viszonyú tengelyek esetén.

A forgács keresztmetszete is eltérő alakú lesz [8] a hagyományos hosszszesztergáláshoz képest. A kitérő egyenesekkel jellemezhető forgácsolási viszonyok miatt a forgácsolt felület hiperbolikus jellegű lesz, ennek következtében az elméleti forgácskeresztmetszet alakja a hagyományos paralelogramma alakhoz képest a palástmarásnál tapasztalható alakhoz lesz hasonló.

A megmunkálás során a forgácskeresztmetszet változása szerint a rotációs esztergálás esetén három fő szakaszt különíthetünk el. Az első szakasz során a szerszám forgása közben a forgácskeresztmetszet folyamatosan növekszik, majd a második szakaszban állandósult jellegűt mutat. Végül a harmadik szakaszban a forgácsoló él munkadarabból való kilépése közben folyamatosan csökken. Az első és a harmadik szakasz axiális irányú hossza rotációs esztergálásnál számottevő mértékű lehet. Előfordulhat olyan eset is, amikor az állandósult keresztmetszetű szakasz nem is jön létre.

A forgácsolt felület hiperbolikus jellege miatt a megmunkált felület elméleti érdességi topográfiájában is eltérést láthatunk [9,10]. A hagyományos, hosszeltolós esztergálással megmunkált felület előírt minősége komoly korlátot jelent a gyártás termelékenység szempontjából. Mint ismeretes, simításkor a szerszám csúcspontja, a fő- és mellékél-elhelyezési szög és az alkatrészrajzon előírt felületi érdesség meghatározza az alkalmazható előtolás nagyságát. Ennek oka, hogy a szerszám éle a felületen mérőeszközzel jól mérhető, periodikus felépítésű mikrobarázdát képez [11,12].

Rotációs esztergálásnál azonban más a helyzet. Megállapítható, hogy az eljárás különleges kinematikai viszonya és az él kialakítása miatt nemcsak a felületi topográfia lesz más, hanem az elméleti érdesség is változik: magassága kisebb, míg a hullámhossza nagyobb. Az elméleti profilt vizsgálva megállapítottuk, hogy az érdesség maximális értéke lényegesen kisebb lesz, mint hagyományos esztergálás esetén. Emellett a profil hullámhossza lényegesen nagyobb lesz.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A rotációs esztergálás geometriai és kinematikai viszonyai, a forgácsleválasztás leírása bonyolultabb a hagyományos esztergálásától. Ez a szerszámalkakításban, a forgácskeresztmetszet alakjában és a forgácsleválasztás jellemzőiben is megjelenik. A cikkben a rotációs esztergálás fenti jellemzőit, a forgácsleválasztás sajátosságait mutattuk be. Ismertettük a szerszám-munkadarab érintkezés jellegét, a szerszámgeometria és a kinematika hatását a folyamatjellemzőkre, valamint a kinematikai és a geometriai viszonyok befolyását a forgácsleválasztásra.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutató munka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében valósult meg.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] M. C. Shaw: **Metal Cutting Principles**. Oxford University P, New York, 651 p. (2005)
- [2] H. Tschätsch, J. Dietrich: **Praxis der Zerspantechnik**. 10. Auflage, Vieweg+ Teubner Verlag, Wiesbaden, 393 p. (2011)
- [3] Patent DE102004026674B3 (2004) Kummer, N.
- [4] F. Klocke, T. Bergs, F. Degen, P. Ganser: **Presentation of a novel cutting technology for precision machining of hardened rotationally symmetric parts**. Production Engineering: Research and Development, Vol. 7, pp.177-184 (2013)
- [5] Sztankovics I, Kundrák J: **Mathematical Description of Machining External Cylindrical Surface in Case of Rotational Turning**, Cutting & Tooling in Technological System (ISSN 2078-7405), Kharkiv, Vol. 82, pp. 264-269 (2012)
- [6] Zebala W, Slodki B: **Cutting data correction in Inconel 718 turning**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 65:, pp: 881-893 (2013)
- [7] Childs T H C, Sekiya K, Tezuka R, Yamane Y, Dornfeld D: **Surface finishes from turning and facing with round nosed tools**. Cirp Annals 57, pp. 89-92 (2008)
- [8] Sztankovics I, Kundrák J: **Determination of the Chip Width and the Undeformed Chip Thickness in Rotational Turning**. Key Engineering Materials (ISSN 1013-9826), Vol. 581: Precision Machining VII, pp: 131-136 (2014)
- [9] J. Kundrák, I. Sztankovics, K. Gyáni: **Analysis of the Theoretical Values of Several Characteristic Parameters of Surface Topography in Rotational Turning**. World Academy of Science Engineering and Technology, Vol 8., pp. 1402-1407 (2014)
- [10] I. Sztankovics, J. Kundrák: **Theoretical Value of Total Height of Profile in Rotational Turning**. Applied Mechanics and Materials, Vol. 309, pp. 154-161 (2013)
- [11] Durakbasa M N, Osanna P H, Demircioglu P: **The Factors Affecting Surface Roughness Measurements of the Machined Flat and Spherical Surface Structures - The Geometry and the Precision of the Surface**. Measurement, Volume 44, Issue 10; S. 1986 – 1999 (2011)
- [12] Varga G: **Effects of Technological Parameters on the Surface Texture of Burnished Surfaces**, Key Engineering Materials (ISSN 1013-9826), Vol. 581: Precision Machining VII, pp: 403-408 (2014)