

FURATOK ALAKHIBÁJÁNAK VIZSGÁLATA AZ ELŐTOLÁS FÜGGVÉNYÉBEN HÓNOLÓ MEGMUNKÁLÁSNÁL

Nagypál Gergely

alapszakos gépészmérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: nagypalg98@gmail.com

Sztankovics István

tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: istvan.sztankovics@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Ebben a cikkben az előtolás és a szerszám szerkezetének hatását vizsgáltuk hónolással megmunkált furatok felületeinek alakhibájára. 9 beállítással végzett kísérleteinknél mértük a furat hengerességét, köralakhibáját, kúposágát. Elemzésünkben a három paraméter számértékein túl a mérőberendezés által rögzített felületi profilokat is összehasonlítottuk.

Kulcsszavak: hengeresség, hónolás, köralakhiba

Abstract

We analysed the effect of the feed rate and the tool micro-structure on the accuracy error of honed bores. The cylindricity, conicity and roundness error were measured in 9 experimental setups. We also compared the surface recorded by the roundness error measuring device among the values of the three analysed parameters.

Keywords: cylindricity, honing, roundness error

1. Bevezetés

A konstrukciós tervezésnél az alkatrészek megmunkálásával szemben a tervezők különböző elvárásokat fogalmaznak meg a gépraizon feltüntetett tűrések formájában. Ezek között szerepelhet a megmunkált felülettől elvárt struktúra is a különböző pontossági és érdességi előírásokon túl. Bizonyos esetekben az általánosan elterjedt forgácsoló és képlékenyalakító eljárásokkal nem lehet elérni az előírt szerkezetet, amikor is valamilyen feladatspecifikus megmunkálást kell alkalmazni. A különböző konstrukciójú motorok hengerfejfuratánál előírás a finom érdesség által biztosított kis súrlódás mellett a felület megfelelő struktúrájából származó, kellő nagyságú hordfelület, amely ugyanakkor képes a kívánatos barázdáltságból fakadóan a kenőanyag időleges (a hengerfej mozgása közbeni) tárolására is. Kundrák és társai munkája szerint [1], a belső hengeres felületek befejező megmunkálására köszörülést vagy finomesztergálást alkalmaznak. A hengerfuratok esetében a leírt különleges topográfia elérése érdekében azonban a hónolás [2] bizonyult optimálisnak.

A hosszúlökötű dörzsköszörülésnél a forgácsolósebességet a szerszám fordulatszám adja, a fogásmélységet az abrazív köszörűhasáb által kifejtett nyomóerő befolyásolja, míg az előtolást a löket-hossz és az egy perc alatti kettőslöketek száma jelenti. Ezek közül ebben a publikációban a nyomóerő változásának hatásával foglalkozunk mélyebben. Pawlus és társai vizsgálataiból kiderül [3], hogy a nagyoló és simító hónolás közül határozza meg a végső völgymélységet a felületi érdességi profilon,

míg utóbbi a hordfelületarányt befolyásolja leginkább. Goelden és társa szimulációs és kísérleti munkájukkal bebizonyították, hogy az előírt érdességet a nyomás növelésével, kevesebb löketszámmal lehet elérni [4]. Szabó megmutatta, hogy a szemcseanyag változtatásával hatékonyan lehet befolyásolni az egységnyi idő alatt leválasztott anyagmenyiséget [5]. Sabri és társai munkájukban megmutatták, hogy a hónoló szerszám anyagának (és legfőképpen a szemcseméretének) változtatásával a megmunkált munkadarabok végső felületi érdessége és topográfiája kedvezően befolyásolható [6].

A fentiek alapján látható, hogy a különböző technológiai adatok mellett az abrazív szerszám anyaga/szerkezete befolyásolja a hónolás folyamatát. Ezért ebben a cikkben megvizsgáljuk, hogy milyen hatással van a felület hengerességére, kúposágára és köralakhibájára a különböző szerszámmal és előtolással végzett megmunkálás.

2. Kísérleti feltételek

A hónolási kísérletekhez EN-GJL-250 anyagminőségű, lemezgrafitos öntöttvas anyagú perselyeket választottunk, melyek furatának átmérője 88 mm, hossza 192 mm volt. A forgácsolási kísérleteket háromféle szerkezetű, alumínium-oxid anyagminőségű abrazív szerszámmal végeztük el, melyek szemcseméretükben és kötőanyagukban tértek el. A megmunkálásokat az egri Belcord Kft. WMW 270/700 hónoló gépén végeztük, mely segítséget ezúton is külön köszönjük. A szerszámok adatait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Az alkalmazott szerszámok adatai

Szemcseanyag-minőség	Szemcseméret	Kötőanyag	Szerkezet	Jelölés
Al ₂ O ₃	80	keramikus	közepesen zárt	A
		műgyanta	zárt	B
	240			C

A forgácsolási kísérletek során a szerszám nyomóerejét és fordulatszámát állandó értéken tartottuk, melyeket a gépgyártó cégeknél alkalmazott értékek alapján választottunk meg (10 bar nyomóerő és 200 m/min forgácsoló sebesség). Kutatómunkánk célja az előtolás hatásának vizsgálata volt, ezért a kísérletek során háromféle előtolást (25 mm/ford, 50 mm/ford, 75 mm/ford) állítottunk be az egyes szerszámokhoz. Az így kapott 9 eset látható a 2. táblázatban.

2. táblázat. A vizsgált esetek beállítási adatai

Szerszám	Fordulatszám 725 1/min								
Nyomás	10 bar								
Előtolás	25 mm/ford			50 mm/ford			75 mm/ford		
Szerszám	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Beállítás	1	2	3	4	5	6	7	8	9

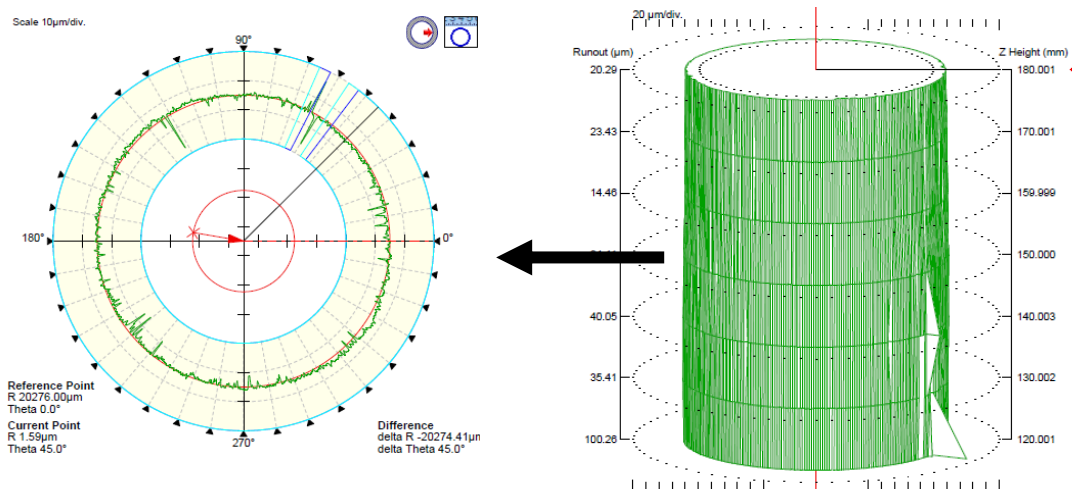
3. Kísérleti eredmények

A próbadarabokon a forgácsolást követően méréseket végeztünk Talyrond 365 alak- és helyzethibavizsgáló géppel. Minden furat két végén mértük a hengerességet a furat végétől 15 mm távolságtól indulva 60 mm hosszon 7 síkban végzett méréssel, valamint az alsó, középső és felső síkban a kör-

alakhibát is kiértékeltek. A mérőgép által regisztrált felületek szabvány szerinti eredményei láthatók a 7–9 beállításoknál az 1–3. ábrán.

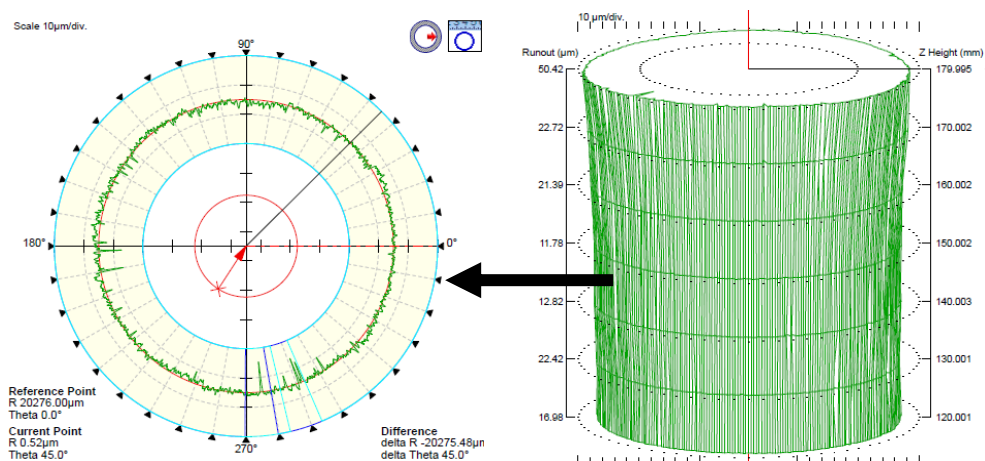
A mérések eredményei közül az alábbi paramétereket vizsgáltuk:

- Teljes köralakhiba (RONt): a felületet síkban kívülről és belülről burkoló két, a körrel közös középpontú körök közötti különbség.
- Teljes hengerességi hiba (CYLt): a felületet térben kívülről és belülről burkoló két, a referencia-hengerrel közös tengelyű hengerek közötti különbség.
- Kúposág (CYLtt): a legkisebb négyzetek elve alapján felvett két, egymástól 180° -ra lévő alkotó által a henger felső és alsó síkja között meghatározott különbség.

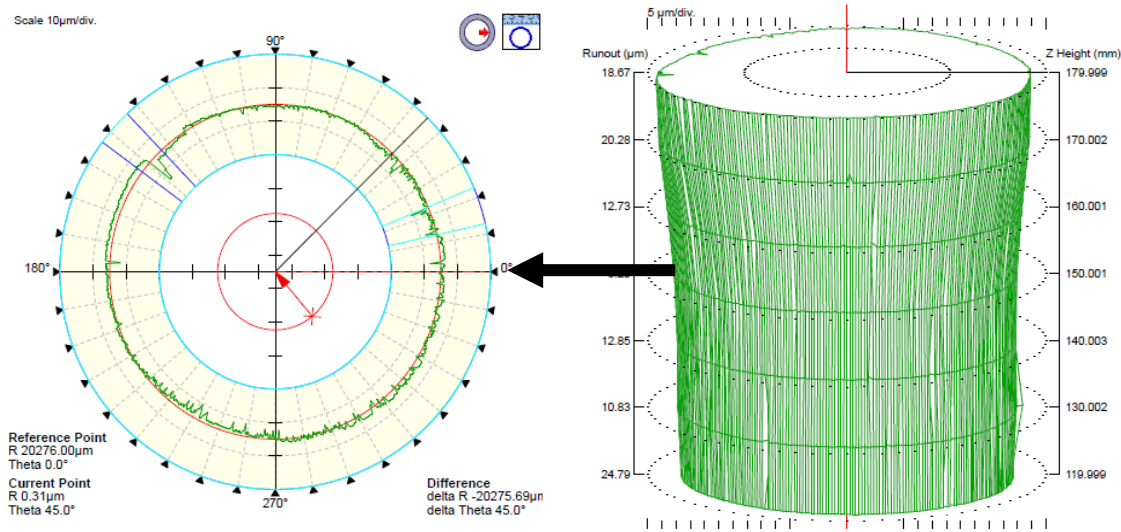


1. ábra. Köralakhiba- és hengerességmérés eredményei az A szerszámnál (7-es beállítás)

A köralakhiba esetén furatonként 6 mérést végeztünk egymástól 30 mm elhelyezkedő forgástengelyre merőleges síkokban. A hengerességi hiba és a kúposág meghatározásához furatonként 2-2 mérést végeztünk el. Az így kapott eredmények átlagértékei láthatók a 3. táblázatban a 9 kísérleti beállításra.



2. ábra. Köralakhiba- és hengerességmérés eredményei az B szerszámnál (8-es beállítás)



3. ábra. Köralakhiba- és hengerességmérés eredményei az C szerszámnál (9-es beállítás)

3. táblázat. Az alakhibamérések eredményei

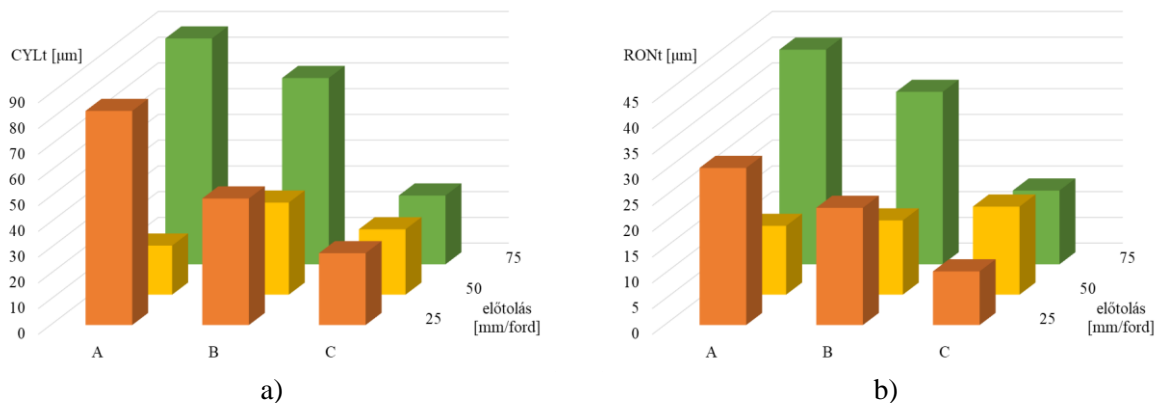
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RONt [μm]	30,52	22,77	10,43	13,63	14,43	17,12	41,7	33,5	14,33
CYLt [μm]	83,2	49,16	27,91	19,07	35,79	25,4	87,77	72,39	26,73
CYLtt [μm]	-39,19	-9,92	12,11	11,47	17,91	18,23	90,50	145,40	42,45

4. Kiértékelés

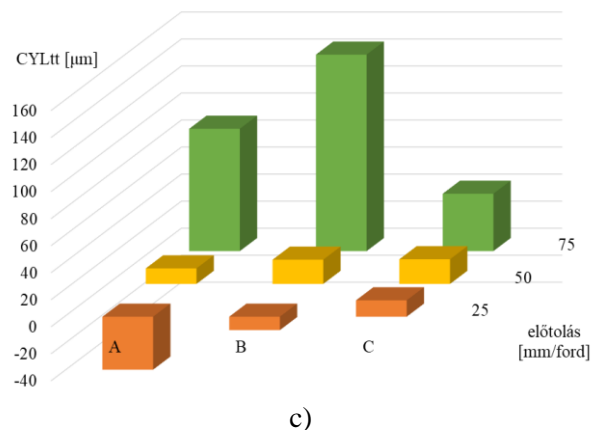
A 3. táblázatban látható kísérleti eredményeket diagramokon is ábrázoltuk a 4. ábrán. A mérési eredmények és az összehasonlító diagramok alapján a következő megállapításokat tehetjük.

A felület hengeressége szempontjából a finomabb, zártabb szerszámmal értük el a kedvezőbb eredményeket. Ez látható az 1–3. ábrán is, ahol a C jelű szerszámmal végzett megmunkálásnál (9) kisebb amplitudójú és periódusú hullámosság figyelhető meg a felületben, mint az A jelű szerszám esetében (7). A RONt szempontjából a legrosszabb eset a 75mm/ford előtolás és a nagy szemcseméretű szerszámmal végzett megmunkálás volt. A 25 mm/ford és a 75 mm/ford előtoláskor végzett eseteknél a mért köralakhiba közel fele a legrosszabb 7-es esethez képest. A hengerességmérés eredményeit vizsgálva az 1–3. ábra alapján láthatjuk, hogy a kisebb szemcsemérettel és zártabb mátrixszal rendelkező hónoló hasábbal végzett megmunkálásnál hengeresebb felület érhető el. Az 1. ábrán látható 7. esetben mélyebb profilt mértünk a 3. ábrán látható 9. esethez képest (a mérőprogram által rögzített görbék skálája a 7. beállításnál 20 μm/osztásköz, a 9. beállításnál 5 μm/osztásköz). Az értékeket vizsgálva a 4. ábra alapján megállapítjuk, hogy mindhárom előtolásnál a kisebb szemcsemérettel rendelkező szerszámnál értük el a legkedvezőbb értéket. A RONt és CYLt értékeit körülbelül a harmadára lehet csökkenteni a szerszám helyes megválasztásával. Az előtolás sebességét vizsgálva megállapítható, hogy az irodalomban leírt lokális minimumot a mi kísérleteink is megmutatták, mivel 50 mm/ford mellett értük el a legkisebb köralakhibát. Ezen értékekhez képest közel 15%-os növekedést mutatnak a

25 mm/ford beállításnál végzett kísérletek eredményei. A 75 mm/fordulatkor elért kör alakhibák is kicsivel rosszabbak, mint az 50 mm/ford előtolásnál mért eredmények. A kúposágmérés eredményei összhangban vannak az előző két paraméternél tett megállapításokkal. A nagyobb (75 mm/ford) és a kisebb (25 mm/ford) előtolás esetén a kisebb szemcseméretű szerszámmal értünk el kedvező kúposági hibát. Az 50 mm/ford előtolásnál a szemcseméret mértékadóan nem befolyásolta a kúposágot. Az előtolás növelése mindhárom szerszámnál fokozta a kúposágot 4–10-szeres növekedést okozva.



4. ábra. Mérési eredmények vizualizációja a hengeresség (CYL, a), a kör alakhiba (RONt, b), a kúposág (CYLtt, c) esetén



5. ábra. Mérési eredmények vizualizációja a hengeresség (CYL, a), a kör alakhiba (RONt, b), a kúposág (CYLtt, c) esetén

5. Összefoglalás

A befejező megmunkálásoknál fontos a megmunkált felület alakhibájának elemzése, illetve az egyes technológiai adatok hatásának feltárása. Az előtolást és az abrazív szerszám szerkezetét változtatva vizsgáltuk a felület hengerességét, kúposágát és kör alakhibáját belső hengeres furatok hónolása esetén. 9 beállítást vizsgálva megállapítottuk, hogy a hengeresség szempontjából a kisebb szemcseméret és a zártabb szerkezet a kedvezőbb, valamint 50 mm/ford előtolásnál mértük a legkedvezőtlenebb értékeket. A felület kör alakhibájában mindkét vizsgált paraméter jelentős hatást fejt ki. A szerszám és a munkadarab közötti előtoló sebesség növelésével és a szemcseméret finomításával hatékonyan csök-

kenthető a hengeresség hibájának mértéke a további technológiai adatok változatlan értéken tartása mellett is.

6. Köszönetnyilvánítás

Az NKFI-125117 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a K_17 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű *Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése* projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Kundrák, J., Mamalis, A. G., Markopoulos, A.: Finishing of hardened boreholes: Grinding or hard cutting? *Materials and Manufacturing Processes*, 19:6, pp. 979–993, 2004.
<https://doi.org/10.1081/AMP-200034480>
- [2] Köning, W., Klocke, F.: *Fertigungsverfahren, Schleifen, Honen, Läppen, Band 2*, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1996.
- [3] Pawlus, P., Cieslak, T., Mathia, T.: The study of cylinder liner plateau honing process. *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 209, Issue 20, pp. 6078–6086, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2009.04.025>
- [4] Goeldel, B., El Mansori, M., Dumur, D.: Simulation of roughness and surface texture evolution at macroscopic scale during cylinder honing process. *Procedia CIRP*, Vol 8, pp. 27–32, 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.060>
- [5] Szabó, O.: Examination of material removal process in honing. *Acta technica corviniensis – bulletin of engineering*, 7, pp. 35–38. 2014.
- [6] Sabri, L., Mezghani, S., El Mansori, M., Zahouani H.: Multiscale study of finish-honing process in mass production of cylinder liner. *Wear*, Volume 271, Issues 3–4, pp. 509–513, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.wear.2010.03.026>