

HOMLOKMART FELÜLET ÉRDESSÉGE AZ ELŐTOLÁS ÉS A FORGÁCSARÁNY VÁLTOZTATÁSÁNAK HATÁSÁRA ROMBUSZ ALAKÚ LAPKA ALKALMAZÁSÁVAL

Nagy Antal

mérnök-tanár, Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: antal.nagy@uni-miskolc.hu

Absztrakt

A felületi érdesség hatással van az alkatrészek illeszkedésére, élettartamára és a szerkezeti egységek működési követelményeinek megfelelésére, emiatt kell terveznünk annak várható értékét. A homlokmarásra jellemző kinematika révén a felület érdessége inhomogén lesz, vagyis a felületet különböző irányokban mérve változó értékeket mutat. A cikkben az előtolás növelésének hatását vizsgáltuk a felületi érdességre, mivel az előtolás növelése a termelékenység fokozásának egy hatékony módja.

Kulcsszavak: homlokmarás, felületi érdesség, előtolás, forgácsarány

Abstract

Surface roughness affect the fit, the lifetime and the performance requirements of parts and structural units. Thus, we must plan the expected value of that. Due to the characteristic kinematics of face milling, the roughness of the surface is inhomogeneous, which means different roughness in different directions measured on the surface. We examined the effect of the change of feed rate on the surface roughness in this article since increasing feed rate is an effective way to increase productivity.

Keywords: face milling, surface roughness, feed rate, chip size ratio

1. Bevezetés

Minden alkatrész befejező megmunkálásának célja az alkatrészarajzon előírt érdességi és pontossági követelmények teljesítése. A működési követelményeknek megfelelő érdességi értékek elérésére széleskörű kutatások folynak, többek között a homlokmarásra is. Erre utal a vizsgált témával kapcsolatos közlemények viszonylag nagy száma is. Mansour et al. [1] a forgácsolási adatok hatását, míg Zhao et al. [2] azt vizsgálta, hogy a beállított technológiai adatok változtatása milyen mértékben módosítja az érdességet. Baek et al. [3] figyelembe vette a lapkák ütését is egy matematikai modell továbbfejlesztéséhez, amit minden esetben előre be kell mérni. Kundra és Felhő [4] vizsgálta különböző a_p/f_z arányok mellett a két- és háromdimenziós felületi érdességi mérőszámok változását öt lapkára, az ütések figyelembevételével. Megállapították, hogy az előtolás függvényében – a vizsgált beállításoknál – a felületnek 1,44...7,71-szer rosszabb az érdessége, mint a bázisnak választott ütésmentes szerszámmal megmunkált felületé [5]. A forgácsolt felületek érdességének előzetes becslése is fontos kutatási irány [6,7], mert lehetőséget biztosít a megmunkált felület érdességének tervezéséhez.

E rövid irodalmi áttekintésben is látható, hogy a különböző forgácsolási feltételek (munkadarab-szerszám anyag párosítás és technológiai paraméterek) mellett végzett megmunkáláskor nem teljesen

azonos a felületi érdességet befolyásoló tényezők megítélése és hatásuk intenzitása az érdességi paraméterek értékére. Jelen cikkben szimmetrikus marásnál vizsgálom az előtolás növelésének hatását a felületi érdesség változására. Mivel a fogásmélység és az előtolás jelentős változtatásának hatására megváltozik a forgácsdeformáció is, ezért elemzem az a_p/f_z forgácsarány változását is a felületi érdességre. E cikkben bemutatott kutatásaim során figyelembe vettem olyan forgácsolási adatpárokat is, amelyeket nagy előtolásoknál az utóbbi időben javasolnak a kutatók. Ilyen nagy előtolású homlokmarással kialakuló felületek 2D és 3D érdességi jellemzőit vizsgálta Karpuschewski et al. [8].

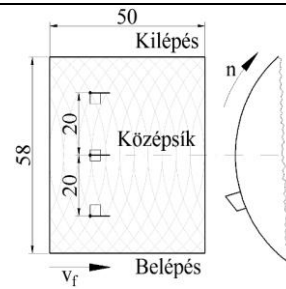
2. Kísérleti körülmények

A kísérleteket a Miskolci Egyetem Gyártástudományi Intézetében lévő Perfect Jet MCV-M8 függőleges marógépen végeztem. A homlokmaró fejen (névleges átmérő: $D_t=80$ mm) csak egy fészekbe szereltem R215.44-15T308M-WL rombusz alakú, bevonatolt keményfém lapkát. A szerszám főél-elhelyezési szöge $\kappa_r=90^\circ$, homlokszöge $\gamma_o=0^\circ$, hátszöge $\alpha_o=11^\circ$, a csúcsgugar pedig $r_e=0,8$ mm.

A kísérletek normalizált állapotú C45 minőségű ötvözetlen acél (1.0503) munkadarabokon lettek elvégezve szimmetrikus beállítással. Az ilyen anyagminőségre jellemző szakítószilárdság 580 MPa és keménység 207 HBW [9]. A forgácsolt felület szélessége 58 mm, hossza 50 mm. A kísérletek forgácsolási adatait, úgy az a_p fogásmélységet, az f_z fogankénti előtolást, az előzők hatványaként alkotott a_p/f_z forgácsviszonyt és a v_c forgácsoló sebességet az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. Alkalmazott forgácsolási adatok és a mérési helyek

Sor-szám	a_p [mm]	f_z [mm/f]	a_p/f_z [-]	v_c [m/min]
1	0,4	0,1	4	400
2		0,2	2	
3		0,4	1	
4		0,8	0,5	
5		1,6	0,25	



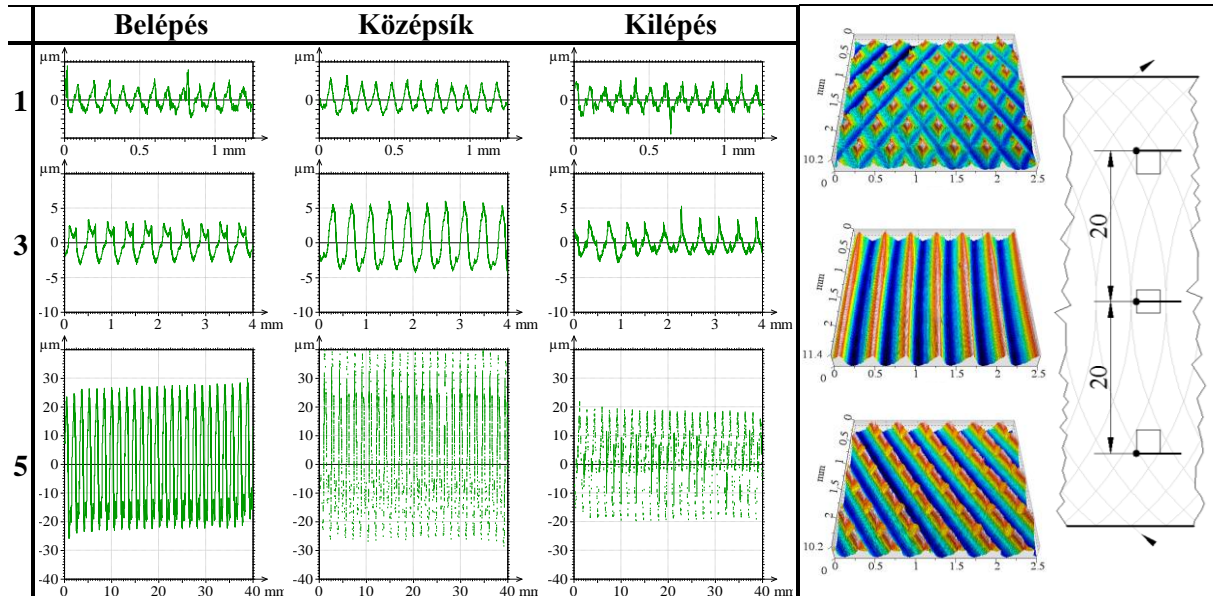
Az érdességméréseket AltiSurf 520 3D érdességmérő gépen végeztem el, a szimmetriasíkban, és két azzal párhuzamos mérési síkban (1. táblázat). Az eredményeket AltiMap szoftverben értékeltem ki. A vonalmenti mérések érdességi mérőszámait az ISO 4288:1998 szabvány előírásait követve kaptam meg. A 3D mérések a mérési síkokhoz igazítva lettek felvéve szimmetrikusan, a területei egyenként $2,5 \times 2,5$ mm-esek.

2. táblázat. Felületi érdességi értékek

	R_a [μm]			R_z [μm]			S_a [μm]			S_z [μm]		
	Be	Köz	Ki	Be	Köz	Ki	Be	Köz	Ki	Be	Köz	Ki
1	0,33	0,32	0,35	1,93	1,51	1,82	0,40	0,37	0,39	2,52	2,51	2,60
2	0,74	0,65	0,70	3,59	3,02	3,85	0,77	0,63	0,70	3,49	3,27	4,32
3	1,75	2,90	1,23	6,49	10,20	6,88	2,41	2,92	1,71	11,97	12,11	11,99
4	6,44	7,84	4,03	23,86	29,31	16,74	5,29	7,68	4,79	25,90	33,24	26,10
5	16,49	19,16	9,12	49,91	65,85	38,64	11,16	15,52	12,37	59,20	66,48	66,35

3. Mérési eredmények

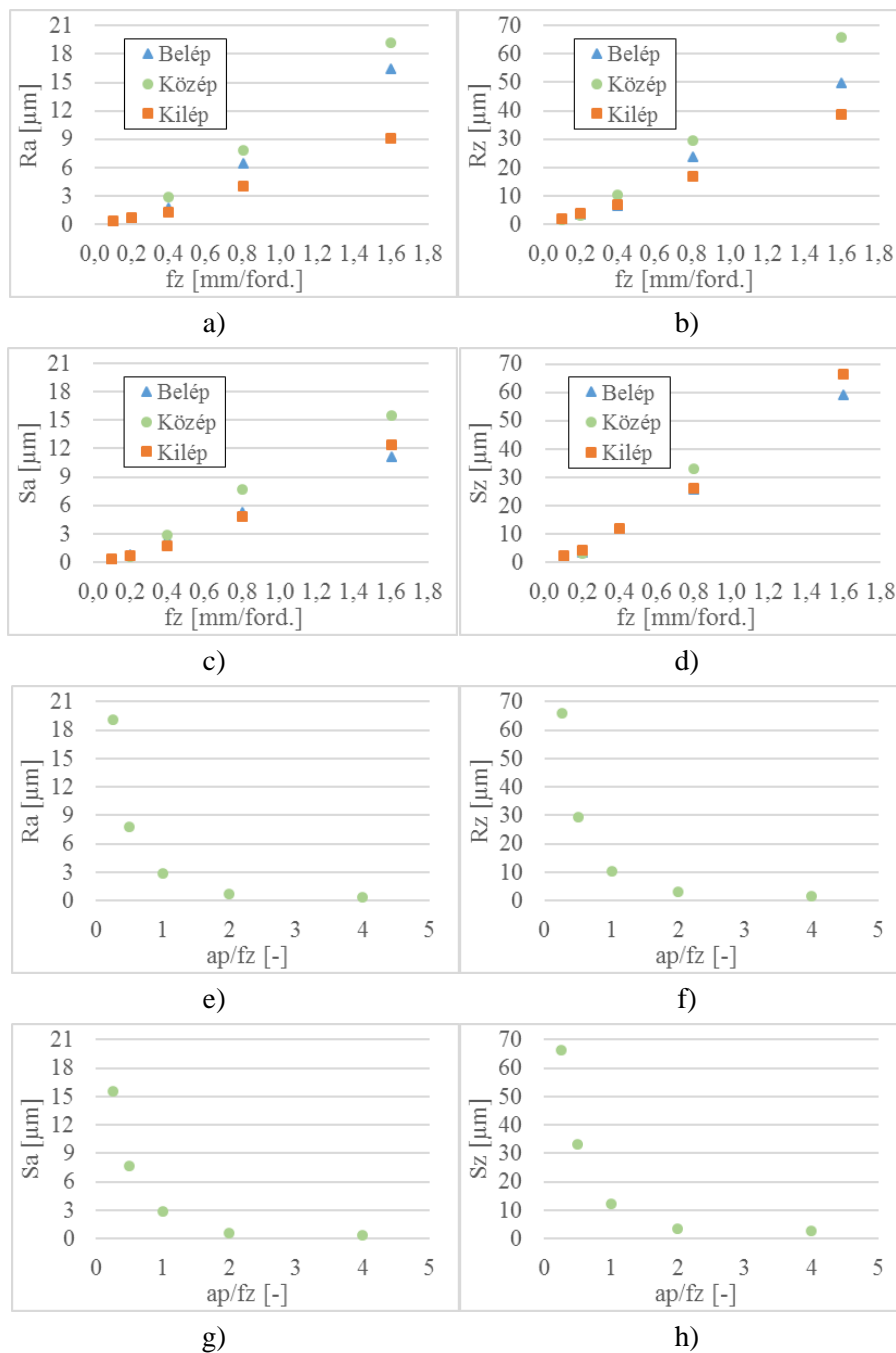
Az ismert érdességi paraméterek közül csak az R_a illetve az R_z értékeket, illetve ezek 3D-s megfelelőit (S_a és S_z) közlöm a 2. táblázatban. A felületekről készült érdességi profilgörbéket az 1. ábra tartalmazza a mérési síkok és az előtolás szerint rendszerezve. Itt csak az $f_z=0,1$; $0,4$ és $1,6$ mm/fordulat előtolásokhoz tartozókat tüntetem fel. Ezenfelül a mérések során a vizsgált felületek topográfiáit is rögzítettem, itt csak a 3. beállításról készült felvételeket mutatom meg (1. ábra).



1. ábra. Érdességi profilgörbék és felületi topográfiák a mart felületekről ($a_p=0,4$ mm; $v_c=400$ m/min, $f_z=0,1$ mm/ford. (1); $f_z=0,4$ mm/ford. (3); $f_z=1,6$ mm/ford. (5))

4. Eredmények kiértékelése

Az 1. ábrán a felvételeken jól észrevehetőek a jellegzetes érdességi lenyomatok. A középsíkban csak a mart felület érdességi profilja látszik, a szélső oldalakon a fő és visszafutó él lenyomatai is megjelennek. A kilépő oldalon sokkal mélyebb barázdák láthatók, ezt a 2. táblázatban közölt értékek is jól mutatják, amelyek nagyobbak a belépő oldalnál. A számszerű 2D és 3D mérési eredményeket diagramokban ábrázolom a fogankénti előtolás f_z és a forgácsarány a_p/f_z szerint rendezve, amely szemléletessé teszi azok alakulásait, illetve elősegíti a kiértékelésüket is (2. ábra). A diagramok azt mutatják, hogy az előtolás növelésével közel lineárisan növekednek az érdességi értékek. Az $f_z \leq 0,4$ mm/ford. esetén a síkok értékei közt alig van eltérés, illetve a 2. táblázatban látható, hogy a szimmetriasíkban mért értékek a legkisebbek. Az előtolást növelve éppen megfordul ez a viszony; a különbségek egyre nagyobbak, és a középsíkban vannak a maximális értékek. Továbbá elméletileg a középsíkhoz képest azonos távolságban lévő síkokban azonosak az érdesség értéke [10]. Ez a kísérletek során nem igazolódtott, a belépő oldalon nagyobb értékek adódtak. Ennek oka a belépő oldalon a középsíkig tartó ellenirányú és utána egyenirányú marás váltakozása. Így a feltételezés, hogy a maximális érdességhez elegendő a középsíkban mérni, nem minden esetben igazolható.



2. ábra. Mérési eredmények az előtolás f_z és a forgácsolási a_p/f_z függvényében

A 2. ábra e-h) diagramjain a középsík érdességi értékei láthatók. Ezeket figyelve elmondható, hogy $a_p/f_z > 1$ esetén az R_a és S_a átlagos érdességek 3 μm , az R_z és S_z egyenetlenség magasságok pedig 12,5

μm alatt maradnak. Ellenkező esetben, például nagyobb előtolást választva az értékek ugrásszerűen növekednek. A 3D értékek alakulása megegyezik a 2D esetével.

5. Összefoglalás

A vizsgálat arra irányult, hogyan változott az érdesség ötvözetlen acél szimmetrikus homlokmarásánál, egyetlen szerelt lapkával, az előtolás hatására. Az elkészített próbadarabok felületi érdességét három párhuzamos síkban mértem.

Megállítható, hogy $a_p/f_z > 1$ megválasztásakor az érdességi értékek kicsik, és változásuk nagyon csekély, egyéb esetben azok jelentősen növekedtek. Így 1-nél nagyobb értékek javasolhatók. A maximális érdességet a marat felület különböző pontjaiban mértem, ez alapján javaslom a marat felületet lefedő, párhuzamos síkokban is az érdességmérést. A párhuzamos síkokban – elméletileg azonos értékektől [10] eltérően – azok különbséget mutatnak. A belépő oldalon, ahol ellenirányú a marás, nagyobbak lesznek az érdességi értékek.

6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka 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] Mansour, A., Abdalla, H.: Surface roughness model for end milling: a semi-free cutting carbon casehardening steel (EN32) in dry condition, *Journal of Materials Processing Technology* 2002, 124:183-191. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(02\)00135-8](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(02)00135-8)
- [2] Zhao, G., Guo, Y. B., Zhu, P., Zhao, Y.: Energy Consumption Characteristics and Influence on Surface Quality in Milling, *Procedia CIRP* 2018, 71:111-115. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.05.081>
- [3] Baek, D. K., Ko, T. J., Kim, H. S.: Optimization of feedrate in a face milling operation using a surface roughness model, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 2001, 41:451-462. [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(00\)00039-0](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(00)00039-0)
- [4] Kunderák, J., Felhő, C.: Investigation of the topography of face milled surfaces, *Materials Science Forum* 2018, 919:78-83. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.919.78>
- [5] Felhő, C., Kunderák, J.: Effects of Setting Errors (Insert Run-Outs) on Surface Roughness in Face Milling When Using Circular Inserts, *Machines* 2018, 6(2):14. <https://doi.org/10.3390/machines6020014>
- [6] Kunderák, J., Felhő, C.: 3D roughness parameters of surfaces face milled by special tools, *Manufacturing Technology* 2016, 16(3):532-538.
- [7] Felhő, C., Kunderák, J.: Comparison of theoretical and real surface roughness in face milling with octagonal and circular inserts, *Key Engineering Materials* 2014, 581:360-365. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.581.360>
- [8] Karpuschewski, B., Kunderák, J., Emmer, T., Borysenko, D.: A new strategy in face milling - inverse cutting technology, *Solid State Phenomena* 2017, 261:331-338. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.261.331>

- [9] European Steel and Alloy Grades, C45
http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=152
- [10] Felhő, C., Karpuschewski, B., Kunderák, J.: Surface roughness modelling in face milling, Procedia CIRP 2015, 31:136-141. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.03.075>