

# TANGENCIÁLIS ÉS RADIÁLIS VÍZSUGARAS ESZTERGÁLÁSSAL MEGMUNKÁLT FELÜLETEK ÉRDESSÉGE ALUMÍNIUM ÖTVÖZETEN

**Kun-Bodnár Krisztina**

egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [krisztina.bodnar@uni-miskolc.hu](mailto:krisztina.bodnar@uni-miskolc.hu)

**Maros Zsolt**

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [zsolt.maros@uni-miskolc.hu](mailto:zsolt.maros@uni-miskolc.hu)

## **Absztrakt**

*Az abrazív vízsugaras esztergálás egy új technológia a nehezen megmunkálható forgásszimmetrikus munkadarabok megmunkálására. Kétféle eljárás van elterjedőben: a tangenciális és a radiális módszer. A vízsugárral történő esztergálás egyik problémája, hogy a vágás valódi fogásmélysége nem egyezik meg a beállított értékkel. A radiális és tangenciális eljárás ugyanazon technológiai paraméterek beállítása esetén eltérő anyagleválasztást és felületminőséget eredményez. A cikkben egy alumínium ötvözet kétféle vízsugaras esztergálással megmunkált felületeinek érdességét hasonlítjuk össze annak érdekében, hogy megállapítsuk az egyes eljárások előnyeit, hátrányait és elsősorban egymáshoz való viszonyát.*

**Kulcsszavak:** vízsugaras esztergálás, tangenciális és radiális eljárás, felületi érdesség

## **Abstract**

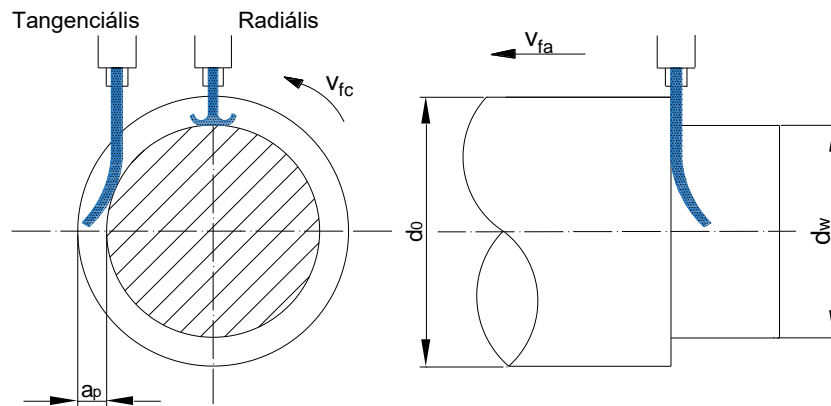
*Abrasive waterjet turning is a new technology to machine cylindrical or axisymmetric parts from hard to machine materials. There are two methods spread out for waterjet turning: tangential and radial method. One of the problems of waterjet turning is that the real depth of cut usually is not equal with the adjusted depth of cut. The radial and tangential processes result differences in surface quality when the same technological parameters are set. In this paper, we compare the roughness of the surfaces of an aluminium alloy machined by two types of waterjet turning in order to determine the advantages, disadvantages and, above all, their relationship to each other.*

**Keywords:** waterjet turning, tangential and radial method, surface roughness

## **1. Bevezetés**

A vízsugaras megmunkálások egy nem hagyományos technológia, melyeket napjainkban egyre szélesebb körben alkalmaznak. Ezen technológiák közül az egyik az abrazív vízsugárral történő esztergálás, mely lehetővé teszi forgásszimmetrikus alkatrészek, mint hengeres vagy kúpos felületek előállítását olyan anyagokból, melyek hagyományos esztergálással nem munkálthatók meg.

Vízsugaras esztergálásnál a munkadarab  $v_{fc}$  sebességgel forog, miközben a sugár tengelyirányban  $v_{fa}$  sebességgel mozog. Tangenciális esztergálásnál a sugár egy adott mélységben, radiális eljárásnál a munkadarab fölött, annak szimmetria tengelyében van elhelyezve (1. ábra). A kialakuló fogásmélység ( $a_p$ ) mindkét esetben számtalan tényező eredményeként jön létre [1,2]



1. ábra. Tangenciális és radiális abrazív vízugaras esztergálás kinematikai vázlata

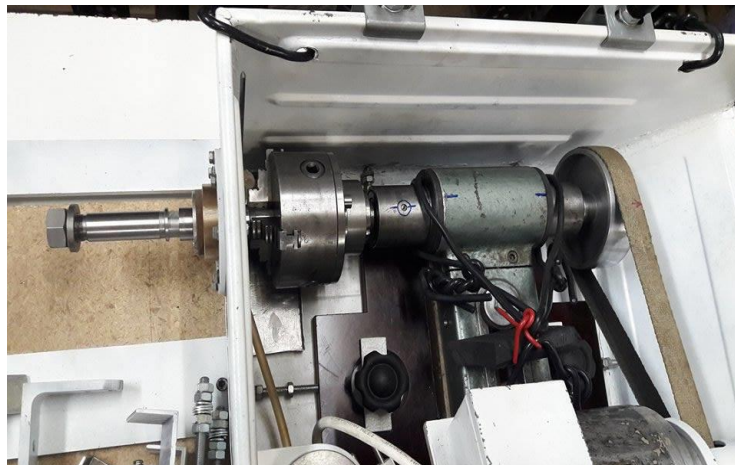
Az anyagleválasztás a sugárban lévő abrazív por, víz és levegő keveréke hatására jön létre. Vízugaras vágásnál nagyon kicsi a vágóerő, ami lehetővé teszi hosszú és viszonylag kis átmérőjű alkatrészek vágását [3,4]. Az eljárás alkalmas rideg és nehezen vágható anyagok, mint például üveg, kerámia, kompozitok, illetve különböző szuper- vagy titánötvözetek vágására [5,6,7].

## 2. Kísérleti körülmények, vizsgálati eszközök

A kísérlet során AlMg0,7Si jelű alumínium ötvözet felületét munkáltuk meg abrazív vízugaras esztergálással.

### 2.1. Forgatóberendezés és megmunkáló gép

A kísérletek elvégzéséhez kifejlesztettünk egy forgatóberendezést (2. ábra), melyet egy CORTINA DS2600 típusú, kétkoordinátás abrazív vízugaras vágógépre szereltünk fel.



2. ábra. Megtervezett és elkészített forgatóberendezés

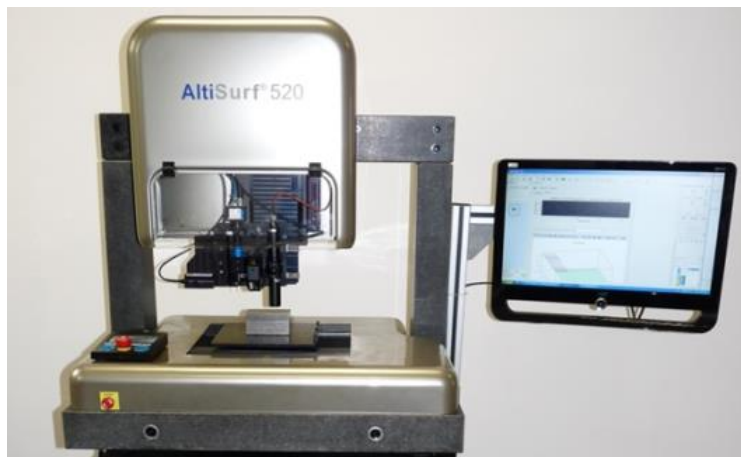
A forgatóberendezést [8] az alábbi szempontoknak megfelelően terveztük meg és készítettük el:

- vízugaras berendezésen legyen végrehajtható a megmunkálás és az alapgép biztosítsa az előtolást
- a készülék felfogása stabil legyen
- biztosítsa a munkadarab befogását és a forgómozgást

A berendezés három főbb egységből áll: hajtómű, vízvédő szerkezet és tartószerkezet.

## 2.2. A megmunkált felületek érdességének mérése

A megmunkált felületek érdességének mérését a Miskolci Egyetem Gyártástudományi Intézetének egyik laboratóriumában végeztük el az AltiSurf 520 háromdimenziós felülettopográfiai berendezésen (3. ábra).



3. ábra. AltiSurf 520 háromdimenziós felülettopográfiai berendezés

A megmunkálást követően profil és térbeli érdességi jellemzőket is meghatároztunk a felületek érdességének jellemzésére.

A megmunkált felületek szemrevételezéséhez a felületekről ZEISS Stereo Discovery.V8 mikroszkópon (4. ábra) készítettünk fotókat.



4. ábra. ZEISS Stereo Discovery.V8 mikroszkóp

### 2.3. Kísérleti beállítások

A forgácsolási kísérletek elvégzése során a víznyomást állandó értéken tartottuk, változtattuk az előtoló sebesség és a munkadarab fordulatszámának nagyságát. A beállítási adatokat az 1. táblázat mutatja.

*1. táblázat. Kísérleti beállítások paramétereit*

AlMg0,7Si						
Próbatest sorszáma	sugár	Kísérlet	abrazív tömegáram	nyomás	motor fordulat	előtolás
			g/min	bar	ford/min	mm/min
1.	1. (érintő irányú)	1.	400	3000	200	10
	2. (sugár irányú)	2.	400	3000	200	10
2.	1. (érintő irányú)	3.	400	3000	200	5
	2. (sugár irányú)	4.	400	3000	200	5
3.	1. (érintő irányú)	5.	400	3000	200	2
	2. (sugár irányú)	6.	400	3000	200	2
4.	1. (érintő irányú)	7.	400	3000	100	15
	2. (sugár irányú)	8.	400	3000	100	15
5.	1. (érintő irányú)	9.	400	3000	100	10
	2. (sugár irányú)	10.	400	3000	100	10
6.	1. (érintő irányú)	11.	400	3000	300	5
	2. (sugár irányú)	12.	400	3000	300	5
7.	1. (érintő irányú)	13.	400	3000	300	3
	2. (sugár irányú)	14.	400	3000	300	3
8.	1. (érintő irányú)	15.	400	3000	300	2
	2. (sugár irányú)	16.	400	3000	300	2

Ugyanazon technológiai paraméterekkel, egy próbadarabon végeztünk vízugaras esztergálási kísérleteket a radiális és tangenciális beállítás mellett (5. ábra)

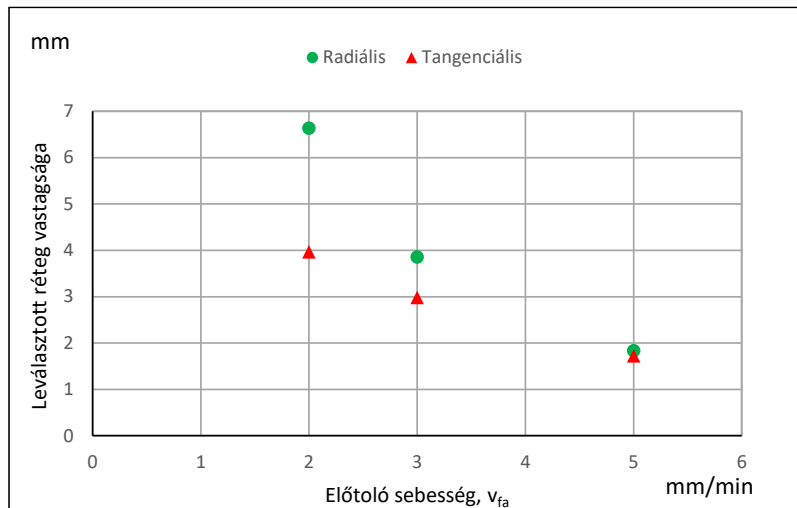


*5. ábra. Radiális (bal) és tangenciális (jobb) vízugaras esztergálással megmunkált felületek (hosszolótolás 3 mm/min, fordulatszám 300 1/min)*

Az egy próbadarabon elhelyezett felületek révén vizuálisan is jól összehasonlíthatóvá vált a kétféle esztergálási módszer.

### 3. Kísérleti eredmények

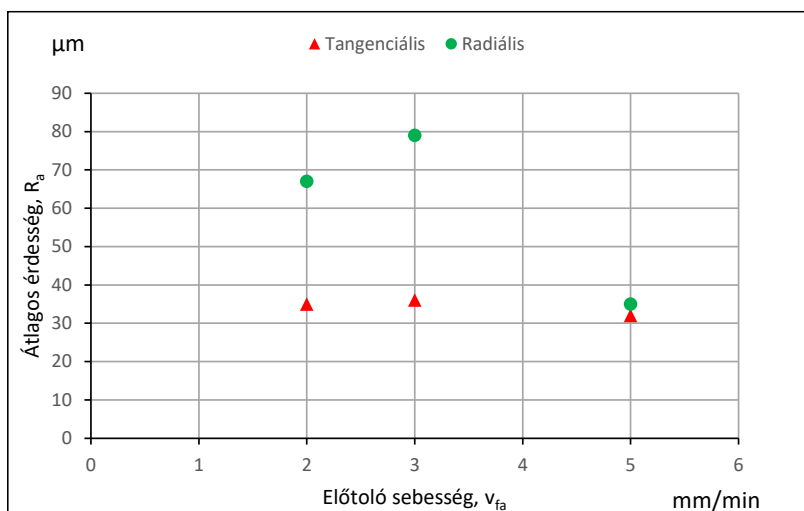
A forgácsolásokot követően meghatároztuk a leválasztott anyagréteg vastagságát. Ennek változását a 6. ábra mutatja.



**6. ábra.** Leválasztott anyagréteg vastagsága radiális és tangenciális vízugaras esztergálásnál az előtolás függvényében (motorfordulat 300 1/min, abrazív áram 400 g/min)

A 6. ábrából megállapítható, hogy a radiális esztergálással valamennyi esetben vastagabb anyagréteg távolítható el ugyanolyan technológiai paraméterek esetén, vagyis anyagleválasztás szempontjából hatékonyabb.

A 7. ábra a felületi érdesség paramétereinek közül az átlagos felületi érdesség ( $R_a$ ) változását mutatja a 6. ábrának megfelelő kísérleti beállítások mellett.



**7. ábra.** Az átlagos érdesség változása radiális és tangenciális vízugaras esztergálásnál az előtolás függvényében (motorfordulat 300 1/min, abrazív áram 400 g/min)

A 7. ábra alapján megállapítható, hogy kedvezőbb érdességű megmunkált felületek a tangenciális vízugaras esztergálással nyerhetők. Az érdesség változása az előtolás függvényében nem egyértelmű.

#### 4. Összefoglalás

Az eredményeket összegezve, a kétféle vízugaras esztergálás összehasonlítására irányuló kísérletek alapján az alábbi megállapítások tehetők:

- Azonos technológiai paraméterekkel végzett megmunkálásokkor a radiális eljárással nagyobb leválasztási hatékonyság érhető el.
- A leválasztott anyagréteg vastagsága az előtolás növelésével egyértelműen csökken.
- A felület átlagos érdessége a tangenciális eljárás esetén kisebb, az előtolás függvényében nem egyértelmű változást mutat.
- A tangenciális eljárás esetén a beállított fogásmélység nem azonos a ténylegesen leválasztott réteg vastagságával.

Összességében elmondható, hogy abrazív vízugaras esztergálással az anyagok jól megmunkálhatók, az előírt méret betartása azonban nem kellő pontosságú. Tangenciális abrazív vízugaras esztergálással kedvezőbb felületminőség, radiális eljárással nagyobb anyagleválasztási hatékonyság érhető el. A lejátszódó folyamatok tisztázásához további vizsgálatok szükségesek.

#### 5. 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] Li, W., Zhu, H., Wang, J., Yasser M. A., Huang, C.: *An investigation into the radial-mode abrasive waterjet turning process on high tensile steels*, International Journal of Mechanical Sciences, 77 (2013), pp. 365–376 <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2013.05.005>
- [2] Liu, D., Huang, C., Wang, J., Zhu, H., Yao, P., Liu, Z. W.: *Modelling and optimization of operating parameters for abrasive waterjet turning alumina ceramics using response surface methodology combined with Box–Behnken design*, Ceramics International, 40 (2014), pp. 7899–7908 <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.12.137>
- [3] Manu, R., Babu, N. R.: *An erosion-based model for abrasive waterjet turning of ductile materials*, Wear; 266: 1091-7. (2009) <https://doi.org/10.1016/j.wear.2009.02.008>
- [4] Zohoor, M., Zohourkari, I., Cacciatore, F., Annoni, M.: *Influence of machining parameters on part geometrical error in abrasive waterjet offset-mode turning*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, Volume: 229 issue: 12, pp. 2125-2133., (2014) <https://doi.org/10.1177/0954405414548462>
- [5] Axinte, D. A., Stepanian, J. P., Kong, M. C., McGourlay, J.: *Abrasive waterjet turning - An efficient method to profile and dress grinding wheels*, International Journal of Machine Tools & Manufacture.; 49: 351-6. (2009) <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2008.11.006>
- [6] Kovacevic, R., Hashish, M., Mohan, R., Ramulu, M., Kim, T. J., Geskin, E. S.: *State of the art of research and development in abrasive waterjet machining*, ASME Journal of manufacturing Science and Engineering; 119: 776-85. (1997) <https://doi.org/10.1115/1.2836824>

- [7] Mazurkiewicz, M.: *A manufacturing tool for a new century*, Journal of Materials Processing Technology, 106: 112-8. (2000) [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(00\)00600-2](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(00)00600-2)
- [8] Kun-Bodnár, K., Kundrák, J., Maros, Z.: *Machining of rotationally symmetric parts with abrasive waterjet cutting*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 448 012053, (2018) <https://doi.org/10.1088/1757-899X/448/1/012053>