

# A TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA FÚRÁSI KÍSÉRLETEK SORÁN

## ANALYSIS OF EFFECT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS IN DRILLING EXPERIMENTS

Tóth Márk Tamás<sup>1</sup>, Dr. Boza Pál<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>. Járműtechnológia Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Pallasz Athéné Egyetem  
Magyarország

### **Kulcsszavak:**

csigafúró, technológiai paraméterek, élgeometria, szerszámválasztás, mikro- és makro- geometriai hibák

### **Keywords:**

drill, technological parameters, point geometry, tool selection, micro- and macro- geometric defects

### **Cikktörténet:**

Beérkezett 2016. szeptember 7.  
Átdolgozva 2016. november 9.  
Elfogadva 2016. november 10.

### **Összefoglalás**

A forgácsoláshoz alkalmazott szerszámok kopása és éltartama nagy jelentőséggel bír, mivel drága szerszámanyagokkal végezzük a megmunkálásokat. Továbbá a szerszámok kedvező forgácsleválasztási tulajdonságai a technológiai paraméterek szűk tartományában érvényesülnek. A cikkben keményfém fúrószerszámok forgácsolási paramétereinek hatását vizsgáljuk, különböző előtolási sebességek ( $v_f$ ) függvényében. Ezen túl összefüggéseket kerestünk az alkalmazott forgácsolási paraméterek és a furatban kialakuló alakhibákra.

### **Abstract**

Wear and tool-life of tool used for cutting is of paramount importance as cutting is performed by means of expensive tool materials. Furthermore, the advantageous chip removal properties of tools prevail in a narrow range of technological parameters only. The article covers the analysis of effect of cutting parameters of hard metal drilling tools versus various feed rates ( $v_f$ ). Moreover, we sought relations between applied cutting parameters and defects in shape formed in the hole.

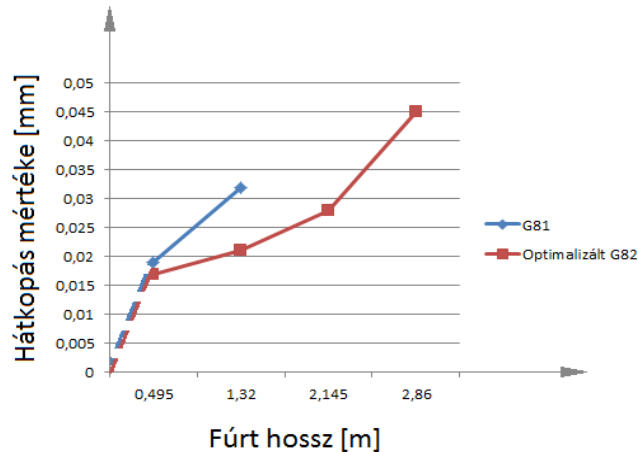
## 1. Bevezetés

A forgácsolási megmunkálások során alkalmazott technológiákat folyamatosan fejlesztik. Optimalizálásuk részben új módszerek kutatásában, részben az alkalmazott technológiák fejlesztésében valósulnak meg. Az anyagleválasztáshoz szükséges erő, a szerszám élgeometriája, a szerszám és a forgácsolt felület között lejátszódó súrlódási folyamatok mind elősegítik a szerszám kopását. A forgácsleválasztás során a csigafúró szerszám, illetve annak éle az egyik legkedvezőtlenebb forgácsolási viszonyok között dolgozik, és így jelentős igénybevételnek van kitéve. A kedvezőtlen eredmények javítása érdekében a kísérleteink célja az előtolási sebesség hatásának vizsgálata volt a fúrási technológiákra.

Eddigi kutatási eredmények azt mutatják, lásd 1. ábra, hogy az egyszerű fúróciklushoz képest (G81) a szerszám éltartam nagymértékben növekszik, ha a furat bekezdésénél csökkentjük az előtolási sebesség nagyságát (Optimalizált G82) [5],[8].

\* Kapcsolattartó szerző.

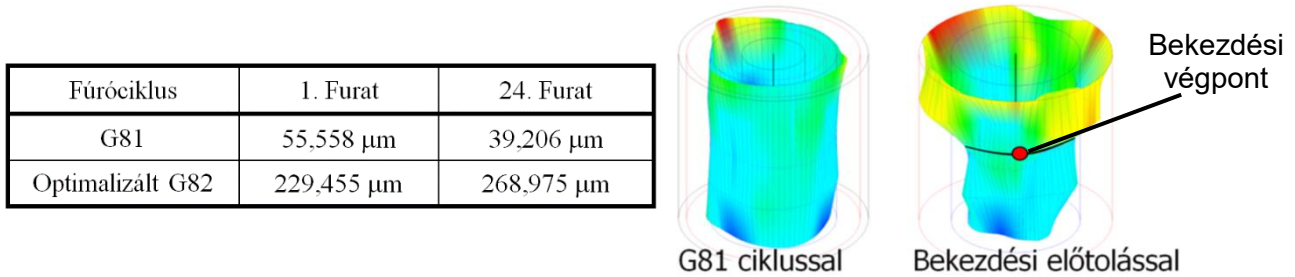
E-mail cím: boza.pal@gamf.kefo.hu



1. ábra. A keményfém szerszám kopásgörbéje [5]

Sajnos ezzel a kedvező hatással szemben a furat bekezdő részénél jelentős alakhiba alakulhat ki, ami a 2. ábrán figyelhető meg [5].

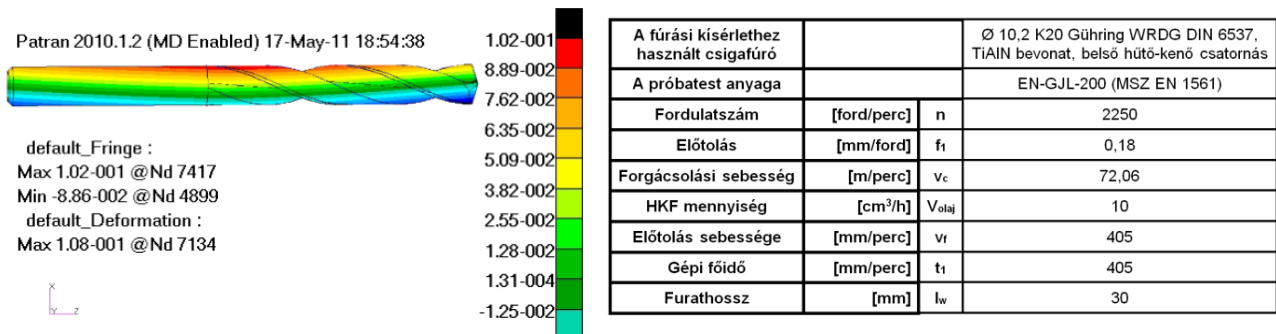
A kutatásunk célja, hogy a megnövekedett szerszám éltartam megtartásával a bekezdésnél kialakuló alakhibát csökkentjük, létrejöttének okát megszüntessük.



2. ábra. A körköröségi hiba nagysága a furatokon [5]

## 2. A kísérlet leírása

A fúrás dinamikai vizsgálatával megállapítható, hogy a megmunkálás kezdeti szakaszában a furat pontatlanságáért első sorban a keresztél nagy negatív homlokszöge a felelős [2]. Az alakváltozás vizsgálatokor ugyan kismértékű, de az erőteni viszonyokat befolyásoló kihajlást tapasztaltunk, lásd 3. ábrán. A redukált feszültség hatására a szerszámot aszimmetrikus erőhatások érik. A fúrás során kihajlik és erősen oszcillál mely jelentős mértékben felerősítik a gép fő kinematikai láncának hibáit. [2], [6], [8]



3. ábra. A fúrőszerszám elmozdulásának "y" irányú összetevője [2]

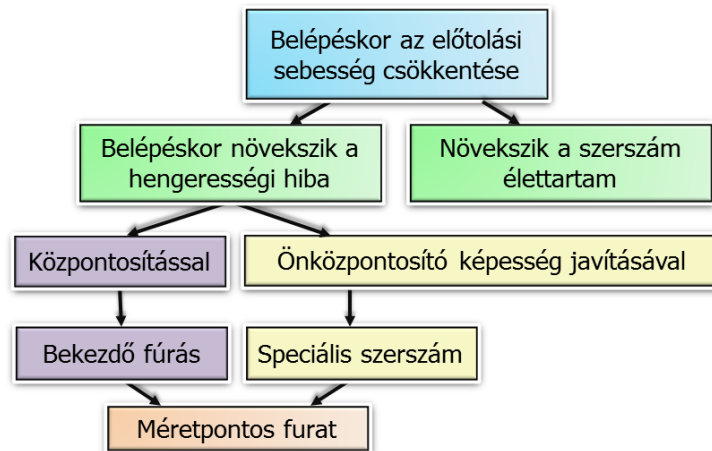
A kihajlást és így a rezgések csökkentését a fúrési folyamat módosításában, másrésztől a hagyományos kialakítású szerszám módosításában valósítottuk meg.

## 2.1. Az alkalmazott technológiák és a szerszámok

A kitűzött cél elérését két egymástól eltérő irányzattal közelítettük:

- **a szerszám önközpontosító képeségének javítása egyedi élgeometria kialakításával,**
- **a szerszám központosításának a javítása bekezdő furat alkalmazásával.**

A szerszám önközpontosító képeségének javítását egyedileg gyártott élgeometriájú fúróval valósítottuk meg. A szerszámgeometria legyártása előtt több gyártót felkerestünk majd a konstrukciós tervet az ajánlások alapján készítettük el. [7],[8],[9] A kutatás során ebből adódóan két különböző élgeometriájú szerszámot teszteltünk. Viszonyítási alapként egy hagyományos élgeometriájú szerszámot és a jobb furatminőség eléréséhez egy egyedi élgeometriára köszörült keményfém csigafúrót választottunk. A továbbiakban az egyszerűbb nyomon követhetőség érdekében a normál geometriájú csigafúrót „A” az egyedi geometriájú csigafúrót „B” megjelöléssel tüntettük fel. A kísérlet elméleti összefoglalására a kísérlet folyamatábrája a 4. ábrán látható.



4. ábra. A kísérlet folyamatábrája

## 2.2. A technológiai paraméterek

A fúrási paraméterek meghatározásakor figyelembe vettük a szerszámokhoz ajánlott értékeket, az adatokat az 5. ábra és a 6. ábra foglalja össze. A csökkentett előtoló sebesség az aktuális megmunkálási előtoló sebesség 50%-a.

Felhasználói táblázat		
Jelölés	„A” szerszám	„B” szerszám
<b>Csigafúró élgeometriája</b>	Normál	Egyedi
<b>Szerszám anyag</b>	keményfém	
<b>Bevonat</b>	van	
<b>Csúcsszög</b>	140 [°]	
<b>Spirálemelkedés</b>	47,27 [mm]	43,47 [mm]
<b>Szalagél emelkedési szög</b>	62,2 [°]	64,51 [°]
<b>Keresztél szélesség</b>	0,35 [mm]	0,3 [mm]
<b>Előzetes koptatás</b>	—	van
<b>Kettős hátfelület</b>	—	van
<b>Forgács horony korrekció</b>	—	van
<b>Keresztél korrekció</b>	van	
<b>Egyszerű kihegyezés</b>	van	

5. ábra. A csigafúrókra jellemző általános adatok

Forgácsolási paraméterek		
Forgácsoló sebesség	$v_c$	125,6 [m/min]
Előtoló sebesség (Megmunkálási)	$v_{f1}$	250, 500, 750 [mm/min]
Előtoló sebesség (Csökkentett)*	$v_{f2}$	125, 250, 375 [mm/min]

6. ábra. Az ajánlott forgácsolási adatok a keményfém csigafúrókhoz

### 2.3. A kutatás körülményei, megmunkálás

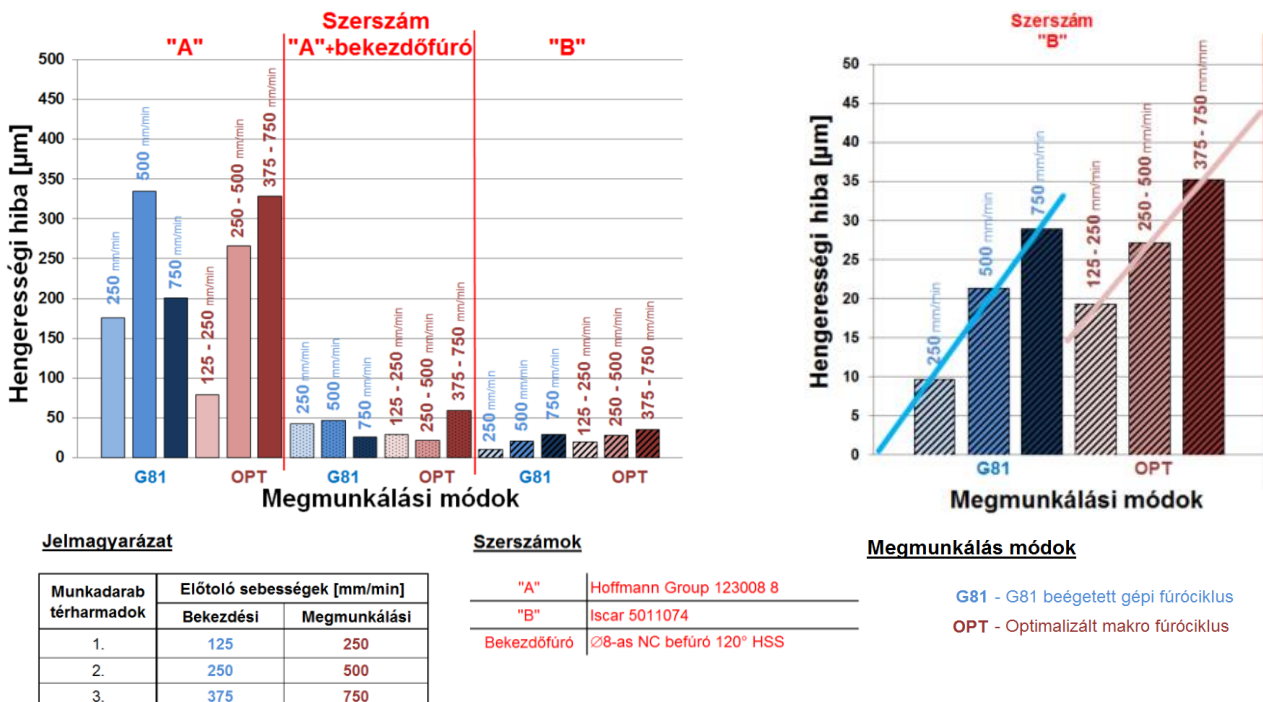
Az eredményeink viszonyítási alapjaként G81-es beégetett fúróciklust használtuk, ahol nem történt előtoló sebesség csökkentése. A furat bekezdésénél a csökkentett előtolási sebességet optimalizált makrociklussal valósítottuk meg [1].

A munkadarabok anyaga 16MnCr5 acélötvözet ( $R_{mmin} = 780-1080$  [MPa];  $R_{eHmin} = 590$  [MPa];  $A_5 = 10$  [%] [4]). A csigafúró szerszámok hűtésénél pedig nagynyomású belső hűtést alkalmaztunk, ami szintén az ideális körülmények megvalósítását tette lehetővé a forgács „kimosásának” az elősegítésével [5].

### 3. Az eredmények és a kiértékelésük

A mérésekkel a furatokat jellemző számos tényezőt meghatároztuk. A hengerességet, a körköröséget és  $R_z$  érdességi paramétert. A csigafúrók hátkopásának mérésével pedig kijelenthető, hogy a szerszámok átlagos 0,025 [mm]-es kopása nem befolyásolta a kutatás eredményeit [4].

A központosítás hatékonyságát jól szemlélteti a hengerességi diagram. Az eredményeket a 7. ábra foglalja össze, amit a MITUTOYO Roundtest 1500-val, azaz a köralak és hengerességet vizsgáló berendezéssel határoztuk meg. A táblázatot a szerszámok szerint 3 részre osztottuk. Az első részben a „normál” geometriájú fúrot alkalmaztuk, ahol a hengerességi hiba nagysága minden esetben jelentős, mind a G81-es mind az optimalizált makro programmal. Ezzel ellentétben a táblázat középső részében az előzőleg használt „normál” szerszámnak minden esetben 2 [mm] mélyen előfúrtunk. A hengerességi hiba így átlagosan 80% csökkent. A táblázat harmadik részében a egyedi szerszám eredményeit láthatjuk, aminek az önközpontosító képességét javítottuk. A hiba kismértékben tovább csökkent a táblázat középső részéhez képest. Ezen felül, ha a 3. részt kinagyítjuk jól látható, hogy az előtolási sebességek egyenletes növekedésével a



7. ábra. A furatok hengerességi hibái

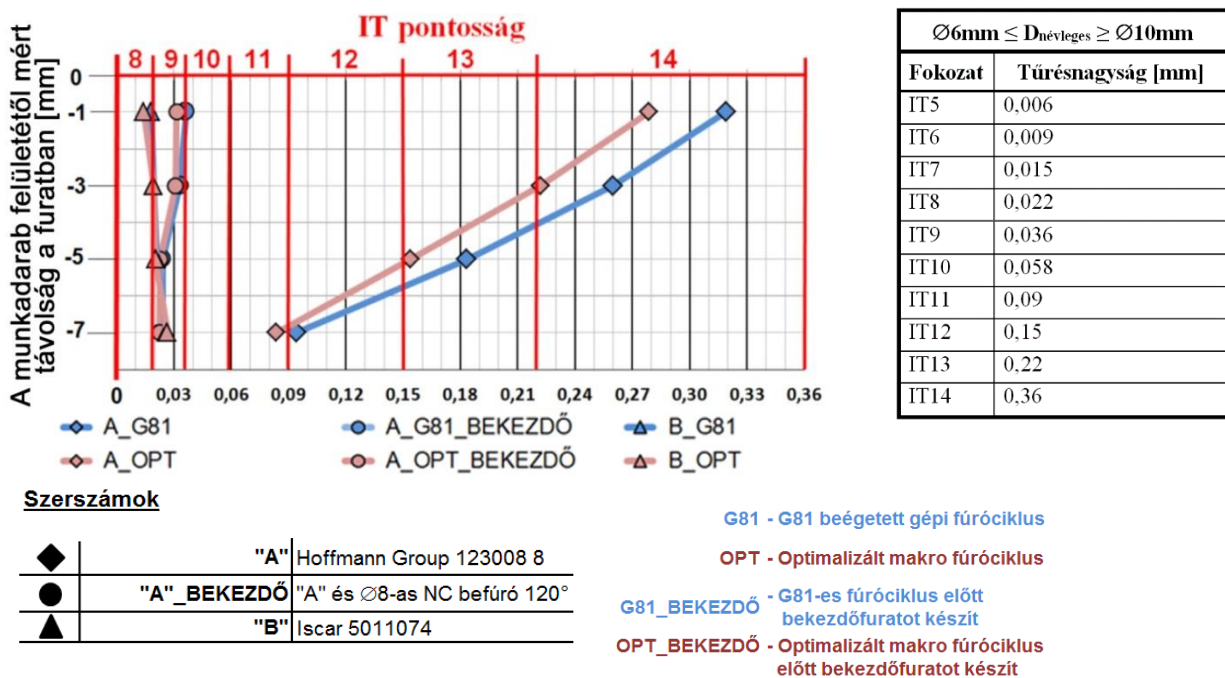
hengerességi hiba értékek is egyenletesen növekszenek.

Tehát csak a „egyedi” (önközpontosító) szerszámnál figyelhető meg összefüggés az előtolási sebességek és a kialakult geometria között [6].

Az egyik legfontosabb vizsgálati paraméter a furatok IT fokozatának meghatározása. Hogy hol érdemes felhasználni az általunk vizsgált technológiákat és szerszámokat, azt alapvetően az előállítható pontosság határozza meg. A pontossági besorolásokat a furatok IT fokozatának megállapításával tudtuk eldönteni. A kiértékeléshez szükséges adatokat, azaz az egyes mélységekben az átmérők hibáját MITUTOYO Crysta Apex C500 koordináta mérőgéppel határoztuk meg. Az eredményeket a 8. ábrán látható. Megállapítható, hogy a „normál” geometriájú szerszámnál a megmunkálás után a furatok jelentősen kúpolnak, IT12→IT14 közötti pontossággal. A körköröségi mérések továbbra is alátámasztják, hogy az „A” szerszámnál, a furat bekezdésénél az alakhiba nagyobb, mint a furat többi részén. Ha a központosítást előfúrással vagy a „egyedi” önközpontosító csigafúróval biztosítjuk, akkor IT9-nél jobb minőségű furatok előállítása is lehetséges.

Az optimalizált makro fúróciklus és a G81 beégetett fúróciklus között nem tapasztalható jelentős mértékű eltérés egyik szerszám esetében sem. A pirossal és kékkel jelölt fúróciklusok különböző ugyan, de azonos nagyságrendű eredményeket produkálnak. Ebből következtethető, hogy a furatok pontosságára nincsenek jelentős kihatással a különböző előtoló sebességek.

Fontos eredményként említem, hogy az IT8-as fokozat elérésével az utólagos dörzsárazás ideje csökkenthető, adott esetben el is hagyható. [3].



8. ábra. A megmunkált furatok IT fokozatai

A harmadik vizsgált paraméter a furatok érdességének a meghatározása volt, ami a kombinált felületi érdesség és kontúrmérő berendezéssel (MITUTOYO Formtracer SVC3100) történt. Az eredményeket a 9. ábrán lehet látni. A felületi érdesség gyakorlati mérőszámai nagyban befolyásolják a működő felületek tulajdonságait.

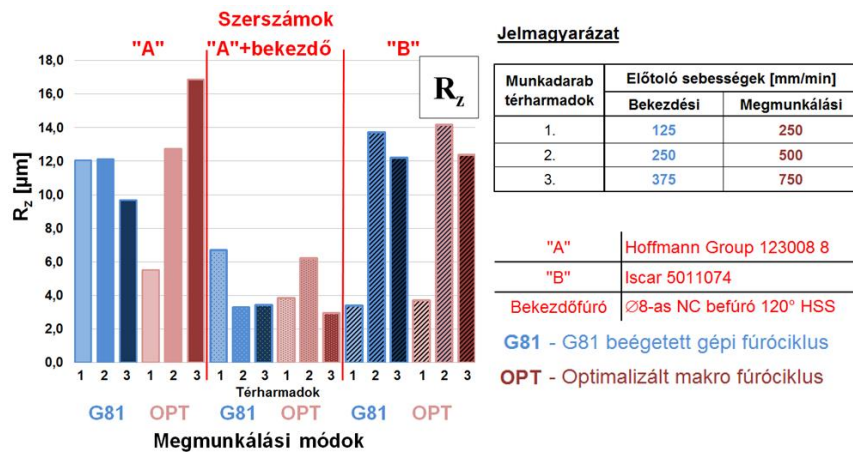
A diagramokból jól megfigyelhető, hogy a furatok felületei alapvetően minden esetben jó minőségűek. Az értékek  $R_z = 3,4...12,5$  [ $\mu\text{m}$ ] között helyezkednek el. A bekezdő fúró alkalmazásával (a diagram középső szakasza) a gyártott felületek átlagos felületi érdessége tovább csökkenthető.

Az elvégzett felületi érdesség vizsgálatból következtethetünk arra, hogy az előtolási sebességnek és a szerszámgeometriának sincs jelentős hatása az érdességi ( $R_z$ ) mérőszámra, de a bizonyításához további vizsgálatok szükségesek. Ugyanis az „A” szerszámmal megmunkált

furatoknál, azon belül is az optimalizált fúróciklus eredményeinél, az eddigi mérésektől eltérően, minden esetben megfigyelhető egy egyenletesen növekvő tendencia.

#### 4. Összefoglalás

A vizsgálatokkal a célom az volt, hogy felhasználó oldalról megvalósítsam a lehető legoptimálisabb megmunkálást. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a furatok bekezdésénél, az 50[%]-os előtoló sebesség csökkentésnek nincs jelentős hatása a furat mikro- és makro- geometriai hibáira. De fontos megjegyezni, hogy a szerszám éltartalmát nagymértékben növeli a bekezdéseknél lecsökkentett előtolási sebesség.



9. ábra. A mért  $R_z$  szerinti felületminőség

A forgácsolási műveleteket számos körülmény befolyásolja, de a furatok pontatlanságát, a „normál” geometriájú szerszám eredményeihez képest, jelentősen csökkenthető központosítással. A csigafúró önközpontosításával vagy bekezdőfúróval, a furatok hengerességi hibája és pontossága javítható. Továbbá bekezdő furat alkalmazásával a furat palástfelületének érdessége is korrigálható, javítható.

Az eredmények alapján világossá vált, hogy ezeket a módszereket alkalmazva javítani lehet a fúrési körülményeket. Adott helyzetben a megfelelő eszközt és módszert alkalmazva pedig elérhető egy gazdaságosabb gyártás.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok a Pallasz Athéné Egyetem GAMF Karának Járműtechnológia Tanszékén dolgozó valamennyi munkatársnak a kutatómunka során felvetődött gyakorlati problémák megoldásában nyújtott segítségükért.

#### Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Boza Pál, CNC technológia és programozás, Kecskeméti Főiskola Nyomda, Kecskemét, 2008,
- [2] Dezső G., Varga Gy., Szigei F., Case study on mechanical interaction between the twist drill and the workpiece, ANNALS OF FACULTY ENGINEERING HUNEDOARA, University Politehnica Timisoara, 2011, pp:429-432.,
- [3] Dudás I., Gépgyártás technológia I., Műszaki Könyvkiadó, Miskolc, 2002,
- [4] Fenyvessy T., Fuchs R., Plósz A., Műszaki táblázatok, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, 2007,
- [5] Imre R., Oskolás F., A „Fanuc” -típusú vezérlések beégetett fúróciklusainak optimalizálása, Tudományos Diákköri dolgozat Kecskeméti Főiskola, 2014, pp:4-40.,
- [6] Szmejkál A., Ozsváth P., Járműszerkezeti anyagok és technológiák II., Typotex Kiadó, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar, Budapest, 2011,
- [7] V.V. de Oliveiraa, P.A. de C. Beltrãob, G. Pintaudeb, Effect of tool geometry on the wear of cemented carbide coated with TiAlN during drilling of compacted graphite iron, 18th International Conference on Wear of Materials, Volume 271, Issues 9–10, 2011, pp: 2561–2569
- [8] J. Audy, A study of computer-assisted analysis of effects of drill geometry and surface coating on forces and power in drilling, Journal of Materials Processing Technology, Volume 204, Issues 1–3, 2008, pp: 130–138
- [9] Anish Paul, Shiv G. Kapoor, Richard E. DeVor, Chisel edge and cutting lip shape optimization for improved twist drill point design, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Issues 4–5, 2005, pp: 421–431