

ÜVEGSZÁL ERŐSÍTÉSŰ KOMPOZIT FÚRÁSÁNAK VIZSGÁLATA GYORSACÉL ÉS KEMÉNYFÉM SZERSZÁMMAL

DRILLING OF GLASS-FIBER-REINFORCED COMPOSITE BY HSS AND CARBIDE

Liska János*, Kovács Zsolt Ferenc, Sándor Roland

Járműtechnológia Tanszék, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Kecskeméti Főiskola,
Magyarország

Kulcsszavak:

szerszámválasztás
optimalizálás
delamináció

Keywords:

tool selection
optimization
delamination

Cikktörténet:

Beérkezett 2015. október 10.
Átdolgozva 2015. október 31.
Elfogadva 2015. november 5.

Összefoglalás

Ezen kutatás célja az üvegszál erősítésű kompozit (GFRP) anyag fúrásának vizsgálata két különböző élgeometriájú és anyagú (gyorsacél és keményfém) szerszám esetén. A kutatás során a szerszám kopását, a forgácsolás közben ébredő előtolás irányú erőt, az elkészített furatok alakhibáját és a kifúrt anyag delaminációját vizsgáltuk.

Abstract

The aim of this study is drilling with two different edge geometry and materials (HSS and carbide) tool in glass-fiber-reinforced composite (GFRP) materials. During the research were tested the tool wear, cutting force, holes error and the delamination

1. Bevezetés

Napjainkban a kompozit anyagokat egyre szélesebb körben használják fel olyan iparágakban, mint a repülő ipar vagy gépjármű ipar. Az iparnak olyan ágazatai ezek, melyekben különösen nagy jelentősége van a termelékenységnek és a pontosságnak. A kompozit anyagok megmunkálása során azonban felvetődik néhány probléma. Ezen problémák közé tartoznak az anyag delaminációja -ami ronthatja a legyártott alkatrész mechanikai tulajdonságait- és a szerszám gyors kopása, mely negatívan hat az elkészített furatok minőségére és a gyártás gazdaságosságára. [2]

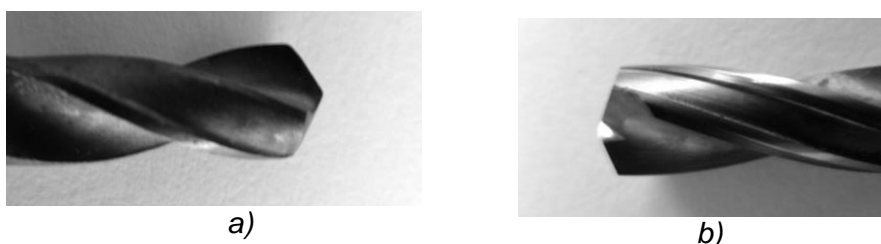
2. Vizsgált elemek

A megmunkált anyag egy üvegszál erősítésű kompozit anyag. A vizsgált anyagban az üvegszál és a gyanta aránya 60%-40%.

A fúráshoz választott két szerszám egyike egy hagyományos gyorsacél csigafúró (a), míg a másik egy kifejezetten a kompozit anyagok fúrására tervezett tömör keményfém csigafúró (b) (1. ábra).

Megjegyezendő, hogy a keményfém csigafúró ára tizenötszöröse a hagyományosénak, ezért erősen függ a megmunkálás minőségével szemben támasztott elvárásoktól az, hogy melyik szerszám alkalmazása gazdaságos.

* Kapcsolattartó szerző.
E-mail cím: liska.janos@gamf.kefo.hu



1. ábra. Gyorsacél (a) és keményfém (b) csigafúró

3. Technológiai paraméterek

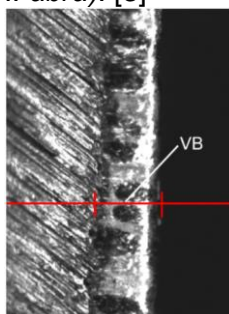
A forgácsolás megkezdése előtt meghatározásra kerültek a tesztelni kívánt technológiai paraméterek. A kísérlet tervezés e fázisában a fő szempont az volt, hogy a választott paraméterek illeszkedjenek az adott szerszám anyagához és geometriájához. Ez azt jelenti, hogy a gyorsacélnál 40 m/min, míg a keményfémnél 60 m/min-es forgácsolási sebesség volt a mérvadó. A többi választott paramétert az 1. Táblázat tartalmazza. [3]

1. Táblázat. Technológiai paraméterek

jelölés	szerszám átmérő, mm	szerszám ár, Ft	anyagok		technológiai adatok				
			szerszámanyag	megmunkált anyag	forgácsolósebesség (v_c), m/perc	fogankénti előtolás (f_z), mm/fog	fordulatonkénti előtolás (f_n), mm/ford	előtoló sebesség (v_f), mm/perc	fordulatszám (n_s), 1/ford
A/1	6	1000	Gyorsacél	GFRP	40	0,025	0,05	107	2123
A/2					55	0,025	0,05	146	2918
A/3					60	0,025	0,05	160	3184
B/1	6,35	15000	Keményfém		60	0,025	0,05	151	3008
B/2					100	0,025	0,05	251	5013
B/3					150	0,025	0,05	376	7520

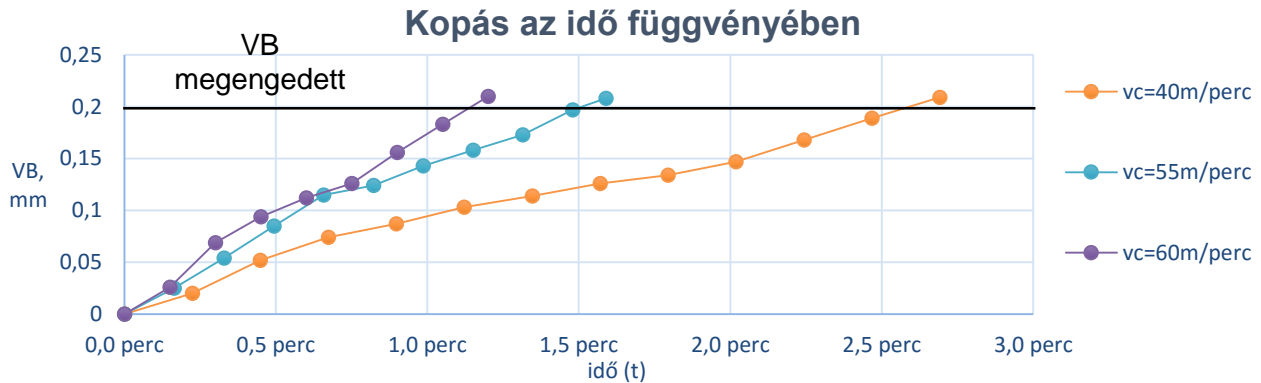
4. Szerszámkopás

A szerszám főélkopásának meghatározásánál ügyelni kellett arra, hogy minden mérésnél a főél ugyanazon pontjánál történjen a mérés, mert a kopás mértéke (fúrók esetén) a keresztéltől a főél végéig növekszik, mivel ott a legnagyobb a forgácsolósebesség tényleges értéke és így ott ébrednek a legnagyobb erők is. Ezt követően folytattuk a megmunkálást. A gyorsacél szerszámok esetén a megengedett kopás mértéke (VB megengedett) 0,2 mm, mert ekkor már fennáll a szerszámtörés veszélye, valamint nagy hő keletkezik forgácsolás közben, ami károsíthatja az üvegszál erősítésű kompozit alapanyagát (4. ábra). [3]

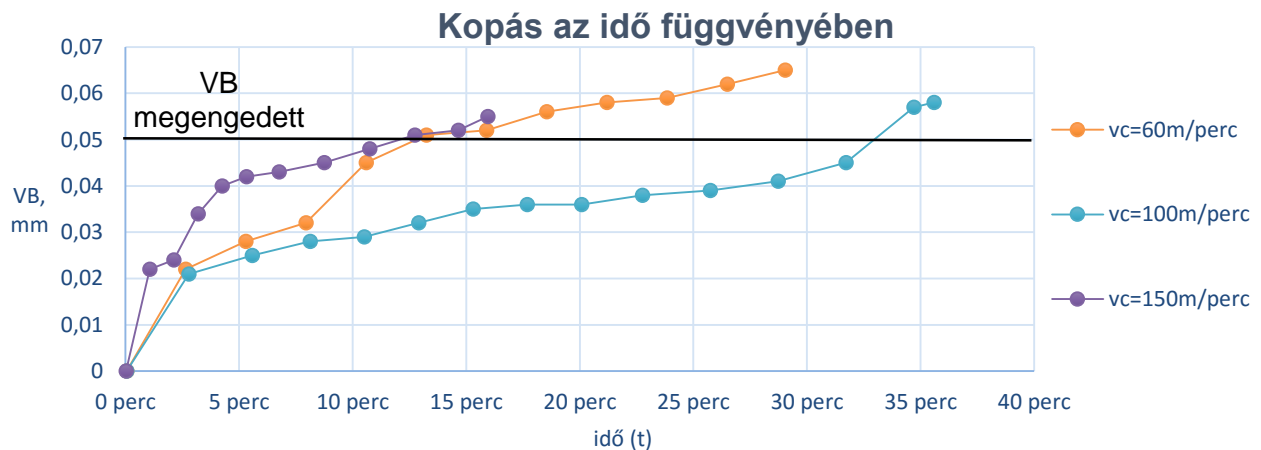


4. ábra. HSS csigafúró megengedett kopása

A keményfém szerszámok esetén csak 0,05 mm-es kopás értékig végeztük a kísérletet, mert ezen érték eléréséhez is 35 perc forgácsolási idő kellett, mialatt a gyorsacél szerszám 2,6 perc után elérte a 0,2mm-es kopáshatárt. A kísérlet során mért adatokat az 5. ábra és 6. ábra mutatja.



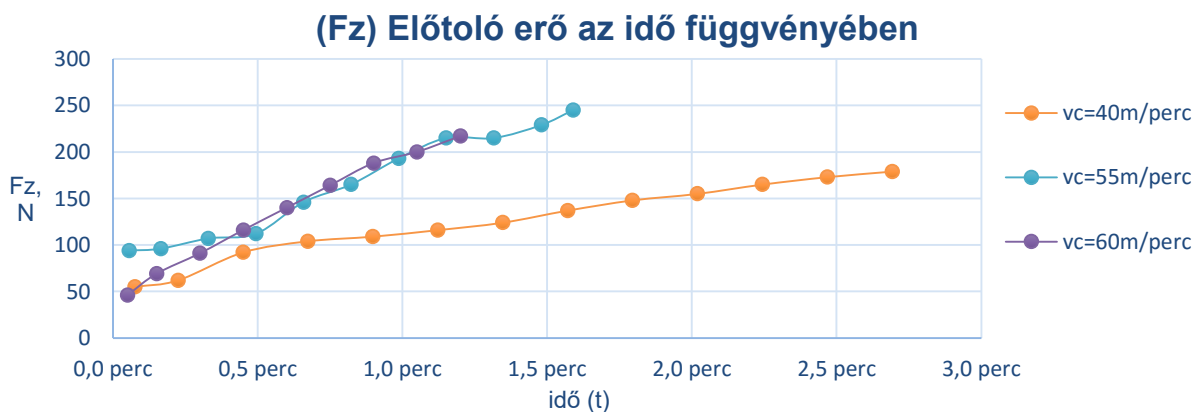
5. ábra Szerszámkopás alakulása az idő függvényében gyorsacél csigafúró esetén



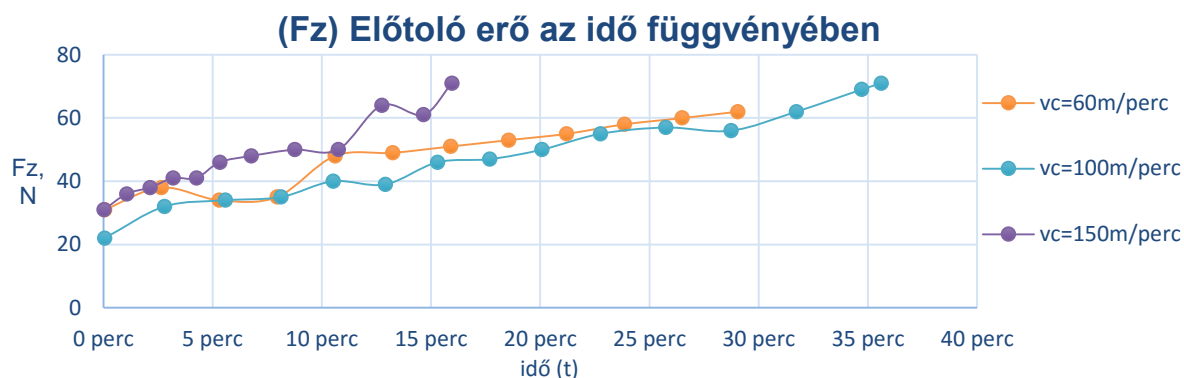
6. ábra. Szerszámkopás alakulása az idő függvényében tömör keményfém csigafúró esetén

5. Erőváltozás

A szerszám kopás mértékével egyértelműen nőni fog az előtolási erő is. Ezért a megmunkálás közben egy a CNC szerszámgép főorsójára rögzíthető erő- és nyomatékmérő berendezés segítségével megmértük az előtoló erőt (7. ábra és 8. ábra). [2]



7. ábra. Fz előtolás irányú erő alakulása az idő függvényében gyorsacél csigafúró esetén

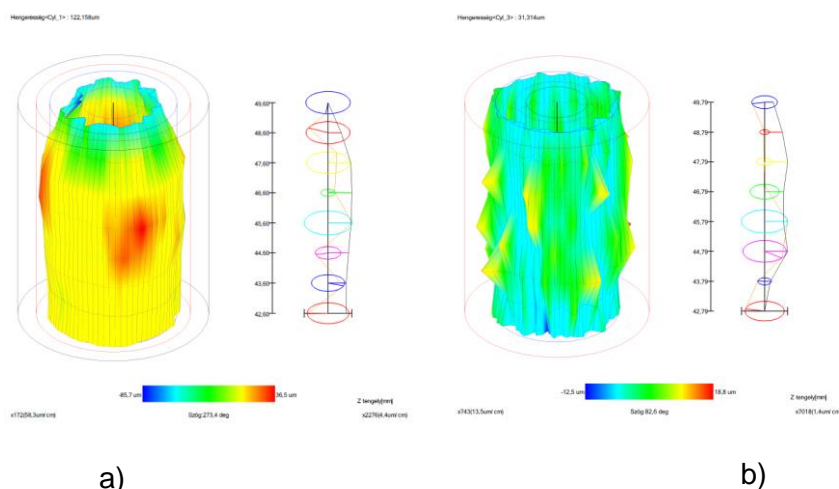


8. ábra. Fz előtolás irányú erő alakulása az idő függvényében tömör keményfém csigafúró esetén

Az erők növekedése a szerszámkopáson kívül a hőmérséklet növekedéséhez vezet, ami hatással van a furatok hengerességére és az anyag delaminációjára is. A furatok hengerességének a felhasználás szempontjából óriási a jelentősége, mivel a legtöbb esetben egy perselyt helyeznek a furatba. Így biztosítani lehet az anyag megfelelő kopásállóságát használat közben. [2]

6. Hengeresség

A furatok alakhibáját köralak hibamérő berendezés segítségével állapítottuk meg. A köralak hibamérő szoftvere által készített diagramon látható, hogy a kimeneti oldalon (az a) ábra felső részén) a furat szűkül (9. ábra).

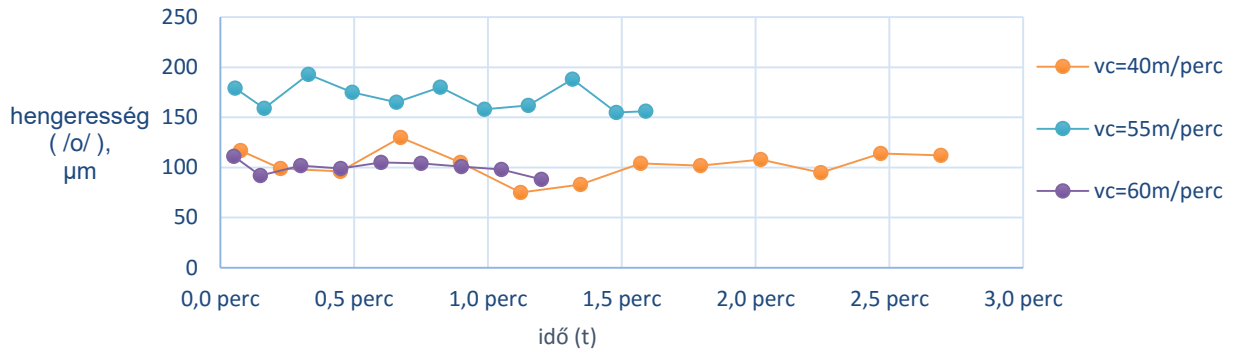


9. ábra. Gyorsacél csigafúró által készített (a) ($vc=40m/perc$; 9. furat) és keményfém csigafúró által készített (b) furat jellegzetes képe ($vc=60m/perc$; 50. furat)

Ennek oka, hogy a fúró az utolsó rétegeket már nem csak forgácsolja, hanem képlékenyen is alakítja és az anyag rugalmasan képes deformálódni a kilépési oldalon. A keményfém szerszámmal készült furat esetében ez a furatszűkülés, már nem jelentkezik. Ez a jelenség azért jelentkezik a gyorsacél szerszámmal készült furatoknál, mert a forgácsolósebesség alacsonyabb és a keményfém csigafúró élgeometriája kifejezetten kompozitokhoz lett kialakítva.

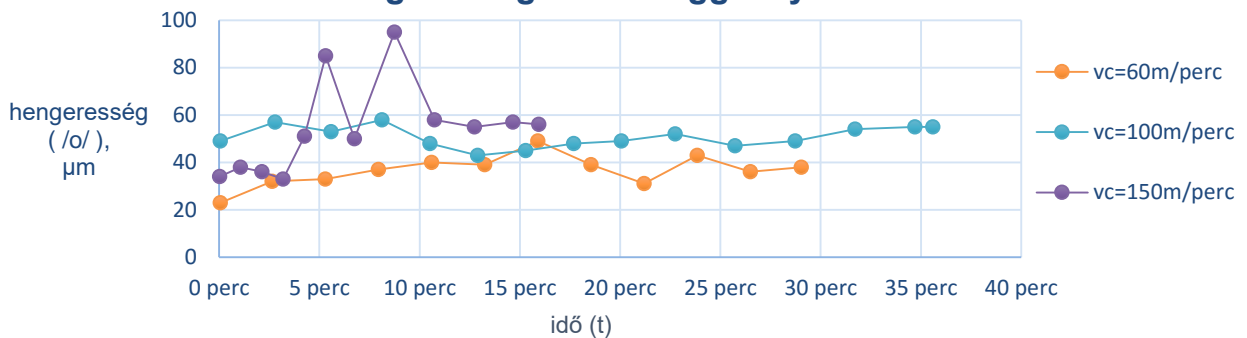
Ennek megfelelően a tömör keményfém szerszámmal készített furatok alakpontossága jelentősen jobb, mint a gyorsacél szerszámmal készültké (10. ábra és 11. ábra).

Hengeresség az idő függvényében



10. ábra. Furatok hengerességének alakulása az idő függvényében gyorsacél csigafúró esetén

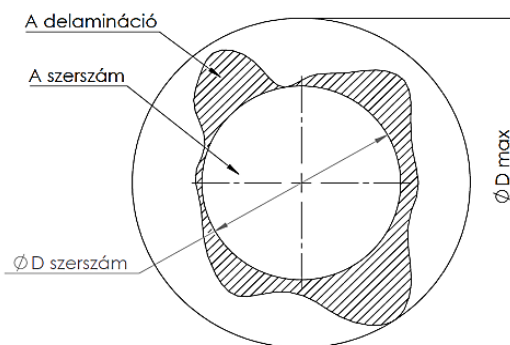
Hengeresség az idő függvényében



11. ábra. Furatok hengerességének alakulása az idő függvényében tömör keményfém csigafúró esetén

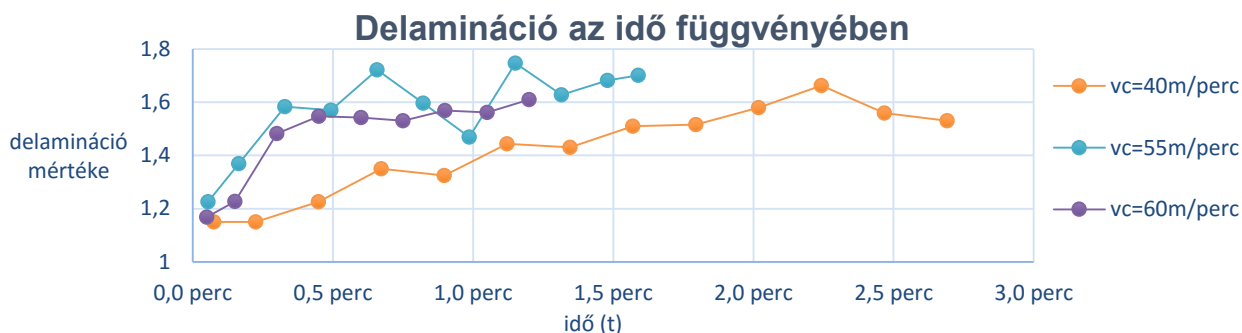
7. Delamináció

Forgácsolása közben (főleg fúrás közben) az anyagban úgynevezett delamináció jön létre. A delamináció nem más mit az anyag rétegeinek egymástól való elválása, eltávolodása [1]. Ebben az esetben a delamináció méréséhez digitális képfeldolgozó rendszert kellett alkalmazni, aminek a segítségével a károsodott felület határán egy pontfelhőt kellett felvenni. A delamináció mértékét a pontfelhő pontjaiból származtatott görbe által bezárt terület (A delamináció) valamint a szerszám névleges átmérőjéhez tartozó terület (A szerszám) hányadosa adja (12. ábra). [3]

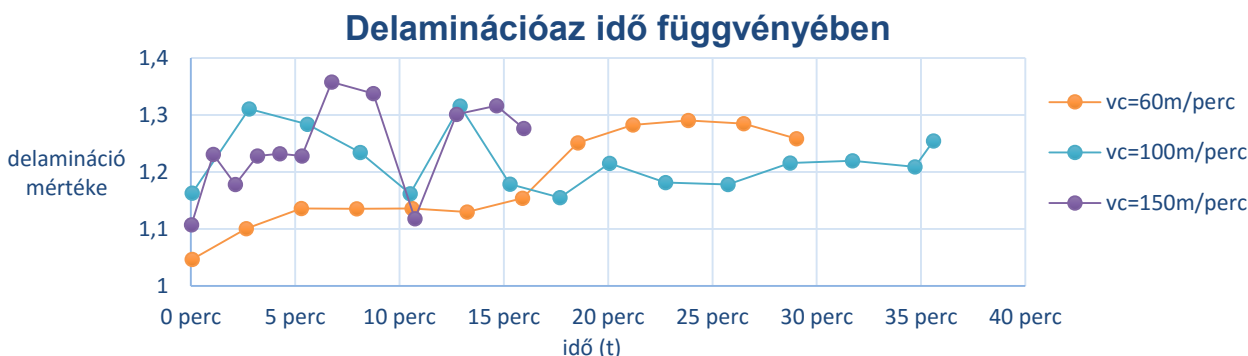


12. ábra. Delamináció számítása [3]

A számítási eredmények alapján felvett grafikonból jól látható, hogy a HSS fúró nagyobb delaminációt okozott, továbbá az idő teltével mindkét szerszám esetén a delamináció mértéke is tovább növekszik, de itt is a HSS szerszámnál mérhető a nagyobb alakváltozás (13. ábra és 14. ábra).



13. ábra. Delamináció alakulása az idő függvényében gyorsacél csigafúró esetén



14. ábra. Delamináció alakulása az idő függvényében tömör keményfém csigafúró esetén

8. Összegzés

Elmondható, hogy a két különböző csigafúró (mind geometria, mind anyagminőség) minőségi szempontokat figyelembe kell venni a szálerősítésű anyagok forgácsolásakor. Mivel az üvegszál anyagok forgácsolhatósága igen változó (az anyagtulajdonság változásnak köszönhetően), ezért majdnem minden egyes esetre más és más szerszámot és technológiai paramétereket kell alkalmazni.

Az igen intenzív mechanikus-abrazív kopás véget a gyorsacél szerszámok használhatatlanok a szálerősítésű anyagok forgácsolásakor. A keményfém szerszámok már termelékenyebben tudnak forgácsolni. Elmondható az is, hogy a technológiai paraméterek megválasztásakor (a keményfém esetében) figyelembe vettük a gyorsacél technológiai paramétereit is. Nagyobb technológiai paraméterek mellett a keményfém is sokkal gyorsabban elérné a megengedett kopás értékét. Éppen ezért a gyémánt bevonatos szerszámok alkalmazása célszerű, ha szálerősítésű anyagokat munkálunk meg.

Az erők, delamináció és az alakhűség vizsgálatok is a keményfém csigafúrók hozták a legjobb eredményeket. Ez a különbség a szerszám különleges élgeometriájából következik.

A jövőben szükségességét érezzük a forgácsolási hőmérsékletek vizsgálatát a szálerősítésű anyagok fúrásakor, mert azt feltételezzük, hogy a forgácsolási hőmérséklet csökkentésével még kedvezőbb eredményeket érhetünk el.

Irodalomjegyzék

- [1] A polimertechnika alapjai. [Online]. Available: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/index.html>. [Megtekintés: 01-Okt-2015].
- [2] LÍSKA, J., KODÁCSY, J.: *Drilling of Glass Fibre Reinforced Plastic*. Advanced Materials Research Vol. 472-475, TransTech Publication Ltd, Zürich, 2012. pp.: 958-961
- [3] SÁNDOR R.: Optimalizált fúrás. TDK dolgozat. Kecskemét 2014.