

SZÉNSZÁL ERŐSÍTÉSŰ POLIMEREK LÉZERES VÁGÁSA

CARBON FIBER REINFORCED POLYMER MATERIALS
LASER CUTTINGTóth Tamás¹, Kovács Tünde²

^{1,2}Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Kar,
Anyagtudományi tanszék Cím: 1081 Magyarország Budapest Népszínház utca 8.
Telefon: +36 1 666 5327. ¹moontee@hotmail.hu; ²kovacs.tunde@bkgk.uni-obuda.hu.

Abstract

Aim of our research to investigate the carbon fiber reinforced plastic materials working process. The name of these materials Carbon Fiber Reinforced Polymer short name is CFRP. These new materials range utilisation increasing nowadays very extensively. The rapid progress of these materials caused their good abilities, like loading or malleability. The disadvantage of these materials is that the working processes are impossible by traditional technology. We monitored during our research work the laser cutting effects in case of CFRP.

Keywords: laser, laser working, carbon fiber, carbon fiber reinforced plastic, CFRP

Összefoglalás

Az általunk kutatott téma a szénszál erősítésű anyagok lézeres megmunkálásnak vizsgálatára koncentrál. Ezen anyagok a szénszállal erősített polimer anyagok (CFRP). A megmunkálásukkal és felhasználásukkal kapcsolatos kutatások azért fontosak, mert az elmúlt években a felhasználási területük nagymértékben kiszélesedett és egyre elterjedtebbé váltak. Ezen rohamos léptékű fejlődés egyik mozgató rugója, az anyag remek jellemzői szinte minden területen, például terhelhetőség, alakíthatóság. Az anyag hátránya, hogy teljesen hagyományos eljárásokkal nehézkes a megmunkálása. Az általunk végzett kutatás során egy CFRP anyag lézeres vágását kísértük figyelemmel.

Kulcsszavak: lézer, lézeres megmunkálás, karbonszál, karbonszál erősítésű polimer, CFRP

1. Bevezetés

A mai világ megszokott részévé vált a technológiai fejlődés, amely az élet minden területén megmutatkozik. Érthetjük ezt az új anyagok vagy az új technikára is. Az anyagok ugrásszerű fejlődése szintén jelentős, amely mellett nem mehetünk el. Ilyen anyag a karbonszál erősítésű polimer (Carbon Fiber Reinforced Polymer; CFRP), azaz a szénszál erősítésű polimer. A jelenleg terjedő új termikus vágási technológia pedig a lézervágás, melyet az anyagok egyre szélesebb körében

alkalmaznak. Felmerül a kérdés, mennyire gazdaságos és hatásos ez a módszer az általános módszerekkel összehasonlítva. Milyen minőséget tudunk elérni a különféle paraméterek változtatásával a lézeres technológia alkalmazása esetén.

2. Szénszál erősítésű anyagok

A műszaki életben felhasznált anyagokkal szemben rengeteg elvárás támasztunk, melyeknek száma folyamatosan növekszik. E miatt az igény miatt tudott a CFRP is elterjedni. Egy olyan anyagról van szó, melynek létrehozásához

szénszálakat és valamilyen ágyazó anyagot használnak. A két anyagot száltársítással egyesítik. Ezeknek van 45° illetve 90° szögben rendezett formája, valamint ezek keveréke, amely annyit tesz, hogy rétegenként váltogatják a 45° és 90° szálelrendezést, ezzel is fokozva a terhelhetőséget. Természetesen van lehetőség a szálak hosszának, alakjának, mennyiségének, átmérőjének, illetve elhelyezésének variálására is. Emiatt igen sokféle módon építhető be az erősítés az ágyazó anyagba.

A szénszálak létrehozásának kétféle módja van. Az egyik módszer, mely kevésbé használatos a kátrányból való előállítás. Ezen szálak rugalmassági modulusa nagyobb, mint a poliakrilnitrilből előállítottaké, de a szilárdságuk kisebb. A másik előállítási módszer a már említett poliakrilnitrilből húzott szálak gyártása. Az első módszert a költségigénye miatt használják kevésbé, ugyanis a szurok többszöri tisztítása költséges eljárás, amely a tömeggyártásban nagy hátrányt jelentene.

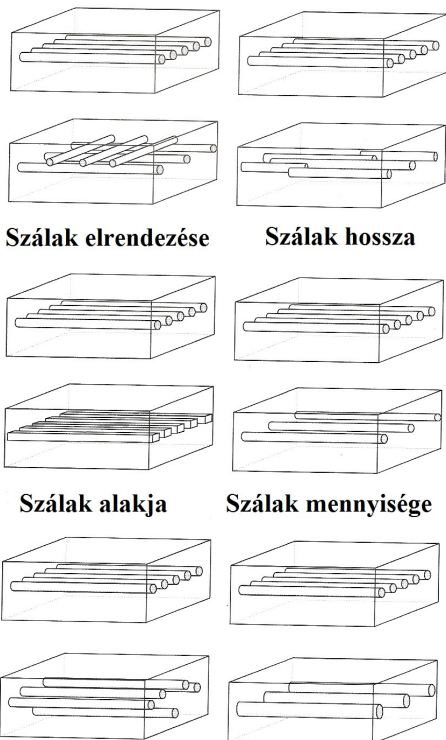
Az ágyazó anyagok általában valamilyen gyanták, például epoxi. Ennek feladata, hogy a terhelést átadja a szálaknak, emiatt a társított anyagok között jó nedvesítés és tapadás szükséges.

A szénszál erősítésű anyagok megmunkálási problémája valószínűleg a többszörösen összetett szerkezet miatt merül fel.

3. Lézeres vágás

3.1. Lézer

A lézer egy olyan fényforrás, melyet indukált emisszióval hozunk létre. Neve az angol LASER szóból ered, melynek magyar fordítása „fénykibocsátás indukált emisszióval” (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).



Szálak elhelyezkedése Szálak átmérője

1. ábra. Szénszálak elrendezési lehetősége az ágyazó anyagban [1]

3.2. Lézeres vágás

A lézeres vágás egy olyan megmunkálási folyamat mely során a lézer biztosítja az anyag vágásához szükséges energiát. Úgy is fogalmazhatunk, hogy elégetjük, elolvasztjuk vagy elpárologtatjuk az anyagot és ezzel megy végbe az anyag elválasztásának folyamata. Ahhoz, hogy ez a lehető legjobb minőséget eredményezze, a paraméter megfelelő megválasztása szükséges. Ilyenek a lézer teljesítmény vagy a lencsék fókusz távolsága.

A vágás típusait tekintve három csoportra osztható, az oxidációs vagy más néven égető, az olvasztó vagy inert gázos és a szublimációs.

4. Kísérlet

4.1. Lézervágó berendezés

Az általunk megmunkált CFRP anyag egy 1mm vastag lemez, melynek szálerősítése 45° váltott típusú. Egyik oldala matt felületű, míg másik tükröződő fényes. A vágott oldal a próbadarab két felületét jelenti, amelyből az egyik egy fényes gyanta, a másik pedig egy matt. Ezeknek a lézersugár tükröződése miatt lehet jelentősége [1].

A vágást az Edutus Főiskola lézerlaboratóriumában található TruLaser Cell 7020-as géppel végeztük, amely egy komplex 3D lézeres megmunkáló központ.



2. ábra. TrueLaser Cell 7020-as megmunkáló központ [2]

A berendezés előnyei közé tartozik:

- személyre szabható beállítási lehetőségek;
- költséghatékony megmunkálás;
- minőségi vágás lehetősége [3].

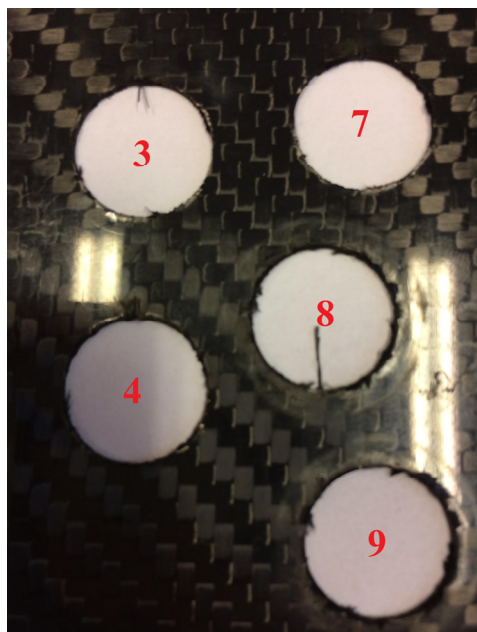
1. táblázat. A megmunkálás során beállított paraméterek

| | Kísérlet sorszáma | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Paraméterek | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Fókusz | -1 | -1 | -1 | -1 | -1,5 | -2 | -1 | -1 | -1 |
| Fúvóka táv | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 0,7 | 0,7 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Lézerteljesítmény [W] | 2000 | 2000 | 1600 | 2400 | 2000 | 3000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Beütési frekvencia [Hz] | 5010 | 5010 | 5010 | 5010 | 5010 | 5010 | 5010 | 5010 | 5010 |
| Sebesség [m/min] | 4,5 | 4,5 | 3,6 | 5,4 | 4,5 | 2,9 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Gázfajta | N ₂ | N ₂ | N ₂ | N ₂ | N ₂ | N ₂ | N ₂ | N ₂ | N ₂ |
| Gáznyomás [bar] | 14 | 14r | 9 | 12 | 11 | 14 | 14 | 14 | 12 |
| Max. impulzus teljesítmény [W] | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| Vágott oldal | matt | matt | matt | matt | matt | matt | matt | fényes | fényes |

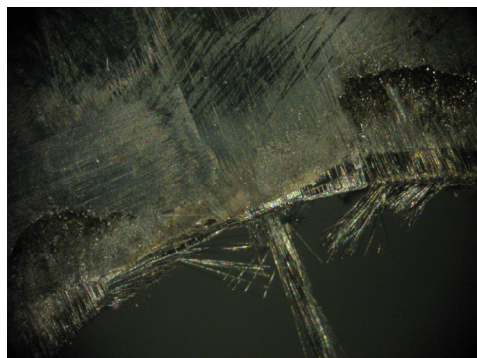
4.2. Kísérlet ismertetése

A munkadarabba 16 mm átmérőjű furatokat készítettünk több fajta beállítási opcióval, melyeknek értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A vágási kísérletek eredményeit a 3. ábrán láthatjuk. Szemrevételezéssel is láthatóak a különbségek. A 8. és 9. jelű vágásoknál a kör vonala mentén, a fényes felületen a gyanta réteg több helyen elvált a

karbonszálaiktól. Ezeknél a vágásoknál a lézervágás a fényes felületről indult, míg a többinél a hátoldali matt felületről. A 3. 4. és 7. jelű vágásoknál a kontúr körüli felhólyagzás nem jellemző.



3. ábra. Lézeres vágás eredményei



4. ábra. A 8. számú vágás mikroszkópos felvétele

5. Következtetések

A kísérletek elvégzése után arra a következtetésre jutottunk, hogy a lézeres megmunkálás egy jó lehetőségnek bizonyul a CFRP anyagok vágására. Jó minőségű megmunkálást tudunk végezni, viszonylag gyorsan és pontosan. Alkalmas tömegtermelésben való felhasználásra is.

A vágott felületek vizsgálata alapján megállapíthatjuk, hogy a lézervágást a matt felületről célszerű indítani. Az alkalmazott paraméterek hatása nem mutatott nagy különbséget a mikroszkópos és szemrevételezéses vizsgálatok során.

6. További tervek

A továbbiakban szeretnénk vizsgálni minél pontosabban, hogy a lézeres megmunkálás, hogyan építhető be a CFRP anyagok esetén a tömegtermelésbe. Ilyen fontos lehetőség az Airbus új gépeinél, melyeknek az egyik fő alapanyaga a CFRP. Az egy gép esetén a felhasznált anyagok 50%-át teszik ki. Ezeken fúrásokat és különféle megmunkálásokat alkalmaznak. A fúrás kiváltása a lézeres vágással gazdaságosabbá és olcsóbbá teheti az előállítását.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a segítséget a dolgozatom elkészítése során Dr. Rác Pálnak (Bay Zoltán kutató Intézet), valamint Dr. Vavra Gábornak és Farkas Péternek (Edutus Főiskola Lézerlabor).

We acknowledge the financial support of this work by the Hungarian State and the European Union under the EFOP-3.6.1-16-2016-00010 project.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Dobránszky János, Bitay Enikő: *Polimer anyagok lézersugaras jelölhetősége*. A XVII. MTÜ Műszaki Tudományos Közlemények / Papers on Technical Science nr. 6. szám, EME, Kolozsvár, 2017.
- [2] Andrews Andrew, Kovács-Coskun Tünde: *A lézervágás biztonságtechnikai kérdései*. Műszaki tudományos közlemények 5, Kolozsvár, 2016
- [3] Tuloki Szilárd, Pinke Péter: *TRIP600 acél lézervágása különböző munkagázok alkalmazásával* Műszaki tudományos közlemények 5, Kolozsvár, 2016