

Vízzáró borítás kialakítása korrózióálló acélfólia lézersugaras hegesztésével

Fabrication of a Laser Welded Waterproof Coating Made of Stainless Steel Foil

Acél Artúr Benjámin,¹ Windisch Márk,² Maloveczky Anna³

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Budapest, Magyarország,

¹ artur.ace@bayzoltan.hu

² mark.windisch@bayzoltan.hu

³ anna.maloveczky@bayzoltan.hu

Abstract

The purpose of this engineering design was to fabricate a waterproof coat for a carbon fibre reinforced polymer component. Austenitic stainless steel foil with 50µm thickness was used as the raw material. Deep-drawn elements that fit the geometry of the given part were welded together to form the coat. The deep drawing tools and the welding machine were self-designed and manufactured. The cutting of the blank and then the welding technology of the deep-drawn tablecloths were carried out with a TruMark 5010 marking laser made by Trumpf.

Keywords: *laser welding, stainless steel, thin foil, micro-welding.*

Összefoglalás

A mérnöki tervezés célja szénszálerősítésű műanyag alkatrész vízzárásának kialakítása volt. Alapanyagként 50 µm vastag ausztenites rozsdamentes acélfóliát használtunk. A borítás kialakításához, a megadott alkatrész geometriájához illeszkedő, mélyhúzott elemeket hegesztettünk össze. A mélyhúzó szerszámok és a hegesztőkészülék saját tervezésű és gyártmányú volt. A terítékek vágását, majd a mélyhúzott terítékek hegesztési technológiáját Trumpf gyártmányú TruMark 5010 típusú jelölő lézerrel valósítottuk meg.

Kulcsszavak: *lézersugaras hegesztés, korrózióálló acél, vékony fólia, mikrohegesztés.*

1. Bevezetés

Korunkban megfigyelhető tendencia az egyre kompaktabb és kisebb méretű műszerek fejlesztése, alkalmazása. Emiatt nagyobb igény van a vékony acélfóliák (<100µm) hegesztésére. Több cikk is született acélfóliák kis teljesítményű lézersugaras hegesztésének megvalósításáról. [1, 2, 3]

Vékony fóliák hegesztési eredményei alapján megoldást dolgoztunk ki szénszálerősítéses autópári alkatrész vízzáró borítására. A szerelési követelményeket figyelembe véve 50 µm vastag korrózióálló acélfóliát használtunk a vízzáró borítás kialakításához.

2. Alkalmazott anyagok és módszerek

A fóliák vágásához és hegesztéséhez Trumpf gyártmányú TruMark 5010 típusú lézersugaras jelölőberendezést használtunk. A lézerberendezés szilárdtest-rezonátorának impulzusideje 250 ns, átlagos teljesítménye 18,5 W, a nyaláb hullámhossza 1064 nm, ismétlési frekvenciája vágásnál 20 kHz, hegesztésnél 100 kHz volt.

A későbbiekben a 18,5 W átlagteljesítményt vetjük alapul a hegesztési teljesítmények meghatározásánál.

A varratok keresztmetszetének metallográfiai vizsgálatához Keyence VHX 2000-es digitális opti-

kai mikroszkópot használtunk. A varratok metallográfiai előkészítését csiszolással és polírozással végeztük, ezt követően a szövetszerkezet megjelenése céljából királyvízzel marattuk.

3. Technológiai lépések

A beborítani kívánt, szénszálerősítéses műanyag alkatrész hengeres, és rajta váll van kialakítva. Az alkatrész geometriájából adódóan a borítás kialakítására kétféle lehetőség adódott. Első megoldásként 2 db alkatrészt terveztünk. Az egyik alkatrész a hengeres rész fedele, a másik alkatrész pedig a palástot és a karimát alkotja. Ezt a két alkatrészes változatot az 50 μm vastag korrózióálló fólia rossz alakváltozási tulajdonsága miatt vetettük el. A rossz alakváltozási tulajdonság miatt ugyanis alakítás során könnyen elszakad a fólia. Második megoldásként három alkatrészt terveztünk. Ebben az esetben is megtartottuk a fedő alkatrészt, viszont a palást és a váll befedésére két alkatrészt terveztünk. Az alkatrész elkészítéséhez terítékekre volt szükségünk. Ezeket a terítékeket az elkészült szerszámokkal mélyhúztuk, majd a mélyhúzott darabokat a hegesztőkészülék segítségével összehegesztettük.

3.1. A terítékek vágása

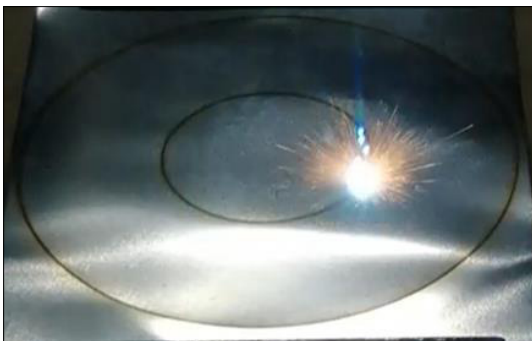
A terítékek vágását az alkalmazott lézersugaras berendezés Tru Tops Mark nevű programjának segítségével valósítottuk meg.

A lézersugárvágási teljesítményt 18,5 W-ban, a hegesztési sebességet 200 mm/s-ban határoztuk meg, azért, hogy a fóliát a lézersugár biztonsággal átvágja (szublimációs vágás). A lézersugaras kezelést egy mintán, azonos beállítással, egymást követően tízszer ismételtük meg.

3.2. Mélyhúzó szerszámok

A mélyhúzó szerszámok kialakításánál, a lemez mélyhúzás közbeni lehetséges ráncosodása miatt, a húzási rés méretét a megfelelő szorítóerő érdekében optimalizáltuk. A tárcsák központosítását egy erre a célra előkészített, 100 μm méretű vállal oldottuk meg. A húzó- és vezetőgyűrűket csavar-kötéssel rögzítettük egymáshoz.

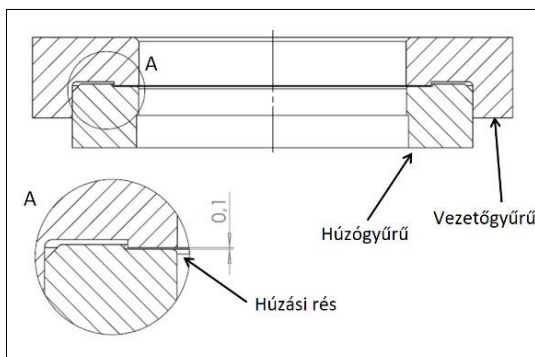
A terítékekből a mélyhúzás után a következő alkatrészeket készítettük el. A **3. ábrán** a mélyhúzott karima, a **4. ábrán** a mélyhúzott fedél látható. Az **5. ábrán** pedig már az összehegesztett palástot láthatjuk.



1. ábra. A terítékek vágása TruMark 5010-es berendezéssel



3. ábra. A sikeresen mélyhúzott karima



2. ábra. A mélyhúzó szerszám vázlata



4. ábra. A sikeresen mélyhúzott fedél



5. ábra. A sikeresen meghegesztett palást a palásthegesztő készülékkel

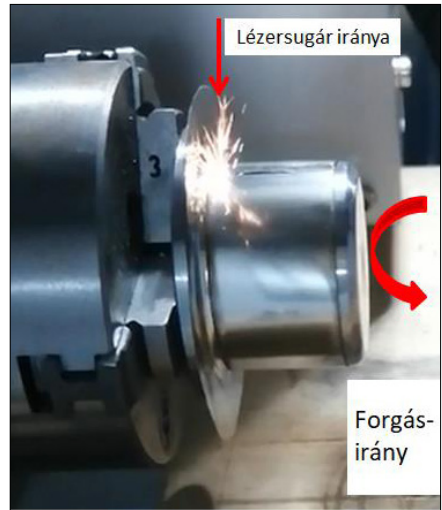
3.3. Hegesztés

Az alkatrészek hegesztéséhez két készüléket terveztünk. Az egyik készülék segítségével a palást varratát alakítottuk ki, míg a másikkal a kész darabot hegesztettük össze a három alkatrészből. A hegesztés során a palást varratának kialakításához a lézersugár átlagos teljesítményértékét 16,65 W-ban határoztuk meg, a hegesztési sebességet 55 mm/s-ben. A hengerpalást varratának kialakításához a lézersugár átlagos teljesítményét 17,58 W-ban, a hegesztési sebességét 55 mm/s-ben határoztuk meg. A 6. ábrán a kész alkatrész hegesztése látható.

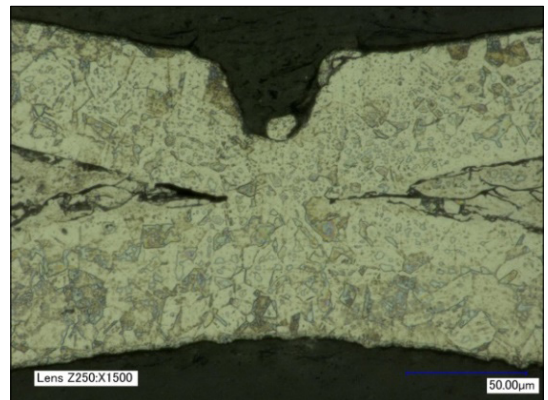
3.4. A varratok bemutatása

A mélyvarratos lézersugaras hegesztéshez általában úgynevezett folyamatos üzemű lézersugár-ra van szükség. A mi esetünkben a lézersugaras berendezés impulzusos üzemű volt. Annak érdekében, hogy a lézersugár minél inkább a folyamatos üzemű kicsatolásra hasonlítson, a lehető legnagyobb, 100 kHz-es impulzus üzemmódot alkalmaztunk. A kísérletsorozatban a hegesztési sebességet és a lézersugár átlagos teljesítményét optimalizáltuk.

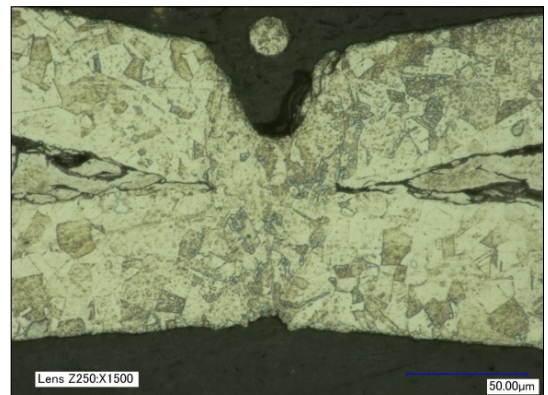
Az impulzus üzemű lézersugár átlagos teljesítményének optimumát 16,65 W és 17,58 W közöttinek találtuk. A hegesztési sebesség értékét 55 mm/s nagyságúnak választottuk. A 7. ábrán a 16,65 W-os átlagteljesítményű lézersugárral hegesztett varrat geometriáját láthatjuk. A koronaoldalon megjelenő anyaghiány a varrat funkciója szempontjából nem releváns. Az átlapolat vékony fóliákat teljes vastagságukban átolvasztotta a lézersugár. A 17,58 W teljesítménnyel elkészített varrat keresztmetszeti alakját a 8. ábrán figyelhetjük meg. Ebben az esetben a koronaoldalhoz hasonlóan a gyökoldalhoz is megjelenik az anyaghiány. A fóliák teljes vastagságát tekintve az anyag átolvad.



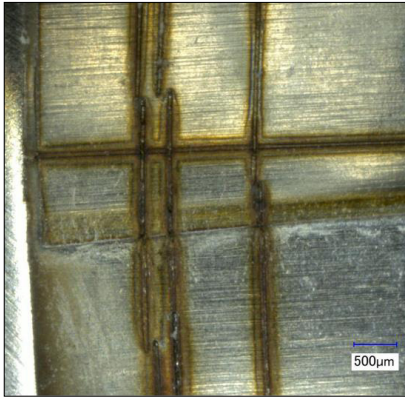
6. ábra. A palást és a karima körvarratos hegesztése



7. ábra. A 16,65 W átlagteljesítményű lézersugárral, 55 mm/s hegesztési sebességgel létrehozott varrat metszeti metallográfiai képe



8. ábra. A 17,58 W átlagteljesítményű lézersugárral, 55 mm/s hegesztési sebességgel létrehozott varrat metszeti metallográfiai képe



9. ábra. Hegesztési varratok a palást és a karima át-fedési helyén



10. ábra. A három varrattal elkészült vízzáró borítás

5. Értékelés

Trumpf TruMark 5010 típusú lézerberendezéssel sikerült 50 μm vastag korrózióálló acélfóliából meghatározott geometriájú terítékeket kivágni. Ezeket a terítékeket saját tervezésű mélyhúzó szerszámmal alakítottuk. A mélyhúzott részeket sikeresen egymáshoz hegesztettük. Az elkészült alkatrész a 10. ábrán látható.

Az elkészített alkatrészek víztömörség-vizsgálata folyamatban van. Jövőben a vizsgálati terv része a varratok átlapolásának növelése a Trumpf TruMark 5010-es berendezésen. A technológia továbbfejlesztésének korlátja a lézersugár-kicsatolás és a CNC-forgató tengely szinkronvezérlésének hiánya.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és a Magyar Kormány támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg az „E-mobility

Miskolcra: Hűtővíz keringető szivattyú és motorhűtő ventilátor továbbfejlesztése az elektromos járművekben elvárt magasabb minőségi követelmények figyelembevételével” című, GINOP-2.2.1-15-2017-00090 azonosítószámú projekt keretében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Pakmanesh M. R., Shamanian M.: *Optimization of pulsed laser welding process parameters in order to attain minimum underfill and undercut defects in thin 316L stainless steel foils*. Optics and Laser Technology, 99. (2018) 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2017.09.047>
- [2] Abe N., Funada Y., Imanaka T., Tsukamoto M.: *Micro welding of thin stainless steel foil with a direct diode laser*. Transactions of JWRI, 34/1. (2005).
- [3] Ventrelaa V. A., Berrettat J. R., Rossib W.: *Pulsed Nd:YAG laser seam welding of AISI 316L stainless steel thin foils*. Journal of Materials Processing Technology, 210/14. (2010) 1838–1843. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2010.06.015>