

Lézervági kísérletek TRIP 600 acélon

Pinke Péter¹, Tuloki Szilárd ¹

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Budapest, Népszínház u. 8.

Összefoglalás. A cikkben TRIP 600 acélon végrehajtott lézervági kísérletsorozat eredményeit mutatjuk be, amelyet TruLaser Cell 7020 / Trudisk 4001 lézerberendezés segítségével különböző vági paraméterek (munkagáz, teljesítmény, közvetlen/kombinált vágás) mellett végeztünk el. A lézervági hatását a vági rés mérete és a hőhatásövezeti keménység alapján értékeltük. A technológia előnyeit a paraméterek megfelelő beállítása biztosítja. Célunk az optimális vági paraméterek behatárolása volt TRIP 600 acél lézervágiához.

Kulcsszavak: Lézervági, keménység, hőhatásövezet, TRIP600 acél

1 Bevezetés

A lézervági széles körben alkalmazott eljárás az autóiari karosszéria-technológia területén [1]. Ezzel a technológiával rövid vági idő érhető el, kis anyagvesztés mellett. A technológia előnyeit a vági paraméterek optimális kiválasztása biztosítja. Elsődleges hatású a védőgáz fajtája és nyomása, a lézer teljesítménye, a vágás sebessége és a sugár fókuszhelye [2]. Dolgozatunkban, egy kísérletsorozat részeként [3] TRIP 600 acélon lézeres résvágással vizsgáltuk három munkagáz (N₂, Ar, O₂) hatását a vági rés méretére és a hőhatásövezet keménységére.

2 Kísérleti technika és a lézervági előkészítése

A vági kísérleteket TruLaser Cell 7020/ Trudisk 4001 berendezésen végeztük 1mm vastag horganyzott autóiari alkalmazásokra kifejlesztett TRIP 600 (0,23% C, 1,8% Si, 2,1% Mn) acéllemezen [4]. A lézervági során kétféle vági módszert alkalmaztunk: I. módszer - közvetlen vágás beállított paraméterek mellett; II. módszer - kombinált vágás, gravírozó lézersugárral végrehajtott „felülettisztítás” (O₂ – 30 W; Ar, N₂ – 100 W), majd

beállított paraméterek melletti lézervágás. Az alkalmazott lézerteljesítmény: 1600 W, 1800 W, és 2000 W; a védőgáz: oxigén (O₂), nitrogén (N₂) és argon (Ar) volt. Minden vágásnál azonos vágási sebességet (3 m/min), védőgáz nyomást (15 bar), fókuszpozíciót (-1 mm) és hullámhosszt ($\lambda = 1030$ nm) használtunk, kivéve az O₂ munkagáz vágásnál, itt a fókuszpozíció +1 mm volt. A lézervágás paramétereit az **1. táblázat** összegzi. A lézervágás szimulációját Tru Tops Cell programmal készítettük el. A vágási rés méretét és a hőhatásövezet keménységét Zwick 3212 keménységmérővel mértük.

1. táblázat Lézervágási paraméterek

Sorszám	Vágás módja	Védőgáz	Teljesítmény	Fókuszpozíció	Sorszám	Vágás módja	Védőgáz	Teljesítmény	Fókuszpozíció
1.	Közvetlen	N ₂	1600 W	-1	10.	Kombinált	Ar	1600 W	-1
2.			1800 W		11.			1800 W	
3.			2000 W		12.			2000 W	
4.	Kombinált	N ₂	1600 W	-1	13.	Közvetlen	O ₂	1600 W	+1
5.			1800 W		14.			1800 W	
6.			2000 W		15.			2000 W	
7.	Közvetlen	Ar	1600 W	-1	16.	Kombinált	O ₂	1600 W	+1
8.			1800 W		17.			1800 W	
9.			2000 W		18.			2000 W	

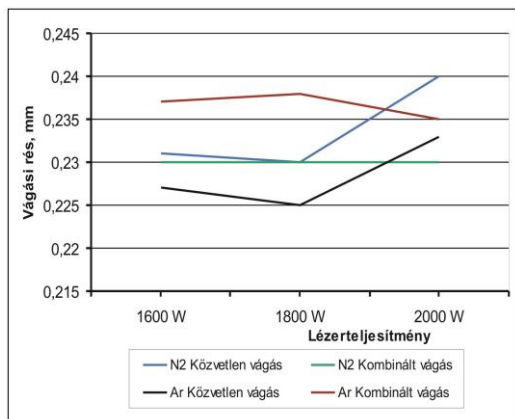
3 Vizsgálati eredmények

A végrehajtott lézervágási kísérletek alapján megállapítható, hogy az Ar és N₂ munkagázok mellett végrehajtott vágások sikeresek voltak, ugyanakkor az O₂ alkalmazása nem hozta a várt eredményt (+1 mm-es fókuszpozíció ellenére sem). Az O₂ gáz alkalmazása esetében a vágás vonala egyenetlen volt, a vágás vonalában fekete elszíneződés, feltehetően cink-oxid [5] keletkezett, a vágást sikertelennek minősítettük (13 – 18. sorszámú vágások). A vágási rés méretét, valamint a hőhatásövezet mikrokeménységét (HV 0,2), a **2. táblázat** foglalja össze.

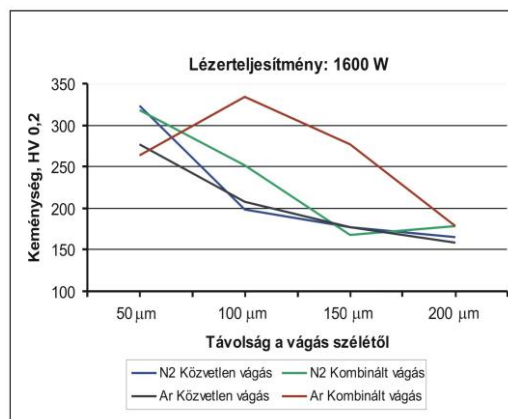
2. táblázat A vágási résméret (mm) és a hőhatásövezet keménysége (HV 0,2)

Sorszám	Vágási rés [mm]	Keménység HV 0,2				Sorszám	Vágási rés [mm]	Keménység HV 0,2			
		50 μ m	100 μ m	150 μ m	200 μ m			50 μ m	100 μ m	150 μ m	200 μ m
1.	0,231	323	198,5	176,5	164,5	7.	0,227	277,5	207,5	176,5	159
2.	0,230	318,5	311	229,5	176,5	8.	0,225	242	214	171	159
3.	0,240	223	243	201	164,5	9.	0,233	217,5	243	223	170
4.	0,230	318,5	252	168	178	10.	0,237	264	334	277,5	178
5.	0,230	303	303	242	125,5	11.	0,238	334	232	207,5	178
6.	0,230	233	164,5	164,5	139	12.	0,235	264	198,5	159	148

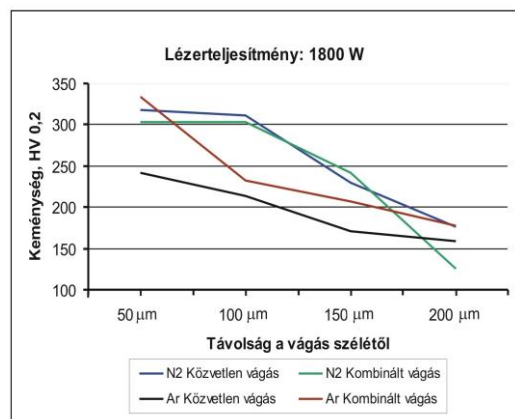
A vágási rés méretének változását a lézersugár teljesítményének függvényében az **1. ábra** mutatja. A vágási rés mérete N₂ és Ar munkagázok esetén is közel azonos volt. A hőhatásövezet keménységének változását az alkalmazott lézersugár teljesítménytől függően a **2., 3. és 4. ábra** szemlélteti.



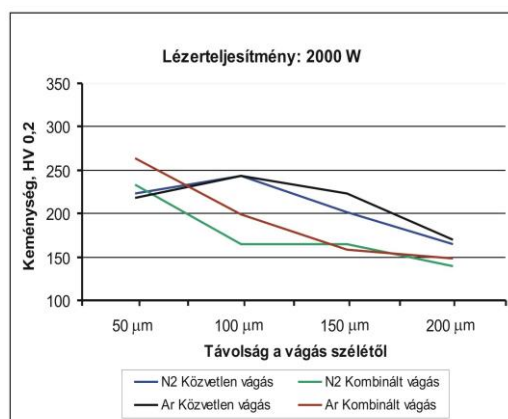
1. ábra A vágási rés változása a lézerteljesítmény függvényében



2. ábra A hőhatásövezet keménységének változása (P = 1600 W)



3. ábra A hőhatásövezet keménységének változása (P = 1800 W)



4. ábra A hőhatásövezet keménységének változása (P = 2000 W)

4 Következtetések

A végrehajtott lézervágási kísérletek alapján az alábbi következtetések vonhatók le TRIP 600 acéllemez vágásához:

1. Az N₂ és Ar munkagázok alkalmazása esetén a vágás sikeres volt, az O₂ munkagáz esetén egyenetlen vágási vonal keletkezett az alkalmazott vágási paraméterek mellett.

2. Az O₂ munkagáz alkalmazása csak további vágási kísérletek és azok kiértékelése alapján tervezhető.
3. A vágási rés mind közvetlen, mind kombinált vágás esetén közel azonos volt (0,2 mm) az alkalmazott N₂ és Ar munkagázok esetében.
4. A vágási rés mérete és a vágásfelület minősége szempontjából a közvetlen vágás kielégítő eredményt mutat mindkét munkagáz (N₂, Ar) esetén, a kombinált vágás ("felülettisztítás" kis teljesítményű lézersugárral + vágás) nem feltétele a sikeres lemezvágásnak.
5. A hőhatásövezet keménységváltozása a három alkalmazott lézerteljesítmény (1600 W, 1800 W, 2000 W) esetén nem mutatott jelentős eltéréseket, a legkisebb keménységnövekedés a 2000 W lézersugár teljesítmény esetén volt.
6. A vizsgált TRIP 600 jelű 1 mm vastag acéllemez lézervágásához ajánlható az N₂ és az Ar munkagáz is, viszont az N₂ gáz használata költséghatékonyabb; a vizsgált lézersugár teljesítmények közül alkalmazható a legkisebb 1600 W teljesítmény is.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Valenta Lászlónak, az EDUTUS Zrt. vezérigazgatójának és Farkas Péternek, az EDUTUS Főiskola Lézerlaboratórium igazgatóhelyettesének a lézervágási kísérletek megvalósítását illető támogatásukért. Köszönetünket fejezzük ki Andrew Andrewsnak a próbadarabok keménységmérése során nyújtott segítségével. A kutatómunka a TÁMOP 4.2.2D-15/1/ KONV-0007 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Caristan, C. L.: *Laser Cutting – Guide for Manufacturing*, SME, 2004.
- [2] Buza, G.: *Lézersugaras technológiák I.* TÁMOP-4.1.2.A/2-10/1, Edutus Főiskola., Tatabánya, 2012
- [3] Tuloki, Sz., Andrews, A., Molnár, L., Vavra, G., Pinke, P., Kovács, C. T.: *The effects of the laser cutting's parameters on the mechanical properties on the experimented steel*, YPIC 2015, Budapest, 7th- 9th October, 2015
- [4] Keeler, S., Kimchi, M.: *Advanced High-Strength Steels Application Guidelines Version 5.0*, World AutoSteel, May 2014
- [5] Prasad, G.V.S., Siores, E., Wong, W.C.K.: Laser cutting of metallic coated sheet steels, *Journal of Materials Processing Technology*, 74 (1998), pp. 234-242