

TRIP600 ACÉL LÉZERVÁGÁSA KÜLÖNBÖZŐ MUNKAGÁZOK ALKALMAZÁSÁVAL

THE TRIP600 STEEL LASER CUTTINGS IN CASE OF DIFFERENT ASSISTING GASES

Tuloki Szilárd¹, Pinke Péter²

ÓbudaiEgyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1034
Magyarország Budapest, Bécsi út 96/B; Telefon / Fax: +12-345-6789123

¹ tuszilard@gmail.com

² pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

This paper presents the experimental investigation of TRIP600 steel cutting with a TruLaser Cell 7020/Trudisk 4001 laser machine, and using different cutting parameters (assist gases, output power, single / double process). We observed the effects of the parameters on the kerf and hardness of the HAZ. Cutting with laser beam is today very popular and promising. One of most used process in the automotive industry too. With this technology we can archive low material consumption, shorter processing times and great accuracy of the product. However, in order to exploit the advantages of this technology, it is necessary to optimize each processed material relevant influential parameters. Our goal was to find the optimal cutting parameters for the TRIP 600 steel.

Keywords: laser cutting, hardness, HAZ, TRIP 600 steel.

Összefoglalás

Ebben a cikkben TRIP 600 acélon végrehajtott lézervágási kísérletsorozat eredményeit mutatjuk be, amelyet TruLaser Cell 7020 / Trudisk 4001 lézergép segítségével különböző vágási paraméterek (munkagáz, teljesítmény, közvetlen/kombinált vágás) mellett végeztünk el. A lézervágás hatását a vágási rés mérete és a hőhatásövezeti keménység alapján értékeltük. Napjainkban a lézervágás nagyon elterjedt és széles körben alkalmazott technológia az autópárhban is. Ezzel a technológiával kis anyagvesztés és nagy pontosság mellett rövid feldolgozási idő érhető el. A technológiai előnyöket a paraméterek optimális beállítása biztosítja. Célunk az volt, hogy megtaláljuk az optimális vágási paramétereket a TRIP 600 acél lézervágásához.

Kulcsszavak: lézervágás, keménység, hőhatásövezet, TRIP600 acél.

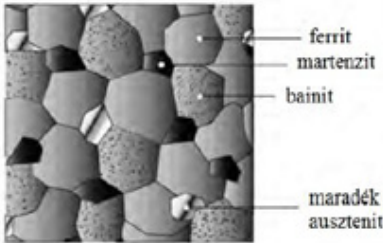
1. Bevezetés

Napjainkban a termikus vágási eljárások rendkívül elterjedtek az ipari gyakorlatban. A lézervágás széles körben alkalmazott eljárás az autópárh karosszéria-technológia területén [1], [2]. Ezzel a technológiával rövid vágási idő érhető el kis anyagvesztés és nagy vágási pontosság mellett. A

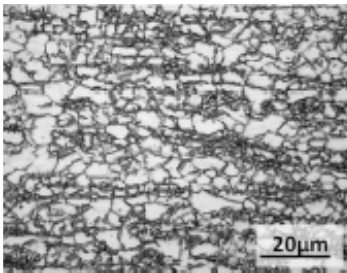
technológia előnyeit a vágási paraméterek optimális kiválasztása biztosítja. Elsődleges hatású [3]: a védőgáz fajtája és nyomása, a lézer teljesítménye, a vágás sebessége és a sugár fókuszpozíciója. Dolgozatunkban, egy kísérletsorozat részeként [4] TRIP 600 acélon lézeres részvágással vizsgáltuk három munkagáz (N₂, Ar, O₂) hatását a vágási rés méretére és a hőhatásövezet keménységére.

2. TRIP acélok (Transformation Induced Plasticity)

A TRIP acélok, azaz az átalakulással előidézett képlékenységgel rendelkező acélok, jó alakíthatósággal és kellően nagy szilárdsággal rendelkeznek. Szövetük többfázisú: ferritből, bainitból, martenzitből valamint maradék ausztenitből áll (1. ábra) [5]. TRIP acél jellemző szövetszerkezetét a 2. ábra mutatja [6].

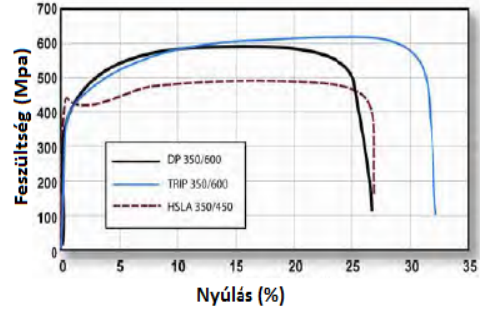


1. ábra. TRIP acél szövetszerkezetének vázlatos ábrázolása [5]



2. ábra. TRIP acél mikroszerkezete [6]

A TRIP 600 acél és további két nagy-szilárdságú acél (DP 600, HSLA 450 szakítási diagramját a 3. ábra vázolja [5]. Látható, hogy a TRIP acél rendelkezik a legjobb képlékenységgel a folyáshatár feszültség és a szakítószilárdság tartományban. A TRIP acélok nagy energia-elnyelő képességgel bírnak, ez megfelelően illeszkedik az autóipari és biztonsági alkatrészekkel szemben támasztott követelményekhez, például keresztartók, oszloperősítések, hosszgerendák, küszöbök, lökhárítóerősítések esetében.



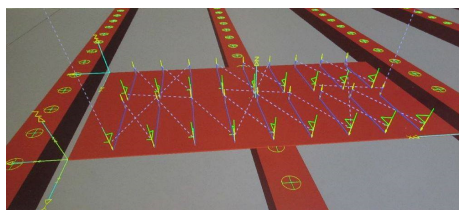
3. ábra. TRIP 600, DP 600 és HSLA 450 acélok jellemző nyúlás és feszültség értékei [5]

3. Lézervágás előkészítése

A vágási kísérleteket TruLaser Cell 7020/ Trudisk 4001 berendezésen végeztük 1mm vastag horganyzott TRIP 600 acéllemezben. A lézervágási paraméterek az alábbiak voltak:

- Vágási módszer:
 - módszer: közvetlen vágás beállított paraméterek mellett;
 - módszer: kombinált vágás, gravírozó lézersugárral végrehajtott „felület-tisztítás” (O_2 – 30W; Ar, N_2 – 100W), majd beállított paraméterek melletti lézervágás;
- Lézerteljesítmény: 1600 W, 1800 W, és 2000 W;
- Védőgáz: oxigén (O_2), nitrogén (N_2) és argon (Ar);
- Minden vágásnál azonos vágási sebességet (3m/min), védőgáz nyomást (15 bar), fókuszpozíciót (-1mm) és hullámhosszt ($\lambda=1030$ nm) használtunk, kivéve az O_2 segédgáz vágásnál, itt a fókuszpozíció +1mm volt, az égési folyamat végett;
- A lézervágás szimulációját Tru Tops Cell programmal készítettük el (4. ábra).

A kísérlet során 27 vágást, blokkot, építetünk fel, minden művelet egy új blokk létrehozását jelentette, a megismételhetőség végett. A lézervágás paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.



4. ábra CNC lézervágás modellje

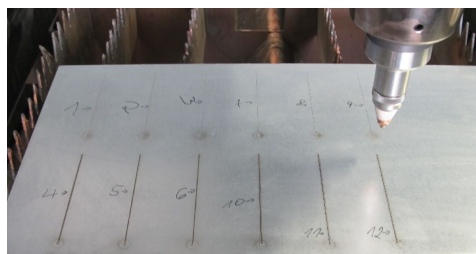
1. táblázat. Lézervágási paraméterek

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

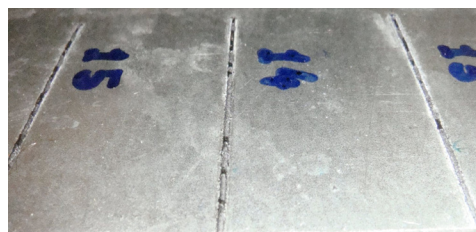
4. Eredmények

A végrehajtott lézervágási kísérletek alapján elmondható, hogy az Ar és N₂ munkagázok mellett végrehajtott vágások sikeresek voltak (5. ábra), ugyanakkor az O₂ segédgáz alkalmazása nem hozta a várt eredményt, annak ellenére sem, hogy a fókuszpozíciót + 1 mm-re választottuk. O₂ gáz alkalmazása esetében a vágás vonala egyenetlen volt (6. ábra), a vágás vonalában fekete elszíneződés, feltehetően cink-

oxid keletkezett, a vágást siker-telennek minősítettük (13 – 18. sorszámú vágások).



5. ábra CNC lézervágási modell megvalósítása



6. ábra. Vágási rés O₂ lézervágás után (a lemez hátoldala)

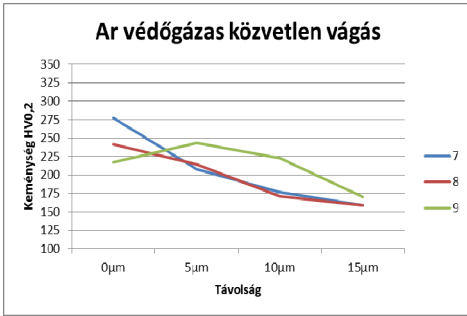
A vágási rés méretét, valamint a hőhátasövezet mikrokeménységét (HV0,2), amelyet Zwick 3212 keménységmérővel mérünk, a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. A vágási rés méret (mm) és a hőhátasövezet keménysége (HV0,2)

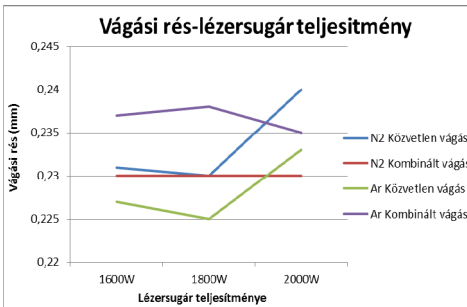
Sor-	Vágá-	0	5	10	15
1	0,231	323	198,5	176,5	164,5
2	0,230	318,5	311	229,5	176,5
3	0,240	223	243	201	164,5
4	0,230	318,5	252	168	178
5	0,230	303	303	242	125,5
6	0,230	233	164,5	164,5	139
7	0,227	277,5	207,5	176,5	159
8	0,225	242	214	171	159
9	0,233	217,5	243	223	170
10	0,237	264	334	277,5	178
11	0,238	334	232	207,5	178
12	0,235	264	198,5	159	148

A 2. táblázatból látható, hogy az optimálisnak tekinthető eredmények az Ar munkagáz vágásoknál jöttek létre. A 7.

ábra a 7., 8. és 9. sorszámú vágás hőhatás-övezeti keménységét szemlélteti. A 8. ábra a vágási rés és a lézersugár teljesítmény közti összefüggést mutatja.



7. ábra. A hőhatásövezet keménységének változása (7., 8., 9. sz. vágás)



8. ábra. A vágási rés és a lézersugár teljesítmény összefüggése

5. Következtetések

A végrehajtott kísérletek alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. N2 munkagázos közvetlen vágás: a hőhatásövezet keménységét illetően a 3. sz. vágás volt az optimális, ugyanakkor a vágási rés mérete szempontjából az 1. és 2. vágás mondható jobbnak.

2. N2 munkagázos kombinált vágás: a vágási rés tekintetében nincs különbség, azonban keménység szempontjából a 6. kísérleti vágás volt az optimális.

3. Ar munkagázos közvetlen vágás: a keménység és vágási rés szempontjából is a 8. sz. vágás volt az optimális.

4. Ar munkagázos kombinált vágás: a keménységet és vágási részt illetően is a 12. sz. vágás volt az optimális.

5. Vágási rés - lézersugár teljesítmény alapján a 8. sz. vágás volt az optimális.

6. A kísérleti eredményekből következik, hogy az oxigén, mint munkagáz nem javasolható az alkalmazott vágási paraméterek mellett.

7. A leghatékonyabb vágás a 8. sz. vágás volt, amely nem sokban tér el a 6. sz. vágás eredményétől. A két vágás között a különbség a munkagáz (N2, Ar) és a lézer teljesítménye volt.

8. Az ipari gyakorlat szempontjából elmondható, hogy a nitrogén használata költséghatékonyabb.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Valenta Lászlónak, az EDUTUS Zrt. vezér-igazgatójának és Farkas Péternek, az EDUTUS Főiskola Lézerlaboratórium igazgatóhelyettesének a lézervágási kísérletek megvalósítását illető támogatásukért. 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] Bitay E.: *Lézeres felületkezelés és modellezés*, EME kiadó 2007. Kolozsvár pp. 13.
- [3] Buza, G.: *Lézersugaras technológiák I.* TÁMOP-4.1.2.A/2-10/1, Edutus Főisk., Tatabánya, 2012
- [4] 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.
- [5] Zsoldos, I.: *Különleges autóiipari acél ötvözetek, karosszéria elemek lemezanyagai*, Korszerű anyagok és technológiák, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2013
- [6] Lis, A., Dryja, M., Wiecek, P.: *Microstructure Characterization of TRIP Steel CMnAlSi*, GSTF Journal of Engineering Technology (JET), Vol. 2, No. 3, dec. 2013