

Lézersugaras vágás technológiai paramétereinek optimalizálása

Optimization of technological parameters of laser cutting

KÓNYA Gábor¹, MISKOLCZI István¹, BOGNÁR Adrián¹, SZABÓ Norbert¹

¹Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék, Gyártástechnológia kutatócsoport, Izsáki út 10., H-6000 Kecskemét, Hungary

Abstract

Today, laser cutting is the most flexible and the most accurate technology for cutting out flat tablecloths. During laser cutting, the cutting head can be moved based on the path information obtained from the part plates, while the laser beam provides the energy required for cutting. The authors investigated the effect of technological parameters on 1.4301 type stainless steel in order to achieve the best cutting front surface quality and the highest accuracy.

Keywords: laser cutting, 1.4301 stainless steel, effects of technological parameters, Bystronic Fiber Laser, CAM

Kivonat

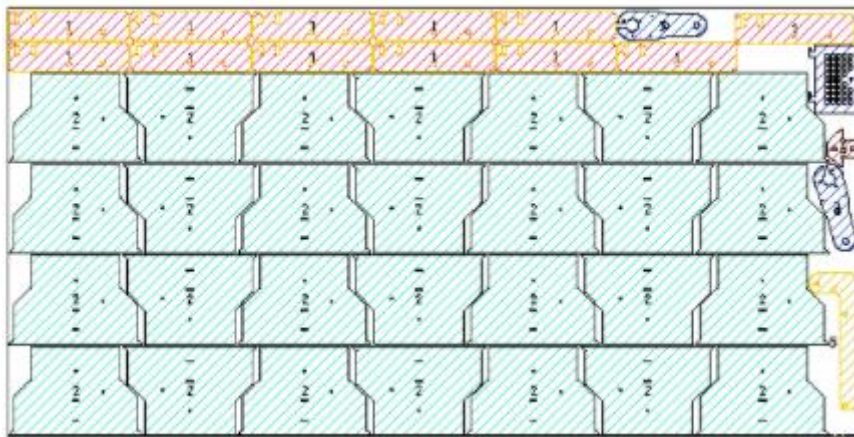
Napjainkban a síklemezből történő alkatrész terítékek kivágására szolgáló technológiák közül a legrugalmasabb és egyben a legpontosabb, a legszebb felületet adó technológia a lézervágás. Lézervágás során a vágófejet az alkatrész terítékekből kapott útinformációk alapján tudjuk mozgatni, miközben a lézersugár biztosítja a vágáshoz szükséges energiát. A szerzők a technológiai paraméterek hatását vizsgálták 1.4301 típusú rozsdamentes acél esetében, annak céljából, hogy a legjobb vágási front felületi minőséget és a legnagyobb pontosságot elérjék.

Kulcsszavak: lézervágás, 1.4301 rozsdamentes acél, technológiai paraméterek hatása, Bystronic Fiber Laser, CAM

1. BEVEZETÉS

A lézervágás napjainkban rendkívül elterjedt technológia a síklemezekből, vagy akár a csövekből készített alkatrész terítékek vágásánál, rendkívül nagy rugalmassága, gyorsasága és pontossága végett [1] [2]. A lézervágás során az útinformációt a táblatervre táblásított alkatrész terítékek (1. ábra) geometriája adja, és a CAM programozás során definiálódik az alkatrészek kivágásának sorrendje is. A kivágás sorrendjének meghatározása rendkívül fontos. Általános filozófia, hogy alkatrészt tekintve minden esetben a furatokkal, a belső kivágásokkal kezdünk, majd a külső kontúr kivágásával záródik a művelet. Ez a sorrend azért is fontos, hiszen, ha nem így lenne, akkor a belső kivágások, furatok helyzetpontossága nem garantálható.

Az egész táblatervre nézve is fontos meghatározni az alkatrészek kivágásának sorrendjét, hiszen, ha egy irányból kezdjük folyamatosan a táblából kivágni az alkatrészeket, akkor hőtorlódás lép fel, melynek a lemez deformációja lesz az eredménye, főleg, ha nem volt előtte megfelelően feszültség mentesítve. A kivágások stratégiáját úgy szokás meghatározni, hogy két irányból történjen a megmunkálás, hogy a hőtorlódás elkerülhető legyen, azonban itt megvan a veszélye annak, hogy ha nem megfelelő a feszültség mentesítése a lemeznek, akkor főleg a hosszú, keskeny alkatrészek „kardosodhatnak”, mely a vágófej ütközését idézi elő, aminek következtében sérülhet a dűzni is, továbbá a fúvóka központ is elállítható. A „kardosodás” jelensége „microjoint”-ok segítségével orvosolható, azonban ilyen esetben a gépkezelőnek a táblából ki kell törnie az alkatrész terítékeket, ami neki okoz többlet munkát.



1. ábra. Lézervágás táblaterve

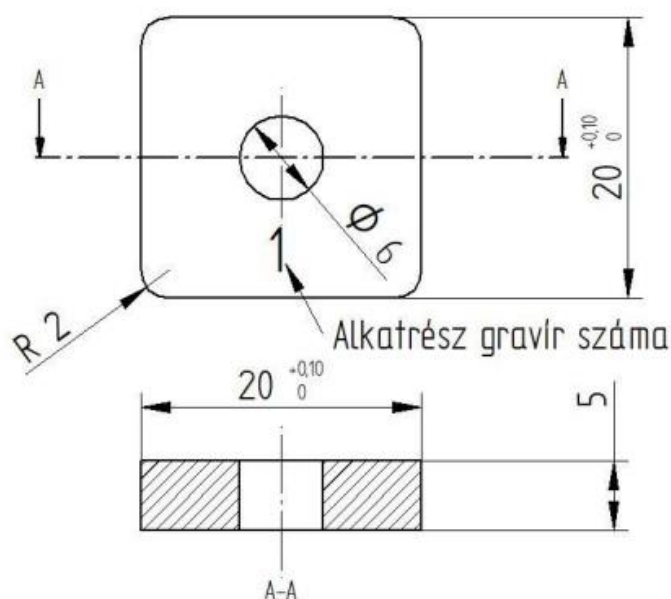
A lézervágás a termikus anyagsztévásztó eljárások közé tartozik [3], melyek közül két fő vágási reakció csoportot különböztet meg a szakirodalom, a párologtató – és az olvasztásos eljárást. Két eljárás típus közötti különbség az, hogy a párologtató vágásnál lézersugárral olvadáspontig melegítik a vágási zónát, majd nagy nyomású semleges hatású gázzal fújja ki az anyagot a vágási résből. Ez nagy fajlagos energiát igényel, ezért vékony lemezek esetén szokás alkalmazni [4]. Az olvasztásos vágásnál lényegében olyan magas hőmérsékletre van az alapanyag hevítve, hogy az a nagy tisztaságú oxigénben elég. A vágás során keletkező ömledék eltávolítását szintén a nagy tisztaságú oxigén végzi, melyhez 2-3 bar nyomás is elegendő. Eljárás hátránya, hogy barázdált vágási frontot, az alsó élen pedig sorjásodást okoz, emiatt a felület nem olyan szép, mint a párologtató eljárás esetén.

A lézervágás minden esetben az átlukasztással kezdődik. Ez szükséges ahhoz, hogy ki tudjon alakulni a vágórés, amin keresztül a megolvasztott alapanyag távozni tud. Ezt követően tud létrejönni a kontúrvágás folyamata [5].

2. KÍSÉRLETTERVEZÉS

2.1. Kísérlethez használt alapanyag

A kísérlethez X5CrNi18-10 (1.4301) típusú, 5 mm vastag, auszteniyes korrózióálló acél volt használva. Az ebből kivágott geometria a 2. ábrán figyelhető meg.



2. ábra. Kivágott alkatrész geometriája

2.2. Alkalmazott technológiai paraméterek

A kísérletek során a következő technológiai paraméterek voltak vizsgálva: az előtolás, a fűvókátávolság, a lézerteljesítmény, a fókuszpont és a nyomás. Ezen bemeneti paraméterek vizsgálatához Taguchi L27 kísérlettervet alkalmaztak a szerzők, melyben alkalmazott értékek az 1. táblázatban látható.

Tervezési kísérletek 5 paraméterrel három szinten

1. táblázat

Paraméterek		Szintek		
		1	2	3
A	Előtolás f (mm/min)	2800	3000	3200
B	Fűvókátávolság h (mm)	0,6	0,7	0,8
C	Lézerteljesítmény P (W)	2500	2800	3000
D	Fókuszpont	4,8	5,0	5,2
E	Nyomás p (bar)	11	13	15

Az így kapott ortogonális sor a 2. táblázatban tekinthető meg.

Ortogonális sor a tervezési kísérlethez öt paraméterrel három szinten

2. táblázat

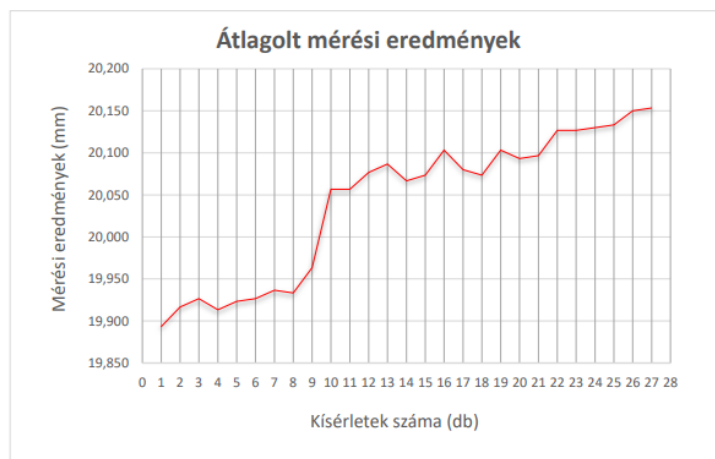
Kísérletek száma	Paraméterek szintjei				
	A	B	C	D	E
#1	1	1	1	1	1
#2	1	1	1	1	2
#3	1	1	1	1	3
#4	1	2	2	2	1
#5	1	2	2	2	2
#6	1	2	2	2	3
#7	1	3	3	3	1
#8	1	3	3	3	2
#9	1	3	3	3	3
#10	2	1	2	3	1
#11	2	1	2	3	2

#12	2	1	2	3	3
#13	2	2	3	1	1
#14	2	2	3	1	2
#15	2	2	3	1	3
#16	2	3	1	2	1
#17	2	3	1	2	2
#18	2	3	1	2	3
#19	3	1	3	2	1
#20	3	1	3	2	2
#21	3	1	3	2	3
#22	3	2	1	3	1
#23	3	2	1	3	2
#24	3	2	1	3	3
#25	3	3	2	1	1
#26	3	3	2	1	2
#27	3	3	2	1	3

3. EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE

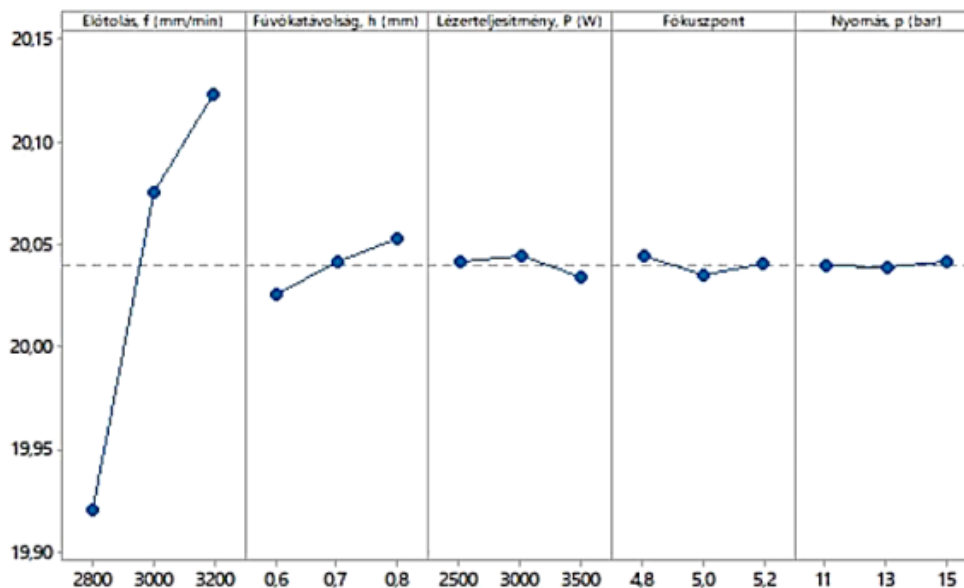
3.1. Munkadarab mérete

Kizárólag a munkadarab külső kontúra volt mérve, annak is a gravír számozással megadott merőleges oldalával. A mérés egy kengyeles Mitutoyo mikrométerrel volt végezve. Minden munkadarab háromszor volt mérve és a mért eredmények átlagolva lettek, ez látható a 3. ábrán.



3. ábra. Átlagolt vágási méretek

Jól látható, hogy a folyamatos paraméter változtatással a vonaldiagram egyre csak növekszik. Az 5 paraméter közül az előtolás az, amit csak bizonyos megmunkálási sorrend után volt növelve. A 9.-ik mérés után hirtelen megugrott az érték. Ez a változás több mérvadó okot is felkeltett. 3000 mm/min-es előtolás felett már a vágási pontosság a mért adatok alapján pozitív tartományba került. A megadott munkadarab tűrés alapján a 10-21. számú kísérletek voltak kedvezők. A technológiai paraméterek hatása a munkadarab méretére a 4. ábrán látható.



4. ábra. A technológiai paraméterek hatása a munkadarab méretére

A 4. ábrán jól látható, hogy a vágási eredményekre a legnagyobb hatással az előtoló sebesség volt. Az optimális előtolási sebesség 3000 mm/min volt, ugyanis 3200 mm/min-nél szemmel látható felületi minőség romlás, kis feketés, barnás elszíneződés volt megfigyelhető, ami a beégésre utal. Ez látható az 5. ábrán.



5. ábra. Feketés, barnás felület létrejötte, sorjaképződés

Megfelelően beállított technológiai paraméterek mellett a 6. ábrán látható vágású frontú alkatrész készíthető.



6. ábra. Optimális felületi minőség

Gáznyomás értékek hatását tekintve a legjobb felületi minőségek a 11 – és 13 bár esetén voltak megfigyelhetők. 15 bar nyomáson már a felületi minőség romlása volt megfigyelhető, ha tovább lett volna növelve, valószínűleg az alkatrészt nem lehetett volna kivenni a táblából, mivel revésedés jelentkezett, ami rosszabb esetben akár visszahegedést is tud okozni.

A fúvókatávolság módosítása lényegében nem okozott érdemi változást a kísérlet során.

ÖSSZEGZÉS

A szerzők 1.4301 típusú ausztenites rozsdamentes acél lézervágása során végeztek kísérleteket, mely során a technológiai paraméterek hatását vizsgálták a megmunkálási folyamatra és a megmunkált felületi minőségre. A paraméterek optimalizálása során az alábbi paraméter tartományok bizonyultak ideálisnak:

- előtoló sebesség 2900-3100 mm/min közötti érték;
- Lézerteljesítmény: 3 kW
- Fúvókatávolság: 0,7-0,8 mm az optimális tartomány
- Fókuszpont: $5 \pm 0,2$ mm
- Nyomás: 13 ± 1 bar, 15 bar felett már jelentősen romlik a felületi minőség.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.4.3-16-2016-00002 „Felsőoktatási intézményi fejlesztések a felsőfokú oktatás minőségének és hozzáférhetőségének együttes javítása érdekében a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Tuloki Szilárd, Pinke Péter: TRIP600 ACÉL LÉZERVÁGÁSA KÜLÖNBÖZŐ MUNKAGÁZOK ALKALMAZÁSÁVAL. XXI. F fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, pp. 413-416., DOI: 10.33895/mtk-2016.05. 94
- [2] N. Rajaram, J. Sheikh Ahmad, S. H. Cheraghi: CO2 laser cut quality of 4130 steel. International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 43 Issue 4., pp. 351-358., DOI: 10.1016/S0890-6955(02)00270-5
- [3] Berczeli Miklós, Tajti Ferenc: Optimization of material removal parameters by femtosecond laser pulzes. IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 903 p. 012026
- [4] Tajti Ferenc, Berczeli Miklós: Development of high power femtosecond laser microstructures on automotive stainless steel. IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 903 p. 012025
- [5] Z. F. Kovács, G. Béres, and Z. Weltsch, “Autóipari DC és DP acélok lézersugaras hegeszthetőségének vizsgálata,” GRADUS, vol. 4, no. 2, pp. 311–317, 2017.