

<https://doi.org/10.24867/JPE-1991-08-001>

PREGLEDNI RAD

D. Milikić, P. Kovač, Z. Krajný*

NEKI ASPEKTI KORIŠĆENJA LASERA I DRUGIH
ALTERNATIVNIH TEHNOLOGIJA ZA REZANJE METALA

SOME ASPECTS OF LASER AND OTHER ALTERNATIVE
TECHNOLOGIES USE FOR METAL CUTTING

Summary

In the paper short review of world's industrial laser system production and the future trend in their development is presented. Aspiration of the paper is to make comparative analyse of material cutting with CO₂-laser and with other alternative technologies. From that we can conclude which are the good and the bad points of cutting with CO₂-laser. The biggest concurrent to this cutting process, in the future, will be cutting with abrasive-water jet, is emphasized.

*Milikić dr Dragoje, dipl.ing., vanr.prof., Kovač dr Pavel, dipl.ing., docent, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, Vladimira Perića-Valtera br.2., Krajný Zdenko, dipl.ing., Strojnička fakulteta Bratislava, Nám. Slobody 17.

Rezime

U radu se iznosi kratak pregled svetske produkcije industrijskih laserskih sistema kao i budući trend njihovog razvoja. Težište rada je uporedna analiza rezanja - sečenja materijala pomoću CO₂ - lasera i drugih alternativnih tehnologija. Iz toga se izvlače dobre i loše strane rezanja pomoću CO₂-lasera i pri tome naglašava da će najveća konkurencija ovom postupku u budućnosti biti rezanje pomoću abrazivno-vodenog mlaza.

1. U V O D

SAD i Japan su danas najveći proizvođači industrijskih laserskih sistema na koje otpada više od 75% svetske produkcije. Kao što se vidi iz tab.I u 1988. godini je u Japanu dominirala primena laserskih sistema za rezanje - sečenje materijala (39%), dok je u SAD to bilo označavanje - markiranje radi identifikacije delova i dr. (24%) i zavarivanje (21%).

Tab.I.: Područja primene laserskih sistema u 1988. godini. Izvor "BELFORTE ASSOCIATES"

PODRUČJE PRIMENE	SAD / % /	JAPAN / % /
rezanje-sečenje	24	39
zavarivanje	21	16
bušenje malih otvora	7	3
površinska termička obrada	21	21
označavanje-markiranje	24	19
ostalo	3	2
UKUPNO / % /	100	100

Razvoj laserske tehnike poslednjih 10 godina pokazuje porast tehnološke baze Japana i opadanje industrijskog izvoza SAD. Ove dve zemlje su od 1970. godine otpočele saradnju na području laserske tehnologije tj. u vreme kada su SAD bile glavni izvoznik lasera u Japan. Međutim, situacija se zadnjih godina potpuno promenila pa je danas Japan izvoznik

laserskih sistema u SAD. U prilog toga govore sledeći podaci: 1989. godine je postojala 41 japanska firma za proizvodnju industrijskih laserskih sistema, od čega čak 17 rade u SAD; sa druge strane od 64 američke firme samo 6 rade u Japanu.

I ako zvanični podaci za to ne postoje, većina industrijskih stručnjaka, veruje da će i u buduće SAD biti veliko tržište za japanske industrijske laserske sisteme, dok će se američke firme više orijentisati na tržište Evrope. U tome treba tražiti objašnjenje zašto ove dve zemlje u području laserske tehnologije imaju zajedničke ciljeve, a različite strategije.

Japanska laserska industrija danas izvozi tek nešto više od 10% ukupne proizvodnje. Medjutim, predviđa se da izvoz u 1992. godini poraste čak na 60% i to: CO₂-lasera, Nd: YAG-lasera i potpuno novih EXCIMER¹⁾-lasera. Dok japanska laserska industrija vodi u razvoju i proizvodnji jakih CO₂-lasera (3 kW je u komercijalnoj primeni, a 7 kW je u prototipskoj fazi), dotle laserska industrija SAD radi na razvoju i proizvodnji slabih CO₂-lasera (150 W) koji su pogodni za rezanje nemetalnih materijala (papir, drvo, guma, plastika i dr.). Ovo područje primene laserske tehnologije sve više je u ekspanziji, pa proizvođači laserskih sistema u SAD opravdano i njemu posvećuju sve više pažnje.

Razvoju i proizvodnji laserskih sistema u SAD se posvećuje velika pažnja i ulažu ogromna materijalna sredstva, pogotovo poslednjih nekoliko godina. O tome ilustrativno govore i sledeći podaci: u SAD se trenutno na razvoju laserske tehnike i tehnologije radi na 9 univerziteta, 5 istraživačkih instituta i 6 državnih laboratorija.

No i Evropa ne sedi skrštenih ruku i ravnodušno posmatra ono što se u području lasera dešava u Japanu i SAD. Na predlog Francuske i Nemačke vlade, a kao odgovor na aktivnost "Strateške odbrambene inicijative SAD", 1985. godine je koncipiran poznati projekat EUREKA.

¹⁾ EXCIMER-laser je nova vrsta gasnih lasera kod kojih se primenom različitih pogonskih gasova postižu talasne dužine svetlosti koje pokrivaju čitavo UV-područje uz ekstremno visoku snagu.

Sada EUREKA obuhvata više od 200 projekata, od kojih se tri odnose na razvoj laserske tehnike i tehnologije. Projekat Eurolaser-EU 83 se odnosi na visokoučinske CO₂-lasere (25 kW), EU 205 na visokoučinske čvrste lasere (1; 3 i 5 kW Nd: YAG-laseri) i EU 226 na nove visokoučinske gasne EXCIMER-lasere (10 J/imp.-kod 100 Hz; 1 J/imp.kod 1 kHz i 0,2 J/imp.kod 5 kHz).

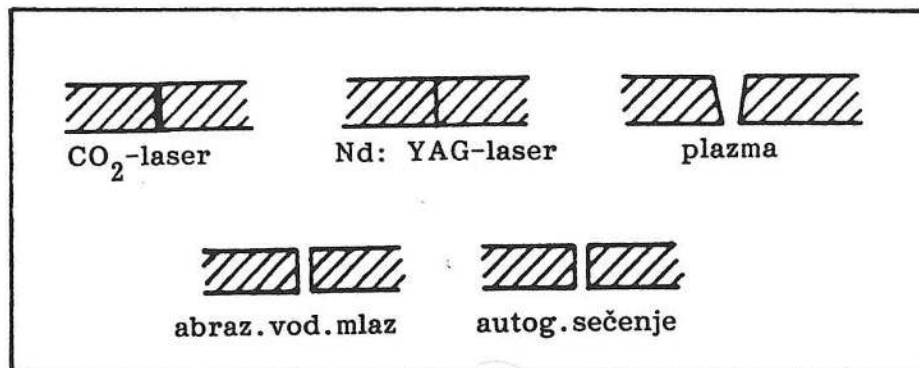
2. UPOREDNA ANALIZA REZANJA CO₂-LASEROM I DRUGIM ALTERNATIVNIM TEHNOLOGIJAMA

U ovoj analizi nije vršeno kvantitativno poredjenje proizvodnih troškova koji nastaju primenom laserske, odnosno drugih tehnologija kojima se obavlja operacija rezanja-sečenja materijala, kao što su: abrazivni vodeni mlaz, Nd: YAG-laser, plazma, autogeno sečenje i dr. postupci. Takve analize bi se morale veoma detaljno uraditi, pri čemu bi trebalo izvagati mnoge faktore, a ne samo osnovnu operaciju rezanja. Tako npr. pri rezanju abrazivnim vodenim mlazom treba imati u vidu da je moguće izbeći sledeću operaciju, tj. termičku obradu reznih površina itd. Nadalje, kod jedne kompleksne analize, uporedo sa tehničko-tehnološkim karakteristikama procesa, moraju se uzeti i sledeći faktori: cena koštanja uređaja, zagađivanje čovekove okoline i radne sredine, kao i univerzalnost samog sistema.

U tab. II su prikazani rezultati jedne kvalitativne analize u kojoj su upoređivana četiri alternativna postupka rezanja sa rezanjem pomoću CO₂-lasera. Na osnovu toga mogu se izvući neke od prednosti CO₂-lasera:

1. Asortiman materijala koji se može rezati CO₂-laserom je veoma širok. U tom pogledu je bolji jedino postupak rezanja pomoću abrazivnog vodenog mlaza.
2. Širina reza je veoma mala (0,1 mm) i zbog toga je ovaj postupak veoma pogodan za profilno rezanje. Sa tog stanovišta pogodniji je samo postupak rezanja pomoću Nd: YAG-lasera. U vezi ovoga interesantno je pokazati oblik i veličinu zazora koji nastaju primenom različitih postupaka rezanja (vidi sl.1.).
3. Pri rezanju tajnih materijala (naročito čelika) postižu se visoke brzine rezanja i veće su samo one koje se ostvaruju pri rezanju

lukom plazme. Ovde treba napomenuti da se visoko reflektujućí materijali, kao što su zlato, srebro, bakar, aluminijum i dr. mogu produktivnije rezati primenom Nd: YAG-lasera zbog manje talasne dužine njegove svetlosti, odnosno bolje apsorpcije.



Sl.1. Uporedni prikaz oblika i veličine zazora koji nastaje pri rezanju mekog čelika debljine 5 mm različitim postupcima

Medjutim, rezanje CO₂-laserom ima i svoje nedostatke od kojih su najizrazitiji sledeći:

1. Visoka cena uloženog kapitala, što takodje važi i za Nd: YAG-laser i abrazivni vodeni mlaz. Uredjaji za rezanje pomoću plazme i oksigenskim plamenom su znatno jeftiniji.
2. Znatno manje maksimalne debljine rezanja metalnih materijala, što se odnosi i na Nd:YAG-laser, u poredjenju sa ostalim alternativnim tehnologijama. I ako je u laboratorijskim uslovima ostvareno rezanje čelika debljine 30-40 mm, ipak su maksimalne debljine ostvarene u proizvodnim uslovima znatno manje i njihove približne vrednosti su date u tab.III.

Tab.III. Max.debljine rezanja pomoću CO₂-lasera snage 2 kW

Vrsta materijala	Max. debljina rezanja (mm)
Meki čelik	18
Nerdjajući čelik	12
Aluminijum	8
Bakar	6

Tab.II. Kvalitativno poredjenje četiri alternativna postupka rezanja - sečenja sa CO₂-laserom /1/.

UPOREDNE TEHNOLOGIJE UPOREDNI PODACI	Nd:YAG laser	Plazma	Abraz. vodeni mlaz	Oksigen. plamen
Uloženi kapital	I	D	I	VD
Troškovi eksploatacije	I	I	I	D
REZANJE METALA:				
■ Brzina rezanja	S	D	VS	S
■ Kvalitet rez. ivice	I-D	VS	VD	S
■ Max. debljina	I	VD	VD	VS
■ Područje uticaja toplote	I-D	VS	VD	S
■ Širina reza	I-D	VS	VS	VS
REZANJE NEMETALNIH MATERIJALA:				
a) KERAMIČKI MATERIJALI				
■ brzina rezanja	S	-	S	-
■ markiranja	S	-	-	-
■ kvalitet rezne ivice	I-D	-	D	-
■ max. debljina	I-D	-	VD	-
■ širina reza	I-D	-	S	-
b) POLIMERNI MATERIJALI				
■ brzina rezanja	-	-	I	-
■ kvalitet rez. ivice	-	-	I	-
■ max. debljina	-	-	D	-
■ širina reza	-	-	S	-

LEGENDA:

VD - vrlo dobro;

D - dobro;

I - približno isto;

S - slabo;

VS - vrlo slabo

sve u poredjenju sa CO₂-laserom približno iste snage.

3. ZAKLJUČAK

I pored određenih nedostataka, o kojima je ovde bilo reči, rezanje CO₂-laserom ima veoma široko područje industrijske primene. Njegova velika konkurencija već sada, a u budućnosti će to biti još više, je rezanje abrazivnim vodenim mlazom. Ova nova tehnologija obezbeđuje potpuno hladan rez, pruža mogućnost jednostavne automatizacije procesa, može se izvesti kao pokretni obradni sistem i dr., pa je samo pitanje vremena kada će rezanje abrazivnim vodenim mlazom biti više korišćeno u praksi.

Razumljivo, za konkretne potrebe rezanja moraju se uzeti u obzir i neke druge specifičnosti alternativnih tehnologija, o kojima u ovom radu nije bilo govora.

LITERATURA

- /1/ Powell J., Wykes C.: A comparison between CO₂ laser cutting and competitive techniques. Proc. 6 th Int. Conf. Lasers in Manufacturing, May, 1989 Birmingham.
- /2/ DA BELFORTE, Belforte Associates, USA, 1989.
- /3/ Brinkmann U.: The EEC Develops Industrial Lasers. Laser Focus World, 25, 1989, č.5, pp.75-78.
- /4/ Krajný Z.: Využitie technologic kvapalinového energoluča. Pisomna praca k odbornej skúške z aspirantskeho minima. Strojnícka fakulta SVŠT Bratislava, 1989., s.43.
- /5/ Milikić D.: Pologe za predavanja iz predmeta "Nekonvencionalni postupci obrade". Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 1989.