

IZRADA NOSAČA NA AUTOMAIZOVANOJ LASERSKOJ MAŠINI BYSTRONIC-BYSPRINT 3015

Dr. Svetislav LJ. Marković¹, Radosav Stanić²

REZIME

U radu je kroz praktičan primer prikazana obrada rezanjem čelika S235JRG2 debljine 10 mm laserskim zrakom u realnim uslovima proizvodnje u preduzeću „IKL LIVNICA“ d.o.o. iz Guče.

Ključne reči: laser, laserski snop, lasersko sečenje.

UNCONVENTIONAL LASER METAL CUTTING PROCEDURE

ABSTRACT

The paper shows a practical example of steel cutting S235 JRG2, thickness 10mm, with a laser beam in real production conditions at the company „IKL LIVNICA“ d.o.o from Guča.

Key words: laser, laser beam, laser cutting.

1. UVOD

Iskonska težnja čoveka da svetlost Sunca, pored toga što je ta svetlost jedan od osnovnih sastojaka za nastanak života, iskoristi kao izvor energije za obradu metala. Kako sama sunčeva energija prolazi kroz atmosferu i ozonski omotač dolazi do znatnih gubitaka pa shodno tome njena energija je tek dovoljna da rastopi neke lako topljive metale, ali ne i da izazove dovoljnu energiju za obradu skidanjem materijala. Međutim, fokusiranjem laserskog zraka na vrlo malu površinu, i određivanjem tačne žižne daljine, dobija se koncentracija energije od 10^8 W/cm², a u nekim slučajevima čak i 10^{13} W/cm, što je više nego dovoljno da trenutno rastopi ili ispari i teško topljive materijale. Upravo zbog toga je laser postao univerzalni alat za obradu, Laser Beam Machining (LBM), sa kojim se mogu izvoditi najrazličitije proizvodne operacije na skoro svim vrstama materijala [1].

¹ Svetislav LJ. Marković, FTN Čačak, e-mail: svetislav.markovic@ftn.kg.ac.rs

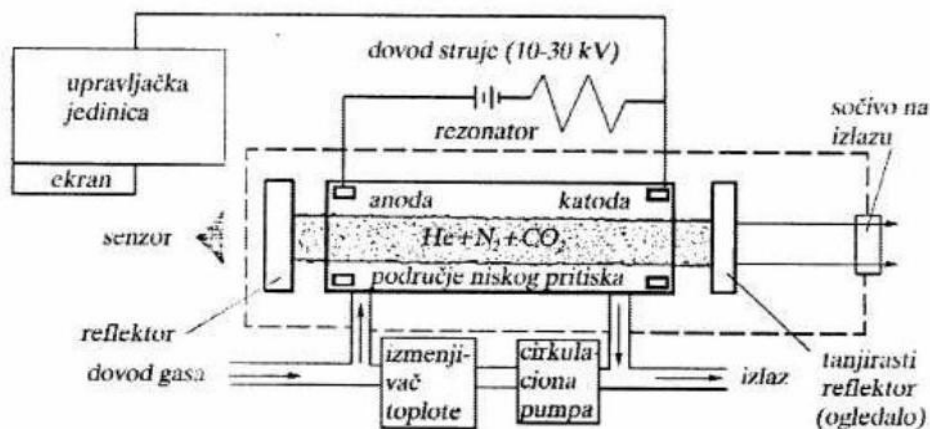
² Radosav Stanić, e-mail: stanic92gu@gmail.com

1.1. Fizikalne osnove nastanka laserskog zraka CO₂ tehnologijom

Teorijske osnove procesa dobijanja laserskog zraka, tzv. stimulisane emisije postavio je Ajnštajn (Albert Einstein) još 1917. godine u okviru kvantne mehanike zračenja, ali je bilo potrebno više od 40 godina da se ova ideja i praktično realizuje izgradnjom prvog lasera.

LASER je skraćena od engleskih reči „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“, koji u prevodu znači pojačavanje svetlosti stimulisanom emisijom zračenja. Zapravo je laser svetlosni oscilator, odnosno generator monokromatske, koherentne i usmerene svetlosti. Glavno svojstvo ovog tipa svetlosti je mogućnost fokusiranja na tačku malog preseka ispod 1 mm što je nemoguće kod prirodne svetlosti.

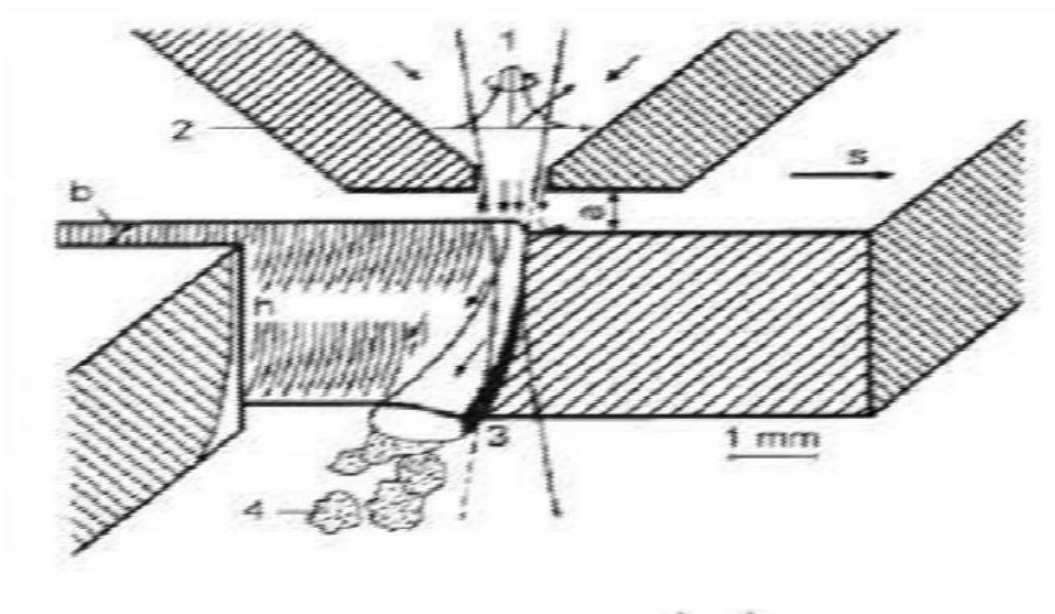
Laserski zrak se dobija u optičkom rezonatoru, čija je principijelna šema data na slici 1. Sastavni delovi tog rezonatora su: kvantni generator, koga čini laserski aktivna materija koja se sastoji od gasne smeše He, N₂ i CO₂, izvor svetlosne pobude i dva paralelna ogledala; levo koje 100% reflektuje svetlost i desno koje delimično propušta svetlost (najviše do 10%), ovde nazvano polu propusno ogledalo [1].



Slika 1: Principijelna šema izvora laserske svetlosti – Bistrynyc 3015

2. OSNOVI PROCESA OBRADE LASEROM

Skidanje materijala pri obradi laserom ostvaruje se putem absorpcije svetlosne energije laserkog zraka u površinski sloj materijala obratka, koji se zagreva na temperature od 4000 do 6000 K. Tako visoke temperature dovodi do trenutnog rastapanja, isparivanja ili sagorevanja bilo kog materijala (slika 2) i stvaranja malog udubljenja – kratera. Kao što se iz navedenog vidi, mehanizam skidanja materijala pri obradi laserom je isti kao kod snopa elektrona, samo je energetski izvor drugačiji.



Slika 2: Osnovni mehanizmi skidanja materijala pri obradi laserom

Lasersko sečenje se danas široko primenjuje pri sečenju složenih kontura od tvrdih i krtih materijala. Ima primenu i pri obradi složenih delova koji se izrađuju na presi za prosecanje i probijanje, ako se radi u malim serijama i pri čestoj promeni oblika i dimenzija, za šta je izrada alata skupa i dugotrajna. Koriste se za sečenje svih vrsta metala (ugljični čelici, nerđajući čelici, legirani čelici, aluminijum, bakar, mesing, titan i dr.), nemetala (plastične mase, guma, koža, tekstil, drvo, karton i dr.) i neorganskog materijala (azbest, keramika, grafit i dr.).

3. KOMPONENTE MAŠINE ZA LASERSKO REZANJE

Sastav laserskog rezanja tj. mašine za lasersko rezanje se sastoji od radnog stola, hladnjaka ,upravljačke jedinice ,spoljašnje komponente prenosnog zraka, laserskog reyonatora i mikrokontrolne brojčanog upravljačkog ormarića.

Glavni deo mehanizma mašine koji služi za pomeranje X, Y i Z ose se sastoji od motrora i drajvera koji se kontrolišu putem upravljačke jedinice. Sto služi za postavljanje samog obradaka za obradu rezanjem. Obradni sto izveden je u obliku rešetke sa zubima koji pridržavaju materijal. Takav oblik obradnog stola omogućuje dobar protok zraka ispod obratka postizući na takav način finiji rez na obratku i smanjenje naslaga na donjoj strani obratka.

Laserski generator – uređaj koji služi za stvaranje laserskog izvora svetla. Najčešće korišćeni su CO₂ laser s visokom učinkovitošću elektrooptičke konverzije i visokom izlaznom snagom. Na slici 3 prikazan je laserski generator za CO₂ laser.



Slika 3: Laserski generator za CO₂ laser

Spoljašnji put svetla – refleksno ogledalo koje usmerava laserski snop u željenom smeru. Za sprečavanje neispravnog puta zraka, sva ogledala su zaštićena poklopcem i uvedeno je stanje vakimpozitivnog pritiska.

CNC i STL upravljačka jedinica zajedno sa napajanjem čine upravljačko jezgro ove laserske mašine. U posebno odvojenim komadnim ormanima nalaze se kontroleri koji upravljaju celokupnim radom laserske mašine.

Rezna glava – sadrži delova poput držača za fokusiranje, šupljine, sočivo za fokusiranje, kapacitativni senzor u vidu sistema konusnih i radijalnih keramika i

dizne tj. mlaznice. Pogonska glava za rezanje služi za pomeranje rezne glave u smeru osovine Z uz pomoć servo motora.

Upravljački terminal – služi za upravljanjem radnim procesom celog uređaja za rezanje.

Hlađenje – koristi se za hlađenje laserskog generatora uklanjajući višak toplote omogućavajući na taj način rad lasera. U našem slučaju se koristi sistem hlađenja vodom koja prolazi kroz stanicu za hlađenje u kojoj energiju preuzima gas R-407C.

Kompresor vazduha – osigurava i skladišti komprimovani vazduh.

Sušać za vazduh, filter – služi za isporuku suvog vazduha u laserski generator i na taj način održava pravilan rad staze i ogledala.

Odstranjivač prašine – izvlači prašinu koja je nastala tokom obrade i filtrira je kako bi ispuštanje plinova zadovoljilo standarde zaštite životne sredine.

Na slici 4 prikazan je CNC obradni centar.



Slika 4: Obradni centar sa laserskom glavom

4. ANALIZA I NAČIN ODABIRA REŽIMA OBRADJE

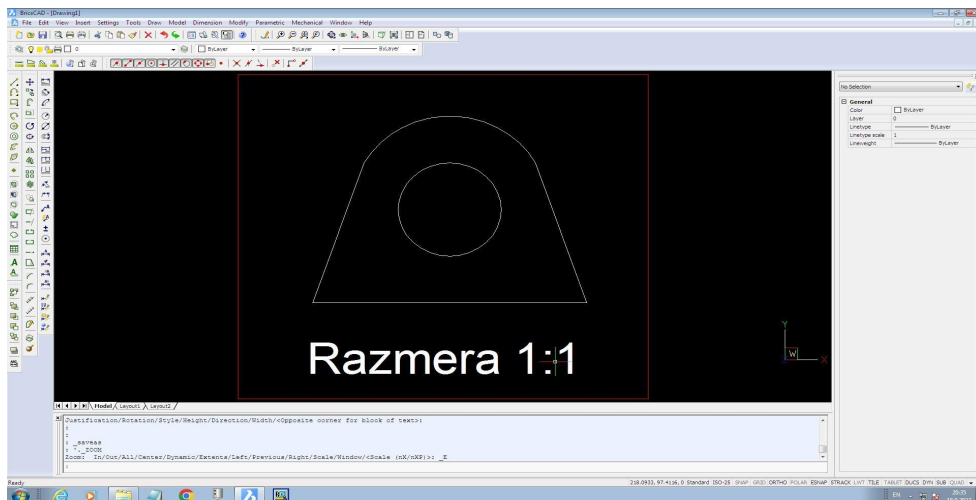
Prema zahtevu naručioca posladati obradatk je poprečnog preseka od 10mm. Kako sama mašina u svojim sistemskim parametrima ima paramtre predviđene za maksimalnu debljinu od 8mm shodno empirijskim saznanjima vezanim za rad na mašini kreiraćemo parametre kako bi se realizovao zahtev naručioca.

Prema zahtevu naručioca obradak je debljine 10 mm. Mašina na kojoj se seče komad ima preporučene vrednosti rezanja za debljinu najviše do 8 mm. Materijal za izradu ovog dela je S235JRG2 (Č.0361). Na slici 5 prikazan je crtež obratka.

U tabeli 1. su date tehničke karakteristike mašine.

Tabela 1. Karakteristike lasera Leapion modela 3015E

Naziv uređaja	Bystronic-Bysprint 3015E
Radna površina uređaja	Y=1542 mm, X= 3048 mm
Izlazna snaga lasera	1800 W
Tačnost pozicioniranja	±0.1 mm
Ponovljivost tačnost pozicioniranja	±0.5 mm
Maksimalna nosivost stola	890 kg
Maksimalna brzina	113m/min
Maksimalno ubrzanje	4.5 m/s
Maksimalna brzina sečenja	7000 mm/min



Slika 6: Crtež obratka dat u programu BricsCad

5. PODEŠAVANJE PARAMETARA REŽIMA OBRADJE

Kako na datoj mašini ne postoje parametri koji bi dali zadovoljavajući rezultat pristupilo se kreiranju novih parametara. Montirana je obradna glava od

7.5'' , na nju je montirana dizna HK 2.0, empirijski je odedena žična daljina kako bi presečna tačka zraka bila oko 3mm dubine obratka i potom su kreirani odgovarajući parametri koji se mogu videti na slici 7. U poređenju sa parametrima obrade za materijal debljine 8mm, smanjena je brzina rezanja, a povećano vreme probijanja obratka, takodje je izmenjena modulacija napona kako bi se ispoštovala geometrija obratka u kritičnim uglovima. Zatim je izmenjen i tip probijanja, kako bi se dobila maksimalna snaga odlučili smo se za probijanje iz dizne, tj iz zaleta. Ovaj tip probijanja je bio moguć iz razloga što je na obratku preveliki prečnik da bi krater nastao usled probijanja mogao da ga ošteti. Takođe je izmenjen i pritisak pomoćnog gasa kako bi se izbeglo topljenje materijala i time narušio kvalitet obrađene površine.

Materijal za izradu ovog dela je S235JRG2 (Č.0361). Vršiti se odabir predmere koja nam omogućava maksimalan stepen iskorišćenja materijala. Operater postavlja materijal na radni sto uz lenjire koji nam garantuju referentnu tačku i time ubrzavaju sam proces obrade.

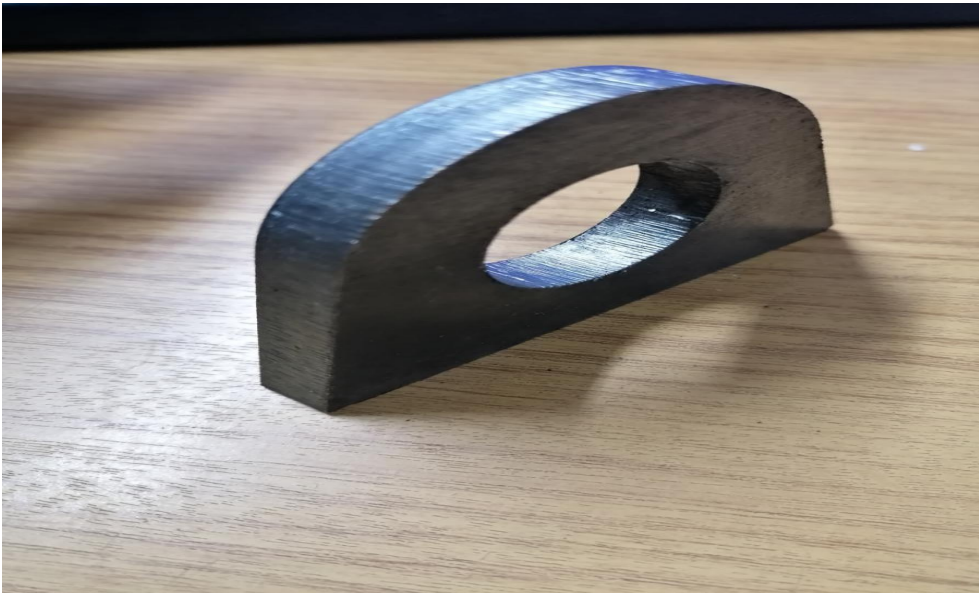
Parameters continuous mode	value	unit	poti
Feed, continuous wave mode	700	mm/min	2
Piercing time continuous wave mode	2	s	
CW piercing: 1=sensor, 2=Z-M, 3=nozzle, 4=circular	1		
Nozzle distance piercing	1	mm	
Nozzle distance cutting	0.7	mm	
Laser power piercing	90	%	
Laser power cutting	90	%	
Modulation	30	%	
Laser basic power	5	%	
Text gas type	O2	String	
Gas channel piercing	1		
Gas channel cutting	1		
Gas pressure CW piercing	2	bar	
Gas pressure CW cutting	1	bar	1
Gas ramp, CW piercing/cutting	0	s	
Gas pressure standby	2.2	bar	
Y-feed, move to corner	500	mm/min	
Tool radius	0.25	mm	

Slika 7: Parametri režima obrade u programu

6. ZAKLJUČAK

Obrada laserom se najpre odlikuje visokom stepenom fleksibilnosti u proizvodnji jer je alat pri obradi laserom zrak koji za razliku od konvencionalnih metoda obrade nema ograničenja sa aspekta geometrije alata. Upravo to ga čini idealnim odabirom za visoki stepen fleksibilne automatizovanosti procesa obrade. Važno je napomenuti da pri delovanju laserskog zraka, na predmetu obrade ne dolazi do strukturnih i hemijskih promena čime ovaj proces postaje idealan u smislu obrade materijala predviđenih za dalju termičku obradu.

Za neke materijale ne postoje preporuke od strane proizvođača za faktore procesa obrade, a postoje zahtevi kupaca za takvu obradu kao što je kod nas to bio slučaj. U tom slučaju od presudnog je značaja mišljenje operatera na osnovu njihovog znanja i iskustva. Na slici 8. Možemo videti da je ovom slučaju empirijsko znanje operatera bilo dovoljno da za izvršenje tražene obrade.



Slika 8: Obradak

7. LITERATURA

1. Milikić D.: *Nekonvencionalni postupci obrade*, Priručnik za studije i praksu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2002.
2. Lazić M.: *Nekonvencionalni postupci obrade*, Naučna knjiga, 1990.
3. <https://www.machinemfg.com/laser-cutter-components/>
4. <https://www.yueminglaser.com/laser-machine/laser-machine-1066.html>