

» Lasersko varjenje nerjavne pločevine in zglajevanje vara z laserjem

Klemen Pompe
Niko Bajec
Janez Tušek

Članek predstavlja lasersko varjenje nerjavne pločevine z vlakenskim laserjem in zglajevanje laserskega vara za vsaj dva kakovostna razreda z isto varilno opremo. Prikazane so prednosti sodobnih vlakenskih laserjev, opisana je priprava zvarnega mesta.

Lasersko varjenje se čedalje več uporablja tudi v serijski proizvodnji pločevinastih izdelkov, kot so na primer kuhinjske nape, pločevinasta vrata, kuhalniki, pomivalna korita itd. Prednosti laserskega varjenja so predvsem: natančnost, majhen vnos toplote ter posledično majhne deformacije, var praktično nima zajede, okolica vara pa ostane nepoškodovana. Niso pa to edine prednosti, ki jih ponuja laserski var. Oblikovalci izdelkov iščejo nove rešitve, ki bi izpostavile njihove produkte, zato si čedalje večkrat želijo, da je var viden, a mora biti ta lep in kvaliteten. To pa je na pločevini najlažje doseči prav z uporabo laserja. Laserski var je ozek. Pri varjenju 1 mm debele pločevine je širina vara tipično med 1 in 1,8 mm. Proizvajalci izdelkov si, kljub temu da lahko s klasičnimi obločnimi postopki izdelajo vogelni spoj, želijo laserski var. Prednost laserskega vara je tudi v tem, da odpadejo naknadne mehanske obdelave.

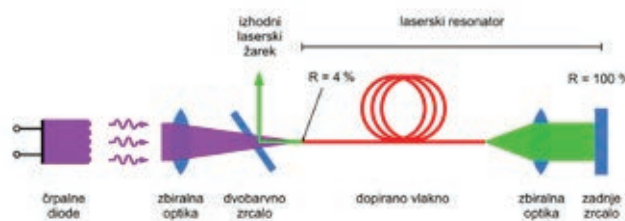
Kljub vsemu pa je lepota oziroma hrupavost laserskega vara odvisna tudi od debeline pločevine. Če uporabljamo debelino pločevine 1 mm in jo moramo prevariti, potem je potrebna uporaba močnejših parametrov, kot pri tanjši pločevini. Večji varilni parametri pa bolj razbrzdajo površino. Zato se pojavlja vprašanje, ali je možno z varilno opremo, le s spremembo varilnih parametrov, doseči še lepši, bolj gladek var.

Laserski

Poznamo več vrst laserjev, ki so primerni za varjenje pločevine. Pri izbiri laserja je pomembna njegova valovna dolžina, saj ta določa stopnjo absorpcije laserskega žarka v material. Laserski primerni za varjenje pločevine so tako Nd:YAG, vlakenski laserji in deloma CO₂ laserji. Med omenjenimi ima Nd:YAG najmanjši izkoristek, ki je le okoli 5 %. Zaradi tega so naprave velike, porabijo veliko električne energije, večino te pa je treba v obliki toplote še odvesti s hladilniki. Laserski Nd:YAG pa imajo tudi dobre lastnosti, kot sta na primer velika energija pulza in dejstvo, da ga lahko vodimo po optičnem kablju do mesta varjenja. Laserski žarek CO₂ laserjev pa lahko vodimo le preko zrcal, saj zaradi svoje valovne dolžine 10,6 μm, v nasprotju z valovno dolžino laserja Nd:YAG s 1064 nm, niso primerni za vodenje preko optičnega kabla.

Vse več pa se uporabljajo vlakenski laserji, ki imajo veliko prednosti pred prej omenjenimi. Imajo visok, kar okoli 30-odstotni izkoristek, zaradi tega so manjši, lažji in tudi potrebe po hlajenju so bistveno manjše. Tako so lahko tudi laserji s 450 W povprečne

moči, le zračno hlajeni. Laserski žarek pri vlakenskih laserjih nastaja v samem optičnem kablju, kot je prikazano na sliki 1. Zaradi tega so tudi optični kabli lahko manjših premerov (50 μm). Posledično je lahko manjši tudi premer fokusa. Valovna dolžina vlakenskega laserja je 1070 nm, kar je praktično enako valovni dolžini laserja Nd:YAG. To pa je valovna dolžina, ki jo jeklene pločevine zelo dobro absorbirajo. Prednost vlakenskih laserjev je tudi v tem, da jih lahko združujemo in tako dobimo laserje velikih moči. Poleg navedenega lahko boljši vlakenski laserji delujejo v različnih načinih: kontinuirni način, kontinuirni modulirani in pulzni način. Če k temu prištejemo še dejstvo, da so brez vzdrževanja, je jasno, da so primerni za raznoliko delo v industriji.



» Slika 1: Shema vlakenskega laserja [1]

Pri kvalitetnih vlakenskih laserjih je v pulznem načinu delovanja preko enostavnega uporabniškega vmesnika zelo lahko določiti tudi potek energije enega pulza. Z oblikovanjem pulzov lahko dosežemo različne oblike uvarov, temen varov, lahko pa se izognemo tudi morebitnim razpokam pri določenih materialih.

Varjenje nerjavne pločevine

Material

V industriji nerjavnih pločevinastih izdelkov, predvsem za gospodinjstva, se največ uporablja pločevina 18/10. Poznana je tudi kot AISI 304 oziroma po Wr. Nr. 1.4301. To je avstenitna nerjavna pločevina, ki je dobro odporna na korozijo v naravnem okolju in ima dobro varivost. Kemična sestava je podana v tabeli 1.

Priprava zvarnega mesta

Pri laserskem varjenju pločevine je priprava zvarnega mesta praktično najpomembnejša. Stik med pločevinama mora biti kar se da natančen. Vsaka denivelacija, reža, nečistoča itd., se po varjenju pokaže kot napaka. Tovrstna varjenja načeloma potekajo brez dodatnega materiala. Najbolje je, če so kosi, ki se jih spaja, lasersko

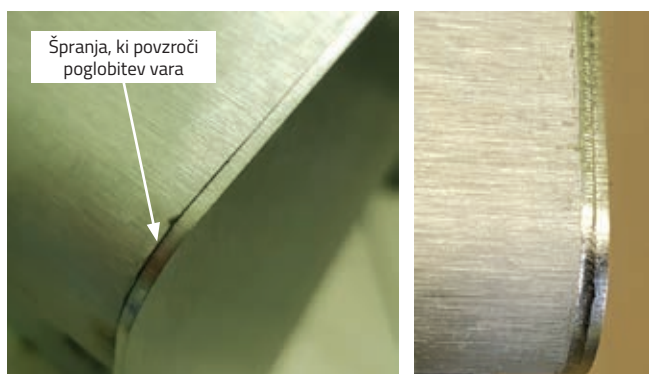


Klemen Pompe, Janez Tušek • TKC, d. o. o.
Niko Bajec • Balavto, d. o. o., Ajdovščina

VRSTA JEKLA	OZNAKA	VSEBNOST ELEMENTOV (MAX. V %)							
		C	Si	Mn	P	S	N	Ni	Cr
Nerjavno jeklo	AISI304	0,07	1,0	2,0	0,045	0,015	0,11	8,0–10,5	17,0–19,5

» Tabela 1: Kemična sestava nerjavne pločevine AISI 304

rezani, saj štanca eno stran pločevine deformira. Ta deformacija deluje kot posneti rob, kar povzroči poglobitev vara. Če gre za vidni var, to seveda ni dobro. Pločevina mora biti kar se da čista. Morebitne maščobe in druge nečistoče, kot so oksidi in ostanki rokavic delavcev, pod vplivom laserskega žarka, eksplodirajo in povzročijo brizg taline. Posledično v varu nastane luknjica oziroma nastane neenakomeren var.

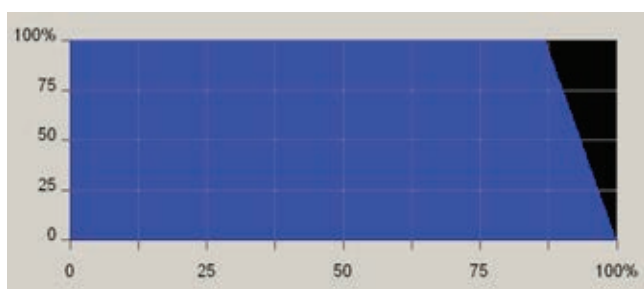


» Slika 2: Napake pri pripravi zvarnega mesta [2]

Lasersko varjenje je primerno za praktično vse oblike zvarnih spojev: sočelno varjenje, prekrivno varjenje, robno varjenje, vogelno varjenje, kotno varjenje itd.

Lasersko varjenje

Nerjavno pločevino 18/10, debeline 1 mm, smo z vlakenskim laserjem zavarili s prevaritvijo. Pri tem smo uporabili obliko pulza, ki je prikazana na sliki 3. Abscisa prikazuje čas pulza, izraženega v odstotkih časa, ki je nastavljen. Ordinata pa predstavlja moč laserskega žarka. Sto odstotkov moči ustreza največji nastavljeni moči.



» Slika 3: Oblika pulza za varjenje

Za varjenje pločevine se je namreč izkazalo, da je najbolj primereno pulzno varjenje, saj povzroča najmanj deformacij in ne pregreva materiala.

Natezni preizkusi so pokazali kvaliteto laserskega varjenja. Do loma je namreč prišlo izven območja varjenja, natezna trdnost pa je znašala 680 MPa.

Zglajevanje površine

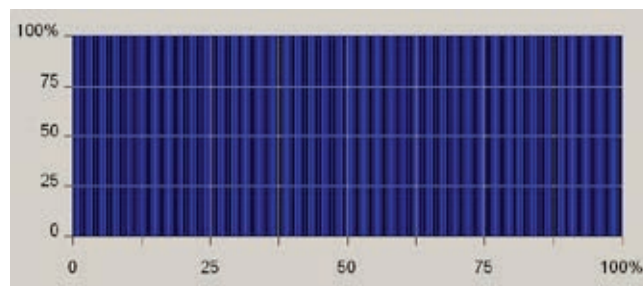
Da napravimo var s prevaritvijo korena potrebujemo dokaj veliko moč laserskega žarka. Posledično dobimo razbrazdano površino, kljub vsemu pa je zaradi svoje majhnosti še vedno videti lepo. A

bolj zglajena površina bi bila videti še lepše oziroma bi manj izstopala. Načeloma bi se dalo lepšo površino doseči tudi z oblikovanjem pulza med varjenjem, a bi na ta način bistveno povečali vnos energije, kar bi povzročilo večje deformacije.

Zglajen var smo želeli doseči z isto varilno opremo. To pomeni, da so le parametri tisti, ki jih lahko spreminjamo. Parameter, s katerim lahko največ dosežemo, je oblika pulza. Valove želimo zgladiti na način, da jih stalimo in da se razležejo. To storimo tako, da stalimo le površino, pri tem pa gremo čim manj v globino materiala.

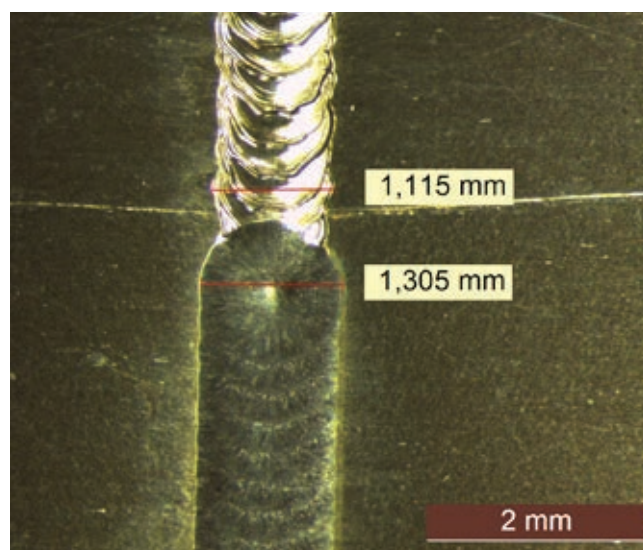
To nas takoj oddalji od pravokotnih pulzov. Množica izvedenih testov je pokazala, da je najboljša oblika pulza takšna, ki pulz razseka na več manjših podpulzov. Tu pa se hitro pojavijo omejitve pri laserskih napravah. Številne laserske naprave oblikovanja pulzov sploh nimajo, kaj šele, da bi omogočale obliko pulza z velikim številom točk.

Najboljše rezultate smo dobili z obliko pulza, ki je prikazana na sliki 4. Cel pulz je sestavljen iz več kot 200 podpulzov, ki pa si sledijo v različnih razmakih in tudi trajanje posameznih podpulzov je različno. Cel pulz pa traja manj kot 20 ms. Pri zglajevanju smo malenkost povečali tudi premer fokusa, da v celoti pokrijemo var.



» Slika 4: Primerna oblika laserskega pulza za zglajevanje površine

Rezultat in razlika med varom in zglajenim varom je prikazana na sliki 5. Tudi odtonek zglajenega vara se tudi barvno bolj približa pločevini kot var.



» Slika 5: Razlika med varom in zglajenim varom

	RA [μM]	STOPNJA HRPAVOSTI PO DIN ISO 1302	RZ [μM]	STOPNJA HRPAVOSTI PO DIN4768/1
Laserski var – plošča	5,875	N8	30,621	N8
Zglajen var – plošča	0,867	N6	3,873	N4
Laserski var – izdelek	2,7	N7	12,933	N8
Zglajen var – izdelek	0,409	N5	2,031	N3

» Tabela 2: Rezultati meritev hrapavosti

Meritve hrapavosti so prikazane v tabeli 2. Te so pokazale izboljšanje hrapavosti za vsaj dva kakovostna razreda.

Zaključek

Dokazali smo, da se da hrapavost laserskega vara zmanjšati in to z enako varilno opremo, le s spremembo laserskih parametrov. Tu igra največjo vlogo oblika pulza, ki pa jo zmorejo le kvalitetnejši

laserji. Meritve so pokazale, da smo kvaliteto hrapavosti zmanjšali za dva kakovostna razreda.

Literatura

- [1] <http://lab.fs.uni-lj.si/kolt/>, ogled 9. 3. 2015.
- [2] K. Pompe, R. Ivančič, P. Repnik, J. Tušek, »Robotsko lasersko varjenje nerjavne pločevine«, Ventil, 24, 2018, pp. 472–476.

» Tekna praznuje 30. obletnico delovanja

Tekna, dobavitelj plazemskih indukcijskih sistemov in kovinskih prahov visoke čistosti, s sedežem v Sherbrookeu v Quebecu v Kanadi, praznuje 30. obletnico delovanja.

»Pridobitev zaupanja strank je bila prednostna naloga zaposlenih, ki delajo v Tekni. Praznovanje 30. obletnice pomeni priznanje zavzemanja za uspeh našega podjetja in zadovoljstva kupcev,« je povedal Luc Dionne, izvršni direktor podjetja Tekna.

Podjetje je začelo z razvojem induktivnega plazemskega gorilnika v začetku devetdesetih let in nadaljevalo z oblikovanjem portfelja izumov in inovacij.

Teknina tehnologija sferoidizacije plazemskega gorilnika omogoča pretvorbo zdrobljenih in atomiziranih prahov v goste kroglaste prahe. Zgoščevanje prahu in sferoidizacija sta glavni aplikaciji

indukcijske plazemske tehnologije; tehnika v bistvu sestoji iz segrevanja in taljenja delcev, ki jim sledi hlajenje v nadzorovanih pogojih.

Tehnologija izdelave nanoporoznih materialov omogoča proizvodnjo velikih količin in širokega spektra materialov. Proizvodnja nanodelcev je ena izmed številnih aplikacij indukcijske plazme, zaradi svojih visokotemperaturnih zmogljivosti za obdelavo in visokih hitrosti pretoka plina.

Tekna je hčerinsko podjetje podjetja Arendals Fossekompani ASA in ima certificirane proizvodne zmogljivosti AS9100 v Kanadi in Franciji, pa tudi prodajne in distribucijske pisarne na Kitajskem, v Indiji ter Južni Koreji.

»Tri desetletja odličnosti so za nas več kot izrečene besede,« je komentiral Rémy Pontone, podpredsednik prodaje in marketinga. »Gre za posebno skrb za potrebe strank in zagotavljanje rešitev, s katerimi bodo uspešni na lastnih trgih.«

» www.tekna.com

» EPMA gosti uspešen seminar o AM

Evropsko združenje praškaste metalurgije (EPMA) in sektorska skupina EuroAM sta pred kratkim izvedla prvega v nizu brezplačnih spletnih seminarjev Powder Metallurgy webinars for 2020, osredotočenih na aditivno proizvodnjo.

Prvi seminar je spremljalo 250 udeležencev.

Med govorniki so bili: Kenan Boz, tehnični direktor EPMA; Claus Aumund-Kopp iz Fraunhofer-IFAM, ki je predstavil oris AM in Walid Frikha iz podjetja GranuTools, ki je raziskoval karakterizacijo prahu v aditivni proizvodnji.

Zaradi omejitve potovanj, uvedenih po vsem svetu v letu 2020 zaradi pandemije koronavirusa COVID-19, je bila sprejeta odločitev, da se niz izobraževalnih seminarjev in delavnic EPMA izvaja preko spleta in tako nadaljuje promocijo PM industrije ter izboljšanje razumevanja glede tehnologij in izzivov.

Boz je dejal: »Verjamem, da bi lahko bili seminarji za naše združenje odlično orodje za boljše razumevanje in zanimanje za PM, še posebej pa sem vesel, da je bil naš prvi dogodek tako obiskan. Upam, da so vsi udeleženci našli zanimive vsebine in se nam bodo pridružili tudi na prihodnjih spletnih seminarjih, pa tudi na seminarjih, ki jih načrtujemo kasneje v letu 2020.«

Prihodnje vsebine seminarjev (webinarjev):

- Metal Injection Moulding, 28. avgusta 2020, od 09:00 do 10:30 CEST
- Hot Isostatic Pressing, 8. septembra 2020, od 10:30–12:00
- Functional Materials, 29. oktobra 2020, od 10:30–12:00
- Press & Sinter, 12. novembra 2020, od 09:00 do 10:30
- Hard Materials, 15. decembra 2020, od 10:30–12:00.

Podrobne informacije in podatki o registraciji so na voljo na spletni strani EPMA.

» www.epma.com