

» Okrasno barvno lasersko označevanje kovin

dr. Damjan Klobčar

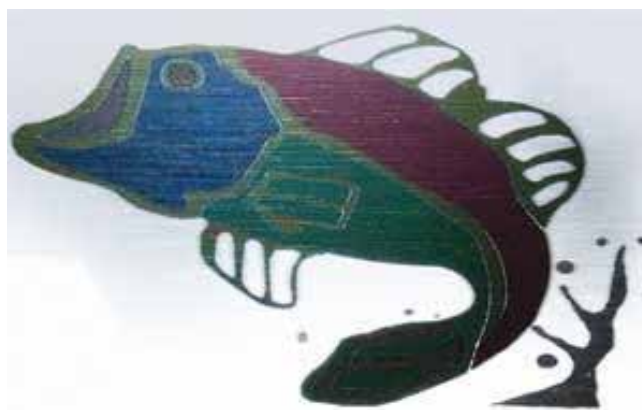
Lasersko označevanje hitro postaja prevladujoča tehnologija označevanja. Svojo pot je lasersko označevanje našlo že v številnih panogah in na številnih izdelkih. Lasersko se na primer označujejo pisala, mobilni telefoni, ključi, steklo, gumbi. Tu gre tipično za enobarvne funkcionalne vzorce, ne pa tudi za okrasne barvne vzorce.

Koncept laserskega barvnega označevanja je bil predstavljen že leta 1999 v reviji *Industrial Laser Solutions*, kjer je naslovno številko januarske izdaje krasila lasersko označena skleda iz niobija. Le to je izdelala Ann Marie Carey, ki je tehniko približala in predstavila obrtnikom in izdelovalcem nakita. Od takrat narašča zanimanje za to tehnologijo za dekoracijo izdelkov. Proizvajalci potrošniškega blaga iščejo tehnike, da bodo njihovi izdelki izstopali iz povprečja. Barvno lasersko označevanje ima na tem področju velik potencial.



» Slika 1: a) Lasersko označena skleda iz niobija in b) lasersko narajen barven metulj na kovini. [2]

Pred iznajdbo laserskega barvnega graviranja na kovino, se je obarvanje kovinske površine izvajalo z anodizacijo. Pri tem postopku na površini kovine kemično nastaja plast oksidov v natančno kontroliranem procesu, kar omogoča izdelavo različnih barvnih odtenkov. Nastala oksidna plast se obnaša kot optična prevleka, ki deluje kot interferenčni film. Nastala obarvana plasti je odvisna od



» Slika 2: Barvno lasersko označene kovine zelo izstopajo

debeline oksida. Natančno lokalno aplicirana energija laserskega žarka ustvarja nadzorovano rast oksida oz. barvne oznake na istem principu kot pri anodizaciji. Pri tem se barva le malo spremeni, če na oksid gledamo pod različnimi koti.

V nekaterih primerih lahko na barvo vpliva tudi morfologija površine. Hrapavost in sledi potovanja laserskega žarka lahko vplivajo na nastali barvni odtenek. Če so sledi laserskega žarka zelo natančno razmaknjene, potem lahko dosežemo učinek prelivanja barv. To se opazi pri ogledu plasti pravokotno na sledi, nagibanje vzorca pa daje mavrični učinek. Pri vzporednem ogledu na sledi se barvno odstopanje ne opazi. Podoben učinek prelivanja barv se doseže v primeru tesno razporejene točk, ki ta učinek prikažejo v ortogonalnih smereh.

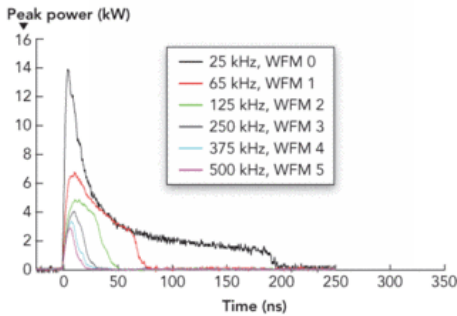
Za doseganje teh barv je bistvenega pomena natančen nadzor nad močjo laserskega žarka. Za izdelavo barvnih oznak se uporabljajo Nd:YAG in Nd:YVO4 z valovno dolžino 1,06 mikrometre, ter tudi 2., 3., in 4. kratniki te razdalje. Sposobnost laserjev za delovanje v širokem frekvenčnem območju, z različnimi hitrostmi in jakostmi moči je ključnega pomena za doseganje optimalnih rezultatov oksidacije.



doc. dr. Damjan Klobčar

• Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Vlakenski laserji predstavljajo novo, vsestransko orodje za ustvarjanje barvnih oznak na kovinah. Laserji proizvajalca SPI omogočajo neposredno pulzno modulirano laserskega žarka. Ti laserji omogočajo kontinuirno obsevanje ali pulzno obsevanje z do 500 kHz. S tega stališča so vlakenski laserji bistveno bolj fleksibilni od običajnih laserjev s Q preklpom, saj zagotavljajo funkcionalnosti, ki presegajo sedanje potrebe (glej sl. 3). Sposobnost uporabe laserskih pulzov v večjem razponu frekvenc, različne energije pulzov, maksimalnih moči pulzov ter povprečne moči, različne procesne hitrosti, fokusne razdalje, in natančno krmiljeno prekrivanje predstavljajo pomembne procesne prednosti za optimizacijo in nadzor barvnega označevanja.



» Slika 3: SPI-jev pulzni vlakenski laser predstavlja univerzalno orodje za barvno označevanje.

Materiali, ki so znani, da se dobro barvno označujejo so nerjavna jekla, titan, kromirana pločevina in niobij. Na proces označevanja vplivajo kemična sestava materiala, vrsta obdelave površine ter tudi debelina materiala. Brušeno površine težje barvno označimo, zaradi višine hrapavosti površine, ki je bistveno večji od globine oksidne plasti, ki se barvno oznako ustvari. Za barvno označevanje so zato najbolj primerne polirane površine.

Postopek barvnega označevanja je odvisen od temperatur, zato ima debelina materiala pomembno vpliva na proces. Debeli materiali zagotavljajo velik odvod toplote, tanki materiali pa lahko imajo številne temperaturne učinke. Kopičenje toplote lahko povzroči krivljenje pločevine in postopno spreminjanje barve. Pri barvnem označevanju tankih materialov je za optimizacijo rezultatov potreben skrben nadzor nad vneseno energijo in odvodom toplote.

» Slika 4: Uporaba pulzne vnosu toplote z višjo frekvenco pri vlakenskih laserjih lahko dosežemo neverjetno barvno paleto na nerjavnem jeklu.



Začetno delo na tem področju je pokazalo, da je titan material, ki je relativno enostavno označiti in da živahno paleto barv. Poslovne priložnosti za takšne aplikacije so nekoliko omejena, saj je uporaba titana na trgu potrošnih dobrin omejena na nakit in premium ure. Uporaba nerjavečega jekla je bolj razširjena v izdelkih, kot so mobilni telefoni in kamere. Uporaba pulznega vlakenskega laserja z večjo frekvenco pulzov, lahko dosežemo neverjetno barvno paleto (slika 4). To daje možnosti za dodajanje vrednosti darilom z okrepjenim logotipom in omogoča boljšo prilagoditev izdelka

končnemu kupcu. Lasersko lahko označimo tudi vzorce na večjih površinah za potrebe arhitekture (slika 5).



» Slika 5: Barvne oznake na nerjavečem jeklu.

Tudi kromirani predmeti se lahko barvno označujejo, zato se danes na trgu najde tudi nekatera orodja, ki so barvno označena. Pri nizkih frekvencah laserskih pulzov je barvna paleta zelo omejena, za barvami slame in zlate. S povečanjem frekvence nad 250 kHz, je na voljo široka paleta barv, ki odpira nove možnosti. Aplikacije, kjer je barvna oznaka funkcionalna obstajajo. Tak primer je kopalniška oprema, kjer armature zahtevajo tako estetske in kot tudi funkcionalne oznake za toplo in hladno vodo. To se trenutno izvaja v enobarvni oznaki ali z uporabo barvnih plastičnih vložkov. Zahtevane barvne oznake lahko dosežemo tudi z laserskim označevanjem.

Ključna lastnost za uspešno barvno označevanje je sposobnost laserskega sistema za pulzno segrevanje z visoko frekvenco pri polni moči laserskega žarka. Sistem brez Q-preklapljanja ima prednosti. Edinstvena sestava vlakenskega laserja in neposredna modulacija preko diodnih črpalk pomeni, da se celotna povprečna moč laserja 20 W ohrani vse tja do 500 kHz. Pri 500 kHz je na voljo še vedno 40 μJ moči, za barvno označevanje pa je potrebno prekrivanje. Na ta način se površinski oksidi izboljšajo in spremenijo, da dobimo spekter optičnih in kemičnih površinskih učinkov, ki sestavljajo laserske barvne oznake.

Dokaj tipični industrijski laser za označevanje pogosto uporablja 163 mm fokusno razdaljo ob 3,7-krat širitvi žarka. Tak žarek premera 3,1 mm ima M² 1,8. Z njim naredimo točko velikosti 30 mikrometrov. Tipično se za barvno označevanje uporablja nizka energija impulza <100 μJ in zelo veliko prekrivanje točk > 90 %, da se doseže segrevanje površine na dovolj visoko temperaturo in posledično barvno označevanje. SPI Laser izdeluje MOPA laser, ki omogočajo neposredno modulirane ter dosežejo 80 μJ pri 250 kHz repetitiji pulzov.

» Slika 6: Krmiljenje količine oksidov na površini kovine omogoča izdelavo različno obarvanih površin.



Druga možnost je sivinska skala oz. rjava lestvica, ki se pojavi na nerjavečem jeklu. Kot alternativna barve označevanja se pod določenimi pogoji na ravni oksida doseže impresivno paleto odtenkov od rjava do zlate (Slika 6). Kot pri vseh označevanjih tudi v primeru nerjavečega jekla spreminjate debelino oksidne plasti in morfologijo površine. V večini aplikacij to ni velika težava. V primeru ko se izdelek uporablja v zahtevnih okoljih ali v sterilnem okolju je potrebno preveriti vpliv označevanja na korozijsko odpornost.

Literatura

- [1] Jack Gabzdyl, Ornamental color laser marking of metals, www.spilasers.com, 03.01.2008.
- [2] Lasersko označena skleda iz niobija in lasersko narejen barven metulj na kovini, www.acsys.de, 5.8.2015