

» Lasersko oddaljeno kaljenje

Dr. Martin Zupančič
Doc. dr. Damjan Klobčar,

Lasersko oddaljeno kaljenje doživlja vse večjo pomembnost v industriji zaradi svoje zmožnosti hitrih prilagoditev in razvoja novih izdelkov. Lasersko oddaljeno kaljenje omogoča znatno povečanje produktivnosti v primerjavi s klasičnimi postopki kaljenja. Izboljšana dosegljivost komponent in visoka ponovljivost skrajšujeta čase ciklov – kar ima glavno vlogo pri ohranjanju konkurenčnosti v avtomobilski industriji in vse bolj tudi v srednje velikih podjetjih s področja predelave kovin.

Do sedaj so se laserski sistemi redko uporabljali v namen kaljenja. Tudi v primerih uporabe ni bilo primernega krmilnega sistema za on-line prilagajanje procesnih parametrov. Razvojni dosežki družbe Scansonic omogočajo nadzirano kaljenje ter znatno izboljšanje kakovosti s svojo uporabo inteligentnih senzorjev, novih pristopov nadzora delovnega področja ter stabilizacije procesa.

Princip laserskega oddaljenega kaljenja

V osnovi spada lasersko oddaljeno kaljenje k metodam površinskega utrjevanja. Še posebej primerni za ta postopek so materiali z osnovo železa in nad 0,2 % ogljika. Za kaljenje izdelka laserski snop običajno ogreje površinski sloj malo pod temperaturo tališča. Površina izdelka je ogreta v smeri premika snopa in posledično se ogljikovi atomi v rešetki prerazporedijo. Ogreti material se hitro ohladi, ko se delovna točka snopa pomakne naprej. To se imenuje samogašenje. Pri visokih hitrostih ohlajanja je difuzija ogljika preprečena in kovinska rešetka ne more preiti v prvotno stanje. Rešetka ostane v martenzitnem stanju z visoko trdoto in krhkostjo.

Slika 1 kaže sistem za natančno nastavitve parametrov med procesom s pomočjo dveh povezanih tokokrogov. To omogoča prilagoditev moči in hitrosti laserja v prečni smeri integriranega skenerja glede na trenutne lastnosti procesa in materiala.

Zaradi nadzora temperature v realnem času poteka proces stalno nad zahtevano temperaturo za kaljenje, vendar pod temperaturo tališča. Da je ob konstrukcijsko določenih robovih izvrtin ali drugih ostrih robovih preprečeno taljenje površinskega sloja ob doseganju zahtevane debeline (do 2 mm) kaljenja, so uporabljeni relativno veliki premeri snopa ($\Phi_s = 3,5\text{--}15\text{ mm}$) ob srednje visokih hitrostih 0,2–1,5 m/min. Moč laserja je med 0,9 in 5 kW.

S pomočjo vodenja snopa je možno obdelati tudi težje dosegljiva mesta na obdelovancu, proces kaljenja pa prilagoditi geometriji. Tako je možno kaliti zahtevne oblike z visoko stopnjo prilagodljivosti. Induktivno površinsko kaljenje zahteva izdelavo induktorja za vsako novo obliko. Dodatno je zaradi lastnosti laserskega snopa možno lokalno strogo omejeno kaljenje.

Odločilna prednost za gospodarno uporabnost laserskega kaljenja je možnost kaljenja končno obdelanih kosov. Obdelovalec je lahko mehansko obdelan v mehkem stanju in kaljenje se opravi le, če dimenzije in oblika ustrezajo zahtevam. Deformacija komponente je v primerjavi z indukcijskim kaljenjem zaradi ciljno usmerjenega vnosa toplote zanemarljiva.

Samogašenje med laserskim kaljenjem ob primerni prostornini in temperaturnim gradientom med površino in jedrom zagotavlja optimalno kaljenje brez napak.

Sliki 2 in 3 prikazujeta gred z radialnimi utori. Podajanje pri procesu kaljenja tega izdelka je doseženo z vrtenjem obdelovanca.



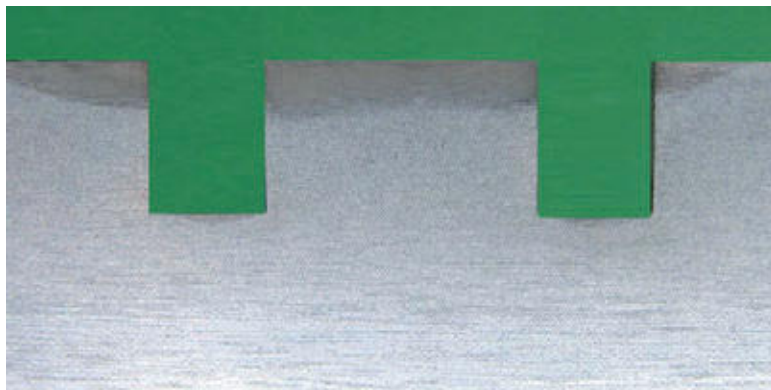
» Slika 1: Laserska skenirna glava



Dr. Martin Zupančič • digo, d. o. o.
Doc. dr. Damjan Klobčar • Fakulteta za strojništvo
Univerze v Ljubljani



» Slika 2



» Slika 3

Prečni premik skeniranja je uporabljen v smeri osi in pokriva dva sosednja utora. Vzdolžni prerez na Sliki 3 prikazuje utrjeno strukturo na robu površine.

Globina površinskega kaljenja 1 mm je dobljena z uporabo optičnega de-fokusiranja, ki je povečalo premer laserskega snopa na obdelovancu s 3,3 na 5,7 mm. Robovi utorov niso bili pretaljeni.

Izbrana hitrost robota 6 mm/s ima ugoden učinek na samogašenje. Diagram na Sliki 4 kaže izmerjeno trdoto HV glede na globino komponente.

Pri segrevanju robov obstaja nevarnost taljenja, kar je preprečeno z nižanjem gostote moči in hkratnim povečanjem hitrosti skeniranja. Temperatura obdelovanca v sredini točke obdelave (TCP, Tool Center Point) je merjena s pirometrom, ki je soosno priključen na optično pot snopa. Izmerjene temperature so primerjane z nastavljenjo točko, skladno s postopkom nadzora. V primeru odstopanja od nastavljenih točk se prilagodita tako stranski premik skeniranja kot tudi moč laserja.

Navpični odmik v z-smeri (navpično) je dosežen z integralno funkcijo avto-fokusa na kolimatorskih lečah optičnega sistema. Sistem omogoča čist proces kaljenja, saj ni treba uporabljati medija za gašenje in torej ne pride do onesnaženja površine. Možno je selektivno kaljenje komponent s površinsko razgibano in težko dostopno geometrijo, izvrtinami ali utori, kot tudi na popačenje oblike občutljivih komponent. Laserski snop deluje, za razliko od induktorja, kot na obliko nevezano orodje.

Tudi s stališča gospodarnosti ima lasersko kaljenje prednosti. Velika prilagodljivost omogoča visoko učinkovitost tudi pri majhnih serijah. Orodje se ne obrablja in ne zahteva veliko vzdrževanja, komponente pa so po kaljenju na voljo takoj brez dodatnih poobdelav. Čas obdelave je krajši, saj ni zahtevan dolg čas ogrevanja, temperature procesa pa je možno spremeniti zelo hitro in natančno.

Postaje za lasersko kaljenje je preprosto vključiti v obstoječ proces izdelave. Sam laserski izvor je možno z uporabo optičnih vlaken postaviti tudi stran od obdelovalne verige. Sam proces je torej lahko postavljen na majhnem prostoru, ki vključuje le potreben

prostor za obdelovance ter mehanizem za pomik glave.

Majhen vpliv na okolje s samogašenjem komponent, ukinitvev uporabe vode ali olja za gašenje ter visoka učinkovitost energije laserskega postopka so prav tako prednosti.

Kaljenje z laserjem nudi strankam številne prednosti. Selektivno kaljenje definiranih površin z zelo natančno definiranim vnosom toplote omogoča tudi zmanjšanje velikosti in teže komponent ob povečani odpornosti proti obrabi.

Pogoji laserskega procesa

Optični sistem RLH-A za lasersko kaljenje lahko uporablja trdninske laserske izvore z valovno dolžino 1030 nm, trdninske YAG laserje s 1064 nm, kot tudi vlakenske laserje z valovno dolžino 1070 nm. Optika lahko dela tudi z diodnimi laserji z valovno dolžino med 930 in 1100 nm. Za navedeno uporabo površinskega kaljenja je tipični premer jedra vlakna v optičnem kablju 600 µm.

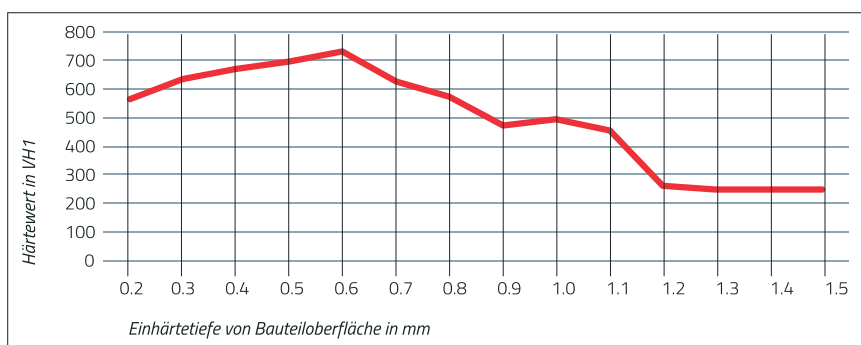
Ustrezni premiki so glede na vrsto obdelovancev lahko na strani obdelovancev ali laserske optike. Pri tej vrsti obdelave je treba poskrbeti tudi za ustrezno zaščito okolice s primerno omarico.

Pogled v prihodnost

Prihodnost prav gotovo prinaša različne sisteme, prilagojene uporabnikom. To bodo lahko tako dvodimenzionalni skenirni sestavi kot tudi preprostejši sistemi brez oscilacije laserskega snopa. Druga uporabna prilagoditev procesa je spremenljiva oblika snopa oziroma žarišča. Pri tem se bo lahko laserska točka s pomočjo difrakcijskega optičnega sistema spreminjala v linijsko ali krožno obliko.

Vir

- Povzeto po: Alexander Kranhold, Sebastian Becker, Laser beam remote hardening – innovative surface treatment, The Heat Treatment Market, Vol. 22 (2015), Issue 01, P. 5-8, Laser beam remote hardening – innovative surface treatment



» Slika 4 |