

## Oblikovanje strukture hiperevtektičnih zlitin Al-Si pri laserski površinski obdelavi

Sergey Nikolaevich Grigoriev<sup>1</sup> – Tatyana Vasilievna Tarasova<sup>1,\*</sup> –  
Galina Olegovna Gvozdeva<sup>1</sup> – Steffen Nowotny<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Državna tehniška univerza "STANKIN" v Moskvi, Rusija

<sup>2</sup> Fraunhofer inštitut za materiale in tehnologijo žarčenja v Dresdnu, Nemčija

Avtorji v članku preučujejo možnosti enoslednega laserskega mikronavarjanja kompozitov s kovinskim matriksom na osnovi aluminijevih zlitin.

Lasersko navarjanje zlitin Al-Si je v zadnjih desetletjih pritegnilo veliko pozornosti, saj s hitrim strjevanjem zagotavlja fino strukturo zlitin Al-Si in posledično boljšo protiobrabno obstojnost. Pri vseh dosedanjih eksperimentih je bila uporabljena širina sledi približno 3 do 5 mm, medtem ko lahko sodobni laserji fokusirajo laserski žarek v točki premera 50  $\mu\text{m}$  in z njimi je torej mogoče ustvarjati tudi objekte na mikrometrski skali. Brizganje prašnatih delcev je sicer težko nadzorovati, zlasti pri materialih z manjšo gostoto, prav tako pa ni objav o uspešnih izkušnjah z mikronavarjanjem lahkih materialov. Preučiti je treba tudi absorpcijo laserskega žarka in oblikovanje sledi med mikronavarjanjem.

Za navarjanje je bil uporabljen kontinuirni laser Yb:YAG 1kW. Premer laserske točke na površini substrata je bil 50  $\mu\text{m}$  in brizganje prahu je potekalo skozi koaksialno šobo. Za zaščito talilne kopeli pred onesnaženjem in oksidacijo je bil uporabljen koaksialen curek argona. Porazdelitev velikosti delcev uporabljenega prahu je bila ugotovljena z mikroskopom OCCHIO 500nano, fazna sestava prahu pa z rentgensko difrakcijsko analizo z difraktometrom ALR X'TRA. Za mikrostrukturno analizo so bili narejeni prečni prerezi navarjenih sledi (v ravnini pravokotno na laserske sledi). Vzorci prahov za metalografsko analizo so bili hladno zaliti in mehansko polirani, nato pa jedkani s Kellerjevim reagentom. Za mikrostrukturno analizo prahov in navarjenih sledi je bil uporabljen standardni optični mikroskop Leica MEF4M, za ugotavljanje kemične sestave prahov in navarjenih sledi ter za določitev površinske morfologije prahov pa je bil uporabljen vrstični elektronski mikroskop VEGA 3 LM z energijsko disperznim rentgenskim spektrometrom.

Navarjene sledi AlSi<sub>3</sub> s prečno ločljivostjo < 500  $\mu\text{m}$  so bile izdelane po postopku koaksialnega laserskega navarjanja. Navarjene sledi so sestavljene iz primarnih delcev silicija, obdanih z venci  $\alpha$ -Al in evtektično zmesjo Al/Si. Vsebnost Si v prahu ne vpliva na maksimalno trdoto prevleke 190 HV<sub>0,05</sub> pri nobenem od preučevanih prahov z različnimi kemičnimi sestavami. V prevleki so se s povečevanjem dovoda prahu in zmanjševanjem moči laserja oblikovali večji primarni delci Si. Primarni delci Si pri AlSi<sub>30</sub> so izjemno fini in v prevleki ni mogoče razločiti primarnega Si ter evtektika Si. Širina navarjene sledi in mešanje s substratom se zvezno povečujeta z naraščanjem moči laserja. Sprememba moči laserja ne povzroči signifikantne spremembe višine sledi. Le-ta se povečuje in mešanje s substratom se zvezno zmanjšuje s povečevanjem količine dodanega prahu v območju 4 do 10 g/min pri moči laserja  $P = 200$  W in hitrosti žarka  $v = 800$  mm/min, medtem ko je širina sledi nekoliko spremenljiva.

Rezultati raziskave veljajo le za mikronavarjanje aluminijevih zlitin s toplotnim gradientom 20000 K/mm.

Potrjeno je bilo, da je s koaksialnim laserskim mikronavarjanjem mogoče izdelati enojno navarjeno sled in pozneje tudi višjo stojino širine < 500  $\mu\text{m}$  iz lahke zlitine Al-Si. Preučeno je oblikovanje strukture zlitin Al-Si med laserskim mikronavarjanjem. Prikazan je vpliv kemične sestave prašnatnega materiala na strukturo in mikrotrdoto prevleke, kakor tudi vpliv parametrov obdelave na mikrostrukturno in geometrijo sledi.

**Ključne besede:** mikronavarjanje, lasersko navarjanje, aluminijeve zlitine, materiali majhne gostote, mikrostruktura, oblikovanje strukture, oblikovanje navarjene sledi

\*Naslov avtorja za dopisovanje: Državna tehniška univerza "STANKIN" v Moskvi, Lenin Hills, 1, GSP-1, Moskva, Ruska federacija, science@stankin.ru