

## Vpliv parametrov laserskega površinskega pretaljevanja na lastnosti Al-Si zlitine

Janez Sušnik – Roman Šturm – Janez Grum\*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Članek obravnava pretaljevanje aluminijeve zlitine Al-Si z Nd:YAG laserjem. Zlitina AlSi12CuNiMg z oznako EN AC-48000-K-T6, ki je bila v litem stanju in katere trdota se giblje okoli  $100 \text{ HV}_{0,2}$ , ima dobro korozijsko odpornost in izredne mehanske lastnosti glede na njeno specifično gostoto. Zlitina se uporablja za izdelavo batov v motorjih z notranjim zgorevanjem, kjer je želja doseči višjo trdoto na izpostavljenih predelih. Sama zlitina je bila najprej metalografsko pregledana. Določene so bile velikosti in oblike intermetalnih faz  $\text{Al}_6\text{Cu}_3\text{Ni}$  in  $\text{Al}_3\text{Ni}$ . Izločene intermetalne faze so predvsem majhnih in okroglih oblik, le redki izločki pa so podolgovati in veliki. Za povečanje trdote površinskega sloja smo uporabili postopek laserskega pretaljevanja, ki nam omogoča lokalno modifikacijo površine.

Za optimalno lasersko pretaljevanje je bilo treba nastaviti takšne parametre, da se zlitina pod laserskim snopom raztali, vendar se ne upari. Izbrani parametri so bili tako določeni s preliminarnimi testi, kjer smo dobili optimalno globino in širino pretaljitve. Zaradi slabe absorptivnosti laserske svetlobe v aluminijevo zlitino smo vzorce predhodno modificirali z grafitnim nanosom, ki ima absorptivnost med 60 in 80%. Tako smo dosegli boljše rezultate z manjšimi močmi laserskega snopa, pri tem pa sam nanos ni vplival na spremembo sestave površinskega modificiranega sloja. Pri pretaljevanju je bil uporabljen zaščitni plin argon, ki preprečuje oksidacijo taline. Z laserskim pretaljevanjem se je močno spremenila mikrostruktura pretaljenega sloja, saj gre za hitro taljenje, ki mu sledi hitro ohlajanje oz. samogašenje.

Po laserskem pretaljevanju smo izvedli metalografsko analizo. V pretaljenem površinskem sloju smo dobili fino in homogeno mikrostrukturo, sestavljeno iz faz  $\alpha\text{-Al}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{Al}_6\text{Cu}_3\text{Ni}$  in  $\text{Al}_3\text{Ni}$ . Spreminjanje dolžine laserskega pulza vpliva tako na globino pretaljenega sloja kot tudi na trdoto modificiranega sloja. Sprememba mikrostrukture se močno odraža na mikrotrdoti, saj je le-ta v pretaljenem delu narasla do  $180 \text{ HV}_{0,2}$ . Z globino pretaljitve trdota počasi pada, na prehodu med pretaljenim in osnovnim materialom pa se trdota izenači z osnovnim materialom. Spremenjena mikrostruktura vpliva na nastanek zaostalnih napetosti.

Meritve zaostalnih napetosti so pokazale, da so v pretaljenem sloju dosežene v glavnem natezne napetosti velikosti od 45 do 105 MPa. Na večjih globinah, kjer ni prišlo do pretaljitve, zaostale napetosti močno padejo. Velikostni razred zaostalnih napetosti je močno odvisen od dolžine pulza laserskega snopa. Na globini 0,25 mm pri pulzu 6 ms narastejo zaostale napetosti do 105 MPa, pri pulzu 4 ms pa le do 60 MPa, pulz dolžine 8 ms pa doseže natezne napetosti 90 MPa. Neugodne natezne napetosti na površini, ki so nastale z laserskim pretaljevanjem, smo želeli odpraviti. Z naknadnim izločevalnim utrjevanjem smo odpravili visoke zaostale natezne napetosti, obenem pa se je še povečala trdota pretaljenega sloja. Po 12-urnem izločevalnem utrjevanju pri temperaturi  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ , ki je sledilo laserskemu pretaljevanju, so se sprostile natezne napetosti na površini. Trdota po izločevalnem utrjevanju se je povzpela za  $20 \text{ HV}_{0,2}$  in tako smo na površini dosegli trdoto  $200 \text{ HV}_{0,2}$ . Razlog za povečanje trdote je v rasti intermetalnih precipitativ v strukturi pretaljenega sloja, zaostale napetosti po izločevalnem utrjevanju lasersko pretaljene površine so padle na 36 MPa. Pri pulzih dolžine 8 ms so natezne napetosti tik pod površino prešle celo v tlačne napetosti in sicer na  $-9 \text{ MPa}$ .

Pri nadaljnjem preučevanju laserskega pretaljevanja utrjene aluminijeve zlitine je treba preučiti, kako oblike in velikosti intermetalnih faz vplivajo na potek zaostalnih napetosti.

**Ključne besede:** Al-Si zlitina, lasersko površinsko pretaljevanje, zaostale napetosti, mikrotrdota, precipitacijsko izločanje