

Modifikacija površinskega sloja aluminijevih zlitin po utrjevanju z laserskimi udarnimi valovi

Uroš Trdan¹ – José Luis Ocaña² – Janez Grum^{1,*}

¹ Univerza of Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

² Centro Láser U.P.M., Politehnična Univerza, Madrid, Španija

Namen prispevka: Cilj opravljene raziskave je izvedba celovite analize utrjevanja tankega površinskega sloja z laserskimi udarnimi valovi na makro in mikro nivoju. Rezultati eksperimenta omogočajo določitev optimalnih parametrov laserskega utrjevanja za zagotavljanje izboljšane integritete površine. Zaradi vpliva plazme ter udarnih valov na stanje površine so bili izvedeni tudi anodni potenciodinamični korozijski testi v 3,5% NaCl vodni raztopini.

Metodologija: Lasersko udarno utrjevanje smo izvedli s Q-preklopnim Nd:YAG laserjem valovne dolžine 1064 nm in s trajanjem pulza 10 ns. Izvedena je bila podrobna analiza vpliva gostote pulzov na dveh vrstah aluminijevih zlitin, glede na hrapavost površine in podprto z mikrotopografsko analizo. Po globini vzorcev, t.j. v prečnem prerezu, smo določili še potek mikrotrdote in zaostalih napetosti. Naravo in velikost nastalih korozijskih poškodb na površini vzorcev po elektrokemičnem testu smo analizirali z elektronskim mikroskopom. Za statistično potrditev optimalnih parametrov obdelave z laserskimi udarnimi valovi smo uporabili faktorsko analizo, kjer prvi faktor eksperimenta predstavlja gostota pulzov 900 oz 2500 pulzi/cm², drugi faktor pa vrsta materiala oz. dve aluminijevi zlitini AlMgSiPb ter AlSi1MgMn.

Ugotovitve: Rezultati raziskave so potrdili, da z laserskim udarnim utrjevanjem izboljšamo tako mehanske lastnosti kot tudi korozijsko odpornost obeh aluminijevih zlitin.

Faktorska analiza je potrdila, da je zlitina AlMgSiPb bolj primeren material z manjšim porastom hrapavosti površine pri obeh gostotah pulzov laserskega utrjevanja. Analiza zaostalih napetosti je potrdila, da z višjo gostoto pulzov laserskega utrjevanja dosežemo večje tlačne zaostale napetosti. Utrjena zlitina AlMgSiPb je izkazala na globini 33 μ m največje tlačne zaostale napetosti v višini -314 MPa pri manjši in -337 MPa pri večji gostoti pulzov. Potenciodinamični korozijski testi pa so potrdili, da lasersko udarno utrjevanje povzroča pomik porušitvenega potenciala v smeri zagotavljanja večje korozijske odpornosti. Elektronska mikroskopija je pojasnila naravo značilnih jamičastih korozijskih razjed. Najhujši napad je bil zabeležen na materialu v dobavljenem stanju, po laserskem utrjevanju pa se s povečanjem gostote pulzov intenziteta jamičastega napada zmanjšuje. Zlitina AlMgSiPb se je izkazala s superiorno korozijsko odpornostjo oz. z manjšo gostoto korozijskih poškodb kot zlitina AlSi1MgMn.

Omejitve/uporabnost raziskave: Rezultati raziskave so uporabni le za izbrano gostoto moči ter le za izbrano področje gostote pulzov laserskega snopa. Izvesti bo potrebno še raziskavo vpliva različnih gostot moči laserskega snopa, saj pričakujemo zanimive interakcije z integriteto površinskega sloja materiala.

Izvirnost/pomembnost prispevka: Izvedena raziskava je izredno perspektivna, saj se v industriji spodbujajo inovativni postopki za izboljšanje oz. oplemenitenje površin, predvsem zaradi finančnih prihrankov ob zagotavljanju podaljšanja življenjske dobe strojnih delov. V strokovni literaturi še ni bila opravljena raziskava vpliva laserskega udarnega utrjevanja obravnavanih aluminijevih zlitin. Rezultati raziskave so zato zanimivi in uporabni za navtično in letalsko industrijo, kjer so aluminijeve zlitine sistema Al-Mg-Si zaradi majhne gostote, dobrih mehanskih in odličnih korozijskih lastnosti že pogosto v uporabi.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: lasersko udarno utrjevanje, topografija površine, zaostale napetosti, mikrotrdota, potenciodinamični korozijski testi, jamičasta korozija, analiza variance

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana, Slovenija, janez.grum@fs.uni-lj.si