

## Vpliv parametrov procesa na mikrostrukturo in mehanske lastnosti aluminijeve zlitine AA5182, varjene z vlakenskim laserjem

Celalettin Yuçe<sup>1,\*</sup> – Mumin Tutar<sup>1</sup> – Fatih Karpat<sup>1</sup> – Nurettin Yavuz<sup>1</sup> – Gökhan Tekin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Uludagu, Oddelek za strojništvo, Bursa, Turčija

<sup>2</sup> Coskunöz A.Ş., Turčija

Lasersko varjenje aluminijevih zlitin je pomembna industrijska tehnologija. S svojo visoko hitrostjo, dostopom samo z ene strani, odsotnostjo neposrednega stika med orodjem in obdelovancem ter preprosto avtomatizacijo je idealna tehnologija za montažo pri proizvodnji avtomobilskih karoserij. V primerjavi s konvencionalnimi varilnimi postopki ima manjši toplotno vplivani pas, s čimer se zmanjšajo težave metalurške narave. Kljub številnim prednostim aluminijevih zlitin pa se pri njihovem varjenju srečujemo tudi z določenimi težavami. Širok razpon temperatur pri uparjanju in strjevanju lahko povzroči nestabilnost parnice, prebojne luknje, poroznost in različne metalurške napake, kot so npr. vroče razpoke. Težavo pri teh zlitinah predstavlja tudi izguba legirnih elementov in slabo sprejemanje energije laserja. Težave pri varjenju aluminijevih zlitin in mehanske lastnosti spojev so neposredno odvisne od parametrov procesa.

Lasersko varjenje v avtomobilski industriji je predmet številnih eksperimentalnih in teoretičnih študij, še vedno pa manjkajo podatki o vplivu parametrov procesa varjenja z vlakenskim laserjem na mikrostrukturo in mehanske lastnosti materialov z veliko toplotno prevodnostjo ali z volatilnimi kemijskimi elementi, kot je serija 5xxx. Za te zlitine je običajno na voljo le ozek razpon ustreznih varilnih parametrov, ki ga je tudi težko poiskati, saj se parnica in zvarna kopel med procesom varjenja močno spreminjata. Aluminijeve zlitine imajo v primerjavi z jeklom večjo začetno odbojnost za laserski žarek in toplotno prevodnost, zato je za varjenje s parnico potrebna večja gostota moči kot pri jeklu. Moč laserja, velikost točke in hitrost varjenja so pomembne spremenljivke varilnega procesa. V predstavljeni študiji je bilo opravljeno lasersko varjenje prekrivnega spoja delov iz aluminijeve zlitine AA5182 z namenom preučitve vplivov parametrov varilnega procesa na mehanske in mikrostrukturne lastnosti spojev. V eksperimentih so bili obravnavani parametri procesa moč laserja, varilna hitrost in položaj gorišča. Varivost je bila ovrednotena s preiskavo mikrostrukture in mikrotrdote prereza, mehanske lastnosti pa z nateznim preizkusom.

Na podlagi rezultatov eksperimenta je bila opravljena analiza odvisnosti med natezno trdnostjo, globino penetracije in širino zvarnega šiva ter parametri procesa. Ugotovljeno je bilo, da je zaradi čezmernega vnosa toplote prišlo do prevelike penetracije in izparevanja varka, zato se je zmanjšala natezna trdnost spojev. Nasprotno je nezadosten vnos toplote povezan z zmanjšanjem globine penetracije in s tem natezne trdnosti. Zato je nujna skrbna izbira vnosa toplote na enoto dolžine, ki je odvisna od moči laserja in hitrosti varjenja. Eksperimenti so tudi pokazali, da položaj gorišča vpliva na širino vara in na globino penetracije. Največja natezna trdnost je bila ugotovljena pri moči laserja 2750 W, varilni hitrosti 20 mm/s in položaju gorišča 100 mm. Preučena je bila mikrostruktura različnih delov optimalnega vzorca. Mikrostruktura cone spajanja je stebričasta dendritna ter jo je mogoče razdeliti na notranjo in zunanjo cono. Toplotno vplivani pas velikosti nekaj zrn je bil najden v bližini linije spoja. V coni spajanja so bile ugotovljene manjše napake v obliki izločenega prenasičenega vodika in interdendritnih lunckerjev. Preiskava mikrotrdote je pokazala, da se je v coni spajanja zaradi izboljšane mikrostrukture nekoliko povečala trdota. Analiza EDS v coni spajanja je pokazala skoraj 12-odstotno izgubo magnezija glede na osnovni material, v preiskavi SEM pa so bili odkriti delci z železom v coni spajanja.

**Ključne besede:** varjenje z vlakenskim laserjem, aluminijeve zlitine, karakterizacija mehanskih lastnosti, analiza mikrostrukture