

Izdelava plasti visokolegirane bele kromove jeklene litine na substratu nodularne litine z laserskim površinskim legiranjem

Damian Janicki*

Šlezjska tehniška univerza, Fakulteta za strojništvo, Poljska

Nodularna litina je material, ki se pogosto uporablja v proizvodnji strojnih elementov v različnih panogah, kot so avtomobilska industrija, energetika, rudarstvo, obrambna industrija in kmetijska mehanizacija. V nekaterih primerih obstaja potreba po izboljšanju vzdržljivosti oz. obstojnosti strojnih elementov proti abrazivni in erozivni obrabi. Obetaven pristop k izboljševanju protiobrabnih lastnosti nodularne litine predstavljajo postopki laserske modifikacije površin, še posebej pa postopek laserskega površinskega legiranja (LSA). Postopek LSA omogoča natančno uravnavanje kemične sestave talilne kopeli in s tem prilagajanje površinskih lastnosti nodularne litine, npr. s formiranjem površinskih plasti visokolegirane bele kromove jeklene litine (HWSL). Znano je, da imajo visokolegirane bele kromove jeklene litine odlične protiobrabne lastnosti zaradi velikega volumskega deleža trdih primarnih in/ali evtektičnih karbidov M_7C_3 ter žilave matice. Več raziskovalcev je poročalo o oblikovanju tovrstnih kompozitnih struktur s površinskim legiranjem različnih vrst železove litine, malo pa je raziskav, ki bi preučevale formiranje HWSL na nodularni litini s sistemi za lasersko legiranje, ki uporabljajo laserski izvor z enakomernim intenzitetnim profilom žarka in neposredno vbrizgavanje legirnega prahu v talilno kopel.

V predstavljeni študiji so bile na substratu nodularne litine EN-GJS-700-2 izdelane plasti HWSL po postopku površinskega legiranja z diodnim laserjem in neposrednim vbrizgavanjem čistega kromovega prahu v talilno kapel. Diodni laser je oddajal snop pravokotnega preseka $1,5 \text{ mm} \times 6,6 \text{ mm}$ s konstantno porazdelitvijo intenzitete (profil v obliki cilindra). Glavni cilj študije je bil preučiti vpliv parametrov laserskega legiranja na oblikovanje mikrostrukture v plasteh HWSL. Mikrostruktura HWSL je bila analizirana po postopku vrstične elektronske mikroskopije (SEM) z energijsko disperzivno spektroskopijo (EDS) in rentgensko difrakcijo (XRD).

Rezultati so pokazali, da je v sestavi enakomerno legiranih plasti HWSL do 14,4 ut. % Cr. Debelina plasti HWSL je znašala do 1,1 mm, mikrostruktura visokolegirane bele kromove jeklene litine pa je bila podevtektična in evtektična. Podevtektična mikrostruktura HWSL vsebuje dendrite primarnega avstenita (γ_p) in evtektična območja, sestavljena iz evtektičnih karbidov (M_3C ali M_7C_3 , odvisno od vsebnosti kroma) in evtektične faze avstenita (γ_e). Neravnotežni pogoji ohlajanja talilne kopeli in dodatek kroma v splošnem ovirajo martenzitno premeno. Na vrsto in morfologijo evtektičnih karbidov vplivajo koncentracija kroma v talilni kopeli in pogoji strjevanja. Z naraščanjem vsebnosti kroma se povečuje delež evtektičnih območij v podevtektičnih plasteh HWSL in evtektični karbidi se postopoma zmanjšujejo. Ko je bila celotna vsebnost kroma v HWSL večja od 10 ut. %, so bila evtektična območja sestavljena praktično samo iz $\gamma_e + M_7C_3$. Vsebnost kroma nad 12 ut. % zagotavlja oblikovanje evtektične mikrostrukture ($\gamma_e + M_7C_3$) po celotni legirani plasti. V evtektičnih plasteh HWSL karbidi evtektičnega tipa M_7C_3 rastejo kot kolonije evtektika. Premer kolonij evtektika je bil v razponu $4 \mu\text{m}$ do $10 \mu\text{m}$. Karbidi M_7C_3 v kolonijah so bili fine paličaste (vlaknene) oblike v središču kolonij ter nekoliko bolj grobi in lamelarne oblike ob robu. Povprečni premer paličic karbida v središču kolonij je bil pribl. 180 nm , volumski delež karbidov v kolonijah pa je bil ocenjen na pribl. $52 \pm 4,5 \%$. Na povprečno trdoto HWSL je vplivala predvsem oblika karbidnih izločkov, znašala pa je 675 HV v podevtektičnih oz. 650 HV v evtektičnih območjih.

Ključne besede: visokolegirana bela kromova jeklena litina, nodularna litina, lasersko legiranje površine, diodni laser, mikrostruktura, evtektični karbidi