

Integriteta površine po mehanskem utrjevanju aluminijeve zlitine 7075-T651

Uroš Zupanc¹ – Janez Grum^{2,*}

¹ Slovenski inštitut za varilstvo, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V prispevku so predstavljene raziskave učinkov hladnega mehanskega utrjevanja površine visokotrdnostne aluminijeve zlitine AlZn5,5MgCu (ENAW 7075). Obravnavane so korelacije med pogoji hladnega utrjevanja površine, integriteto površine materiala po utrjevanju ter uporabniškimi lastnostmi dinamično obremenjenih vzorcev iz izbrane aluminijeve zlitine. Namen prispevka je izbira tehnološko in ekonomično ustreznih parametrov utrjevanja površine, da bo dosežen ustrezen učinek na obratovalne lastnosti oz. povečanje odpornosti materiala na utrujanje pri dinamičnih obremenitvah.

Mikroplastično utrjevanje površinskega sloja poteka neenakomerno oz. stohastično zaradi neenakomernih udarnih pulzov kroglic na površino. Hladno utrjevanje materiala z mikroplastično deformacijo površinskega sloja kaže tipično in prepoznavno površinsko topografijo. Prispevek analizira topografijo površine, meritve hrapavosti, mikrostrukturne spremembe utrjenega površinskega sloja, meritve trdote, poteke zaostalih napetosti in teste materiala na utrujanje. Podatki o hrapavosti površine predstavljajo izhodišče za napovedovanje odpornosti materiala na utrujanje, saj lahko prevelika ali neenakomerna hrapavost utrjene površine zaradi lokalnih koncentracij napetosti na površini oz. zareznih učinkov pospeši nastanek utrujenostne razpoke. Meritve trdote omogočajo vrednotenje učinkov utrditve materiala pri različnih parametrih utrjevanja z mikroplastično deformacijo. Zaostale napetosti v materialu pomembno vplivajo na obratovalne lastnosti materiala pri dinamičnih obremenitvah oz. njegovo odpornost na utrujanje. Dinamično utrujanje je bilo izvedeno v upogibnem načinu obremenjevanja vzorcev. Wöhlerjeve krivulje odpornosti materiala na utrujanje so bile izdelane na področjih maksimalne upogibne obremenitve med 30 in 65% natezne trdnosti materiala (R_m).

Mikroplastično utrjevanje materiala pri trkih kroglic ob površino poveča trdoto tankega površinskega sloja materiala in v materialu inducira zaostale tlačne napetosti. Maksimalne izmerjene vrednosti mikrotrdote površinskega sloja znašajo do 220 HV_{0,3} in so za okoli 20 do 25% višje v primerjavi z materialom v dobavljenem stanju. Pri vseh izbranih intenzitetah utrjevanja so v površinskem sloju nastale zaostale tlačne napetosti. S povečanjem intenzitete obdelavo smo uspeli v materialu inducirati višje vrednosti zaostalih tlačnih napetosti, in tudi globino utrjenega sloja. Vrednosti zaostalih napetosti so v območju okoli 55% meje tečenja dobavljenega materiala ($R_{p02} = 532$ MPa). Maksimalne globine utrjenega površinskega sloja znašajo do okoli 400 μ m. Eksperimentalni rezultati kažejo povečanje časovne trdnosti utrjenih vzorcev z mikroplastično deformacijo površinskega sloja za faktor med 1,14 in 6,28 v primerjavi z materialom v dobavljenem stanju. Vrednosti maksimalnih upogibnih obremenitev trajne dinamične trdnosti utrjenih vzorcev pri številu ciklov 10^7 ($\sigma_{max} = 218$ MPa) so za vsaj 15% višje v primerjavi z materialom v dobavljenem stanju ($\sigma_{max} = 189$ MPa). Izboljšanje časovne trdnosti je odvisno od vrednosti maksimalnih upogibnih napetosti ter pogojev utrjevanja vzorcev. Pri nižjih upogibnih obremenitvah utrujanja vzorcev je vpliv zaostalih tlačnih napetosti na napetostni tenzor materiala vse večji.

Utrjevanje površinskega sloja je torej učinkovita metoda za izboljšanje obratovalne dobe pri strojnih delih iz izbrane aluminijeve zlitine, ki imajo zaradi oblike velike koncentracije notranjih napetosti. Enakomerno utrjen površinski sloj zavira nastanek in širjenje utrujenostne razpoke dinamično obremenjenega materiala. Zaostale tlačne napetosti znižujejo koncentracijo napetosti na površini dinamično obremenjenega materiala in tako vplivajo na podaljšanje časovne trdnosti materiala. Izvedene raziskave torej dokazujejo povečanje odpornosti na utrujanje materiala, hladno utrjenega z mikroplastično deformacijo površine.

©2010 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: mehansko hladno utrjevanje, mikroplastično utrjevanje, aluminijeve zlitine, zaostale napetosti, integriteta površine, utrujanje materiala, trujenostna razpoka