

Vpliv brušenja na merjenje zaostalih napetosti po udarnem utrjevanju na aluminijevi zlitini AA7075

Sebastjan Žagar* – Roman Šturm

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Namen raziskave je ugotovitev, primerjava in popis poteka notranjih zaostalih napetosti, ki se pojavijo po brušenju materiala, merjenih z dvema različnima metodama. Glavni cilj prispevka je, da z eksperimentalnimi metodami raziščemo zvezo med vplivi udarnega utrjevanja aluminijeve zlitine in potekom zaostalih napetosti, ki se pojavijo v materialu po brušenju in vplivajo na obratovanje pri dinamičnih obremenitvah.

Visoko trdnostne aluminijeve zlitine, kamor spada tudi zlitina 7075, se zaradi svojega visokega razmerja med trdnostjo in gostoto in dobro odpornostjo proti koroziji veliko uporabljajo kot material za izdelavo ogrođa pri avtomobilski, letalski in vesoljski industriji. Zelo pogosto te zlitine tudi udarno utrdimo z namenom vnosa tlačnih zaostalih napetosti v površinski sloj, saj z vnosom tlačnih zaostalih napetosti lahko znatno podaljšamo obratovalno dobo strojnega dela. Udarno utrjevanje je praktična metoda in ima določene ekonomske prednosti pred sorodnimi postopki utrjevanja, zato se pogosto uporablja v prej omenjenih industrijah tudi za najbolj zahtevne dele.

Za doseganje želenih ciljev smo uporabili tri metode, s katerimi smo klasificirali aluminijevo zlitino. Za oceno hrapavosti površine uporabljamo standardizirane postopke merjenja profila površine in iz njih izračunamo posamezne značilnosti. Pogosto pa so na površini prisotne tudi različne napake in poškodbe za katere ni predpisanih postopkov za njihovo ocenjevanje na optičnem ali elektronskem mikroskopu in je prirejeno zahtevnosti strojnega dela. Trdota je definirana kot odpornost materiala proti prodiranju tujega telesa v njegovo površino. Pri tem nastane lokalna plastična deformacija, katere velikost je odvisna od vrste materiala, kemijske sestave in njegove mikrostrukture. Na velikost plastične deformacije majhnega področja pod penetracijskim telesom vplivajo prisotne zaostale notranje napetosti. Merilo za trdoto je odvisno od vrste izbranega načina merjenja trdote oziroma od vrste elementa, ki ga vtiskujemo v material preizkušanca. Pri našem materialu, kjer imamo majhne globine utrjene plasti, so primerni preizkusni postopki s katerimi dosežemo majhne vtiske. Meritve mikrotrdote smo tako opravili po Vickersovem postopku pri obremenitvi 2N. Zaostale napetosti v površinskem sloju lahko bistveno vplivajo na nastanek in širjenje površinskih razpok. Vpliv zaostalih napetosti na trdnostne lastnosti materiala je na splošno negativen. Nasprotno pa lahko zaostale napetosti v površinskem sloju izrabimo za izboljšanje odpornosti proti utrujanju. Tlačni profil napetosti v površinskem sloju upočasnjuje ali celo prepreči povečevanje površinskih mikrorazpok. Na ta način je možno bistveno podaljšati obratovalno dobo strojnih delov. Tako je poznavanje zaostalih napetosti v materialu izjemnega pomena za uporabo nosilnih strojnih delov in konstrukcij.

Iz rezultatov eksperimentov lahko ugotovimo, da se mikrotrdota v globino zmanjšuje do globine 0,35 mm, kjer je enaka mikrotrdoti osnovnega materiala, kar sovпада tudi z rezultati zaostalih napetosti. Z večjo pokritostjo udarnega utrjevanja dosežemo, da se zaostale napetosti premaknejo globlje v material, višje pa so tudi vrednosti le-teh. Z vidika zaostalih napetosti ima metoda merjenja minimalen vpliv na rezultate, saj so izmerjene vrednosti zaostalih napetosti praktično enake, ne glede na pokritost in Almenovo intenziteto.

Z udarnim utrjevanjem površine se nam hrapavost materiala občutno poveča, kar je odvisno predvsem od pogojev utrjevanja. Zaradi praktičnih razlogov je bolje, če je utrjena površina ravna, zato je potrebno površino po udarnem utrjevanju odbrusiti za približno 0,1 mm. Z zmanjšanjem hrapavosti površine povečamo tudi odpornost proti koroziji. Z dvema različnima metodama merjenja smo pokazali, da so meritve zaostalih napetosti na tej globini zelo podobne. Iz makroskopskih posnetkov pa je razvidno, da pri izbranih nastavitvenih parametrih utrjevanja prihaja tudi do nezaželenih poškodb površine, kar lahko pri dinamični obremenitvi strojnega dela vpliva na nastanek razpok in rast razpok do porušitve strojnega dela, kar nam predstavlja poglobitveno omejitev.

Te raziskave in rezultati izdelani v okviru prispevka so zanimivi tako za svetovno strokovno javnost, kot tudi za številne domače industrijske uporabnike. Slednji se bodo lahko ob ekspertni podpori lažje odločili za uporabo tovrstnih postopkov utrjevanja površine.

Ključne besede: aluminijeva zlitina 7075, udarno utrjevanje, mikrotrdota, hrapavost, zaostale napetosti, metoda z vrtnjem slepe izvrtine, XRD metoda

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