

Vrednotenje vpliva faze povečanja osnega pritiska pri varjenju s trenjem na lastnosti spoja ulitkov iz različnih aluminijevo-bakrovih zlitin

Zafer Barlas* – Murat Çolak

Univerza v Sakaryi, Tehniška fakulteta, Oddelek za metalurgijo in materiale, Turčija

Konvencionalne tehnologije varjenja zaradi napetostnega korozijskega pokanja in toplega pokanja v splošnem niso primerne za varjenje ulitkov iz zlitin aluminija in bakra (Al-Cu, serija 2XX.X). Zato obstaja potreba po eksperimentalnih študijah varjenja teh zlitin. Članek obravnava varivost ulitih palic iz različnih aluminijevih zlitin – z 2 % bakra (Al-2%Cu) in z 8 % bakra (Al-8%Cu) – po postopku varjenja s trenjem. Podana je analiza mehanskih, makrostrukturnih in mikrostrukturnih lastnosti testnih zvarov.

Obe zlitini Al-Cu sta bili uliti v peščene forme, ulite palice pa so bile nato za varjenje obdelane na premer 20 mm in dolžino 90 mm. Torni zvari različnih zlitin Al-Cu so bili narejeni na vertikalnem rezkalnem centru. V študiji je bil preučen vpliv faze povečanja osnega pritiska na lastnosti spoja. Trdni zvarni spoji so bili ustvarjeni pri različnih vrednostih tlaka (24 in 32 MPa) in časa (20, 50 in 80 s) faze povečanja osnega pritiska. Konstantni parametri tornega varjenja so bili torni tlak 8 Pa, torni čas 60 s in torna hitrost 1500 vrt/min. Povečanje temperature med postopkom varjenja je bilo merjeno 3 mm pod stično površino in na globini 2,5 mm od zunanje površine palic Al-2%Cu, uporabljen pa je bil termopar tipa K. Za vrednotenje trdnosti torni zvarjenih preskušancev in osnovne ulite aluminijeve zlitine je bil uporabljen natezni preskus. Trdota spoja z najvišjo porušitveno natezno trdnostjo (UTS) je bila izmerjena po Brinellu in po Vickersu. Mikrostruktura na poliranem in jedkanem prerezu spoja je bila preučena z optičnim mikroskopom in z vrstičnim elektronskim mikroskopom (SEM). Za opredelitev povezav med mikrostrukturo in mehanskimi lastnostmi sta bila uporabljena mikroskop SEM, opremljen z aparatom za energijsko disperzivno rentgensko spektroskopijo (EDS), in rentgenska difrakcijska analiza (XRD).

Ugotovljeno je bilo, da je postopek varjenja s trenjem primeren za spajanje ulitkov iz različnih zlitin Al-Cu. Na lastnosti spoja v nateznem preizkusu bistveno bolj vpliva tlak v fazi povečanja osnega pritiska kot čas povečanja osnega pritiska. Višji tlak v fazi povečanja osnega pritiska namreč povzroči boljše zvezo na stiku zvara. Vrednost UTS = 142 MPa je mogoče doseči pri tlaku 32 MPa in času 80 s v fazi povečanja osnega pritiska. Med nateznimi preskusi je prišlo do krhkega zloma, ki je po analizah SEM – EDS in XRD posledica prisotnosti intermetalnega Al₂Cu. Varilno območje z najvišjo vrednostjo UTS je bilo sestavljeno iz tipičnih mikrostrukturnih območij: kovina zvara (WM), toplotno vplivani pasovi (HAZ), termomehansko vplivani pasovi (TMAZ) in osnovna kovina (BM). Meritve makrotrdote po Brinellu so pokazale, da ima največjo trdoto kovina zvara, vzrok za to pa so predvsem finejša zrna v kovini zvara. Preskus mikrotrdote po Vickersu je razkril, da je na trdoto vplivala predvsem intermetalna faza Al₂Cu – večja prisotnost Al₂Cu v okolici piramide je namreč povečala vrednost mikrotrdote. Vršna temperatura 436 °C je bila izmerjena 3 mm pod stično površino in na globini 2,5 mm od zunanje površine palice Al-2%Cu.

V nadaljnjih študijah bo mogoče opraviti še ostale mehanske preskuse, npr. upogibni preskus oz. Charpyjev udarni preskus. Za izboljšanje učinkovitosti spoja bi bilo mogoče uporabiti tudi drugačne parametre varjenja, še posebej pri osnovni zlitini Al-8%Cu. Premer varjenih palic bi bilo mogoče zmanjšati za skrajšanje časa in zmanjšanje sile povečanega osnega pritiska pri varjenju s trenjem. Vpliv zmanjšanja prereza na lastnosti zvara pa bi bilo mogoče analizirati tudi pri enakih parametrih povečanega osnega pritiska, kot so bili uporabljeni v tej študiji.

Obstaja pomanjkanje eksperimentalnih raziskav varivosti ulitkov iz zlitin Al-Cu po postopkih varjenja v trdnem stanju. Palice iz različnih zlitin Al-2%Cu in Al-8%Cu so bile zvarjene s trenjem na vertikalnem rezkalnem centru, ustvarjeni spoj pa ima ugodne lastnosti. Avtorji zato verjamejo, da bodo predstavljene metode in rezultati tega članka dober prispevek k razpoložljivi literaturi.

Ključne besede: varjenje s trenjem, ulitki iz zlitine Al-Cu, faza povečanja osnega pritiska, natezna trdnost, mikrostruktura, temperatura zvara