

Motnje zaradi zaostalih napetosti pri laserskem spajanju s slojev nikljevih superzlitin v prahu

Özgür Poyraz^{1,*} - Melih Cemal Kuşhan²

¹TEI, Tusaş Engine Industries Inc., Turkey

²Univerza Eskişehir Osmangazi, Fakulteta za inženirstvo, Oddelek za strojništvo, Turkey

Cilj predstavljene študije je oblikovanje modela za hitre termomehanske simulacije postopka laserskega spajanja slojev praškastega materiala in izvedba eksperimentalne izdelave preizkušancev z novimi prahovi nikljevih superzlitin.

Ena od glavnih težav pri laserskem spajanju slojev praškastih materialov so zaostale napetosti in deformacije, ki se pojavijo pri segrevanju finih kovinskih prahov do tališča, ki mu sledi hitro ohlajevanje na začetno temperaturo. Deformacije zaradi zaostalih napetosti prinašajo težave z mehansko integriteto in geometrijo končnega izdelka, nad določeno mejo pa obstaja tudi tveganje prekinitve proizvodnega procesa zaradi drgnjenja med izdelkom in sistemom za nanos prahu.

Kot rešitev omenjenega problema je predlagan model za hitre termomehanske simulacije po metodi končnih elementov, ki omogoča napovedovanje deformacij zaradi preostalih napetosti. Najprej je bil za termodinamične simulacije privzet model premikajočega se toplotnega vira z Gaussovo porazdelitvijo na srednji skali za določitev vnosa energije na enoto površine. Nato je bil uporabljen ekvivalenten vnos energije v celotne plasti kot površinski vir toplote med procesom gradnje po plasteh. Upoštevano je bilo tudi dodajanje slojev s tehniko popravljanja mreže.

Predstavljeni model je bil eksperimentalno verificiran z laserskim spajanjem prahu zlitine Inconel 718, ki mu je sledila meritev izdelka z laserskim skenerjem na koordinatnem merilnem stroju. Rezultati modela deformacij so dosegli primerljivo stopnjo konvergence (< 10 %) z eksperimentalnimi rezultati. Rezultati za asimetrične preizkušance so razkrili, da imajo od geometrije izdelka odvisni učinki večji vpliv na deformacije zaradi zaostalih napetosti kot pa učinki, ki so odvisni od priprave, npr. nanašanje plasti prahu ali smer pihanja plina.

Nadaljnje študije bodo lahko usmerjene v podrobne meritve zaostalih napetosti z rentgensko difrakcijsko analizo (XRD), raziskave drugih nikljevih superzlitin kot je Hastelloy-X, parametrične simulacije reprezentativnih delov geometrije in vključitev drugih tehnik skeniranja oz. vodenja žarka, kot je vzporedno skeniranje s fiksnim kotom ali cik-cak skeniranje.

V članku je predstavljena uvedba modela za hitre termomehanske simulacije in eksperimenti s preizkušanci iz nikljevih superzlitin. Rezultati študije so nova spoznanja o deformacijah zaradi zaostalih napetosti in prispevek v bazo znanstvenega znanja z novo zasnovano preizkušancev ter metodologijo izdelave in vrednotenja za preučevanje deformacij.

Ključne besede: dodajalna tehnologija, analiza po metodi končnih elementov, Inconel 718, lasersko spajanje slojev praškastega materiala, zasnova preizkušanca, termomehanske simulacije