

## Vpliv dinamičnega lokalnega samopredgrevanja sive litine pri laserskem navarjanju

Peng Yi\* – Pengyun Xu – Changfeng Fan – Chengkai Li – Yongjun Shi  
Kitajska univerza za nafto, Kolidž za strojništvo in elektrotehniko, Qingdao, Kitajska

Temperatura se med postopkom laserskega navarjanja nenehno povečuje in zmanjšuje, to pa povzroča velike toplotne napetosti in pride lahko do delaminacije ter do nastanka razpok v pretaljenem delu. Reševanju tega problema je bilo posvečeno že veliko pozornosti, med ukrepi pa je predvsem predgrevanje osnovnega materiala v peči ali z induktivno tuljavo. Problem takšnega pristopa je predvsem v zahtevnosti in neprikladnosti. Članek podaja strategijo dinamičnega lokalnega samopredgrevanja za zmanjšanje toplotnih napetosti in boljši nadzor nad mikrostrukturo. Opravljeni so bili eksperimenti in numerični preračuni za preučitev procesa dinamičnega lokalnega samopredgrevanja in različnih parametrov predgrevanja.

Opravljeni so bili eksperimenti laserskega navarjanja brez predgrevanja, s statičnim globalnim predgrevanjem in z dinamičnim lokalnim predgrevanjem. Preučena je bila mikrostruktura in mikrotrdota pri različnih strategijah predgrevanja. Vzporedno z eksperimentalnimi preiskavami so bili uveljavljeni numerični modeli za preučevanje temperaturne porazdelitve in toplotnih napetosti pri različnih procesih.

Članek obravnava postopek laserskega navarjanja sive litine. Za zmanjšanje toplotnih napetosti in izboljšanje kakovosti navarjanja je bil zasnovan pristop dinamičnega lokalnega predgrevanja. Opravljeni so bili eksperimenti laserskega navarjanja sive litine z nepredretim osnovnim materialom, s statičnim globalnim predgrevanjem in z dinamičnim lokalnim predgrevanjem. Za dodatni material je bila uporabljena železova zlitina v prahu. Analiziran je tudi vpliv različnih parametrov obdelave na dinamično lokalno predgrevanje. Preučena je bila mikrostruktura v coni navarjanja ter v coni taljenja in preizkušena je bila porazdelitev trdote po prerezu navarjenega območja. Postavljeni so bili tudi numerični modeli v paketu ANSYS za simulacijo različnih strategij predgrevanja. Spremembe temperature, variabilnost toplotnih napetosti in preostale napetosti so bili analizirani s simulacijo.

Lasersko lokalno dinamično predgrevanje je v primerjavi z globalnim statičnim predgrevanjem in z induktivnim predgrevanjem fleksibilna in zanesljiva tehnologija za zmanjšanje toplotnih napetosti in upravljanje z mikrostrukturo. Dinamično lokalno predgrevanje dvigne začetno temperaturo osnovnega materiala pred navarjanjem. Temperaturni gradient, toplotne napetosti in preostale natezne napetosti med procesom laserskega navarjanja se zmanjšajo. Lasersko lokalno dinamično predgrevanje izboljša konvekcijo in širjenje raztaljene mase za učinkovit nadzor nad oblikovanjem trde faze in prispevek k enakomerni mikrostrukturi v coni navarjanja. Lokalno dinamično predgrevanje zmanjša stopnjo podhlajevanja in temperaturni gradient, s tem pa nastanejo groba stolpčasta zrna ter manj trda in krhka faza. Mikrotrdota vzorcev dinamičnega lokalnega predgrevanja je manjša kot pri nepredretim vzorcih, vendar večja kot pri osnovnem materialu, zato je zagotovljena integralna trdota.

Članek obravnava eksperimentalno enosledno lasersko navarjanje z različnimi strategijami predgrevanja. Prihodnje raziskave bodo morale biti usmerjene v večsledne in večslojne postopke laserskega navarjanja z dinamičnim lokalnim predgrevanjem.

Objavljeni članki poročajo o postopkih laserskega navarjanja z različnimi metodami predgrevanja in različnimi materiali, pri večini pa gre za predgrevanje v peči ali za hibridno predgrevanje. Ti postopki predgrevanja pa zahtevajo dodatno opremo in delovni postopki so zahtevni. Dinamično lokalno predgrevanje, ki je predstavljeno v članku, je v primerjavi z omenjenimi postopki prilagodljivejše in bolj praktično. Obravnavan je tudi vpliv parametrov dinamičnega lokalnega predgrevanja, ki zaokrožujejo raziskavo laserskega lokalnega predgrevanja.

**Ključne besede:** lasersko navarjanje, siva litina, lokalno predgrevanje, numerični modeli, mikrostruktura