

# Homogenost delovnega območja aditivnih tehnologij Primer taljenja z elektronskim snopom

Alexandre Piaget – Matthieu Museau\* – Henri Paris

Univerza Alpes v Grenoblu, Francija

Uporaba aditivnih tehnologij (AM - angl. *Additive Manufacturing*) vse bolj narašča. Aditivne tehnologije postajajo ključna orodja v sodobni industriji. V omenjeno skupino sodi taljenje z elektronskim snopom (EBM - angl. *Electron Beam Melting*). Pri tem postopku se za izdelavo izdelkov uporablja elektronski snop kot vir energije za taljenje kovinskega prašnega materiala nanešenega po slojih. Študija se osredotoča na homogenost delovnega območja pri postopku taljenja z elektronskim snopom. S preizkusi je bilo ugotovljeno, da se dva podobna testna izdelka, izdelana na različnih lokacijah delovnega območja, med seboj razlikujeta po obliki, lastnostih in dimenzijah. Ker homogenost delovnega območja v literaturi o slojevitih tehnologijah ni obravnavana, v tej študiji predstavljamo, preizkušamo in razpravljamo o metodah za karakterizacijo delovnega območja.

Preizkus je bil izveden na stroju Arcam AB A1. Uporabljen je bil material Ti-6Al-4V. Delovno območje je bilo okarakterizirano z večkratno izdelavo testnega kosa na različnih lokacijah in opazovanjem odstopanj med izdelanimi testnimi kosi. Za prikaz in merjenje geometrijskih in dimenzijskih napak sta bili pri izdelavi testnega kosa uporabljeni dve različni strukturi (mrežasta in polna). Izmerjene napake so bile karakterizirane in povezane z lokacijo delovnega območja, na katerem je bil izdelan testni kos.

Rezultati preizkusa so pokazali močno povezavo med lokacijo izdelave in izmerjenimi geometrijskimi in dimenzijskimi napakami. Ugotovljeno je bilo, da se z oddaljevanjem od središčne točke delovnega območja, po Z-ravnini slabša kakovost izdelave. Meritve so pokazale do 10 % odstopanja dimenzij zaradi izgube materiala. Napake so se v začetnih slojih pojavljale do višine 8 mm.

Ena od rešitev za omenjene napake je implementacija 8 mm visokih podpornih ravnin, na katere se nanese začetne sloje. S tem se prenesejo napake iz začetnih slojev na podpore. Druga možnost, s katero se izognemo napakam je zmanjšanje delovnega območja na valj z radijem 86 mm. Preizkusi so namreč pokazali, da se napake pojavljajo preko omenjene velikosti radija.

Za boljše razumevanje pojava, ki vodi do heterogenosti delovne površine so bile izvedene podrobnejše analize. Rezultati so pokazali razliko v gostoti prašnega materiala (3,5 % med središčem delovne površine in robovi), kar še dodatno potrjuje heterogenost delovne površine. Sintranje je na robnih območjih delovne površine šibkejše. Zaradi tega so kosi slabše pritrjeni in se med postopkom izdelave premikajo. Ta pojav povzroči izgubo materiala v slojih. Poleg tega prašni material na robovih delovnega območja prevaja manj toplotne energije, dovedene z elektronskim snopom. Manjša odvedena toplota povzroča geometrijske deformacije.

Obravnavana metodologija je prvi korak za karakterizacijo homogenosti delovne površine v primeru uporabe tehnologije EBM. Zanimivo dopolnilo bi bila primerjava z drugimi tehnologijami. V študiji je bil ugotovljen izvor napak, toda resnični pojav in načini za odpravo le-teh niso bili potrjeni. Kljub temu sta bili predstavljeni, preizkušeni in validirani dve rešitvi, s katerimi se lahko delno izogibamo pojavu napak.

**Ključne besede:** Aditivne tehnologije, upravljanje kakovosti, homogenost delovnega območja