

# Izbira optimalnih parametrov procesa visokohitrostnega CNC-rezkanja kompozitnih materialov z metahevrističnimi tehnikami – primerjalna študija

Vikas Pare – Geeta Agnihotri – Chimata Krishna\*

Nacionalni institut za tehnologijo Maulane Azada, Bhopal, Indija

Visokohitrostna CNC-obdelava kompozitnih materialov z aluminijastim matriksom je pomembna za letalsko in vesoljsko industrijo. Letalska in vesoljska industrija zahteva visoko kakovost in napovedovanje površinske hrapavosti na podlagi vhodnih parametrov procesa je pomembno za zagotavljanje kakovosti izdelkov. Veliko raziskovalcev se ukvarja s konvencionalno obdelavo, le malo pa se jih je lotilo tehnik optimizacije na področju visokohitrostnih obdelav, kot so npr. optimizacija na osnovi poučevanja in učenja (TLBO) ter gravitacijski iskalni algoritmi (GSA). Namen tega raziskovalnega članka je modeliranje odvisnosti med površinsko hrapavostjo in izbranimi vhodnimi parametri, optimizacija površinske hrapavosti z mehкими računskimi tehnikami kot so GSA, TLBO, SA in GA, primerjava rezultatov, kakor tudi verifikacija in validacija rezultatov iz prejšnjega koraka z izvedbo dodatnega nabora eksperimentov.

Teoretični modeli ne dajejo nujno dobrih rezultatov pri vsakih eksperimentalnih pogojih. Pristopi s poskusi in napakami, kot jih uporablja stroj, niso produktivni in porabijo tudi zelo veliko časa. Z opredelitvijo empiričnih odvisnosti med izhodnimi parametri kot je površinska hrapavost in vhodnimi procesnimi parametri, ki ji sledi optimizacija izhodnih parametrov, je mogoče dobiti razmeroma točne rezultate visokohitrostne obdelave. Razvoj učinkovitih in usmerjenih tehnik optimizacije je nujen, saj konvencionalni pristopi niso primerni za kompleksnejše modele. Mehke računske tehnike so primerne za kompleksne modele in morajo biti uporabljene v tem kontekstu.

Metodologija vključuje naslednje korake:

1. korak: izbira prave kombinacije kompozitnega materiala, rezalnih orodij in opreme,
2. korak: zbiranje podatkov z izvedbo eksperimentov po opredeljenem načrtu,
3. korak: postavitve modela za napovedovanje površinske hrapavosti in
4. korak: optimizacija prediktivnega modela za boljše rezultate.

To raziskovalno delo bo proizvajalcem pomagalo pri izbiranju primernih parametrov procesa za zmanjšanje površinske hrapavosti in povečanje kakovosti končnega izdelka.

Uporabljene so bile štiri optimizacijske tehnike za iskanje optimalne vrednosti površinske hrapavosti in podana je primerjava rezultatov. Izbor rezultatov je prikazan v Preglednici 6. Rezultati, pridobljeni s štirimi izbranimi tehnikami, razkrivajo, da je treba za boljšo površinsko hrapavost aluminijaste površine izbrati višjo hitrost. Vrednost podajanja se je spreminjala od 101,56 do 192,3  $\mu\text{m}/\text{obr.}$ : le ena vrednost je bila blizu vrednosti 200  $\mu\text{m}/\text{obr.}$  in ostale tri vrednosti so bile blizu 100  $\mu\text{m}/\text{rev.}$  Sledi zaključek, da je za minimalno površinsko hrapavost zaželeno majhno podajanje. Kar se tiče globine reza, so bile tri vrednosti blizu 0,2 mm in iz tega sledi, da je za minimalno površinsko hrapavost zaželeno majhna globina reza. Del premera rezkarja, ki sodeluje pri obdelavi, se je spreminjal od 0,5 do 0,6: tri vrednosti so blizu 0,5, četrta pa je blizu 0,6. Število iteracij je bilo večje pri algoritmi SA in GSA, zato je mogoče sklepati, da je za nadaljnje delo zaželeno vrednost deleža 0,5.

Največja hitrost v tej študiji je bila 6000 obr./min, visokohitrostni CNC-stroji pa obratujejo tudi z veliko večjimi hitrostmi. Študijo bi bilo mogoče še razširiti z dodatnimi vhodnimi parametri v večjem območju vrednosti za napovedovanje površinske hrapavosti. Modeli ne upoštevajo vplivov interakcij, ki lahko postanejo predmet prihodnjih raziskav. V pogojih visokohitrostne obdelave bi bilo treba raziskati tudi več kompozitnih materialov z različnimi kombinacijami sestavnih materialov, s čimer bi omogočili izračun optimalnih pogojev obdelave za boljšo pripravo proizvodnih postopkov.

Mikrostruktura in materialne lastnosti kompozita AlSiC so dobro preučene. Ta material je bil obdelan na visokohitrostnem CNC-stroju za ugotavljanje optimalnih vrednosti vhodnih parametrov v območju vrtilnih hitrosti do 6000 obr./min. Za optimizacijo površinske hrapavosti komponent so bile uporabljene optimizacijske tehnike kot sta gravitacijski iskalni algoritem ter optimizacija na osnovi poučevanja in učenja.

**Ključne besede:** visokohitrostna obdelava, kompozit s kovinskim matriksom, površinska hrapavost, gravitacijski iskalni algoritmi, optimizacija na osnovi poučevanja in učenja