

Modeliranje in večciljna optimizacija rezanja jekel C45 in 42Cr4 z elastičnim abrazivnim orodjem

Irina Aleksandrova^{1,*} – Anna Stoynova² – Anatolij Aleksandrov¹

¹Tehniška univerza v Gabrovem, Republika Bolgarija

²Tehniška univerza v Sofiji, Republika Bolgarija

Rezanje z elastičnim abrazivnim orodjem je nov visokozmogljiv postopek za rezanje obdelovancev iz različno trdih materialov, ki zagotavlja manjšo obrabo rezalnih plošč in višjo kakovost obdelanih površin. Literature o rezanju z elastičnim abrazivnim orodjem pa je malo in zato so potrebne dodatne raziskave. Načrtovanje tovrstnih rezalnih operacij danes pogosto poteka le na osnovi izkušenj osebja ali podatkov iz priročnikov in trenutno ni matematičnih modelov, ki bi lahko pokrili vse vidike rezanja z elastičnim abrazivnim orodjem in povezali parametre s pogoji pri rezanju. Za izboljšanje učinkovitosti in uporabnosti rezanja z elastičnim abrazivnim orodjem je proces treba preučiti, modelirati in optimizirati tako, da bodo izpolnjeni izbrani ekonomski in tehnološki kriteriji – ob upoštevanju specifične narave in pogojev za izvedbo.

V članku je predstavljen predlog novega pristopa k modeliranju in optimizaciji procesa rezanja z elastičnim abrazivnim orodjem, ki odraža specifikke procesa rezanja dveh razširjenih konstrukcijskih jekel za strojogradnjo (srednjeogljčnega jekla C45 in legiranega kromovega jekla 42Cr4). Za optimizacijski parameter je bila izbrana posplošena kriterijska funkcija. Gre za kompleksen indikator, ki karakterizira odvisne spremenljivke procesa rezanja z elastičnim abrazivnim orodjem.

S predlaganim optimizacijskim postopkom so bili določeni optimalni pogoji za rezanje jekel C45 in 42Cr4. Pridobljeni so bili naslednji rezultati:

- (1) Za določitev posplošene kriterijske funkcije so bili razviti teoretični in eksperimentalni modeli, ki opisujejo kompleksne vplive kontrolnih spremenljivk procesa (premer rezalnega koluta d_s , pritisna sila F in vrtilna frekvenca obdelovanca n_w). Modeli so bili ustvarjeni na osnovi kompleksnih študij in modeliranja odvisnih spremenljivk v procesu rezanja z elastičnim abrazivnim orodjem (obraba rezalne plošče, čas rezanja, temperatura obdelovanca, temperatura rezalne plošče) glede na delovne pogoje.
- (2) Z uporabo posplošene kriterijske funkcije in genetskega algoritma so bili določeni optimalni pogoji za izvajanje procesa: premer rezalnega koluta $d_s = 120$ mm, pritisna sila $F = 1$ daN in vrtilna frekvenca obdelovanca $n_w = 63,7$ min⁻¹ oz. $n_w = 49,9$ min⁻¹ za jekli C45 in 42Cr4. Verodostojnost izračunanih optimalnih pogojev je bila preverjena z eksperimentalno študijo odvisnih spremenljivk v procesu rezanja. Potrjeno je bilo, da ti pogoji zagotavljajo najboljšo kombinacijo stopnje obrabe rezalne plošče ($\delta \leq 1,58$ mm), temperature rezalnega koluta ($T_s \leq 167$ °C), temperature obdelovanca ($T_w \leq 965$ °C), temperature odrezanega kosa ($T_d \leq 212$ °C) in časa rezanja ($t_c \leq 12,95$ s).

Rezultati novega pristopa k optimizaciji omogočajo izboljšanje učinkovitosti in obvladovanje procesa rezanja z elastično abrazivno ploščo z izbiro optimalnih pogojev za specifično implementacijo procesa. Potrdili so tudi ključno vlogo vrtilne frekvence obdelovanca, pritisne sile in premera rezalnega koluta pri življenjski dobi rezalnega koluta, produktivnosti rezanja ter porazdelitvi temperature v orodju, obdelovancu in odrezanem kosu.

Z ozirom na visoko produktivnost in nizke stroške procesa rezanja z elastičnim abrazivnim orodjem bodo predlagani pristop z večciljno optimizacijo in rezultati teoretično-eksperimentalnih raziskav iz članka uporabni za podjetja, ki se ukvarjajo s strojogradnjo.

Ključne besede: rezanje z elastičnim abrazivnim orodjem, rezalni kolut, večciljna optimizacija, posplošena kriterijska funkcija, jekli C45 in 42Cr4, premer rezalnega koluta, pritisna sila, vrtilna frekvenca obdelovanca