

# Robustna optimizacija hrapavosti površin po struženju avtomatnega jekla AISI 12L14 s pristopom utežene srednje kvadratne napake

Fabricao Alves de Almeida<sup>1</sup> – Guilherme Ferreira Gomes<sup>2</sup> – Vinicius Renó de Paula<sup>1</sup> – João Ederson Corrêa<sup>1</sup> – Anderson Paulo de Paiva<sup>1</sup> – José Henrique de Freitas Gomes<sup>1</sup> – João Batista Turrioni<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zvezna univerza v Itajubi, Inštitut za industrijski inženiring in upravljanje, Brazilija

<sup>2</sup> Zvezna univerza v Itajubi, Strojniški inštitut, Brazilija

Cilj predstavljenega dela je določitev optimalne priprave procesa struženja avtomatnega jekla 12L14, ki bo nevtralizirala vpliv obrabe orodja na srednjo vrednost hrapavosti površine obdelovanca  $R_a$ . Glavni vhodni parametri procesa struženja, kot so rezalna hitrost, podajanje in globina reza, neposredno vplivajo na kakovost in produktivnost procesa, merjeni s količino odstranjenega materiala, obrabo orodja in kakovostjo površine izdelka. V tem delu je bila uporabljena samo srednja vrednost hrapavosti  $R_a$ .

Interakcija med obrabo orodja (zarezna obraba, obraba proste ploskve, obraba v obliki kotanje idr.) in rezalnimi parametri je lahko ključnega pomena za kakovost obdelane površine in lahko povzroča nezadovoljive rezultate.

Za zmanjšanje stroškov eksperimentov na minimum sta bili uporabljeni metoda načrtovanja eksperimentov (DOE) in metoda odzivne površine (RSM). Za ustvarjanje popolnih kvadratičnih modelov je bila uporabljena metoda centralnega sestavljenega načrta (CCD). Opravljena je bila eksperimentalna študija za modeliranje odzivov (z ozirom na povprečno hrapavost obdelanih površin), pri čemer je bila uporabljena zasnova eksperimenta s tremi procesnimi spremenljivkami (rezalna hitrost, podajanje in globina reza) in z eno spremenljivko šuma (nova in obrabljena orodja). V optimizaciji robustnega načrta parametrov (RPD) se uporabljajo zasnove eksperimentov, kot so križana polja. Pri robustni optimizaciji je bila uporabljena dvojna odzivna površina (DRS), kjer se istočasno optimizirata srednja vrednost ( $\mu$ ) in varianca ( $\sigma^2$ ) analizirane lastnosti na podlagi RPD z uporabo večciljnih tehnik, kot je srednja kvadratna napaka (MSE).

V članku je podan predlog za določitev optimalne priprave postopka struženja jekla AISI 12L14, ki odpravlja vpliv obrabe orodja na povprečno hrapavost obdelane komponente. Predlagana je robustna optimizacija, ki ji sledi metamodeliranje za nevtralizacijo hrapavosti pri novem in obrabljenem orodju z uteženim ciljem. Enačbe za srednjo vrednost in varianco hrapavosti so bile modelirane po metodologiji odzivne površine. Uporabljeno je bilo križano polje s tremi vhodnimi spremenljivkami procesa struženja (rezalna hitrost, podajanje in globina reza) ter spremenljivka šuma (uporaba novih in obrabljenih orodij). Isti odzivi so bili nato optimizirani s srednjo kvadratno napako, ki omogoča približanje srednje vrednosti odziva vnaprej določeni ciljni vrednosti z odpravo variabilnosti s pomočjo uteženega cilja.

Opisani postopek omogoča najmanjšo povprečno hrapavost ( $R_a$ ) in variabilnost ter nevtralizira vpliv obrabe orodja. Načrt ima optimalno nastavitvev pri robustnih parametrih  $\mathbf{x}^* = [240,3 \text{ m/min}; 0,124 \text{ mm/vrt}; 0,619 \text{ mm}]$  za odziv  $MSE = 0,0010$  z vrednostjo uteži srednje vrednosti in variance 0,085 ( $w_1$ ) in 0,915 ( $w_2$ ). V potrditvenem eksperimentu se je izkazalo, da faktor šuma ni pomemben za hrapavostni odziv.

Vzpostavitev idealnega obdelovalnega procesa, na katerega ne vpliva spremenljiva obraba orodja, zagotavlja kakovost obdelanih površin. Robustna optimizacija je zato ključnega pomena za optimalno pripravo in vzdrževanje želene ravni hrapavosti za določen čas.

**Ključne besede:** robustna optimizacija parametrov, večciljna optimizacija, srednja kvadratna napaka, struženje avtomatnega jekla 12L14, hrapavost, metodologija odzivne površine, križano polje