

Modeliranje podajalnih sil pri vrtanju nerjavnega jekla AISI 316 z uporabo umetnih nevronske mreže in multiple regresijske analize

Adem Çiçek¹ – Turgay Kivak² – Gürçan Samtaş^{2,*} – Yusuf Çay³

¹Univerza Düzce, Tehniška fakulteta, Turčija

²Univerza Düzce, Visoka poklicna šola Cumayeri, Turčija

³Univerza Karabük, Fakulteta za strojništvo, Turčija

Cilj predstavljene študije je raziskava vpliva rezalnih parametrov (t. j. rezalne hitrosti, podajanja) in globoke kriogene obdelave na podajalno silo (F_f) pri vrtanju v nerjavno jeklo AISI 316. Vijačni svedri iz hitroreznega jekla M35 so bili za preizkus vplivov globoke kriogene obdelave na podajalne sile podvrženi 24-urni kriogeni obdelavi pri temperaturi $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, po običajni toplotni obdelavi pa so bili še 2 h popuščani pri temperaturi $200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Članek obravnava napovedovanje podajalne sile pri vrtanju v bloke iz nerjavnega jekla AISI 316 z umetnimi nevronskimi mrežami (UNM) in multiplo regresijsko analizo. Za učenje in preizkušanje UNM sta bila uporabljena algoritem učenja s skaliranim konjugiranim gradientom (SCG) in logistična sigmoidna prenosna funkcija, za regresijsko analizo pa je bil uporabljen linearni model.

Rezultati eksperimentov kažejo, da so podajalne sile najmanjše pri kriogeno obdelanih in popuščenih svedrih. Rezultati UNM kažejo, da daje učni algoritem SCG s petimi nevroni v skriti plasti za podatke učenja oz. preizkušanja vrednosti determinacijskega koeficienta (R^2) 0,999907 oz. 0,999871. Srednja kvadratna napaka (RMSE) podatkov učenja oz. preizkušanja je bila 0,00769 oz. 0,009066, srednja odstotna napaka (MEP) pa 0,725947 oz. 0,930127. Rezultati eksperimentov so potrjeni z regresijsko analizo s stopnjo signifikantnosti 5% (oz. stopnjo zaupanja 95%), izračunani determinacijski koeficient (R^2) regresijske analize pa je bil 0,992. Razviti modeli so bili vrednoteni z vidika sposobnosti napovedovanja. Napovedane vrednosti se v splošnem dobro ujemajo z eksperimentalnimi vrednostmi. Predlagane modele je zato mogoče učinkovito uporabiti za napovedovanje podajalne sile pri takšnih procesih vrtanja. Obe metodi sta primerni za napovedovanje podajalnih sil v okviru sprejemljive napake.

Analiza variance je pokazala, da je vpliv rezalnih orodij, rezalne hitrosti in podajanja na podajalne sile znotraj eksperimentalno določenih meja. Po rezultatih ANOVA je podajanje najbolj signifikanten faktor vpliva na podajalno silo (97,08%). Sledita mu faktorja rezalnih orodij (1,91%) in rezalne hitrosti (0,23%).

Eden najpomembnejših dejavnikov pri proizvodnih stroških je raba energije. Rabo energije določa moč, ki je potrebna za obdelavo. Podajalna sila (F_f) pri vrtanju je odvisna od specifičnega upora materiala pri odrezavanju in je najpomembnejši parameter, ki določa porabo moči in strošek energije. Umetne nevronske mreže (UNM) je mogoče uspešno uporabiti pri različnih industrijskih aplikacijah. UNM so primerne za modeliranje različnih proizvodnih funkcij, saj se lahko enostavno priučijo kompleksnih nelinearnih in multivariabilnih razmerij med procesnimi parametri. Uporaba nerjavnih jekel in kriogenske obdelave v industriji postaja vse pomembnejša. Tipična področja uporabe nerjavnih jekel so v kemični industriji, procesni opremi (npr. črpalke, armature itd.), v prehranski in farmacevtski industriji, pri dejavnostih na morju in v pohištveni industriji. Za proizvodno industrijo je zelo pomembna tudi določitev optimalne kombinacije parametrov vrtanja, zmanjševanje stroškov in skrajšanje časa obdelave.

Ključne besede: umetne nevronske mreže, regresijska analiza, kriogena obdelava, obdelava z odrezavanjem, podajalna sila, prediktivno modeliranje