

Simulator sistema vodenja hrapavosti površine pri procesu struženja

Franci Čuš – Uroš Župerl*

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Cilj članka je predstaviti modelno podprt sistem vodenja struženja s pripadajočim simulacijskim blokovnim diagramom. Namen na modelu temelječega sistema vodenja je zagotavljati želeno hrapavost obdelane površine s sprotnim prilagajanjem rezalnih parametrov in ohranjanjem konstante rezalne sile. Sistem z dinamično adaptacijo podajanja obvladuje hrapavost površine ter rezalne sile na struženem nožu. Namen izdelave predlaganega sistema vodenja je poiskati omejitve takšnega principa vodenja. Modelno podprt sistem vodenja je izdelan na osnovi poenostavljenega modela procesa struženja in podajalnega servo-sistema. Celotni sistem vodenja se sesoji iz modela napovedovanja rezalnih pogojev, referenčnega bloka, bloka vodenja, procesa odrezavanja, CNC servo-sistema, elementa za korekcijo podajanja in senzorja, ki meri izhodno veličino procesa.

Glavna predpostavka raziskave je bila, da signali izmerjenih rezalnih sil vsebujejo največ uporabnih informacij o kakovosti obdelane površine. Zato so izvedeni eksperimenti, s katerimi so določene funkcijske korelacije med hrapavostjo obdelane površine, rezalnimi silami in parametri vodenja. Korelacija med procesnima izhodnima veličinama in rezalnimi parametri je določena z regresijo. Pri vnaprej definirani globini rezanja je eksperimentalno raziskan vpliv obdelovalnega materiala in rezalnih parametrov (podajanje, globina rezanja) na omenjeno korelacijo. Ugotovljena je visoka stopnja ujemanja med hrapavostjo površine in rezultirajočo rezalno silo pri različnih rezalnih pogojih. Te povezave se nato uporabljene pri izdelavi modelno podprtega sistema vodenja v katerem se z reguliranjem rezalnih sil izboljšuje zahtevana kakovost obdelane površine.

Z namenom demonstracije učinkovitosti predlaganega sistema vodenja je predstavljena zgradba simulatorja in simulacijski rezultati. Model vodenja je izdelan v simulacijskem paketu Matlab-Simulink. Izpeljana je prenosna funkcija celotnega procesa struženja. Rezultati simulacij pokažejo, da je z vidika fluktuacij hrapavosti površine in učinkovitosti struženja predlagan sistem vodenja precej bolj učinkovit kot sistem z konvencionalnim CNC krmiljem. S simulacijami je potrjena adekvatnost in stabilnost sistema vodenja. Rezultati zagotovijo načine za povečanje učinkovitosti procesa z izboljšanjem kakovosti površine, minimiziranjem posledic spremenljivosti procesa in zmanjšanjem stroškov napak pri operacijah končne obdelave. Dokazano je, da lahko z obvladovanjem rezalnih sil uspešno nadzorujemo hrapavost površine, ki je bistven kazalec kakovosti procesa. Z ohranjanjem konstantne rezalne sile se zagotovi konstantna kakovost obdelane površine.

Po uspešno izvedenih simulacijah je bil simulacijski model CNC servo-sistema in simulator odrezavanja nadomeščen z obdelovalnim strojem GF NDM 16. Stružnica je vodena s CNC krmiljem, katero omogoča korekcije podajalne hitrosti v območju od 0 % do 150 %. Povezana je s osebnim računalnikom na katerem je implementiran sistem vodenja.

Zmogljivosti predlaganega sistema so testirane s serijo eksperimentov na Ck45 jeklenih testnih preizkušancih pri spremenljivih rezalnih pogojih. Z integracijo izdelanega sistema vodenja s CNC krmiljem stružnice se poveča kakovost obdelanih komponent. Obdelovalni sistem postane neobčutljiv na motnje zaradi obrabe orodja, nehomogenosti obdelovalnega materiala ter variacij globine struženja. Sistem je zasnovan za preproces struženja, vendar ga je možno prilagoditi za vse postopke obdelave z odrezavanjem.

Ključne besede: odrezavanje, hrapavost površine, modelno podprto vodenje, simulator