

## Modeliranje hladnega prečnega valjanja krožnih žlebov po metodi končnih elementov

Eduard Nițu<sup>1,\*</sup> – Monica Iordache<sup>1</sup> – Luminița Marinței<sup>1</sup> – Isabelle Charpentier<sup>2</sup> – Gaël Le Coz<sup>3</sup> – Gérard Ferron<sup>2</sup> – Ion Ungureanu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerza Pitești, Romunija

<sup>2</sup> LEM3, Univerza Paul Verlaine-Metz, Francija

<sup>3</sup> LEM3, ParisTech-Metz, Francija

*V članku so predstavljeni rezultati raziskave, ki je bila opravljena v Romuniji v okviru projekta št. ID\_711/2008 pod nazivom "Analitično in numerično modeliranje procesov izdelave kompleksnih profilov z volumetričnim hladnim tokom".*

*Raziskava, predstavljena v tem članku, je namenjena razvoju numeričnega modela za analizo procesa hladnega radialnega valjanja izdelkov z žlebovi.*

*Članek opisuje razvoj tridimenzionalnih modelov po metodi končnih elementov s pomočjo zakonov odvisnosti napetosti in deformacij, ugotovljenih v tlačnih preizkusih, in optimalne mreže modela obdelovanca za doseganje natančnih rezultatov s sprejemljivim številom elementov in računskim časom. Proces je bil simuliran s FE-kodo Abaqus/Explicit, validacija rezultatov pa je bila opravljena na osnovi meritev radialnih sil in mikrotrdote.*

*Vedenje materiala je popisano z dvema zakonoma: nizkohitrostni tlačni preizkus (LST) z zakonom deformacijskega utrjanja, ki ima pet parametrov ter združuje Hollomonov in Vocejev zakon, visokohitrostni tlačni preizkus (HST) pa s stopnjo deformacij iz prej omenjenega zakona in temperaturno občutljivostjo po Johnson-Cookovem zakonu. Obe simulirani radialni sili imata zelo podoben razvoj, vrednost maksimalne sile pa je podobna eksperimentalno določeni sili. Podobnost med radialnimi silami, izračunanimi s pomočjo krivulj odvisnosti napetosti in deformacij za primera LST in HST, je mogoče razložiti z dejstvom, da je zelo velikim deformacijam izpostavljena le tanka površinska plast, večina notranje energije, porabljene med valjanjem, pa je v področjih z zmernimi deformacijami. Razvoj sile se zato ravna predvsem po zakonu odvisnosti napetosti in deformacij pri majhnih in srednje velikih deformacijah.*

*Optimalna mreža obdelovanca je bila določena z metalografsko analizo: gosta mreža v območju deformacij blizu površine surovca in precej bolj groba mreža v notranjosti surovca. Mreža ima tri področja v aksialni smeri in dve področji v radialni smeri profila. Dimenzije elementov v teh petih področjih so bile določene glede na glavno značilnost profila – korak  $p$  med sosednjimi žlebovi.*

*Raziskave se lahko nadaljujejo z analizo procesa hladnega valjenja za različne materiale in za podobne profile izdelkov.*

*Opravljene so bile simulacije procesa hladnega valjenja po metodi končnih elementov z optimizirano mrežo in ekstrapolacijo odvisnosti med napetostmi in deformacijami, določenih s tlačnimi preizkusi. Rezultati kažejo, da dajejo simulacije po metodi končnih elementov dragocene informacije za izboljšanje zmogljivosti izdelkov.*

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

**Ključne besede: profil žleba, hladno valjanje, mikrotrdota, modeliranje z metodo končnih elementov**