

Študija vplivnih parametrov vtiskovanja krogle za opredelitev nadzorne funkcije lastnosti materiala pri preoblikovalnih operacijah

Roman Satošek¹ – Michal Valeš² – Tomaž Pepelnjak^{1,*}

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

²Češka tehniška univerza v Pragi, Fakulteta za strojništvo, Češka republika

Odstopanja od predpisanih lastnosti preoblikovanega izdelka v sodobnih, prilagodljivih preoblikovalnih procesih se delijo na napake in motnje delovanja proizvodnega procesa. Za boljši nadzor nad proizvodnjo je potrebno zmanjšati motnje v procesu preoblikovanja. V ta namen je bil uveden nov in inovativen sistem pretoka podatkov, ki je za vse materialne parametre povezan v novo opredeljeno "funkcijo nadzora lastnosti materiala". Za sprotni nadzor proizvodne linije pri procesih preoblikovanja in pridobivanje potrebnih materialnih podatkov je bil izveden preizkus vtiskovanja krogle v merjen material. Glavni parametri, ki jih je treba pri tem upoštevati, so vrednosti izbočenja ali vbočenja preoblikovane okolice kalote po vtisnjenju orodja v obliki krogle ob upoštevanju anizotropnega popisa materiala. Parametrična študija primernosti preskusa vtiskovanja krogle je izvedena na podlagi materialnih podatkov aluminijeve zlitine AW 5754-H22. Metoda končnih elementov (MKE) je uporabljena za oceno vplivov premera krogle orodja, kontaktnega trenja in zgodovine preoblikovanja uporabljenega materiala. Novost tega pristopa in znanstven doprinos dela pri vtiskovanju krogle v material sta: a) povezava linearne korelacije izbočenja z globino vtiskovanja krogle opredeljeno z naklonom k , in b) povezava naklona k z različnimi prednapetostmi z novo potenčno funkcijo. Slednja predstavlja nov koncept parametričnega popisa vplivov materiala na proces vtiskovanja in se ga bo v bodoče integriralo v krmilne sisteme preoblikovalnih procesov.

V članku je predstavljena linearna korelacija ter definicija nove potenčne funkcije opredeljene s parametri a , f_0 in b povezave med gradientom razmerja s_u napram h v odvisnosti od tehnološke zgodovine materiala izvedena za primer aluminijeve zlitine AW 5754-H22. Za njen popis potrebujemo opredelitev naslednjih robnih pogojev: velikosti vtiskovane krogle, vpliva debeline materiala, globine odtisa ter kontaktnega trenja. Našteti robni pogoji so s pomočjo MKE vrednoteni napram višini izbočenja po vtiskovanju krogle v material. Za primer analize trenja so dobljeni numerični rezultati tudi eksperimentalno preverjeni. Ugotovljeno je ujemanje med MKE in eksperimentom pri koeficientu Coulombovega trenja z vrednostjo $\mu=0.2$, ki se v nadaljevanju raziskav uporabi pri izvedbi študije o vplivu anizotropije ter tehnološke zgodovine opazovanega materiala. V MKE je uporabljen Hillov potencialni kriterij tečenja, ki upošteva anizotropne lastnosti materiala. Za popis Hillovih potencialov je uporabljena napetost tečenja v smeri valjanja ter eksperimentalno pridobljeni Lankfordovi parametri anizotropije materiala r (r_0 , r_{45} in r_{90}).

Trenje ima pomemben vpliv na izbočenje in zmanjšuje njegovo vrednost. V primeru anizotropnega materiala je izbočenje odvisno od smeri valjanja. Popis odvisnosti se prikaže z naklonom linije v s_u-h diagramu. Naklon v smeri $\theta=45^\circ$ je najbližji naklonu pri izotropnem material, medtem ko je pri $\theta=0^\circ$ nagib povečan in obratno, pri $\theta=90^\circ$ je manjši kot pri izotropnem materialu.

Tehnološko zgodovino materiala je mogoče zabeležiti s pomočjo linearne odvisnosti med izbočenjem in globino kalote pri čemer ob večjem gradientu navedene odvisnosti, ki je posledica pred-utrjevanja zaradi tehnološke zgodovine materiala, dosežemo opazovano ciljno deformacijo pri nižjih kalotah kot v primeru mehko žarjenega deviškega materiala.

Študija omogoča nadaljevanje raziskav opredeljenega modela generatorja kontrolnih funkcij za nadzor preoblikovalnega procesa. Prav tako odpira vprašanja generalizacije novo opredeljene potenčne funkcije povezave med gradientom razmerja s_u napram h v odvisnosti od tehnološke zgodovine na različne kovinske materiale, njeno generalizacijo in njeno implementacijo v krmilno funkcijo za nadzor preoblikovalnega procesa.

Ključne besede: test vtiskovanja, anizotropija, sprotni nadzorni sistem, preoblikovalni proces, parametrična študija