

Simulacija obvladovanja ločnega posedanja pri hladnem tolkalnem valjanju zobnikov

Qun Ma* – Li Cha – Xiangwei Zhang

Tehniška univerza Xi'an, Znanstveno-tehniška šola za vojaško orožje, Kitajska

Hladno tolkalno valjanje je postopek izdelave zobnikov blizu končne oblike s plastičnim preoblikovanjem, njegove prednosti pa so visoka produktivnost, kratka procesna veriga in visoka kakovost površin. Na surovcu pa po hladnem tolkalnem valjanju ostanejo geometrijske napake kot so obrobek, konkavne konice zob in ločno posedanje. Za ločno posedanje je značilno, da je zob po širini temena višji na sredini in nižji na obeh koncih, teme pa je zato v profilu podobno loku. Področje z ločnim posedanjem je veliko in trenutna rešitev za zagotavljanje zadostne širine temena je podaljšanje surovca in odstranitev obeh koncev s posedanjem. Stopnja izkoristka materiala je posledično nizka.

Simulacije po metodi končnih elementov (MKE) so se razvile v eno najučinkovitejših orodij za preučevanje kompleksnih procesov plastične deformacije kovin in mehanizmov preoblikovanja. Članek obravnava simulacije po MKE za obvladovanje ločnega posedanja. Najprej je bil izračunan radij surovca v prerezu po načelu invariantnosti volumna. V nadaljevanju je bila opravljena simulacija hladnega tolkalnega valjanja po MKE za analizo procesa deformacije in tokov materiala ter opredelitev vzrokov nastanka ločnega posedanja in predloga metode za njegovo obvladovanje. Metoda je bila nato verificirana s simulacijami po MKE.

Glede na načelo invariantnosti volumna plastične deformacije kovine je bil izračunan radij surovca v prerezu. Opravljena je bila simulacija postopka hladnega tolkalnega valjanja po MKE s ciklično obdelavo medzobnih vrzeli in vmesnim podajanjem obdelovanca za določitev geometrijskih napak. Uveden je bil koeficient izgub K za karakterizacijo izgube kovinskih delcev v premeru surovca in izpeljane so bile analitične enačbe za izračun korekture radija surovca v prerezu. Vrednost korekture je bila nato določena z iterativnim reševanjem analitične enačbe, temu pa je sledila ponovna simulacija hladnega tolkalnega valjanja korigiranega surovca po MKE. Rezultati simulacije so pokazali, da je s hladnim tolkalnim valjanjem korigiranega surovca, vrtenjem temenskega kroga in struženjem čelnih ploskev mogoče izdelati zobe s standardno širino temena in globino. Predlagana metoda za korigiranje radija surovca v prerezu omogoča obvladovanje ločnega posedanja in boljšo stopnjo izkoristka materiala.

V članku je predstavljena računska metoda za določitev korekture velikosti surovca pri plastičnem preoblikovanju kovin. Uporabna je za hladno tolkalno valjanje delov zob, optimizacijo procesa hladnega tolkalnega valjanja, skrajšanje procesne verige in izboljšanje stopnje izkoristka materiala.

Predstavljena metoda uvaja koeficient izgub K za karakterizacijo sprememb prereza obdelovanca zaradi toka materiala in ustrezen popravek velikosti surovca za odpravo geometrijskih napak. Najpomembnejša metoda za obvladovanje geometrijskih napak pri plastičnem preoblikovanju kovin ostaja nadzor nad tokom materiala, ki v članku ni obravnavan. Ena od prihodnjih smeri raziskav bodo tudi eksperimentalne študije obvladovanja ločnega posedanja, ki se najboljše ujemajo z realnimi situacijami.

Ključne besede: simulacije, hladno tolkalno valjanje, geometrijske napake, način obvladovanja, ločno posedanje, simulacija po MKE, koeficient izgub, radij prereza