

Modeliranje in simulacija delovanja sil odrezkov na posamezne ploščice rezkalnega orodja

Virginija Gylienė^{1,*} – Vytautas Ostaševičius¹

¹ Tehniška univerza v Kaunasu, Oddelek za industrijski inženiring, Litva

Namen članka je predstavitev modeliranja procesa rezkanja po metodi končnih elementov (MKE). Gre za kompleksen proces, ki je odvisen od dinamike orodja in obdelovanca ter od zahtevnosti geometrije orodja. Za pripravo modela po MKE so bili opravljeni poskusi rezkanja, rezalne sile pa so bile izmerjene z dinamometrom Kistler. Ti poskusi so omogočili opredelitev rezalnih sil v koordinatnem sistemu dinamometra Kistler. Ocenjeno je bilo delovanje sil odrezkov na posamezne ploščice rezkalnega orodja.

Izmerjene rezalne sile so bile preračunane z uporabo matrike za transformacijo koordinatnega sistema, pri čemer material obdelovanca vsakič odstranjuje samo ena ploščica rezkalnega orodja. Na ta način je bilo mogoče sestaviti poenostavljen model MKE procesa rezkanja.

Ob upoštevanju prečnega prereza je bil pripravljen model MKE za določitev izhodnih parametrov modeliranja po MKE. Geometrijski model MKE procesa rezkanja in dinamično vedenje obdelovanega materiala sta bila opisana s predprocesorjem ANSYS in postprocesorjem LS-DYNA. Dinamični vplivi hitrosti preoblikovanja so upoštevani s skaliranjem statične meje plastičnosti s faktorjem, dobljenim po Cowper-Symondsovi enačbi. Cowper-Symondsov deformacijski model se pogosto uporablja pri simulacijah dinamičnih procesov po metodi končnih elementov. V LS-DYNA je bila interakcija na stiku med ploščico in obdelovancem opredeljena z metodologijo „master-slave“ in metodo kazni. Konstante dinamike za MKE so bile izbrane za problem interakcije med deformabilnim telesom in togim telesom.

Med raziskovalnim delom so bili ovrednoteni vsi numerični parametri, izbrani glede na vedenje materiala pri visokohitrostnih deformacijah. Delo je pokazalo, da so opredeljeni parametri vedenja materiala (natančneje Cowper-Symondsove konstante vedenja materiala) za en proces odrezavanja uporabni tudi za druge procese odrezavanja pri isti rezalni hitrosti.

Najprej je bila opravljena analiza izotropnih, kinematičnih in kombiniranih modelov utrjevanja z namenom ugotavljanja njihovega vpliva na preostale napetosti in rezalno silo (tangencialno rezalno silo). Ugotovljeno je bilo, da elastoplastično vedenje materiala s kinematičnim in izotropnim utrjevanjem pomembno vpliva na spremembe rezalne sile. Preostale napetosti so bile ovrednotene ob upoštevanju interakcij na stiku, trenja, hitrosti preoblikovanja materiala in utrjevanja materiala.

Numerični rezultati razvitega modela se zelo dobro ujemajo z rezultati poskusov, napaka pa znaša 3 %. Uporaba modela po MKE ima določene omejitve. Razviti model MKE ne more upoštevati toplotnih procesov, zato je uporaben le na področju visokohitrostne obdelave, kjer v obdelovanec prehaja samo 17 % toplote iz primarne cone. Prihodnje raziskovalno delo bo zato usmerjeno v dodatno potrjevanje razvitih modelov s primerjavo z Johson-Cookovim konstitutivnim modelom vedenja materiala obdelovanca, ter v uporabo modeliranja po MKE pri ultrazvočnih obdelovalnih procesih.

Novosti: Malo je res zanimivih študij modeliranja procesov rezkanja in ustvarjanja zanesljivih modelov po MKE. Večina študij MKE obravnava ortogonalne procese struženja. Predstavljena raziskava pojasnjuje interpretacijo rezultatov meritev rezalnih sil po korakih, ter povezuje rezultate s prečnim prerezom med procesom obdelave, ko se prečni prerez odrezka spreminja zaradi gibanja orodja.

Ključne besede: modeliranje po MKE, stebelasto rezkanje, prečni prerez, Cowper-Symonds, Ls-Dyna