

Predlog eksperimentalno-numerične metode za popis trenja pri preoblikovanju pločevine

Tomasz Trzepieciński¹ – Hirpa G. Lemu^{2,*}

¹ Tehniška univerza v Rzeszowu, Oddelek za oblikovanje, Poljska

² Univerza v Stavangerju, Oddelek za strojništvo in materiale, Norveška

Preoblikovanje delov kompleksnih oblik, kot se pojavljajo npr. pri elementih avtomobilske karoserije, zahteva uporabo orodij z različnimi polmeri in zaokrožitvami robov. Uporaba cilindričnega preizkušanca za modeliranje trenja na zaokroženi površini orodja ne odraža v popolnosti tornih pogojev na robu orodja. Članek zato podaja predlog eksperimentalno-numerične metode za določanje trenja na zaokroženem profilu roba prebijala.

Za simulacijo tornih pogojev na polmerih prebijala in določitev trenja je bil razvit preizkus upogibanja pod napetostjo (BUT), ki je bil izveden v dveh korakih. Vrednosti vlečnih in povratnih nateznih sil so bile najprej določene z vlekem traku prek prosto vrtljivega valja. Sledil je vlek drugega traku prek fiksnega valja za določitev ustreznih vlečnih in povratnih nateznih sil. Opravljene so bile tudi numerične simulacije preizkusa BUT brez trenja v programu ABAQUS, uporabljena pa sta bila elastoplastični pristop z anizotropnim popisom materiala po Hillu in izotropno deformacijsko utrjanje.

Rezultati porazdelitve in vrednosti ekvivalentnih plastičnih deformacij pločevine kažejo maksimalni pritisk na konkavnem profilu, medtem ko so maksimalne plastične deformacije na konveksni strani cilindričnega profila manjše. Torni pogoji, ki so določeni s porazdelitvijo in vrednostjo kontaktnega pritiska, nakazujejo tudi na to, da je razlika v vrednosti maksimalnega kontaktnega tlaka odvisna od podaljšanja preizkušanca. Vrednosti vlečnih in povratnih nateznih sil, ugotovljene v primeru fiksnega valja, imajo največji vpliv na vrednost koeficienta trenja pri analizirani obliki preizkušanca. Vrednost upogibne sile ima manjši vpliv na točnost koeficienta trenja, ki je bila ugotovljena v testu BUT. Rezultati raziskav so tako potrdili, da je predlagana eksperimentalno-numerična metoda uporabna za določanje koeficienta trenja pri orodjih zaokroženega profila.

Glavni problem pri tej raziskavi je bil razvoj realističnega preizkusnega postopka, ki omogoča ločitev tornega upora in upogibnega upora traku na zaokroženih profilih. To je možno le z uporabo cilindričnih preizkušancev, saj necilindrični ne omogočajo izvedbo testa z rotacijskim preizkušancem. Predlagana metoda v članku omogoča določitev koeficienta trenja na zaokroženem robu orodja. Novost je v vrednotenju koeficienta trenja s preizkusom BUT pri preizkušancih necilindričnega profila, ki v predhodnih raziskavah ni bilo ustrezno dokumentirano. Metode zagotavljajo triosno napetostno stanje v kontaktnem področju pločevine z necilindričnim preizkušancem, spremembe površinske topografije pa zato boljše opisujejo realnost kot pri cilindričnih preizkušancih. Znanje o napetostnem stanju na zaokroženih robovih pomembno prispeva k razumevanju narave plastičnih deformacij pločevine na zaokroženem orodju in sprememb topografije.

Ključne besede: upogibanje pod napetostjo, preizkus BUT, metoda končnih elementov, trenje, koeficient trenja, preoblikovanje pločevine