

Identifikacija materialnih lastnosti pločevine v prečni smeri glede na ravnino valjanja s procesom prebijanja

Špela Bolka¹ – Janko Slavič² – Miha Boltežar^{2,*}

¹ Hidria Rotomatika, Slovenia

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Karakterizacija materialnih lastnosti pločevine se tipično izvaja v ravnini valjanja pločevine s pomočjo standardiziranih testov, denimo enoosnega nateznega ali strižnega preizkusa. Pločevino za različne aplikacije, na primer prebijanje ali globoki vlek, se praviloma dobavlja v večjih kolutih. Materialne lastnosti se spreminjajo že v posameznem kolutu, zagotovo pa med posameznimi koluti, kar otežuje tako proizvodnjo kvalitetnih izdelkov, kot tudi eksperimentalno karakterizacijo materiala. Poleg tega se preoblikovanje pločevine pretežno izvaja v prečni smeri glede na ravnino valjanja pločevine, zato bi bilo smotno spreminjanje materialnih lastnosti spremljati v tej smeri, vrednosti identificiranih parametrov pa primerjati z vrednostmi, dobljenimi na podlagi standardnih enoosnih nateznih testov v ravnini valjanja pločevine.

V prispevku obravnavamo pristop k eksperimentalni karakterizaciji mehanskih lastnosti pločevine v prečni smeri glede na ravnino valjanja pločevine. Za eksperimentalno identifikacijo je uporabljena na novo razvita laboratorijska naprava za prebijanje pločevine, ki omogoča polne, delne (do določene globine) ter zaporedne (zaporedni delni preboji do polnega pretrga materiala) preboje pločevine pri različnih hitrostih procesa. Naprava omogoča veliko ponovljivost in natančnost meritev. Mogoča je uporaba različnih geometrij rezilnih elementov – v obravnavanem delu so bili uporabljeni rezilni elementi krožne oblike nazivnega premera 10 mm ter zračnosti 0.025 mm na polmer. Polni preboji so bili izvedeni kvazistatično s hitrostjo približno 0.1 mm/s ter dinamično s hitrostmi (200, 250, 300, 350) mm/s. Enako so bili kvazistatično in dinamično izvedeni tudi delni preboji do globin (100, 200, 300, 350) μm ter zaporedni preboji s korakom 50 μm oziroma 100 μm . Pri tem so bili delni in zaporedni kvazistatični preboji izvedeni z enako hitrostjo kot polni, pri dinamičnih eksperimentih pa je bila začetna hitrost prebijanja ravno dovolj velika, da je nož prebil material do zelene globine. Za vse eksperimente je bila uporabljena končno-žarjena elektro pločevina debeline 0.5 mm, eksperimenti pa so bili izvedeni brez dodatnega mazanja in pri sobnih temperaturah.

Eksperimenti polnih prebojev so služili kot osnova za identifikacijo strižne meje tečenja in strižne trdnosti materiala, ki jih je bilo nato mogoče primerjati z natezno mejo tečenja in natezno trdnostjo materiala v smeri valjanja pločevine. Z uporabo delnih in zaporednih prebojev pa je bilo mogoče iz testa prebijanja identificirati akumulacijo poškodovanosti materiala. Tudi te rezultate je bilo moč primerjati z rezultati nateznih testov – s pomočjo koračnih enoosnih nateznih testov je mogoče, z opazovanjem spreminjanja naklona krivulje razbremenjevanja, določiti napredovanje parametra poškodovanosti, popisane z Lemaitreovim izotropnim zakonom poškodovanosti. Enak pristop je bil uveden tudi v prečni smeri glede na ravnino valjanja pločevine.

Predstavljena metoda tako omogoča nov način karakterizacije in neposrednega spremljanja materialnih lastnosti iz samega procesa prebijanja, kar nakazuje možnost širše industrijske uporabe za sprotno identifikacijo materialnih lastnosti.

Ključne besede: rezanje in preoblikovanje, konstitutivne relacije, elasto-plastični material, mehanski testi, žilavi lom, eksperiment v smeri, prečni na ravnino valjanja

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana, Slovenija, miha.boltezar@fs.uni-lj.si