

Optimalno krmiljenje toplotnega stanja obdelovanca pri globokem brušenju z analizo inverznega prevoda toplote

Marin Gostimirović^{1,*} – Milenko Sekulić¹ – Janez Kopač² – Pavel Kovač¹

¹ Univerza v Novem Sadu, Fakulteta tehniških znanosti, Srbija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Brušenje je eden najpomembnejših obdelovalnih procesov. Razen konvencionalnega finega brušenja v več prehodih se v zadnjem času vse bolj uveljavljajo tudi postopki globokega brušenja. Za globoko brušenje so značilne večje globine rezanja in manjše hitrosti obdelovanca, stik med kolutom in obdelovancem je daljši, prav tako pa je daljši tudi čas stika med orodjem in obdelovancem. Posledica tega je nastajanje večjih količin toplotne energije na enoto površine v daljšem obdobju.

Toplotna energija, ki pri globokem brušenju nastaja v razmeroma ozkem delu področja rezanja, povzroča visoke rezalne temperature. Če so temperature dovolj visoke, da v materialu obdelovanca nastopijo strukturne in fazne spremembe, ima obdelana površina vrsto slabosti, v končni fazi pa se lahko tudi občutno zmanjšajo funkcijske zmogljivosti končnega izdelka. Problem toplotnih pojavov pri globokem brušenju in pojavi v površinskem sloju materiala obdelovanca si zato zaslužijo posebno pozornost.

Učinkovito določanje dejanske toplotne obremenitve površinskega sloja materiala obdelovanca pri globokem brušenju je v veliki meri odvisno od zanesljivosti osnovnega modela porazdelitve toplotnih virov in od značilnosti temperaturnega polja v področju rezanja. V tem delu je bil zato uporabljen drugačen pristop k identifikaciji toplotnega stanja procesa globokega brušenja z uporabo metode inverznega prevoda toplote. Ta eksperimentalna in analitična metoda omogoča ugotavljanje celotnega temperaturnega polja v površinskem sloju materiala obdelovanca in neznanega toplotnega toka na stiku med kolutom in obdelovancem na osnovi temperature, izmerjene v katerikoli točki obdelovanca.

Metoda inverznega prevoda toplote je bila doslej na področju brušenja uporabljana pretežno za identifikacijo procesov z aproksimacijo gostote toplotnega toka ali temperaturnega polja v področju rezanja. V tem članku je bila uporabljena za optimalno krmiljenje toplotnega stanja obdelovanca pri globokem brušenju. Po transformaciji problema inverznega prevoda toplote v ekstremalno obliko lahko z optimizacijo toplotnega toka pridobimo dovoljeno toplotno obremenitev površinskega sloja materiala obdelovanca. Ob dani funkciji stanj in kriterijih kakovosti omogoča krmiljenje toplotne obremenitve obdelovanca določitev optimalnih pogojev globokega brušenja za zelene pogoje obdelave.

Problem inverznega prevoda toplote je bil rešen z numerično metodo končnih razlik v implicitni obliki. Koncept te metode je zelo podoben fizikalnemu procesu, kjer se temperatura ali toplotni tok v vsaki opazovani točki v naslednjem časovnem koraku izračunavata iz izmenjave toplote s sosednjimi točkami. Kot metoda optimizacije za določitev optimalnega krmiljenja nad prej definiranim problemom inverznega prevoda toplote v ekstremalni obliki je bila izbrana iterativna metoda iskanja. Iterativni postopek se konča, ko sta si izračunana in izmerjena temperatura zelo blizu oziroma sta skoraj identični.

V članku je predstavljen drugačen pristop k toplotni energiji pri globokem brušenju. Članek predstavlja analitične in eksperimentalne raziskave dovoljenih toplotnih obremenitev v površinskem sloju materiala obdelovanca med globokim brušenjem. Rezultati študije so uporabni v industriji. Raziskave, opravljene v sklopu tega dela, so ključnega pomena za optimalno krmiljenje pogojev pri globokem brušenju. Eno od možnih področij uporabe so proizvodni sistemi za izdelke z natančno geometrijo iz materialov, ki se težko obdelujejo.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: globoko brušenje, toplotna energija, temperatura, toplotni tok, problem inverznega prevoda toplote, optimalno krmiljenje