

Temperatura in prehajanje toplote iz območja rezanja v orodje pri struženju jekla AISI 321

Marian Bartoszek

Tehniška univerza v Opolah, Poljska

Navdih za ta članek izhaja iz dolgoletnih izkušenj na področju numeričnih simulacij disipacije toplote v območju rezanja. Izračuni po metodi elementarnih bilanc (MEB) so jasno pokazali, da znani koeficienti particije toplote po avtorjih Reznikov, Kato-Fujji ali Shaw ne izpolnjujejo svojega namena. Uporaba teh koeficientov v izračunih povzroči velika odstopanja med simulirano in eksperimentalno določeno povprečno temperaturo na stiku. To odstopanje se z višanjem rezalne hitrosti le povečuje. Analiza teh dejstev je privedla do domneve, da se vrednost koeficienta particije toplote z naraščanjem rezalne hitrosti zmanjšuje in ne povečuje, kot je bilo privzeto pri oblikovanju obstoječih koeficientov. Zato je bila sprejeta odločitev za izvedbo eksperimentalne študije in simulacij za oceno novega koeficienta particije toplote R_B , ki bo bolje opisoval porazdelitev toplote med odrezkom in orodjem.

V članku so prikazani rezultati teh študij, in sicer rezultati eksperimentalnih študij ter rezultati analitičnih in numeričnih modelov toplotnih lastnosti procesa odrezavanja. Opravljeni so bili preskusi suhega ortogonalnega struženja avstenitnega jekla AISI 321 z rezalnim robom z ravno cepilno ploskvijo, izdelanim iz finostrukturnega karbida H10F. Uporabljeno je bilo orodno držalo PTNGR 2020-16 in rezalne ploščice TNMA 160408 brez zaščitnih prevlek. V preskusih ni bila uporabljena hladilno-mazalna tekočina.

Z numeričnimi izračuni so bile določene nove vrednosti koeficienta particije toplote in v ta namen je bila uporabljena metoda postopne aproksimacije. V nadaljnjih ponovitvah so bile privzete določene vrednosti koeficienta R_B za doseganje pravih rezultatov izračunov. S privzetimi vrednostmi je bila nato razvita formula za novi koeficient porazdelitve toplote R_B . Iz poteka sprememb novega koeficienta porazdelitve toplote je razvidno, da se njegova vrednost zmanjšuje z naraščanjem rezalne hitrosti. To se ujema z dejanskim stanjem, saj se s povečevanjem rezalne hitrosti krajša stik med odrezkom in cepilno ploskvijo. Obenem se povečuje hitrost pretoka odrezkov, s tem pa se skrajša čas vplivanja toplotnega toka na rezalni rob. Oba dejavnika pripomoreta k temu, da se z naraščanjem rezalne hitrosti zmanjšuje odstotni delež toplotnega toka, ki vstopa v orodje po kontaktni dolžini. Formula za novi koeficient particije toplote temelji na medsebojnih odvisnostih termofizikalnih lastnosti rezalnega roba in obdelovanega materiala. Za povečanje točnosti izračunov toplotne prevodnosti sta bili določeni toplotna difuzivnost in specifična toplota obeh materialov.

Raziskava je dokazala, da dosedanja metodologija za računanje povprečne kontaktne temperature s Shawovimi empiričnimi formulami ne deluje. Razlika med povprečnimi kontaktnimi temperaturami iz izračunov in iz eksperimentalnih študij znaša do 23 %. Zato je predlagana nova formula za računanje povprečne vrednosti kontaktne temperature na osnovi zakona toplotne prevodnosti. Izračuni, narejeni z novo formulo, so bistveno točnejši. Največja razlika med rezultati eksperimentov in izračunov po novi formuli je 3,5 %.

Rezultati kažejo, da so lahko razvite formule uporabno orodje za hitro ocenjevanje porazdelitve toplote v območju rezanja. Vsestransko uporabnost formul pa bo mogoče potrditi le z nadaljnjimi raziskavami obdelanih materialov z različnimi termofizikalnimi in obdelovalnimi lastnostmi. Preliminarna analiza rezultatov za jeklo AISI 1045 je pokazala točnost domnev in dobro delovanje izpeljanih formul.

Ključne besede: proces odrezavanja, numerično modeliranje, kontaktna temperatura, porazdelitev toplote