

Brušenje cementnega karbida z uporabo vitrificiranega diamantnega zatiča in mazanega tekočega ogljikovega dioksida

Deepa Kareepadath Santhosh^{1,*} – Franci Pušavec¹ – Peter Krajnik^{1,2}

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

² Tehnološka univerza Chalmers, Oddelek za industrijsko znanost in znanost o materialih, Göteborg, Švedska

Karbidne trdine zaradi svoje trdote, obrabne odpornosti in žilavosti spadajo med težko obdelovalne materiale. V izdelovalnih procesih rezalnih orodij se tako soočamo s težavami pri brušenju le teh, saj so procesi povezani z velikimi rezalnimi silami, specifično energijo brušenja, obrabo brusa in nizko stopnjo odvzema materiala. Za mazanje in hlajenje se v pri industrijskem brušenju karbidnih trdin običajno uporabljajo mineralna olja, ki niso okolju prijazna. Zmanjšanje količin uporabljenih hladilno-mazalnih tekočin pa lahko prispeva k večji trajnosti proizvodnih procesov. Vse bolj atraktivno alternativo predstavljajo kriogeno-MQL sistemi, kjer sta v rezalno cono dovedena ogljikov dioksid in oljna megla. Enega od takih sistemov predstavlja ArcLub One, ki je obravnavan v tem delu. Ta inovativna tehnologija hlajenja in mazanja, ki se je izkazala za učinkovito pri odrezovalnih procesih, kot sta vrtnanje in freziranje, uporablja enokanalni dovodni sistem za dovod kapljevite faze kriogenega medija v rezalno cono. Na podlagi pregleda literature je ugotovljeno, da so raziskave brušenja karbidnih trdin z majnimi orodji omejene. Zato je cilj tega dela preučiti obdelovalnost pri brušenju, vključno s topografijo brusa in fenomenom zaprtja por, povezanih z različnimi tehnikami hlajenja/mazanja.

Eksperimentalno delo obsega spreminjanje hitrosti brusa v območju od 2 do 12 m/s pri konstantni hitrosti obdelovanca (100 mm/min) in globini rezanja (10 μ m), kar je omogočilo testiranje šestih različnih pogojev agresivnosti brušenja. Pri eksperimentih so bili uporabljeni trije pogoji hlajenja in mazanja: suho, z emulzijo in z LCO₂-MQL opcijo. Vrednotenje obdelovalnosti je vključevalo analizo sil brušenja, specifične energije brušenja, topografijo brusa in mašenje por brusa z materialom obdelovanca. Ugotovitve so pokazale, da so pri brušenju z LCO₂-MQL sile brušenja najmanjše. V primeru normalnih sil, so te za 8 % do 145 % manjše od brušenja na suho, in za 18 % do 33 % manjše od brušenja z emulzijo. Na drugi strani so tangencialne sile za 4 % do 66 % manjše od suhega brušenja in za 28 % do 78 % manjše od brušenja z emulzijo. Poleg tega je specifična energija za 24 % do 51 % nižja v primerjavi s suho obdelavo in za 64 % do 69 % nižja v primerjavi z emulzijo, kar kaže na sposobnost učinkovitega odrezavanja. Na tem mestu je potrebno omeniti, da se pri suhem brušenju razmerja med silami brušenja gibljejo med 0,32 in 0,38. Za primerjavo, uporaba emulzije pri brušenju daje razmerja od 0,50 do 0,82, kar pomeni povečanje za 56 % do 116 % v primerjavi s suhim brušenjem. Najnižje razmerje sil pa ima LCO₂-MQL, in sicer med 0,21 in 0,37, kar pomeni zmanjšanje za 3 % do 34 % v primerjavi s suhim brušenjem in za 55 % do 58 % v primerjavi z brušenjem z emulzijo. Opozoriti pa je potrebno, da je bilo kljub najnižjim vrednostim sil in specifične energije, pri brušenju z LCO₂-MQL ugotovljeno občutno mašenje por na površini brusa. Verjeten vzrok za to je pomanjkanje kisika v CO₂ atmosferi, kar lahko poveča adhezijo kovinskih delcev (odrezkov) na brus. Kljub temu uporaba LCO₂-MQL hladilno-mazalne tehnike kaže potencial za učinkovito brušenje, zlasti pri višjih stopnjah agresivnosti procesa, katerega opredeljujejo najnižje specifične energije.

Ugotovitve dela tako predstavljajo priložnosti za nadaljnje raziskave izboljšanja odrezavanja pri brušenju karbidnih trdin, zlasti z vidika obremenitve/mašenja brusa in razumevanja vloge atmosfere pri procesu brušenja. Ugotovitve pridobljene s to raziskavo, bodo vsekakor lahko koristne pri razširitvi poskusov na konvencionalno brušenje z uporabo LCO₂-MQL.

Ključne besede: brušenje, karbidne trdine, hlajenje in mazanje, diamantni brus, kapljeviti ogljikov dioksid (LCO₂), enokanalni dovod, minimalna količina mazanja (MQL)