

Izboljšanje obdelovalnosti keramike na osnovi cinkovega oksida s frezanjem z lasersko asistenco

David Muženič* – Jaka Dugar – Davorin Kramar – Matija Jezeršek – Franci Pušavec
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Keramika na osnovi cinkovega oksida (ZnO) je elektronska keramika, ki se večinoma uporablja pri komponentah za zaščito pred impulzi zelo visoke napetosti (nekaj 100 kV). Za doseg pravilnega delovanja takšnih komponent je ena ključnih zahtev oster rob, ki nastane po končni obdelavi sintranega surovca. Zaradi same sestave te keramike, je le-ta izredno krhka, kar posledično privede do krušenja robov izdelka med končno obdelavo.

Trenutno stanje tehnike pri končni obdelavi izdelkov iz ZnO keramike je postopek lepanja. Hitrosti odnašanja materiala so pri postopku lepanja veliko manjše, kot pri postopkih odrezavanja (struženje, frezanje), kar privede do visokih proizvodnih stroškov takih komponent. Uspešna uvedba npr. frezanja v proizvodni proces komponent iz ZnO keramike bi tako privedla do občutnega znižanja proizvodnih stroškov takih komponent.

Kot je bilo ugotovljeno v predhodnih študijah avtorjev tega prispevka na frezanju ZnO keramike, je krušenje robov glavni faktor, ki znižuje obdelovalnost tega materiala in konvencionalen proces frezanja ni primeren za končno obdelavo izdelkov iz ZnO keramike. Z namenom izboljšanja obdelovalnosti tega materiala je bila v konvencionalni proces frezanja uvedena laserska asistenco (angl. Laser-Assisted Milling - LAMill), pri čemer se z uporabo laserja material obdelovanca pred rezalno cono segreje in s tem zmehča. Za določitev vpliva laserske asistencije na proces frezanja, je bila izvedena serija eksperimentov konvencionalnega frezanja ter frezanja z lasersko asistenco, pri katerih so bile uporabljene različne moči laserskega žarka. Rezultati so pokazali, da laserska asistenco lahko izboljša obdelovalnost ZnO keramike preko zmanjšanja krušenja robov ter izboljšanja hrapavosti obdelane površine. Za uporabljene parametre frezanja (globina in širina frezanja $a_p = 0,1$ mm in $a_e = 0,33$ mm ter podajalna in rezalna hitrost $v_f = 250$ mm/min in $v_c = 78,5$ m/min) je bilo ugotovljeno, da obstaja optimalna moč laserskega žarka, pri kateri je izboljšanje obdelovalnosti največje. Pri optimalni moči laserskega žarka 120 W je bilo zmanjšanje parametrov hrapavosti obdelane površine R_a in R_z 37 % ter 46 %. Pri tej moči je bilo doseženo tudi 15 % zmanjšanje povprečne ter 17 % zmanjšanje največje širine odkruškov na robu, nastalem med obdelavo. Pri večjih močeh laserskega žarka je bilo doseženo dodatno zmanjšanje odkruškov, vendar so se pri teh močeh laserskega žarka na obdelani površini pojavile razpoke, za katere avtorji sklepajo, da so posledica termičnega šoka.

Čeprav je inovativni pristop k obdelavi ZnO keramike s frezanjem z lasersko asistenco, predstavljen v tem članku, pokazal potencial za izboljšanje obdelovalnosti tega materiala, je potrebno še veliko raziskav, da bi povsem razumeli vpliv laserske asistencije na obdelovalnost tega materiala ter bi lahko tak postopek uvedli v proizvodni proces elektronskih komponent. Krušenje robov, nastalih pri končni obdelavi takih komponent je glavni faktor, ki znižuje obdelovalnost tega materiala in aplikacija laserske asistencije v postopek frezanja je omejena s termičnim šokom, ki ga hitro ogrevanje z laserskim žarkom povzroči v materialu obdelovanca. Naslednji korak, nujen za razumevanje tega procesa je torej formacija modela prenosa toplote, s katerim se lahko zanesljivo napove temperatura blizu robov obdelovanca, kot posledica segrevanja z laserjem. Poleg tega je za obvladovanje tega procesa potrebno raziskati mehanizme, ki povzročijo povečanje obdelovalnosti tega materiala pri povišanih temperaturah.

Ključne besede: keramika na bazi cinkovega oksida (ZnO), obdelovalnost, frezanje z lasersko asistenco, hrapavost obdelane površine, krušenje robov