

Določevanje obrabe fokusirne šobe z merjenjem premera abrazivnega vodnega curka

Miha Prijatelj¹ – Marko Jerman¹ – Henri Orbanič¹ – Izidor Sabotin¹ – Joško Valentinčič¹ – Andrej Lebar^{1,2,*}

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Slovenija

Obdelava z abrazivnim vodnim curkom (AVC) je postopek rezanja, ki uporablja visoko-hitrostni vodni curek za pospeševanje trdih abrazivnih zm, ki odnašajo material obdelovanca. Tehnologija omogoča rezanje praktično vseh vrst materialov, s to prednostjo, da se med procesom rezanja material ne segreva bistveno, vendar je omejena z dokaj slabo natančnostjo. Izvor slabe natančnosti leži v nedefinirani rezalni geometriji, fleksibilnem orodju, ki ob vstopu v atmosfero začne razpadati in se med rezanjem ukrivi ter v nenadzorovani obrabi fokusirne šobe. Razpad curka v atmosferi povzroča koničen rez, kar se delno odpravlja z nagibom rezalne glave. Drugi del problema zagotavljanja natančnosti reza je določanje širine reza. Trenutno se za širino reza privzame premer nove fokusirne šobe, kar pomeni, da so kosi odrezani z novo šobo relativno natančni, ko pa se fokusirna šoba začne obrabljati in se širina curka poveča, se tudi natančnost reza zmanjša. Članek obravnava nov pristop k izboljšanju natančnosti reza in zagotavljanju kakovosti procesa z merjenjem premera AVC z linijskim laserjem ter ugotavljanjem povezave širine curka z obrabljenostjo fokusirne šobe.

V eksperimentih je bil uporabljen preprost laserski mikrometer s širino žarka 5 mm, valovno dolžino 780 nm in natančnostjo merjenja 0,01 mm, ter pet različno obrabljenih fokusirnih šob. Dve fokusirni šobi sta bili novi, tri fokusirne šobe pa so bile obrabljene, kar je omogočalo merjenje AVC različnih širin in geometrijskih lastnosti. Premeri fokusirnih šob so bili merjeni z orodjarskim merilnim mikroskopom Mitutoyo TM z natančnostjo 0,001 mm. Merjenje širine AVC je potekalo pri dveh tlakih črpalke, z in brez dodajanja abraziva, pri različnih časih merjenja ter na različnih oddaljenostih od fokusirne šobe. Pri merjenju premera AVC je velik problem predstavljalo pršenje curka, ki je popačilo meritve in pljuskanje vode iz bazena ob vstopu AVC v bazen. Za odpravo tega problema je bilo razvito ohišje, ki mehansko ščiti zaslon laserja pred pljuskanjem in izpihovalni modul, ki je ustvarja zračno zaveso ob zaslonu laserja in s tem odpihuje drobne kapljice. Ohišje omogoča tudi nastavljanje višine merjenja.

Rezultati meritev kažejo, da premer curka izrazito niha, zaradi česar je nemogoče določiti obrabo fokusirne šobe tako natančno kot obrabo trdnih orodij kot je primer pri struženju. Pri primerjavi premera curka z abrazivom in brez abraziva je opaziti, da je premer curka z abrazivom izrazito večji. To je posledica dogajanja v mešalni komori, ko abraziv vstopi v vodni curek in s seboj potegne tudi okoliški zrak, zaradi česar se poveča volumen curka in s tem posledično tudi njegov premer. Opaženo je bilo tudi, da imajo rezultati meritev z abrazivom slabšo ponovljivost in stabilnost. To je rezultat majhnih delcev abraziva, ki priletijo na zaslon laserja in se s časom tam akumulirajo, ker jih izpihovalni modul ne odpihne stran dovolj učinkovito. Zaradi nalaganja te plasti laserski senzor zaznava postopno večanje premera, kar vodi v napačne rezultate. Zaradi teh težav so bile meritve z abrazivom zavržene. Meritve premera pri različnih tlakih so pokazale, da so meritve premera curka bližje premeru fokusirne šobe pri nižjih tlakih, t.j. pri 200 MPa. Meritve pri različno dolgih časih so pokazale, da čas merjenja nima vpliva na standardno deviacijo meritev, ima pa izrazit vpliv na merilno negotovost. Iz eksperimentov je bil določen optimalni čas merjenja 4 s. Meritve na različnih oddaljenostih od konca fokusirne šobe so pokazale, da je dosežena najboljša korelacija med premerom curka in premerom fokusirne šobe pri 1 mm. Opaziti je bilo tudi, da je divergentni kot curka zelo odvisen od obrabe fokusirne šobe. Ob upoštevanju vseh zgoraj naštetih ugotovitev, je merilni modul sposoben izmeriti premer fokusirne šobe z negotovostjo $\pm 0,03$ mm. Ker je premer fokusirne šobe uporabljen za nastavitev odmika rezalne glave od konture rezanja, tak podatek zanesljivo pripomore k izboljšanju natančnosti reza. Z rednim merjenjem premera curka je mogoče tudi spremljati obrabo fokusirne šobe in določiti čas, ko je potrebno fokusirno šobo zamenjati. Z implementacijo takega modula v sam stroj za rezanje z AVC in merjenjem premera curka pred vsakim rezanjem ter naknadno korekcijo odmika rezalne glave od konture reza, bi se povečala tudi stopnja avtomatizacije procesa. S tem bi se izboljšala zanesljivost procesa in skrajšal čas, ki ga operater nameni preverjanju ustreznosti komponent.

Ključne besede: abrazivni vodni curek, premer šobe, premer curka, obraba šobe