

Analiza vpliva procesnih parametrov na variabilnost debeline sten izdelka pri konvencionalnem vrtilnem preoblikovanju avstenitnega nerjavnega jekla Cr-Mn

Peter Šugár¹ – Jana Šugárová¹ – Ján Petrovič²

¹ Slovaška tehniška univerza, Fakulteta za materiale in tehnologijo, Slovaška

² Eiben, Co. Ltd., Slovaška

Konvencionalno rotacijsko preoblikovanje je tehnologija, pri kateri se krožna pločevina postopoma preoblikuje na trnu z delovanjem valja, ki lokalizirano pritiska na zunanjo površino pločevine in z aksialnim gibanjem ustvari simetričen izdelek. Gre za prilagodljiv postopek preoblikovanja pločevine, ki predstavlja cenovno ugodno alternativo za izdelavo delov z zelo dobrim razmerjem med trdnostjo in maso.

V praksi velja prepričanje, da je debelina stene preoblikovanih delov pri konvencionalnem rotacijskem preoblikovanju praktično konstantna, v resnici pa je debelina stene porazdeljena neenakomerno. Dosedanje eksperimentalne študije so pokazale, da je spremenljivost debeline stene odvisna predvsem od števila prehodov orodja, zamika med posameznimi prehodi, podajanja orodja, oblike izdelka, polmera valja, trenja in trajektorije prvega prehoda orodja.

Čeprav je bilo s sistematičnimi eksperimentalnimi in teoretičnimi preiskavami pridobljeno znanje o mehaniki rotacijskega preoblikovanja, ki pomaga pri razumevanju lastnosti končnih izdelkov, pa vzroki tanjšanja sten izdelka med konvencionalnim rotacijskim preoblikovanjem še vedno niso popolnoma raziskani. Pozornost je bila posvečena predvsem izdelkom iz ogljikovih jekel in aluminijevih zlitin, zato obstaja vrzel med rezultati akademskih raziskav in potrebami industrije na področju konvencionalnega vrtilnega preoblikovanja težko obdelovalnih materialov.

V predstavljeni študiji je bila analizirana variabilnost debeline stene preoblikovanega izdelka (valjast lonček s premerom zaokrožitve 0,2 mm oziroma oblika, ki bi jo bilo težko doseči na tradicionalnih stiskalnicah) iz avstenitnega nerjavnega jekla Cr-Mn. Za eksperimentalno meritev geometrijske natančnosti je bila uporabljena brezkontaktna metoda zajema podatkov. Debelina je bila merjena na sedmih mestih med dnom in odprto stranjo izdelka, in sicer v treh smereh, povezanih s smermi valjanja pločevine: 0°, 45° in 90°. Razlike v debelini stene izdelka v različnih smereh valjanja pločevine so zanemarljive, zato so bile za končno ovrednotenje uporabljene srednje vrednosti debeline, merjene v treh smereh. Vzorci so bili digitalizirani s 3D-optičnim sistemom GOM ATOS II TripleScan SO MV 320 pod nadzorom programske opreme GOM ATOS Professional v7.4. Vpliv hitrosti trna, podajanja in profila orodne poti (konveksen, konkaven oz. linearen) na variabilnost debeline stene je bil preučen s trinivojsko faktorsko zasnovo eksperimenta. Za kvantifikacijo vplivov vhodnih dejavnikov in njihovih interakcij na variabilnost debeline stene je bila opravljena analiza variance (ANOVA) s programsko opremo Minitab v17.

Rezultati kažejo, da se maksimalna variabilnost debeline stene pojavi približno na polovici višine stene izdelka (območje tanjšanja) in na odprtem koncu izdelka (območje debeljenja).

Med vsemi preučeni procesnimi parametri je bil statistično najbolj signifikanten profil orodne poti, ki mora biti zato natančno krmiljen. Konkaven profil orodne poti povzroči signifikantno zmanjšanje debeline stene v območju tanjšanja in minimalno zдебelitev stene na odprtem koncu izdelka, ki ju spremlja povečana višina dela. Pri konkavni poti valja so bistveno večje natezne radialne napetosti, ki so tudi glavni razlog za intenzivno tanjšanje stene.

Rezultati eksperimenta potrjujejo minimalno variabilnost debeline stene pri uporabi velikega podajanja ter minimalen vpliv hitrosti trna na variabilnost debeline stene v obeh območjih stene dela.

Za najmanjšo variabilnost debeline stene rotacijsko preoblikovanih delov je priporočljiva uporaba konveksne poti orodja v kombinaciji z večjimi vrednostmi podajanja.

Ključne besede: rotacijsko preoblikovanje kovine, nerjavno jeklo, 3D-optično skeniranje, debelina stene, ANOVA