

Vpliv debeline stene surovca na proces rotacijskega stiskanja votlih delov

Janusz Tomczak* – Tomasz Bulzak – Zbigniew Pater
Tehniška univerza v Lublinu, Fakulteta za strojništvo, Poljska

Votle dele, kot so gredi spremenljivega premera in osi, je mogoče izdelovati z različnimi postopki preoblikovanja kovin, med katerimi so najbolj priljubljeni rotacijsko kovanje, ekstrudiranje, hidroforming, potisno preoblikovanje in rotacijsko ekstrudiranje. Rotacijsko stiskanje je inovativna tehnologija preoblikovanja za izdelavo votlih kovinskih delov, ki je bila razvita na Tehniški univerzi v Lublinu.

V procesu rotacijskega stiskanja sodelujejo trije valji, ki se ne le vrtijo, temveč se tudi premikajo proti osi obdelovanca. Kot surovci pri rotacijskem stiskanju se uporabljajo kosi komercialnih cevi ali tulcev, ki se vrtijo in obenem tanjšajo pod vplivom delovne površine orodij. Premer obdelovanca se tako postopoma zmanjšuje. Rotacijsko stiskanje ima svoje mesto v industriji zaradi preproste zasnove procesa in primernosti za avtomatizacijo.

Postopek rotacijskega stiskanja za izdelavo votlih delov je nova in danes še ne dovolj preučena tehnologija preoblikovanja kovin. Zato so upravičene numerične in eksperimentalne raziskave za opredelitev razmerij med posameznimi parametri rotacijskega stiskanja in kakovostjo votlih izdelkov. V članku je predstavljen vpliv začetne debeline stene obdelovanca na rotacijsko stiskanje in kakovost izdelka. Kot surovci v numeričnih simulacijah in eksperimentalnih preizkusih so bili uporabljeni kosi cevi. Zunanji premer cevi D je bil 42,4 mm, debelina stene t_o pa 3, 5, 7, 9 in 11 mm. Numerična analiza je bila opravljena po metodi končnih elementov s programsko opremo za simulacije Simufact Forming, različica 12.0. Numerični rezultati so bili nato verificirani z laboratorijskimi preizkusi v laboratorijskih pogojih. Preizkusi so bili opravljeni na kovaškem stroju, ki je bil zasnovan in izdelan na oddelku za računalniško modeliranje in preoblikovanje kovin na Tehniški univerzi v Lublinu.

V raziskavi je bil ugotavljan vpliv začetne debeline stene obdelovanca na porazdelitev napetosti, temperatur, navor in obremenitve. Na podlagi rezultatov smo lahko opredelili vpliv začetne debeline obdelovanca na spremenljivost debeline in dolžine stene, pri čemer je zmanjšanje premera na prehodu ostalo konstantno $d = D/d = 1,5$ (kjer je D zunanji premer obdelovanca in d zunanji premer na prehodu). Z analizo geometrije narejenih delov je bilo mogoče ugotoviti, da zmanjšanje zunanjega premera vpliva na debelino stene obdelovanca in na dolžino. V večini primerov smo opazili povečanje debeline stene na oblikovanem prehodu, le pri obdelovancu z začetno debelino $t_o = 11$ mm se je ta parameter med rotacijskim stiskanjem zmanjšal. Poudariti pa je treba, da se relativno povečanje debeline stene na oblikovanem vratu (v primerjavi z začetno debelino) zmanjšuje s povečevanjem začetne debeline stene obdelovanca. Obraten trend je viden pri dolžini obdelovanca, kjer večja začetna debelina stene povzroči podaljšanje dela. Deli, narejeni po postopku rotacijskega stiskanja, imajo značilno neenakomerno porazdelitev napetosti: večja kot je začetna debelina stene obdelovanca, bolj neenakomerna je porazdelitev napetosti. Postopek rotacijskega stiskanja je lahko zahtevnejši pri oblikovanju delov z debelino stene pod 5 mm. Vzrok je v tem, da je material pri manjši debelini stene bolj nagnjen k hitremu ohlajevanju med procesom preoblikovanja.

Prihodnje študije rotacijskega stiskanja bi morale biti usmerjene v preučevanje pojavov, ki lahko prekinajo stabilnost procesa. Smiselne bi bile tudi raziskave za ugotavljanje povezav med tehnološkimi parametri procesa in geometrijo obdelovanca.

Ključne besede: rotacijsko stiskanje, votli deli, votle gredi, preoblikovanje kovine, metoda končnih elementov, eksperiment