

# Vpliv razmerja med debelino in premerom luknje matrice na proces štancanja pločevine

Kaan Emre Engin<sup>1,\*</sup> – Omer Eyercioglu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Adiyamanu, Tehniška fakulteta, Oddelek za avtomobilsko tehniko, Turčija

<sup>2</sup>Univerza v Gaziantepu, Tehniška fakulteta, Oddelek za strojništvo, Turčija

Postopek štancanja je zelo razširjen v proizvodnji pločevinastih izdelkov. Učinkovitost procesa je odvisna od ravnovesja med kakovostjo površine štancanih izdelkov in prihranka energije med procesom. Čeprav je štancanje na prvi pogled morda preprost postopek, pa je ta proces odvisen od mnogih parametrov.

Splošni parametri procesa so rezilna reža, vrsta in debelina materiala, rezalna hitrost, geometrija orodja, obraba orodja in kinematika stiskalnice. Vpliv različnih parametrov procesa na kakovost površine in energijsko učinkovitost je dobro preučen, manjkajo pa podatki o vplivu razmerja med debelino in premerom orodja na kakovost površine in energijsko učinkovitost.

Namen predstavljene študije je raziskava vpliva omenjenega razmerja na obremenitve pri štancanju, potrebno energijo za rezanje in kakovost površine štancanih delov (s preiskavo kotov napredovanja razpok in porazdelitve con) pri različnih rezilnih režah.

Opravljeni sta bili eksperimentalna študija in študija po metodi končnih elementov. Uporabljena so bila štiri različna razmerja med debelino in premerom matrice ( $t/D_m = 1/5$ ,  $t/D_m = 1/10$ ,  $t/D_m = 1/30$  in  $t/D_m = 1/50$ ) ter pet različnih rezilnih rež (1 %, 3 %, 5 %, 10 % in 20 % debeline) za štancanje 2 mm debelih okroglih delov iz nerjavnega jekla AISI 304. Za eksperimentalno študijo je bil izdelan poseben komplet orodij z izmenljivimi pestiči in matricami iz jekel AISI 4140 in St37, uporabljena pa je bila hidravlična stiskalnica s kapaciteto 300 kN. Hitrost prebijala med štancanjem je bila konstantna, t.j. 0,01 m/s. Za študijo po metodi končnih elementov je bil uporabljen paket Deform-2D. Privzet je bil osnosimetričen proces štancanja in za simulacijo parametrov procesa je bil uporabljen 2D-model. Za izračune je tako zadostoval samo polovični model orodja. Uporabljen je bil normaliziran kriterij loma po Cockroftu in Latham, za modeliranje pa so bili uporabljeni izoparametrični kvadratni elementi.

Ugotovljena je bila povezava med energijo za štancanje, koti napredovanja razpok in porazdelitvijo con. Pogoji rezanja so idealni tedaj, ko je obremenitev prebijala najmanjša za prihranek energije in je kakovost izdelka zadovoljiva, tako da niso potrebne dodelave površinskih napak. To pomeni, da mora globina strižne cone (vtiskovanja) znašati vsaj eno tretjino debeline pločevine in ne sme nastajati srh. Idealni pogoji za rezanje so doseženi, ko se kot realne smeri napredovanja razpok ( $\beta$ ) ujema s kotom idealne smeri napredovanja razpok ( $\theta$ ). Realna smer napredovanja razpok je dejanska smer napredovanja po površini traku, idealna smer pa predstavlja želeno pot napredovanja razpok proti rezalnim robovom pestiča in spodnje matrice. Če je vrednost  $\beta$  blizu vrednosti  $\theta$ , bo površina bolj gladka. Idealna velikost rezilne reže za AISI 304, s katero je mogoče doseči prihranek energije in dobro kakovost površine, je 3 % za  $t/D_m = 1/5$  in  $t/D_m = 1/10$ , ter 5 % za  $t/D_m = 1/30$  in  $t/D_m = 1/50$ .

Iz rezultatov sledi sklep, da idealna velikost rezilne reže ni odvisna le od debeline materiala, temveč tudi od razmerja med debelino in premerom izdelka. S povečanjem razmerja  $t/D_m$  se povečata tudi obremenitev pestiča in globina giba, s tem pa rezalna energija. Ko se povečuje obseg materiala z enako debelino, se nekoliko poveča tudi vrednost rezilne reže. Rezultati analize po MKE se dobro ujemajo z rezultati eksperimentov. Študija je pomembna, ker zapolnjuje vrzel v literaturi o vplivih razmerja med debelino in premerom luknje matrice na proces štancanja.

**Ključne besede:** proces štancanja, parametri štancanja, strižna cona, rezilna reža, rezalna energija, obremenitve pri štancanju, razmerje med debelino in premerom