

Vpliv začetnih in z obdelavo povzročenih preostalih napetosti na deformacije plošč iz aluminijeve zlitine

Xiaoming Huang¹ – Jie Sun^{1,2,*} – Jianfeng Li^{1,2}

¹ Univerza Shandong, Fakulteta za strojništvo, Kitajska

² Ministrstvo za šolstvo, Državni laboratorij za visokoučinkovito in čisto proizvodnjo, Kitajska

Za določitev vzrokov in glavnih dejavnikov nastanka deformacij po obdelavi tankostenskih komponent so bile preučene deformacije letalskih komponent s pomočjo teoretičnega analitičnega modela, numeričnih izračunov po metodi končnih elementov in eksperimentalno. Članek raziskuje vpliv začetnih preostalih napetosti v surovcu ter preostalih napetosti po obdelavi na deformacije plošč iz letalske aluminijeve zlitine.

Porazdelitev začetnih preostalih napetosti v surovcu ter preostalih napetosti po obdelavi monolitne letalske komponente povzroča pojav deformacij. To je eden najresnejših problemov, s katerim se soočajo proizvajalci letal, vpliv preostalih napetosti na deformacije tankostenskih komponent pa še ni bil v celoti preučen. Članek poroča o meritvah in analizi značilnosti deformacij, preučeno pa je tudi razmerje med maksimalnim odklonom in debelino preskušancev.

Analiziran je bil teoretični model deformacije plošč in opravljena je bila analiza po metodi končnih elementov (MKE) za ugotavljanje razmerja med deformacijami po obdelavi in preostalimi napetostmi. Nato so bili postavljeni eksperimenti z visokohitroznim rezkanjem in jedkanjem za validacijo teoretičnega modela in modela po MKE. Deformacije plošče iz aluminijeve zlitine so bile analizirane z ozirom na delovanje začetnih preostalih napetosti, preostalih napetosti po obdelavi in skupno delovanje teh dveh dejavnikov.

Na tankostenskih preskušancih so se pojavile konveksne in upogibne deformacije, preostale napetosti po obdelavi pa povzročajo privzdigovanje obdelane strani. Preostale napetosti po obdelavi so glavni vzrok deformacije plošč.

Položaj plošče ima določen vpliv na velikost deformacij: deformacije so večje, ko je plošča v območju natezних preostalih napetosti surovca, oz. manjše, ko je plošča v območju tlačnih preostalih napetosti surovca. Analizirana so bila razmerja med maksimalnim odklonom in debelino preskušancev, rezultati pa kažejo, da imajo preostale napetosti po obdelavi večji vpliv na deformacije plošče, ko je debelina manjša od 1,25 mm.

Trend rezultatov analize deformacij po MKE se ujema z eksperimentalnimi rezultati, vrednosti pa so večje kot pri meritvah. Maksimalna von Misesova napetost se zmanjšuje praktično linearno z odstranjevanjem materiala.

Omejitve raziskave, implikacije: Predmet te raziskave je plošča iz aluminijeve zlitine enostavne geometrije. V nadaljnjih študijah bo treba podrobneje raziskati deformacije kompleksnih monolitnih komponent. Iz članka lahko izidejo tudi smernice za dodatne študije deformacij po obdelavi in tehnologij za odpravo deformacij pri monolitnih aeronavtičnih komponentah.

Prispevek, novosti, vrednost: Študija preučuje vpliv začetnih in z obdelavo povzročenih preostalih napetosti v materialu na deformacije plošč iz aluminijeve zlitine. Najprej je bil analiziran teoretični model plošče in nato so bili opravljeni eksperimenti za določitev deformacij po rezkanju pri različnih pogojih začetnih preostalih napetosti. Rezultati kažejo, da so glavni krivec za deformacije preostale napetosti po obdelavi. Skupno delovanje tlačnih začetnih preostalih napetosti in preostalih napetosti po obdelavi povečuje deformacije plošče, skupno delovanje natezних začetnih preostalih napetosti in preostalih napetosti po obdelavi pa deformacije plošče zmanjšuje. Rezultati simulacije po metodi končnih elementov se dobro ujemajo z eksperimentalnimi rezultati in iz članka lahko izidejo smernice za nadzor in odpravljanje deformacij pri monolitnih letalskih komponentah.

Ključne besede: tanke stene, deformacije po obdelavi, preostale napetosti po obdelavi, začetne preostale napetosti v obdelovancu, jedkanje, MKE