

Uklon spojenih kompozitnih koničnih lupin pod aksialnimi tlačnimi obremenitvami po teoriji strižnih deformacij

Mohammad Hadi Izadi – Shahrokh Hosseini Hashemi* – Moharam Habibnejad Korayem

Iranska univerza za znanost in tehnologijo, Oddelek za strojništvo, Iran

Članek obravnava kritične uklonske obremenitve pri spojenih koničnih lupinah pod vplivom aksialnega tlaka. Konične lupinaste konstrukcije se uporabljajo v raznih aplikacijah kot so rezervoarji za skladiščenje ogljikovodikov, naprave v rafinerijah, hladilni stolpi, ohišja in vmesniki izstrelkov, trupi letal, šobe izstrelkov in reaktivnih motorjev, cevovodi in tankerji za transport kapljev, naprave v elektrarnah, turbine in tlačne posode, trupi podmornic ter različne konstrukcije in silosi.

Pregled literature je pokazal, da obstaja le malo študij spojenih lupin. Večina raziskav je omejenih na spojene cilindrično-konične lupine in na tanke lupine. Obravnavane lupine so bile poleg tega pogosto izdelane iz elastičnih izotropnih homogenih materialov.

V predstavljeni študiji so bile raziskane uklonske lastnosti spojenih koničnih lupin pod aksialno obremenitvijo ob upoštevanju vpliva strižne deformacije. Klasični linearni uklon spojenih stožcev, izdelanih iz križnih laminatov, ojačenih z vlakni, je bil preučen z analitičnim pristopom.

Vodilne enačbe so bile določene po teoriji strižne deformacije prvega reda (FSDT) in za določitev kritičnih uklonskih obremenitev je bila uporabljena analitična rešitev. Sistem parcialnih diferencialnih enačb je bil razrešen z ločitvijo spremenljivk z razvojem v Fourierjevo vrsto in po metodi razvoja v potenčno vrsto. Preučen je bil vpliv števila slojev, vrstnega reda laminacije, polkota ob vrhu, debeline lupin, dolžine lupin in robnih pogojev na stabilnost spojenih stožcev. Validacija je bila opravljena s primerjavo rezultatov pričujoče in predhodnih študij. Za analizo po metodi končnih elementov je bila uporabljena programska oprema ABAQUS/CAE. Rezultati predstavljene metode se dobro ujemajo z rezultati simulacije po metodi končnih elementov in drugimi.

V območju približevanja polkotov nastopi ostro zmanjšanje uklonske obremenitve. Z drugimi besedami: pri krajših lupinah se uklonska obremenitev hitro zmanjša na mestu, kjer se približata polkota dveh lupin. Sledi ugotovitev, da ima uporaba dveh spojenih lupin z ustrežno izbranimi polkotoma prednost pred uporabo enotnega stožca. Pri tankih lupinah je konstrukcija najbolj toga pri skoraj identičnih polkotih, pri debelejših lupinah pa ima togost lupin zaradi debeline večji vpliv kot polkoti lupin, ki izhajajo iz geometrije. Uklonska obremenitev je minimalna, ko je ena od lupin ploščata.

Pridobljene ugotovitve za debele lupine bo mogoče primerjati z rezultati prihodnjih raziskav na osnovi HSST. Raziskati bo mogoče tudi vpliv transverzalnih in rotacijskih obremenitev ter aksialnih in obodnih ojačitev na stabilnost spojenih lupin. Prihodnje raziskave se bodo lahko osredotočile tudi na eksperimentalno analizo uklona spojenih stožcev. Uklon spojenih koničnih lupin končno tudi še ni bil analiziran po metodi GDQM in rezultate GDQM bo tako mogoče primerjati z rezultati razvoja v potenčno vrsto.

Ključne besede: uklon, spojena laminirana konična lupina, strižna deformacija prvega reda, potenčna vrsta, MKE, aksialni tlak, križna laminacija