

Kot zasuka dvakrat upognjenega listnatega vzmetnega vodila pod torzijsko obremenitvijo

Nghia Huu Nguyen^{1,2} – Hong-Cheol Lee¹ – Sunghee Jo¹ – Dong-Yeon Lee^{1,*}

¹ Šola za strojništvo, Univerza Yeungnam, Gyeongsan, Gyeongbuk 38541, Republika Koreja

² Fakulteta za strojništvo, Univerza Nha Trang, 2 Nguyen Dinh Chieu, Nha Trang, Vietnam

Članek podaja točne formule za snovanje dvakrat upognjenega listnatega vzmetnega vodila.

Opisan je zasuk omenjenega vodila pod torzijsko obremenitvijo za primer vbočenja in dvakrat delno oviranega vbočenja. Raziskan je vpliv faktorja oviranja vbočenja. Teoretične enačbe za torzijski kot so izpeljane po Castiglianovem teoremu. Rezultati za primere popolnega oviranja, delnega oviranja in brez oviranja vbočenja so primerjani z rezultati analize po metodi končnih elementov (MKE) in tako preverjeni. Opravljena je analiza občutljivosti po dolžini, širini in debelini, rezultati pa so primerjani z rezultati analize po MKE. Razlika med teoretično vrednostjo in vrednostjo iz analize po MKE je najmanjša (pod 5 %) pri vrednosti faktorja oviranja vbočenja $K = 0,5$. Sledi sklep, da je kot zasuka dvakrat upognjenega listnatega vzmetnega vodila pod torzijsko obremenitvijo točno napovedan ob upoštevanju dvakrat delno oviranega vbočenja. Opravljena je simulacija pri privzetih vrednostih ter pri spreminjajočih se vrednostih dolžine, debeline in širine ter primerjava rezultatov numeričnih izračunov in teoretičnih enačb. V teoretičnih izračunih so bile uporabljene naslednje vrednosti faktorja oviranja vbočenja: $K_1 = K_2 = K = 0, 0,5$ in 1 , kar ustreza primeru brez vbočenja, delno oviranemu vbočenju in prostemu vbočenju. Rezultati so prikazani v članku na Slikah 3 do 5 ter v Preglednicah 1 do 4. Napake pri analizi občutljivosti za primer brez vbočenja ($K = 0$) dosegajo vrednosti do 10 %. Napake za primer brez vbočenja ($K = 1$) dosegajo vrednosti do 17 %, napake za primer delno oviranega vbočenja ($K = 0,5$) pa so manjše od 5 %. Iz rezultatov sledi sklep, da je mogoče delno ovirano vbočenje na dveh spojih DBLF dobro pojasniti z vrednostjo faktorjev $K_1 = K_2 = K = 0,5$. Analiziran je kot zasuka DBLF pod torzijsko obremenitvijo ob upoštevanju delnega oviranja vbočenja na dveh spojih in faktorja oviranja vbočenja K . Na podlagi Castiglianovega teorema je izpeljano deformacijsko delo za vsak element posebej in skupno deformacijsko delo DBLF. Predstavljene so enačbe za zasuk DBLF pod torzijsko obremenitvijo. Opravljene so simulacije po metodi končnih elementov pri privzetih vrednostih in pri spreminjajočih se vrednostih dolžine, debeline in širine, z različnimi vrednostmi faktorjev oviranja vbočenja. Iz rezultatov je mogoče sklepati, da teoretične enačbe za primer dvakrat delno oviranega vbočenja ($K_1 = K_2 = K = 0,5$) dovolj točno napovedujejo torzijski zasuk DBLF za potrebe snovanja natančnih strojev.

Vzmetna vodila se pogosto uporabljajo v sistemih natančnega vodenja zaradi svojega gladkega gibanja brez trenja. Konvencionalne teorije upogibnih vodil pogosto slonijo samo na Eulerjevih enačbah nosilcev. V tej študiji sta bila za izboljšanje točnosti analize dodatno uporabljena Timošenkova teorija nosilcev in pojav vbočenja. Obravnavano je vbočenje in dvakrat delno ovirano vbočenje torzijsko obremenjenega dvakrat upognjenega listnatega vzmetnega vodila. Teoretične enačbe za kot zasuka vodila so izpeljane po Castiglianovem teoremu. Teoretični rezultati so primerjani z rezultati analize po MKE in izkazalo se je, da je napaka manjša od 5 %. Rezultati iz tega članka lahko omogočijo dovolj točno napovedovanje torzijskega kota pri snovanju natančnih strojev.

Ključne besede: torzija, dvakrat upognjeno listnato vzmetno vodilo, faktor oviranja vbočenja, delno ovirano vbočenje, Castiglianov teorem, analiza po metodi končnih elementov