

Nelinearna analiza tankostenskih nosilcev odprtega prereza

Nina Andjelić*

Univerza v Beogradu, Fakulteta za strojništvo, Srbija

Glavni namen tega članka je predstaviti pristop k nelinearni analizi tankostenskih nosilcev odprtega prereza. Avtorica je skušala raziskati vpliv uvedbe členov drugega reda na rezultate.

Pri obravnavi tankostenskih nosilcev na srednjici prereza poljubne krivuljne oblike in z zvezno spremenljivo debelino je bil uporabljen princip navideznega dela.

Po klasični linearni teoriji tankostenskih nosilcev odprtega prereza [1], [3] in [4] privzamemo, da so normalne napetosti konstantne po debelini stene in sorazmerne s sektorskimi koordinatami.

Odprti prerezi se običajno analizirajo s pomočjo Vlasovih domnev: deformacijske strižne obremenitve izginejo na srednji površini tankostenskega elementa, deformacija prereza pa je funkcija vrtilnega kota.

Z uporabo principa virtualnega dela [12] in [13] na deformirani konfiguraciji obravnavanega tankostenskega nosilca dobimo poleg šestih običajnih skalarnih enačb dodatno sedmo enačbo, ki vsebuje odvisnosti med bimomentom B , Saint Venantovim momentom M_3 , deformacijskim momentom M_ω in notranjimi silami. Realne lopatice parnih turbin imajo običajno prereze oblike, kot so prikazane na Sliki 2, obravnavati pa jih je treba kot tankostenske prereze, ki nimajo konstantne debeline. Za izračune je bil izbran element spremenjene oblike z enoosno simetrijo prereza (Sl. 3), ki omogoča uporabo izpeljanih enačb in izrazov na elementih, ki imajo podoben prerez kot realne turbinske lopatice. Simetrija elementa seveda vpeljuje poenostavitve uporabljenih izrazov, celoten element pa je bil obravnavan kot vpet na enem koncu in obremenjen s kompleksno obremenitvijo – zvezno porazdeljeno prečno obremenitvijo in momentom po dolžini.

Komponente napetosti, ki se pojavljajo v obravnavanem primeru, so normalne in strižne napetosti zaradi upogibanja in vzvoja. Posebna pozornost je posvečena učinkom omejenega vzvoja ter posledičnim komponentam napetosti, saj so v tem primeru pomembni sekundarni učinki.

Normalne napetosti so sorazmerne sektorski koordinati in omeniti je treba, da je upoštevana sekundarna sektorska koordinata skupaj s posplošenim sektorskim vztrajnostnim momentom, izračunanim po (41).

Strižnih napetosti in še zlasti napetosti zaradi Saint Venantovih momentov ni mogoče zanemariti, zato je bilo treba izračunati ekvivalentno napetost po kriteriju zloma pri maksimalni strižni napetosti (Tresca), (51).

Iz dobljenih rezultatov je možno sklepati, da so razlike med napetostmi s sekundarnimi učinki in napetostmi brez njih signifikantne v območju vpetja in, da se zmanjšujejo proti sredini nosilca.

Kolikor je znano avtorici, so bile enačbe (45) za posplošeni sektorski vztrajnostni moment ter enačbe od (46) do (48) v tem članku izpeljane prvič.

Med seboj so bile primerjane geometrijske veličine, pridobljene z in brez sekundarnih sektorskih koordinat, kakor tudi komponente napetosti v primeru kompleksnih obremenitev. Določene so bile njihove porazdelitve po prerezu in vzdolž elementa za uporabljene enotske obremenitve. Prikazana je bila odvisnost sekundarnih učinkov od dimenzij prereza.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: nelinearen pristop, splošne sektorske koordinate, krivuljni odprti prerezi, tankostenski nosilci, napetosti

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Beogradu, Fakulteta za strojništvo, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd 35, Srbija, nandjelic@mas.bg.ac.rs