

STRESZCZENIE ROZPRAWY

W rozprawie opracowano rodzinę 4-węzłowych hybrydowo-mieszanych elementów skończonych w ramach nieliniowej 6-parametrowej teorii powłok, w której szóstym stopniem swobody jest obrót owinięcia. Elementy mieszane i częściowo mieszane sformułowano na podstawie odpowiednio podstawowego i autorsko zmodyfikowanego trójpolowego funkcjonału Hu-Washizu. W pracy zastosowano oryginalną interpolację niezależnych pól niesymetrycznych odkształceń i uogólnionych naprężeń. W zadaniach liniowych oraz nieliniowych zbadano wpływ wariantu interpolacji na uzyskane wyniki. Opracowane elementy umożliwiają zastosowanie dużych przyrostów w obliczeniach i wymagają znacznie mniejszej liczby iteracji równowagi w analizach nieliniowych niż istniejące elementy sformułowane w 6-parametrowej teorii powłok. Ponadto, zaproponowane elementy charakteryzują się małą wrażliwością na efekt blokady. W rozprawie wyznaczono oryginalne równania konstytutywne powłok o funkcyjnej zmienności materiału wzdłuż grubości w wyniku całkowania po grubości PSN Cosseratów. Prawo konstytutywne sformułowano niezależnie względem neutralnej i środkowej powierzchni odniesienia. W analizach geometrycznie nieliniowych zbadano wpływ wykładnika w prawie potęgowym oraz stałych ośrodka Cosseratów na deformację powłoki. Wpływ wyboru powierzchni odniesienia zaobserwowano w szczególności w nieliniowej analizie stateczności konstrukcji.

SUMMARY OF PHD DISSERTATION

A family of hybrid mixed 4-node finite elements were proposed in the framework of a general nonlinear 6-parameter shell theory with the 6th parameter being the drilling degree of freedom. The mixed and semi-mixed elements were formulated based on basic and modified three field Hu-Washizu functional, respectively. Original interpolation of independent asymmetric strains and stress resultants was used in dissertation. The influence of interpolation variant on the results was investigated in linear and nonlinear benchmark problems. The hybrid mixed elements allow for large load steps in computations and require significantly less equilibrium iterations in nonlinear analyses than existing elements formulated in 6-parameter shell theory. Moreover, the proposed elements are characterized by low sensitivity to the locking effect. The original constitutive equations for shells made of functionally graded material were derived by through-the-thickness integration of the Cosserat plane stress equations. The constitutive law was formulated independently with respect to the neutral physical surface and the middle reference surface. The influence of the power-law exponent and Cosserat parameters on shell deformation was evaluated in geometrically nonlinear analyses. The influence of choice of the reference surface is observed especially in nonlinear stability analysis.