

УДК 539.3

С. М. Склепус ✉

МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ГЕОМЕТРИЧНО НЕЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ЗГИНУ ПЛАСТИН СКЛАДНОЇ ФОРМИ

Розроблено новий чисельно-аналітичний метод розв'язування геометрично нелінійних задач згину пластин складної форми. Постановку задачі виконано у рамках уточненої теорії вищого порядку, що враховує квадратичний закон розподілу поперечних дотичних напружень по товщині. Для лінеаризації нелінійної задачі використано метод неперервного продовження за параметром. Для варіаційної постановки лінеаризованої задачі побудовано функціонал у формі Лагранжа, заданий на кінематично можливих швидкостях переміщень і функцій зсуву. Для знаходження основних невідомих задачі нелінійного згину пластини сформульовано задачу Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь. Задачу Коші розв'язано методом Рунге – Кутта – Мерсона з автоматичним вибором кроку. Праві частини диференціальних рівнянь при фіксованих значеннях параметра навантаження, які відповідають схемі Рунге – Кутта – Мерсона, знайдено із розв'язку варіаційної задачі для функціонала Лагранжа. Варіаційні задачі розв'язано методом Рітца у поєднанні з методом R-функцій. Розв'язано тестові задачі для жорстко закріпленої та шарнірно опертої пластин, що знаходяться під дією рівномірно розподіленого навантаження різної інтенсивності. Розв'язано задачу згину пластини складної форми. Досліджено вплив геометричної форми на напружено-деформований стан.

Ключові слова: гнучка пластина, геометрична нелінійність, уточнена теорія, складна форма, метод R-функцій.

METHOD OF SOLVING GEOMETRICALLY NONLINEAR BENDING PROBLEMS OF COMPLEX SHAPE PLATES

A new numerical analytical method for solving geometrically nonlinear problems of bending of plates with complex shape is developed. The formulation of the problem is performed within the framework of a refined theory of a higher order, which takes into account the quadratic law of the distribution of transverse tangential stresses along the thickness. The continuation method by parameter is used for linearizing the nonlinear problem. For the variational formulation of the linearized problem, a functional in the form of Lagrange is constructed, given on the kinematically possible rates of displacements and rates of shear functions. To find the main unknowns of the problem of nonlinear plate bending, the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations is formulated. The Cauchy problem is solved by the Runge – Kutta – Merson method with the automatic choice of step. The right-hand parts of the differential equations, at fixed values of the parameter of load corresponding to the Runge – Kutta – Merson scheme, are found from the solution of the variational problem for the Lagrange functional. Variational problems are solved using the Ritz method in combination with the R-function method. Test problems for clamped and simply supported plates under the action of uniformly distributed load of different intensity are solved. The problem of bending of a plate with complex form are solved. The influence of the geometric shape on the stress-strain state is investigated.

Keywords: flexible plate, geometric nonlinearity, refined theory, complex shape, R-functions method.

Ін-т проблем машинобудування
ім. А. М. Підгорного НАН України, Харків

Одержано
12.06.22

✉ snsklepus@ukr.net