

УДК 539.3: 534.6

А. Я. Григоренко, Т. Л. Ефимова, Ю. А. Коротких

СВОБОДНЫЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОЛОГО ЦИЛИНДРА КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНОГО МАТЕРИАЛА

На основе трехмерной теории упругости изучается задача о свободных осесимметричных колебаниях неоднородных полых цилиндров конечной длины из функционально-градиентного материала при различных граничных условиях на торцах. Упругие свойства материала меняются непрерывно в радиальном направлении. Предложен численно-аналитический подход для решения сформулированной задачи. Исходная задача теории упругости в частных производных сводится к краевой задаче для систем обыкновенных дифференциальных уравнений высокого порядка относительно радиальной координаты с помощью сплайн-аппроксимации и колокации. Полученная одномерная задача решается устойчивым численным методом дискретной ортогонализации в сочетании с методом пошагового поиска. Представлены результаты расчетов частот и форм колебаний цилиндра из функционально-градиентного материала, который является композицией нержавеющей стали и никеля, для различных типов граничных условий на торцах при различных значениях температуры.

ВІЛЬНІ ОСЕСИМЕТРИЧНІ КОЛИВАННЯ ПОРОЖНИСТОГО ЦИЛІНДРА СКІНЧЕНОЇ ДОВЖИНИ ІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНОГО МАТЕРІАЛУ

На основі тривимірної теорії пружності вивчається задача про вільні осесиметричні коливання неоднорідних порожнистих циліндрів скінченної довжини із функціонально-градієнтних матеріалів за різних граничних умов на торцях. Пружні властивості матеріалу змінюються неперервно в радіальному напрямку. Запропоновано чисельно-аналітичний підхід для розв'язання сформульованої задачі. Вихідна задача теорії пружності в частинних похідних зводиться до крайової задачі на власні значення для систем звичайних диференціальних рівнянь високого порядку відносно радіальної координати за допомогою сплайн-апроксимації і методу колокації. Отримана одновимірна задача розв'язується стійким чисельним методом дискретної ортогоналізації у поєднанні з методом покрокового пошуку. Наведено результати розрахунку частот і форм коливань циліндра із функціонально-градієнтного матеріалу, який є композицією нержавіючої сталі та нікеля, для різних типів граничних умов на торцях при різних значеннях температури.

FREE AXISYMMETRIC VIBRATIONS OF HOLLOW FINITE-LENGTH CYLINDER FROM FUNCTIONALLY GRADED MATERIAL

On the basis of the three-dimensional theory of elasticity, the problem on free vibrations of inhomogeneous hollow finite-length cylinders made from functionally graded materials for different boundary conditions at the ends is considered. Material elastic properties are varied continuously in the radial direction. The numerical-analytical method is proposed for solving the problem. The initial problem of the theory of elasticity in the partial derivatives is reduced to the boundary value problem for the high-order system of ordinary differential equations with respect to the radial coordinate by using the spline approximation and collocation methods. The obtained one-dimensional problem is solved by the stable numerical method of discrete orthogonalization together with the method of step-by-step search. The calculation results of frequencies and vibrations modes are presented for cylinders made of FGM, which is composed of stainless steel and nickel, for some types of boundary conditions at the ends for different values of temperature.

Ин-т механики им. С. П. Тимошенко
НАН Украины, Киев

Получено
13.01.15