

УДК 539.4

А. П. Янковский*

УТОЧНЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОУПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ИЗГИБА СЛОИСТЫХ ПЛАСТИН РЕГУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ. I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В геометрически линейной постановке сформулирована задача квазистатического термоупругопластического изгиба слоистых пластин регулярной структуры. Механическое поведение изотропных слоев описывается соотношениями термоупругопластичности деформационного типа при учете их разносопротивляемости растяжению и сжатию. Линеаризованные определяющие соотношения слоистой среды получены с использованием метода переменных параметров упругости. Выведенные уравнения позволяют с разной степенью точности описывать напряженно-деформированное состояние таких пластин при учете их ослабленного сопротивления поперечным сдвигам. Из этих уравнений, как частные случаи, получаются соотношения традиционных неклассических теорий Рейсснера и Редди. В рамках построенных уточненных теорий и теории Редди удовлетворяются силовые граничные условия по касательным напряжениям на лицевых поверхностях. Граничные условия по нормальным напряжениям на этих поверхностях не выполняются. Изменяемость прогиба по толщине конструкции не учитывается. Трехмерные уравнения равновесия и граничные условия на торцевой поверхности пластины приводятся к двумерным соотношениям методом взвешенных невязок. В качестве весовых функций использованы однородные полиномы от поперечной координаты.

Ключевые слова: слоистая композитная пластина, регулярная структура, термоупругопластичность деформационного типа, изгибаемая пластина, теория Рейсснера, теория Редди, уточненная теория изгиба.

УТОЧНЕНА МОДЕЛЬ ТЕРМОПРУЖНОПЛАСТИЧНОГО ЗГИНУ ШАРУВАТИХ ПЛАСТИН РЕГУЛЯРНОЇ СТРУКТУРИ. I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

У геометрично лінійній постановці сформульовано задачу квазістатичного термопружнопластичного згину шаруватих пластин регулярної структури. Механічна поведінка ізотропних шарів описується співвідношеннями термопружнопластичності деформаційного типу з урахуванням їх різного опору розтягу і стиску. Лінеаризовані визначальні співвідношення шаруватого середовища отримано з використанням методу змінних параметрів пружності. Виведені рівняння дозволяють з різним ступенем точності описувати напружено-деформований стан таких пластин при врахуванні їх ослабленого опору поперечним зсувам. Із цих рівнянь, як окремі випадки, отримано співвідношення традиційних неклассичних теорій Рейсснера і Редді. У рамках побудованих уточнених теорій і теорії Редді задовольняються силові граничні умови для дотичних напружень на лицевих поверхнях. Граничні умови для нормальних напружень на цих поверхнях не виконуються. Змінність прогину по товщині конструкції не враховується. Тривимірні рівняння рівноваги і граничні умови на торцевій поверхні пластины зводяться до двовимірних співвідношень методом зважених невязок. Як вагові функції використано однорідні поліноми від поперечної координати.

Ключові слова: шарувата композитна пластина, регулярна структура, термопружнопластичність деформаційного типу, згинна пластина, теорія Рейсснера, теорія Редді, уточнена теорія згину.

REFINED MODEL OF THERMO-ELASTIC-PLASTIC BENDING OF LAYERED PLATES OF REGULAR STRUCTURE. I. PROBLEM STATEMENT

The problem of quasi-static thermos-elastic bending is formulated in a geometrically linear formulation for layered plates of regular structure. The mechanical behavior of isotropic layers is described by the relations of thermo-elastic-plasticity of deformation type taking into account their different resistance to tension and compression. The linearized governing relations of the layered medium are obtained using the method of variable parameters of elasticity. The obtained equations allow describing the stress-strain state of such plates with different degree of accuracy, taking into account their weakened resistance to transverse shear. From these equations the relations of traditional non-classical Reissner and Reddy theories follow as special cases. Within the framework of the refined theories and Reddy theory, the boundary conditions for shear stresses on the front surfaces are satisfied. Boundary conditions for normal stresses on these surfaces are not satisfied. Three-dimensional equilibrium equations and boundary conditions on the end surface of the plate are reduced to two-dimensional relations by the method of weighted residuals. The homogeneous polynomials from the transverse coordinate are used as weight functions.

Key words: laminated composite plate, regular structure, thermo-elastic-plasticity of deformation type, bending plate, Reissner theory, Reddy theory, refined theory of bending.

Ин-т теорет. и прикл. механики
им. С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, Россия

Получено
09.01.18

* lab4nemir@rambler.ru