

УДК 539.4

А. П. ЯНКОВСКИЙ*

УТОЧНЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОУПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ИЗГИБА СЛОИСТЫХ ПЛАСТИН РЕГУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ. II. МОДЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Для осесимметрично нагруженных кольцевых пластин, жестко закрепленных на одной кромке и статически нагруженных на другой кромке, а также для прямоугольных удлиненных пластин при цилиндрическом изгибе разработан упрощенный вариант уточненной теории (модельные задачи), сложность реализации которого сопоставима со сложностью теорий Рейсснера и Редди. Проведены конкретные расчеты термоупругопластического изгиба таких пластин при разных уровнях теплового воздействия. Показано, что для относительно толстых пластин ни классическая теория, ни традиционные неклассические теории Рейсснера и Редди не гарантируют получения надежных результатов по определению прогиба даже в рамках грубой 10%-й точности. Выявлено, что при изгибе слоистых металлокомпозитных пластин в условиях повышенных температур в окрестности их опорных кромок возникают ярко выраженные краевые эффекты, характеризующие срез этих конструкций в поперечном направлении. Традиционные же теории, имеющие низкие порядки аппроксимаций поперечных сдвигов, не позволяют выявить эти локальные эффекты, что и приводит к их весьма грубой точности. Показано, что для адекватного расчета термоупругопластического изгиба относительно тонких пластин, а также относительно толстых пластин, материалы фаз композиции которых являются линейно-упругими, вполне достаточно использовать теорию Редди.

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. II. МОДЕЛЬНІ ЗАДАЧІ

Для осесимметрично навантажених кільцевих пластин, жорстко закріплених на одній кромці і статично навантажених на іншій кромці, а також для прямокутних видовжених пластин при циліндричному згині розроблено спрощений варіант уточненої теорії (модельні задачі), складність реалізації якого зіставна зі складністю теорій Рейсснера і Редді. Проведено конкретні розрахунки термопружнопластичного згину таких пластин при різних рівнях теплової дії. Показано, що для відносно товстих пластин ні класична теорія, ні традиційні некласичні теорії Рейсснера і Редді не гарантують отримання надійних результатів щодо визначення прогину навіть у рамках грубої 10%-ї точності. Виявлено, що при згині шаруватих металокомпозитних пластин в умовах підвищених температур в околі їхніх опорних кромок виникають яскраво виражені крайові ефекти, що характеризують зріз цих конструкцій в поперечному напрямку. Традиційні ж теорії, які мають низькі порядки апроксимації поперечних зсувів, не дозволяють виявити ці локальні ефекти, що і призводить до їх вельми грубої точності. Показано, що для адекватного розрахунку термопружнопластичного згину тонких пластин, а також товстих пластин, матеріали фаз композиції яких є лінійно-пружними, цілком достатньо використувати теорію Редді.

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. II. MODELING PROBLEMS

For axially loaded annular plates clamped on one contour and statically loaded on another contour, as well as for elongated rectangular plates in cylindrical bending, the simplified variant is developed for the refined theory (modeling problems), for which the complexity of realization is comparable with the complexity of the theories of Reissner and Reddy. The specific calculations of the thermo-elastic-plastic bending of concerned plates at different levels of heat action were carried out. It is shown that for relatively thick plates, classical theory and traditional non-classical theory of Reissner and Reddy do not guarantee reliable results for the determination of the deflection even within rough 10% of accuracy. It is found, that under the bending of laminated metal-composite plates in conditions of high temperatures, in the neighborhood of their supported contours the clearly expressed edge effects, characterizing the shear of these structures in transverse direction, are occurred. The traditional theories of having a low order of approximation of the transverse shifts are not sufficient to identify these local effects, and this leads to their rough accuracy. It is shown that for adequate calculation of the thermos-elastic-plastic bending of relatively thin and relatively thick plates, the materials phase composition which are linear-elastic, the Reddy theory is enough for use.

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