

УДК 539.4

А. П. Янковский

ПОСТРОЕНИЕ УТОЧНЕННОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ГИБКИХ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТИН ИЗ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЯВНОЙ ЧИСЛЕННОЙ СХЕМЫ ТИПА «КРЕСТ»

В приближении Кармана сформулирована начально-краевая задача динамического деформирования гибких армированных пластин при нелинейно-упругом поведении материалов компонентов композиции. Получены уравнения, позволяющие с разной степенью точности определять напряженно-деформированное состояние таких пластин с учетом их ослабленного сопротивления поперечному сдвигу. Из этих уравнений как частный случай вытекают соотношения неклассической теории Редди. Для численного интегрирования поставленной задачи используется метод шагов по времени с привлечением явной численной схемы типа «крест». Исследуется динамический отклик относительно толстых и тонких кольцевых композитных пластин с жесткой внутренней шайбой при воздействии нагрузок, вызванных воздушной взрывной волной. Пластины жестко закреплены по внешнему контуру и рационально армированы по радиальным и радиально-окружным направлениям. Показано, что при использовании схемы типа «крест» численные процедуры, основанные на уравнениях уточненных теорий, обладают большей практической устойчивостью, чем в рамках теории Редди. Обнаружено, что при временах порядка одной секунды и более расчетное динамическое поведение армированных пластин, определенное по теории Редди, существенно отличается от поведения, рассчитанного по уточненным теориям.

ПОВУДОВА УТОЧНЕНОЇ МОДЕЛІ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ГНУЧКИХ АРМОВАНИХ ПЛАСТИН ІЗ НЕЛІНІЙНО-ПРУЖНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЯВНОЇ ЧИСЕЛЬНОЇ СХЕМИ ТИПУ «ХРЕСТ»

У наближенні Кармана сформульовано початково-крайову задачу динамічного деформування гнучких армованих пластин при нелінійно-пружній поведінці матеріалів компонент композиції. Отримано рівняння, які дозволяють з різним ступенем точності визначати напружено-деформований стан таких пластин з урахуванням їх ослабленого опору до поперечної зсуву. З цих рівнянь як частковий випадок випливають співвідношення неklasичної теорії Редді. Для чисельного інтегрування поставленої задачі використано метод кроку за часом із застосуванням явної чисельної схеми типу «хрест». Досліджено динамічну відповідь відносно товстих та тонких кільцевих композитних пластин з жорсткою внутрішньою шайбою під дією навантажень, спричинених повітряною вибуховою хвилею. Пластини жорстко закріплені по зовнішньому контуру і раціонально армовані у радіальних та радіально-окружних напрямках. Показано, що при використанні схеми типу «хрест» чисельні процедури, що ґрунтуються на рівняннях уточнених теорій, мають більшу практичну стійкість, ніж у рамках теорії Редді. Виявлено, що при часах порядку однієї секунди і більше розрахована динамічна поведінка армованих пластин, визначена за теорією Редді, істотно відрізняється від поведінки, розрахованої за уточненими теоріями.

REFINED MODELING OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF FLEXIBLE REINFORCED PLATES OF NONLINEAR ELASTIC MATERIALS ON THE BASIS OF AN EXPLICIT NUMERICAL «CROSS» SCHEME

In Kármán approximation, an initial-boundary-value problem is formulated for the dynamic deformation of flexible reinforced plates with nonlinear elastic behavior of the material components of the composition. The equations are derived in order to determine, within the different accuracy degrees, the stress-strain state of such plates with account for their weakened resistance to the transverse shear were obtained. As a particular case, the relations of the non-classical Reddy theory follow from these equations. The method of steps in time with the making use of the explicit numerical «cross» scheme is employed for the numerical integration of the problem formulated. The dynamic response of comparatively thick and thin annular composite plates with internal rigid penny-shaped inclusion subject to the air blast loads is investigated. The plates are clamped at the periphery and rationally reinforced in radial and radial-circumferential directions. It is shown that when using the «cross» scheme, the numerical procedures, based on the equations of the refined theory, have higher practical stability than in the Reddy theory. It was found that for times of the order of one or more seconds, the calculated dynamic behavior of reinforced plates, defined according to the Reddy theory, differs significantly from the behavior calculated according to refined theories.

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

Получено
09.01.17