

УДК 534.1: 519.63: 624.042

Ю. В. Немировский¹, А. В. Мищенко², Р. Ф. Терлецкий³

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОМПОЗИТНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ТЕРМОСИЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Излагается обобщенный подход к построению решения прямой динамической задачи расчета композитных стержней при термосиловом воздействии и широком разнообразии их материалов и режимов нагружения. Учтены сдвиговые эффекты и взаимодействия между элементами конструкции и опорными средами. Предложенные неоднородные стержни как элементы стержневых систем характеризуются высокими показателями прочности и жесткости при меньших затратах на их изготовление по сравнению с однородными элементами. В уравнения движения и физические соотношения введены по четыре жесткостных и вязкостных, а также три массовые функциональные характеристики, эквивалентно отражающие динамическое деформирование композитного стержня при использовании одномерной модели. Динамические нагрузки, перемещения и температура с использованием тригонометрических рядов Фурье представлены в виде произведений функций, зависящих от координаты и времени. Решение однородной задачи получено через матрицант системы уравнений первого порядка, а частные решения для нагрузок различных типов и обобщенных температурных усилий – на основе аппроксимации заданных величин и искомых перемещений тригонометрическими рядами.

ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК КОМПОЗИТНИХ СТЕРЖНІВ ЗА ТЕРМОСИЛОВОЇ ДІЇ

Викладено загальний підхід до побудови розв'язку прямої динамічної задачі розрахунку композитних стержнів за термосилової дії при широкому різноманітті їх матеріалів і режимів навантаження. Враховано зсувні ефекти і взаємодію між елементами конструкції і опорними середовищами. Запропоновані неоднорідні стержні як елементи стержневих систем характеризуються високими показниками міцності і жорсткості при менших затратах на їх виготовлення порівняно з однорідними елементами. У рівняння руху і фізичні співвідношення введено по чотири жорсткісні і в'язкісні і три масові функціональні характеристики, що еквівалентно відображають динамічне деформування композитного стержня при використанні одновимірної моделі. Динамічні навантаження, переміщення і температура з використанням тригонометричних рядів Фур'є подано у вигляді добутку функцій, що залежать від координати і часу. Розв'язок однорідної задачі отримано через матрицант системи рівнянь першого порядку, а часткові розв'язки для навантажень різних типів і узагальнених температурних зусиль – на основі апроксимації заданих величин і шуканих переміщень тригонометричними рядами.

DYNAMIC CALCULATION OF COMPOSITE RODS UNDER THERMAL AND FORCE ACTION

The general approach to the solution of direct dynamic problem of calculation of composite rods subjected to thermal and force action is developed for a wide variety of materials and loading modes. Shear effects and interaction between structural elements and support environments are taking into account. The proposed inhomogeneous rods as elements of rod systems are characterized by more high durability and rigidity at lower construction costs in comparison with homogeneous elements of such rods. Into equations of motion and physical relations are included on four functional characteristics of rigidity and viscosity as well as three mass functional characteristics in order to dynamic deformation of the composite rod in one-dimensional model be represented correctly. Dynamic loads, displacements and temperature using trigonometric Fourier series are presented as product of functions dependent on the coordinate and time. The solution of the homogeneous problem is obtained via the matrizant of the system of the first-order equations. Partial solutions for loads of different types and generalized temperature loads are obtained based on the approximation of the given loads and the sought-for displacements by trigonometric series.

¹ Ин-т теорет. и прикл. механики
им. С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, Россия,

² Новосиб. гос. архит.-строит. ун-т, Новосибирск, Россия,

³ Ин-т прикл. проблем механики и математики
им. Я. С. Подстригача НАН Украины, Львов, Украина

Получено
27.07.15