

УДК 539.3

Л. В. Назаренко

ЭФФЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА УПРОЧНЕННЫХ ОРТОТРОПНЫМИ ВОЛОКНАМИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ КОМПОНЕНТ

Модель деформирования композитных материалов с физически нелинейными компонентами обобщается на случай материалов, представляющих собой матрицу, армированную однонаправленными бесконечными волокнами. Предполагается, что матрица является изотропной и деформируется нелинейно, а волокна являются линейно-упругими и имеют ортотропную симметрию. Исходными являются стохастические дифференциальные уравнения физически нелинейной теории упругости. Преобразованием их к интегральным уравнениям и применением метода условных моментов задача сводится к системе нелинейных алгебраических уравнений, для решения которой применен метод простых итераций. На основе предложенного подхода построены алгоритмы вычисления эффективных деформативных свойств композитов с ортотропными компонентами, где нелинейность обусловлена нелинейным деформированием матрицы. Исследованы зависимости коэффициентов Пуассона от макродеформации и диаграммы макродеформирования для различной объемной концентрации компонент, а также параметра, характеризующего форму включений.

ЕФЕКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗМІЦНЕНИХ ОРТОТРОПНИМИ ВОЛОКНАМИ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ФІЗИЧНІЙ НЕЛІНІЙНОСТІ КОМПОНЕНТ

Модель деформування композитних матеріалів з фізично нелінійними компонентами узагальнюється на випадок матеріалів у вигляді матриці, армованої однонаправленими нескінченними волокнами. Припускається, що матриця є ізотропною і деформується нелінійно, а волокна є лінійно-пружними і мають ортотропну симетрію. Вигідними є стохастичні диференціальні рівняння фізично нелінійної теорії пружності. Перетвореннями їх до інтегральних рівнянь і застосуванням методу умовних моментів задачу зведено до системи нелінійних алгебраїчних рівнянь, для розв'язання якої застосовано метод простих ітерацій. На основі запропонованого підходу побудовано алгоритми обчислення ефективних деформативних властивостей композитів з ортотропними компонентами, де нелінійність зумовлена нелінійним деформуванням матриці. Досліджено залежності коефіцієнтів Пуассона від макродеформації і діаграми макродеформування для різної об'ємної концентрації компонент, а також параметра, що характеризує форму включень.

EFFECTIVE PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS STRENGTHENED BY ORTHOTROPIC FIBERS WITH TAKING INTO ACCOUNT PHYSICAL NONLINEARITY OF COMPONENTS

A model of deformation of composite materials with physically nonlinear components is developed for the case of materials, which are matrix strengthened by unidirectional infinite fibers. It is assumed that matrix is isotropic and is deformed according to nonlinear law and fibers are linear-elastic and have orthotropic symmetry. Stochastic differential equations of physically nonlinear elasticity theory are basic equations. Transformation of these equations into integral equations and application of the method of conditional moments allow us to reduce the problem to the system of nonlinear algebraic equations. Solution is constructed by the method of simple iteration. Basing on the proposed approach the algorithm for determination of the effective deformative properties of such a material is constructed. The nonlinearity of composite deformations is caused by the nonlinearity of the matrix deformations. Using the numerical solution the dependences of Poisson coefficients on macrodeformations and the nonlinear stress-strain diagrams for such a composite are predicted and discussed for different volume fractions and shape of fiber.

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

Получено
13.01.12