

УДК 539.3

Л. В. Назаренко

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ МАТЕРИАЛА, АРМИРОВАННОГО ОДНОНАПРАВЛЕННЫМИ ОРТОТРОПНЫМИ ВОЛОКНАМИ, ПРИ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ДЛИТЕЛЬНОЙ МИКРОПРОЧНОСТИ

Теория длительной повреждаемости однородного материала обобщена на случай ортотропного волокнистого композитного материала стохастической структуры. В основу теории положены уравнения механики микронеоднородных сред такой структуры. Процесс повреждаемости компонентов композита моделируется образованием стохастически расположенных микропор. Критерий разрушения единичного микрообъема характеризуется его длительной прочностью, определяемой зависимостью времени хрупкого разрушения от степени близости эквивалентного напряжения к его предельному значению, характеризующему кратковременную прочность по критерию Губера – Мизеса, которое принимается случайной функцией координат. Эффективные деформативные свойства и напряженно-деформированное состояние ортотропного волокнистого композита с микроповреждениями в компонентах определяются на основе стохастических уравнений упругости ортотропных сред. Для заданных макронапряжений или макродеформаций и произвольного момента времени сформулированы уравнения баланса поврежденности (пористости) компонентов. На основе метода итераций построены алгоритмы вычисления зависимостей микроповреждаемости компонентов ортотропного волокнистого материала от времени, макронапряжений или макродеформаций от времени, а также получены соответствующие кривые в случае ограниченной функции длительной микропрочности, аппроксимированной экспоненциальным законом.

ПОШКОДЖУВАНІСТЬ МАТЕРІАЛУ, АРМОВАНОГО ОДНОСПРЯМОВАНИМИ ОРТОТРОПНИМИ ВОЛОКНАМИ, ПРИ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНІЙ ФУНКЦІЇ ДОВГОТРИВАЛОЇ МІКРОМІЦНОСТІ

Теорію довготривалої мікропошкоджуваності для однорідних матеріалів, в основу якої покладено рівняння механіки стохастично неоднорідних середовищ, узагальнено на випадок композита з ортотропними волокнами. Процес пошкоджуваності компонентів композита моделюється утворенням у них стохастично розміщених мікропор. Критерій руйнування одиничного мікрооб'єму характеризується його довготривалою міцністю, обумовленою залежністю часу крихкого руйнування від ступеня близькості еквівалентного напруження до його граничного значення, що характеризує короткочасну міцність за критерієм Губера – Мізеса, яке приймається випадковою функцією координат. Ефективні деформативні властивості та напружено-деформований стан ортотропного композита з мікропошкодженнями в компонентах визначаються на основі стохастичних рівнянь пружності ортотропних середовищ. Для заданих макронапружень або макродеформацій і довільного моменту часу сформульовано рівняння балансу пошкодженості (пористості) компонентів. Залежності макронапруження – макродеформації матеріалу з ортотропними волокнами і рівняння балансу пористості компонентів описують зв'язані процеси деформування і тривалої пошкоджуваності композита, що відбуваються у часі. На основі ітераційного методу побудовано алгоритми обчислення залежностей мікропошкоджуваності компонентів волокнистого матеріалу від часу, макронапружень або макродеформацій від часу, а також отримано відповідні криві для випадку необмеженої функції тривалої мікроміцності, яка апроксимується експоненціальним законом.

DAMAGEABILITY OF MATERIAL STRENGTHENED BY UNIDIRECTIONAL ORTHOTROPIC FIBRES FOR EXPONENTIAL FUNCTION OF MICRODURABILITY

The theory of long-term damageability for homogeneous materials is generalized on a case of orthotropic fibres composite material of stochastic structure. The equations of

mechanics of micro non-uniform media of stochastic structure are taken as basic. The process of damageability of components of a composite is modeled by appearance of stochastically located micropores. The criterion of destruction of individual microvolume is characterized by its long-term durability determined by time dependence of fragile destruction on the degree of closeness of equivalent stress to its limiting value, describing the short-term durability by the Huber – Mises criterion which is accepted as a stochastic function of coordinates. Effective deformative properties and stress-strain state of an orthotropic composite with microdamages in components are determined on the basis of stochastic equations of elasticity of orthotropic fibres media. For the given macrostresses or macrodeformations and for any moment of time the equations of balance of damageability (porosity) of components are formulated. Dependences of macrodeformations for orthotropic fibres composite and the equations of balance of porosity of components describe the joint processes of deformation and long-term damageability of the composite, occurring in time. On the basis of iteration method an algorithm of calculation of dependences of microdamageability of components of orthotropic fibres material on time, macrostresses or macrodeformations on time are constructed, and also corresponding curves are obtained for the case of exponential function of microdurability.

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

Получено
28.02.08