

УДК 393.3

М. М. Ткачук ✉

## ПРУЖНЕ ОСЕРЕДНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ІЗ КОМПОЗИЦІЙНОЮ МЕРЕЖЕВОЮ БУДОВОЮ

Метод шляхів максимального просування поширено на випадок пружного осереднення матеріалів із композиційною мережевою будовою. У подання мікродеформацій мережі для кожної зі складових уведено окремі розподіли векторів розтягу ланок. На основі уточненої статистики орієнтацій ланок у шляхах максимального просування отримано нове формулювання кінематичного співвідношення, що пов'язує ці мікромеханічні змінні з макроскопічною деформацією матеріалу. Задачу визначення рівноваги мережі розв'язано за допомогою проміжного осереднення деформацій та відгуку ланок спільної початкової орієнтації. У результаті різні складові мережі замінено еквівалентною ланкою. У рамках запропонованої моделі встановлено послідовний характер їх поєднання та передачі зусиль у мережі. Проаналізовано якісні відмінності поведінки матеріалів різної будови, які пояснюються геометричними та фізичними властивостями елементів композиційної мережевої мікроструктури.

**Ключові слова:** мережева мікроструктура, пружна гомогенізація, шляхи максимального просування, мікросфера.

## УПРУГОЕ ОСРЕДНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ С КОМПОЗИЦИОННЫМ СЕТЕВЫМ СТРОЕНИЕМ

Метод путей максимального продвижения распространен на случай упругого осреднения материалов с композиционным сетевым строением. В представление микродеформаций сети для каждой из составляющих вводятся отдельные распределения векторов растяжения звеньев. На основе уточненной статистики ориентаций звеньев в путях максимального продвижения получена новая формулировка кинематического соотношения, связывающего эти микромеханические переменные с макроскопической деформацией материала. Задача определения равновесия сети решена при помощи промежуточного осреднения деформаций и отклика звеньев общей начальной ориентации. В результате различные составляющие сети заменены эквивалентным звеном. В рамках предложенной модели установлен последовательный характер их сочленения и передачи усилий в сети. Проанализированы качественные различия поведения материалов разнобразного строения, которые объясняются геометрическими и физическими свойствами элементов композиционной сетевой микроструктуры.

**Ключевые слова:** сетевая микроструктура, упругая гомогенизация, пути максимального продвижения, микросфера.

## ELASTIC HOMOGENIZATION OF MATERIALS WITH COMPOSITE NETWORK STRUCTURE

The method of maximum advancement paths is extended for elastic averaging of materials with composite network microstructure. Separate distributions of segment elongation vectors for each of the components are introduced into the representation of the network microdeformation. The statistics of the orientations of the links in the paths of maximum advance is updated for this case. A new formulation of the kinematic relation is derived on this basis. It connects these micromechanical variables to the macroscopic deformation of the material. The equilibrium problem is solved for the network by intermediate averaging of the strain and the response of the links with identical initial orientation. As a result separate components of the network are replaced by an equivalent link. Within the framework of the proposed model those links are found to be consecutively connected thus transmitting equal forces in the network. The qualitative variations of material behaviour due to various composition are analysed and explained by the geometrical and physical properties of the composite network microstructure.

**Keywords:** network microstructure, elastic homogenization, maximum advancement paths, microsphere.

Нац. техн. ун-т «ХПИ», Харків

Одержано  
05.10.19

✉ myk.tkachuk@gmail.com