ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТАТИСТИЧЕСКИ ОДНОРОДНО АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКОННЫХ КОМПОЗИТОВ

Пестренин В.М., Пестренина И.В., Фагалов А.Р.,Пелевин А.Г.

Пермский государственный университет, Пермь

pestreninvm@mail.ru, ipestrenina@gmail.com, slowards@gmail.com, pelevin.a@icmm.ru

В настоящее время исследователи придерживаются определения представительного объема (representative volume element – RVE), предложенного Drugan W.J., Willis, J.R [1]: «Это наименьший элемент объема материала композита, для которого обычные макроскопически однородные определяющие модели «эффективного модуля» могут быть применены». Задача определения RVE конкретных композиций наряду с их эффективными материальными характеристиками представляется важной по следующим причинам: достоверные эффективные материальные характеристики определяются на образце, не меньшем, чем RVE; характерный размер RVE ограничивает размер сетки дискретизации при численном исследовании; дегомогенизация состояния композитного материала является решением задачи микромеханики о напряженно деформированном состоянии RVE; существование RVE для композита является критерием для применения теории эффективного модуля к анализу его напряженно деформированного состояния.

В работе предлагается следующий итерационный алгоритм построения RVE и эффективных материальных характеристик для композиций периодической структуры. Из композита выделяется последовательность кубических образцов с возрастающим характерным размером, состоящих из ячеек периодичности. Предполагается (метод от противного), что каждый образец этой последовательности является представительным объемом. Тогда для него может быть построено решение задачи микромеханики. На основе этого решения определяются макроскопические свойства образца. Результаты вычислений макроскопических материальных параметров и выполнение условий симметричности матрицы жесткости для очередного кубического образца сравниваются с соответствующими данными для предыдущего образца и сопоставляются с сущностными признаками представительного объема. На основании этих действий делается вывод о возможности (или невозможности) признания рассматриваемого образца в качестве представительного объема. Последовательности значений вычисленных параметров и значения процента отклонения матрицы жесткости от симметричности оказываются сходящимися. Тот куб объявляется RVE, для которого полученные характеристики могут быть приняты за предельные значения. Они и принимаются за эффективные материальные характеристики композиции. Эффективные константы сравниваются с решением рассматриваемой задачи с условиями периодичности на ячейке.

Подход распространяется на задачу моделирования статистически однородно армированного непрерывными прямыми волокнами материала композитом периодической структуры.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта № С-26/1025.

Литература

[1] Drugan W.J., Willis J.R. (1996) A micromechanics-based nonlocal constitutive equations and estimates of representative volume element size for elastic composites. J. Mech. Phys. Solids 44, 497–524