

**Определение эффективных упругих и упругопластических свойств  
дисперсного композита.**

**Научный руководитель – Шешенин Сергей Владимирович**

**Клементьев Петр Дмитриевич**

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра теории пластичности, Москва, Россия  
*E-mail: piter1997@gmail.com*

Основная идея метода асимптотического осреднения [1,2,3] заключается в разделении аргументов функций на два масштаба и последующем представлении решения в виде асимптотического ряда. Этот метод был математически строго доказан для периодических сред [2]. Однако, оказывается возможным расширить область применения данного метода на среды не являющиеся периодическими, но обладающие представительным объемом (Representative Volume Element) [4-6]. В докладе рассмотрена модификация метода осреднения, использующая RVE вместо ячейки периодичности. Показано, что предложенная модификация позволяет распространить метод на непериодические материалы. Численно решены локальные задачи, определены эффективные свойства материала сплава алюминиевой матрицы с включениями из карбида бора B4C / 2024Al. Метод асимптотического осреднения был использован для определения эффективных свойств и вычисления концентраций напряжения композита с использованием реальной 3D структуры, полученной с помощью рентгеновской томографии. В использовании реальной 3D структуры состоит новизна подхода. Также численно решены задачи и определены эффективные свойства в упругопластической постановке. Построены кривые зависимости напряжений от деформаций в случае различных объемных концентраций включений в образцах. Исследована зависимость кривых от видов нагружения.

Вычисленные эффективные модули Юнга почти совпадают с результатами эксперимента и вычислениями при использовании модельной структуры. Однако показано, что часто применяемое упрощенное моделирование включений при вычислении концентрации напряжений дает результат отличный от результатов при использовании реальной структуры. Исследована зависимость диаграммы напряжение - деформация от объемного сжатия в упругопластической области.

**Источники и литература**

- 1) 1. Бахвалов Н.С. Осреднение дифференциальных уравнений с частными производными с быстро осциллирующими коэффициентами // Докл. АН СССР. 1975. 221, № 3, С. 516-519.
- 2) 2. Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1984. 352 с.
- 3) 3. Победря Б.Е. Механика композиционных материалов. М.: Издательство Московского Университета, 1984. 335 с.
- 4) 4. Савенкова, Маргарита Ивановна. Применение метода осреднения к материалам с физически нелинейными свойствами : диссертация ... кандидата физико-математических наук : 01.02.04 / Савенкова Маргарита Ивановна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова].- Москва, 2013.- 131 с.: ил. РГБ ОД, 61 13-1/451

- 5) 5. Шешенин С.В., Артамонова Н.Б., Клементьев П.Д., Киселев Ф.Б., Мурадханов Р.Р., Орлов Е.А., Цян Чжан. Исследование упругих и упругопластических свойств дисперсного композита на основе численных экспериментов // Механика композитных материалов, изд. Зинатне (Рига), том 57, № 1, с. 27-44
- 6) 6. Sheshenin S.V., Zhang Qiang, Artamonova N.B., Kiselev F.B., Volkov M.A. The effective properties of dispersed composites B4C/2024Al //AIP Conference Proceedings, vol. 2216, № 1, p. 040017-1-040017-7 DOI