

Моделирование прогрессирующего разрушения композита В4С / Al

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

Идея метода асимптотического осреднения заключается в разделении аргументов функции на два масштаба и последующем представлении решения в виде асимптотического ряда. Классический вариант метода был предложен и доказан для периодических структур [1, 2]. В работе используется модифицированный метод асимптотического осреднения, расширяющий область его применения до неперiodических структур, обладающих представительным объемом [3]. Методом конечных элементов решены локальные задачи на уровне микроструктуры композитного материала В4С / Al [4]. Для расчетов используется конечно-элементная трехмерная сетка, полученная на основе композиции послойных изображений реальной микроструктуры материала.

В начале решены задачи в упругой области, на основе решений которых определены эффективные свойства и концентрации напряжений и деформаций. Показано, что эффективные модули Юнга достаточно близки к экспериментальным значениям. Далее решены задачи одноосного растяжения, чистого сдвига и объемного сжатия в упругопластической области. Проведено сравнение численных и экспериментальных диаграмм напряжение-деформация, в ходе которого показано, что с ростом пластических деформаций разница между численным решением и экспериментом возрастает. Выдвинута гипотеза о том, что возникающая разница связана с началом разрушения на уровне микроструктуры материала. Возможные формы разрушения: трещины в матрице и включениях, отслоения на границе материалов. Для проверки гипотезы проведено моделирование прогрессирующего разрушения композитного материала на уровне микроструктуры. Численно решены задачи разрушения матрицы при не разрушаемых включениях и совместного разрушения матрицы и включений. Проведено сравнение численных и экспериментальных диаграмм с учетом прогрессирующего разрушения материала в численном расчете.

Аналогичные расчеты проведены на модельной структуре, использующей в качестве включений эллипсоиды. Проведено сравнение «реальной» и эллипсоидальной структур включений на всех этапах исследования. Целью проведения данного сравнительного анализа «реальной» и искусственной микроструктур материала является определение возможности использования модельной структуры вместо «реальной».

Источники и литература

- 1) Бахвалов Н.С. Осреднение дифференциальных уравнений с частными производными с быстро осциллирующими коэффициентами // Докл. АН СССР. 1975. 221, № 3, С. 516-519.
- 2) Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1984. 352 с.
- 3) 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

- 4) 4) Sheshenin S., Artamonova N., Klementyev P. Applications of the asymptotic homogenization to materials with periodic and non-periodic micro structures // Proceedings in applied mathematics and mechanics. 2021, Vol. 21, № 1.