

**Топологическая оптимизация трёхфазных нанокompозитов по критерию
максимума теплопроводности**

Научный руководитель – Павлов Сергей Петрович

Макарова Валерия Михайловна

Студент (бакалавр)

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Физико-технический факультет, Математика и моделирование (МиМ), Саратов, Россия
E-mail: makarova0103@mail.ru

Свойства композита, изготовленного из двух (или более) материалов определяются несколькими факторами. Одним из факторов, который влияет на характеристики свойств нанокompозита, является его геометрическая микроструктура. Микроструктура нанокompозитов часто может быть упрощена до периодически повторяющихся базовых ячеек, если нанокompозиты обладают статистически однородными свойствами. Для периодической модели, эффективные свойства можно определить по распределению фаз в пределах одной базовой ячейки. Тем не менее, поиск подходящей нанокompозитной конфигурации для экстраординарных физических свойств может быть довольно сложной задачей. Математически для этого нужно два важных шага.

Первый шаг связан с вычислением эффективных характеристик материала, где метод асимптотической гомогенизации оказывается особенно ценным. Этот метод является стандартным в микроструктурном материальном проектировании [1].

Второй шаг связан с обратной гомогенизацией, где соответствующая микроструктура строится для достижения желаемых эффективных физических свойств [2].

В работе проведена топологическая оптимизация микроструктуры пористого композиционного материала состоящего из матрицы с коэффициентом теплопроводности $k_0 = 10$ и теплопроводящего материала с коэффициентом теплопроводности $k_1 = 100$ содержащего поры с коэффициентом пористости от 0,1 до 0,3. Концентрация теплопроводящего материала составляла 50%. Были получены топологически оптимальные микроструктуры нанокompозита. В результате оптимизации теплопроводность композита с оптимальной микроструктурой возрастает по сравнению с равномерным распределением теплопроводящего материала на 167% - 102%.

Так же были исследованы нанокompозиты с включениями круглой формы в его структуру с коэффициентом теплопроводности $k_2 = 30$ и площади поперечного сечения от 0,1 до 0,3. Концентрация теплопроводящего материала составляла 50%. Были получены топологически оптимальные микроструктуры нанокompозита из трех материалов: матрица, теплопроводящий материал и включение. В результате оптимизации теплопроводность композита с оптимальной микроструктурой возросла по сравнению с равномерным распределением теплопроводящего материала в 3,5 - 5 раз.

Источники и литература

- 1) 1. Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. М., 1984.
- 2) 2. Bendsoe M.P., Sigmund O. Topology Optimization. Theory, Methods and Applications. Germany, 2003.