

Вычисление эффективного коэффициента электропроводности в сложных средах гетерогенным многомасштабным методом конечных элементов

КУТИЩЕВА АНАСТАСИЯ ЮРЬЕВНА

Институт Нефтегазовой Геологии и Геофизики СО РАН (Новосибирск), Россия

e-mail: Kutischeva.Anastasia@yandex.ru

Аннотация

Широкий диапазон научных и инженерных задач предполагает геометрическую многомасштабность (например, среды с мелкими включениями). Применение классического МКЭ ограничено отношением размеров включения к размеру всей области.

Активное развитие многомасштабных методов началось с середины 1990-х годов. Многомасштабные методы численного моделирования являются молодой отраслью вычислительной математики, поэтому исследования в этой области очень актуальны. Многие статьи по данной тематике или носят теоретический характер или посвящены решению модельных задач. Среди приложений можно выделить задачи течения жидкости в пористых средах, определения электромагнитных, тепловых, упругих характеристик композитных материалов, молекулярной динамики, гомогенизации кристаллов.

В настоящее время при исследовании физических свойств гетерогенных сред используются многомасштабные конечноэлементные методы, построенные на декомпозиции пространства решений на сумму двух подпространств: «грубого», отвечающего за эффективные свойства среды, и «мелкого», позволяющего достаточно точно учесть свойства включений.

Гетерогенный метод конечных элементов (ГММ) основан на том, что многомасштаб-

ная структура решения отражается в локальных базисных функциях. Эти базисные функции содержат основную многомасштабную информацию и связаны через глобальную формулировку, обеспечивающую верное приближение к решению. Гетерогенный метод идейно близок к многомасштабному методу конечных элементов (ММКЭ). Однако если в ММКЭ многомасштабные базисные функции строятся явно, то в ГММ строятся только некоторые оценки значений этих базисных функций. Можно сказать, что многомасштабный метод есть некоторый предельный случай гетерогенного метода, т.е. ГММ реализует более общий подход.

В работе было рассмотрено решение трехмерной эллиптической краевой задачи с контрастными коэффициентами гетерогенным многомасштабным методом конечных элементов. Для решения задачи была впервые разработана и реализована вычислительная схема на базе ГММ. Разработанная программа позволяет моделировать материалы с включениями с различной геометрией и электрическими свойствами, в том числе среды с тонкими слоями и трещинами. Так же была разработана и реализована параллельная версия алгоритма.