

Решение трехмерной задачи численной оценки эффективной теплопроводности неоднородных материалов с помощью технологии CUDA

Научный руководитель – Яковлев Максим Яковлевич

Шевелева Анастасия Владимировна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: anastasiia.sheveleva@math.msu.ru

Композиционные материалы широко востребованы в промышленности, однако расчет их эффективных тепловых свойств представляет собой сложную задачу. В данной работе рассматривается задача оценки эффективных коэффициентов теплопроводности неоднородных материалов в двумерном и трёхмерном случаях. Эффективные коэффициенты теплопроводности гетерогенного материала – это коэффициенты теплопроводности такого модельного однородного материала, который в среднем ведёт себя (с точки зрения теплопередачи) также, как исходный неоднородный [1]. Вычисление эффективных коэффициентов проводится путем численного решения серии краевых задач теплопроводности на представительном объёме. Каждая краевая задача решается методом конечных разностей на регулярной декартовой сетке в сочетании с методом установления с явной схемой по времени [2]. Такая методика позволяет проводить расчёты на моделях больших размеров с минимальными затратами оперативной памяти. Кроме того, расчёт очень эффективно распараллеливается. В работе реализовано распараллеливание вычислительного процесса при помощи технологии CUDA.

В докладе приведены результаты расчётов эффективных коэффициентов теплопроводности для различных композиционных материалов. Осуществляется выбор представительного объёма, проводится анализ эффективных свойств в зависимости от выбранного для расчета фрагмента, исследуется скорость сходимости расчёта в зависимости от разрешения сетки по пространству. Корректность расчётов эффективных коэффициентов теплопроводности подтверждается сравнением результатов с аналитическими решениями.

Источники и литература

- 1) Vdovichenko I.I., Yakovlev M.Ya., Vershinin A.V., Levin V.A. Calculation of the effective thermal properties of the composites based on the finite element solutions of the boundary value problems [Электронный ресурс] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 158, № 1, Article ID 012094, 2016.– Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/158/1/012094/meta>
- 2) Yakovlev M., Nikitin L., Levin V. Numerical simulation of the effective mechanical properties of the core samples by GPU computing // AIP Conference Proceedings, V. 2899, 2023, Article ID 020151.– Режим доступа: https://pubs.aip.org/aip/acp/article-pdf/doi/10.1063/5.0163107/18124262/020151_1_5.0163107.pdf