

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Численное решение уравнения для давления в задаче течения многофазной жидкости в трещине гидроразрыва

Мутовкин Никита Владимирович

Студент (магистр)

Московский физико-технический институт, Москва, Россия

E-mail: mutov546@gmail.com

Математическая модель двумерного нестационарного ламинарного течения многофазной жидкости в трещине гидроразрыва [1] включает в себя конвективное уравнение и нелинейное эллиптическое уравнение для давления с сильно неоднородными и разрывными коэффициентами. Нелинейное уравнение для давления должно многократно решаться на каждом шаге интегрирования по времени. В связи с этим существует необходимость разработки достаточно быстрого и точного итерационного метода решения с привлечением линеаризации исходного эллиптического оператора.

В данной работе автором рассматривается ряд подходов к решению тестового нелинейного уравнения, имитирующего реальную задачу для давления из [1]. Сравниваются метод градиентного спуска с предобуславливателем, метод сопряженных градиентов с предобуславливателем, метод градиентного спуска с ускорением [2] и метод Ньютона. В качестве предобуславливателя выступает один цикл многосеточного метода (МСМ) [3] для эллиптического оператора, вычисленного на текущем приближении к решению. Получено, что наилучшие результаты по времени достижения заданной точности дают метод сопряженных градиентов с предобуславливателем и метод градиентного спуска с ускорением. При этом, выигрыш времени счета по сравнению с методом простой итерации, применяемым в [1], может достигать 3 - 4 раз.

Особенностью используемого алгоритма МСМ является использование операторов обмена данными между сетками, коэффициенты которых зависят от матрицы эллиптического оператора. Устойчивость эффективности работы МСМ проверялась на тестах с различным взаиморасположением линий разрывов коэффициентов относительно сетки.

Источники и литература

- 1) Боронин С.А., Осипцов А.А. Влияние миграции частиц на течение суспензии в трещине гидроразрыва // Изв. РАН, МЖГ. – 2014. – №2. – С. 80-94.
- 2) Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. – Наука, 1978.
- 3) De Zeeuw P. M. Matrix-dependent prolongations and restriction in a blackbox multigrid solver // Journal of Computational and Applied Mathematics. No. 33. 1990. pp. 1-27