

Секция «Математика и механика»

Моделирование течения вязкой несжимаемой жидкости в каверне методом контрольных объёмов

Каштанова С.В.¹, Окулова Н.Н.²

1 - Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Фундаментальные науки, 2 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Механико-математический факультет, деревня Рассказовка, Россия
E-mail: svetlyachok.fn@gmail.com

На примере задачи о моделировании течения вязкой несжимаемой жидкости в области квадратной формы (каверне) исследовано применение метода контрольных объёмов (алгоритм SIMPLE) [3] к задачам расчёта течений в областях с простой геометрией. В численной реализации алгоритма SIMPLE применены два алгоритма решения системы линейных алгебраических уравнений – метод Гаусса и стабилизированный метод бисопряжённых градиентов с aiLU-предобуславливанием. Проведены вычислительные эксперименты по исследованию скорости счёта [4]. В первом вычислительном эксперименте исследовалась зависимость скорости счёта от параметра α , во втором – от способа хранения матрицы при выполнении операции её умножения на вектор (йельский формат по сравнению с хранением полной матрицы).

В связи с некоторыми ограничениями алгоритма SIMPLE (сложность его применения к областям со сложной геометрией и применимость только к стационарным процессам), моделирование течения вязкой несжимаемой жидкости в каверне было проведено с помощью нового метода погруженных границ LS-STAG, обеспечивающего выполнение численных аналогов законов сохранения, предложенного в статье [1]. В численной реализации данного алгоритма для решения системы линейных алгебраических уравнений использовался стабилизированный метод бисопряжённых градиентов с aiLU-предобуславливанием. Хранение всех матриц и осуществление различных операций с ними производится в сжатом формате CSIR (Compressed Sparse Row) [2], что существенно сокращает память ЭВМ, потребляемую приложением, и увеличивает скорость счёта, что показано при помощи вычислительных экспериментов.

Литература

1. Cheny Y., Botella O. The LS-STAG method: A new immersed boundary/level-set method for the computation of incompressible viscous flows in complex moving geometries with good conservation properties // J. Comput. Phys. – 2010. – 229. – P.1043 – 1076.
2. Баладин М.Ю., Шурина Э.П. Методы решения СЛАУ большой размерности. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – 70 с.
3. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкостей. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
4. Каштанова С.В., Окулова Н.Н. Моделирование течения вязкой жидкости в каверне методом контрольных объёмов при использовании стабилизированного ме-

тода бисопряжённых градиентов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2011. – Спец. вып. "Прикладная математика". – Стр. 159 – 168.