

Метод динамически перестраиваемых адаптивных декартовых сеток для моделирования течения газа вокруг тел сложной геометрии

Меркулов Кирилл Дмитриевич

Аспирант

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

E-mail: parovoz1991@yandex.ru

В данном докладе описывается технология локально-адаптивных декартовых сеток [1] на основе деревьев с приложением к газодинамическим расчетам. Разработаны рекурсивные алгоритмы построения, модификации и обхода сетки. Особое внимание уделяется поиску соседних ячеек: для ускорения данной операции применены побитовые операции, удобно подходящие для предложенной модели расчетной сетки.

Метод тестируется на модели уравнений Эйлера, замыкаемых уравнением состояния идеального газа, которые численно решаются методом конечного объема, адаптированным для описанного класса сеток [2]. Для вычисления потоков используются опционально схемы Годунова или Рusanова 1-го порядка аппроксимации. Устойчивость оператора численного интегрирования обеспечивается подбором временного шага согласно условию Курранта. Так как при измельчении сетки нужно получать значения моделируемых полей в новых мелких ячейках без потери точности, методика была дополнена подсеточной реконструкцией на основе WENO-подхода. Моделирование внутренних граничных условий (реакции твердых включений) на декартовой сетке осуществляется при помощи метода свободной границы [3]. Рассмотрены случаи стационарной и подвижной геометрии.

Изучены различные критерии гладкости сеточных решений. Разработаны варианты алгоритма динамической многоуровневой адаптации сетки на базе бинарного критерия и описаны их особенности.

Метод апробирован на задаче Седова о сильном взрыве, газодинамических тестах Лиска-Вендроффа [4] и задачах обтекания клина, конуса и затупленных тел.

Источники и литература

- 1) Сухинов А. А. Построение декартовых сеток с динамической адаптацией к решению // Математическое моделирование. – 2010. – Т. 22. – №. 1. – С. 86-98.
- 2) Merkulov K. Wavelet-Based Local Mesh Adaptation with Application to Gas Dynamics // Parallel Computing Technologies. – Springer International Publishing, 2015. – С. 426-435.
- 3) Меньшов И. С., Корнев М. А. Метод свободной границы для численного решения уравнений газовой динамики в областях с изменяющейся геометрией // Математическое моделирование. – 2014. – Т. 26. – №. 5. – С. 99-112.
- 4) Liska R., Wendroff B. Comparison of several difference schemes on 1D and 2D test problems for the Euler equations // SIAM Journal on Scientific Computing. – 2003. – Т. 25. – №. 3. – С. 995-1017.

Слова благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 14-11-00872.