

Секция «Математика и механика»

Численное моделирование работы «биогенератора»

Ложников Михаил Андреевич

Студент

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: lozhnikovma@gmail.com

В настоящее время, общепринятыми уравнениями для расчёта течения жидкости являются уравнения Навье-Стокса, описывающие движение вязкой несжимаемой жидкости. Эти уравнения в общем случае до сих пор не решены точно, поэтому их решают приближённо. В частности, для этого в некоторых случаях отбрасываются молекулярные компоненты или же используются численные методы.

Для решения численных задач гидродинамики, существуют методы трёх видов:

метод конечных объёмов, использующий формулировку уравнений в интегральной форме, метод конечных элементов, в котором область разбивается на элементы, а искомая функция ищется как линейная комбинация координатных функций и метод конечных разностей, в котором исходное дифференциальное уравнение аппроксимируется системой линейных алгебраических уравнений. Метод конечных объёмов является одним из важнейших методов, потому что в нём записываются уравнения в интегральной форме на каждой ячейке, в результате чего выполняются физические законы сохранения.

В данной работе реализован метод конечных объёмов И.В. Фрязинова[1] типа предиктор-корректор на неструктурированной треугольной сетке. Область представляет собой усечённый сектор с вращающимся внутри пропеллером. Этот метод состоит из двух этапов: на первом шаге ищутся предикторные компоненты скорости, то есть решаются уравнения Навье-Стокса без учёта дивергенции, а на втором этапе предикторная скорость проектируется на пространство соленоидальных функций, в результате чего находятся корректорные компоненты скорости. Вектор скорости определяется в центрах ячеек — в центрах окружностей или сфер, описанных вокруг треугольников, а давление — в потоковых точках на сторонах треугольников. При этом возникает следующая проблема: треугольники должны быть остроугольные, иначе центр описанной окружности будет лежать вне треугольника. Однако, современные генераторы сеток не позволяют создавать сетки, состоящие только из остроугольных треугольников, поэтому в тупоугольных треугольниках скорость аппроксимируется в точке пересечения медиан. Поскольку, в рассматриваемой задаче доля тупоугольных треугольников в сетке не велика, а именно составляла около 1 процента, их наличие не сильно повлияло на решение. Одной из особенностей этой работы является изменение сетки на каждом шаге по времени, вследствие чего приходится делать перенос данных со старой сетки на новую.

Литература

1. И.В. Попов, И.В. Фрязинов, М.Ю. Станиченко, А.В. Тайманов «Построение разностной схемы для уравнений Навье-Стокса на неструктурированных сетках»