Численное решение уравнений Навье¬–Стоксавпеременныхфункциятока – вихрь

Иванов Владимир
Томский государственный университет (Томск), Россия
e-mail: ivgk26@gmail.com

Развитие механики жидкости и газа и ее приложений в последние годы связано с применением общих математических моделей, основанных на уравнениях Навье-Стокса. Подход с использованием вихря и функции тока в качестве независимых переменных является одним из самых распространенных методов решения двумерных уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости.
Рассматривается задача о плоском течении вязкой несжимаемой жидкости с постоянными значениями плотности и коэффициента вязкости в прямоугольной области. Требуется выполнение условий прилипания частиц жидкости к твердой стенке и непротекания на ограничивающих течение поверхностях. Имеет место простейший случай изотермического движения. Верхняя стенка перемещается в своей плоскости с постоянной скоростью u. Жидкость, целиком заполняющая каверну, вовлекается в движение силами вязкости.
Для численного исследования течения в каверне применяются уравнения Навье-Стокса в переменных «функция тока - вихрь»
В переменных «функция тока - вихрь»краевые условия формулируются только для функции тока, а для вихря записываются на основе его определения.
Получение конечно-разностного аналога исходной системы дифференциальных уравнений производится методом конечного объема. В результате получается дискретный аналог дифференциальных уравнений, в который входят значения искомых переменных в некоторых узловых точках.
Нелинейность делает невозможным прямое решение системы и заставляет обращаться к итерациям (метод релаксации). Итерации прекращаются при достижении требуемой точности сходимости к решению стационарной аппроксимирующей системы.
Значения конвективных потоков аппроксимируются с использованием схемы «против потока». Согласно этому подходу, значение вихря на грани конечного объема равно значению в соседней узловой точке с «подветренной стороны»грани.
С помощью построенной разностной схемы получены результаты численного решения стационарной задачи при различных числах Рейнольдса.

Литература

1. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2 т. / Пер. с англ. М.: Мир, 1990. Т.2. 392 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов. - изд. 6-е, перераб. и доп. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1987. 840 с.
3. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости / Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1984. 152 с.
4. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. М.: Наука, 1978. 592 с.
5. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат.

Лит, 1980. 536 с.
6. Темам Р. Уравнения Навье-Стокса, теория и численный анализ. М.: Мир, 1981. 408 с.
7. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2 т. / Пер. с англ. М.: Мир, 1991. Е.2. 552 с.
8. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. М.: Наука, 1984. 287 с.