

Численное исследование стационарных уравнений Навье-Стокса**Научный руководитель – Георгиевский Дмитрий Владимирович***Синицын А.А.¹, Алгазин С.Д.²*

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра теории упругости, Москва, Россия, *E-mail: art@sinitsyn.info*; 2 - Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия, *E-mail: algazinsd@mail.ru*

Рассматривается задача об обтекании тела вращения под углом атаки потоком вязкой несжимаемой жидкости, которая описывается уравнениями Навье – Стокса [1]. Для малых чисел Рейнольдса решениями этих уравнений являются гладкие функции [2]. Построен численный алгоритм без насыщения [3], который реагирует на гладкость решения. Конкретные расчеты для нелинейных уравнений Навье–Стокса [4] проводились для шара радиуса 1, вектор скорости в бесконечности равен $v = (1,0,0)$, на сетках из $900 = 10 \times 10 \times 9$, $3600 = 20 \times 20 \times 9$ и $4500 = 20 \times 25 \times 9$ узлов. Был реализован итерационный алгоритм, в котором в конвективной производной значение скорости при производной по координате считалось известным с предыдущей итерации (на нулевой итерации подставлялось решение линеаризованной задачи уравнений Стокса). Проводилось вычисление коэффициента сопротивления c_x . Линеаризованная задача решалась подпрограммой PARDISO [5] из библиотеки MKL Intel Fortran 11.1.054. В ходе расчетов установлено, что в выбранном числе Рейнольдса наблюдается быстрая сходимость. Отличие нулевой итерации (уравнения Стокса) от точного решения составляет 0,28 %. Отличие этой итерации от первой – 18 %. Таким образом, даже при таком малом числе Рейнольдса нельзя пользоваться уравнениями Стокса (линейное приближение). Отличие решения линеаризованной задачи от решения полной нелинейной задачи составляло 3,95 %. При больших числах Рейнольдса ($Re = 0.12185, 0.36385, 0.7465$) предложенный итерационный метод не обнаружил сходимости. Таким образом, расчеты нужно проводить с 1–2 итерациями. Увеличение числа узлов сетки может только ухудшить ситуацию.

Источники и литература

- 1) Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973. 418 с.
- 2) Р. Темам. Уравнения Навье-Стокса. Теория и численный анализ. Изд-во «Мир», 1981, 408 стр.
- 3) Бабенко К. И. Основы численного анализа. М.: Наука, 1986. 744 с.; Издание второе, исправленное и дополненное / Под ред. А. Д. Брюно. МоскваИжевск: РХД, 2002. 847 с.
- 4) Алгазин С. Д. Численное исследование уравнений Навье–Стокса // ЖПМТФ. 2007. Т. 48, № 5. С. 43–52.
- 5) Алгазин С. Д. Численные алгоритмы классической матфизики. XIII. Уравнения Навье–Стокса. М., 2006, 34 с. (Препр. ИПМех РАН, № 805).