

0.1. Дементьева Е.В., Карпова Е.Д. Численное решение уравнений Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости полулагранжевым методом

В настоящей работе обсуждается полулагранжевый подход к численному моделированию течений вязкой несжимаемой жидкости в канале на основе уравнений Навье — Стокса. На границе вытока рассмотрено модифицированное граничное условие «do nothing» [1].

Применение полулагранжевого подхода для уравнений Навье — Стокса впервые рассмотрено в работе [2]. В данном подходе оператор транспортных производных аппроксимируется конечными разностями вдоль заданного направления или вдоль характеристик этого оператора. Применение подхода для нестационарных уравнений Навье — Стокса приводит к стационарным задачам с самосопряженным оператором на каждом временном слое. Кроме того, основная часть этого оператора является линейной и только его диагональные члены — нелинейные. Это значительно облегчает использование и обоснование метода конечных элементов.

В настоящей работе для двумерных уравнений Навье — Стокса для вязкой несжимаемой жидкости применяется полулагранжевая аппроксимация на каждом временном слое. В результате мы получаем последовательность стационарных уравнений Стокса с добавочным диагональным членом. Затем для полученных уравнений мы используем метод конечных элементов с биквадратичными конечными элементами на прямоугольниках для компонент скорости и с билинейными элементами для давления. Такой выбор элементов удовлетворяет условию Ладженской — Бабушки — Брещи [3], которое обеспечивает устойчивость по давлению.

В работе проведены тестовые расчеты. Результаты численных экспериментов подтверждают теоретические выводы и демонстрируют сходимость разработанного метода.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 14-01-00296, 14-01-31203).

Список литературы

- [1] RANNACHER R. Incompressible Viscous Flow // Encyclopedia of Computational Mechanics. — 2011. — Vol. 3. Fluids, Ch. 6.
- [2] PIRONNEAU O. On the Transport-Diffusion Algorithm and Its Applications to the Navier-Stokes Equations // Numerische Mathematik — 1982. — Vol. 38, P. 309–332.
- [3] BREZZI F., FORTIN M. Mixed and Hybrid Finite Element Methods / N.Y.: Springer-Verlag, 1991.