

Метод объемных маркеров для модели двухфазной несжимаемой жидкости

КАРНАКОВ ПЕТР ВЛАДИМИРОВИЧ

Новосибирский государственный университет (Новосибирск), Россия

e-mail: petr.karnakov@gmail.com

ЛАПИН ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия

ЧЕРНЫЙ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия

Многофазные течения и, в частности, течения с подвижной границей раздела фаз играют важную роль в природе и технике [1]. Модели многофазных течений находят широкое применение при исследовании природных явлений (подводные оползни, перенос донных осадков), в медицине (стратифицированное течение крови в сосудах), в промышленности (течения смесей в трубопроводах, кавитация в турбинах и насосах, фильтрация смесей в породе). Экспериментальное исследование подобного рода задач часто сопряжено со значительными трудностями и затратами, поэтому необходимо использование математических моделей и численных методов описания многофазных течений. На сегодняшний день не существует единого подхода к разработке численных методов решения подобных задач.

Одним из подходов к построению моделей многофазных сред является одножидкостной подход, в котором многофазная среда описывается единой сплошной средой. Свойства этой среды в каждой точке пространства определяются концентрацией входящих в неё фаз. Модель в этом случае состоит из уравнений движения среды (уравнений неразрывности и импульса) и уравнений переноса концентрации фаз. Конечно-разностные методы, часто применяемые для решения уравнений в частных производных, обладают рядом недостатков. Одним из них является численная диссипация (диффузия) решения, которая приводит к «размытию» профиля концентрации при решении уравнения переноса. В связи с этим построение алгоритма, не обладающего свойством численной диффузии, является актуальной задачей и проводится в данной работе.

Рассматривается двумерная модель течения вязкой несжимаемой двухфазной жидкости, состоящая из уравнений Навье-Стокса и уравнения переноса объемной концентрации. Для решения уравнений Навье-Стокса применен метод искусственной сжимаемости [2]. Уравнение переноса решается с помощью метода маркеров [3]. В этом методе переносимая величина описывается набором значений на дискретных маркерах, которые движутся по траекториям жидкости. Преимуществом метода является отсутствие свойства численной диффузии, что обеспечивает сохранение четкости границы раздела.

Результаты работы алгоритма продемонстрированы на двумерных задачах о конвективном переносе и вращении квадрата, задаче о развитии неустойчивости Рэлея-Тэйлора.

Список литературы

- [1] A. PROSPERETTI, G. TRYGGVASON. Computational methods for multiphase flow. — Cambridge University Press, 2007. — 470 p.
- [2] Черный С. Г., Чирков Д. В., Лапин В. Н. и др. Численное моделирование течений в турбомашинах. — Новосибирск: Наука, 2006. — 202 с.
- [3] F. H. HARLOW, J. E. WELCH. Numerical calculation of time-dependent viscous incompressible flow of fluid with free surface // Phys. Fluids. —1965. — Vol. 8(12), p. 2182-2189.