

**Математическое моделирование течения гетерогенных многоматериальных сред****Научный руководитель – Меньшов Игорь Станиславович****Чжан Чао***Аспирант*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,  
Россия*E-mail: zhang-c@mail.ru*

Моделирование течения гетерогенной сплошной средой, состоящей из различных материалов, разделенных контактными (межфазными) границами, представляет большой интерес для широкого круга приложений, таких как проблема подводного взрыва, истечение газа из подводного газопровода, процессы перемешивания, пузырьковые течения и т. п. В этих задачах точное определение положения межфазной границы в пространстве представляет собой сложную задачу, как в теоретическом, так и в вычислительном плане. В докладе мы предлагаем модель  $(2N+1)$ -уравнений для моделирования течения  $N$  ( $N \geq 3$ ) разных сжимаемых материалов. Наша модель принадлежит классу методов диффузной межфазной границы и обобщает модель пяти уравнений, предложенную Allaire [1]. Предлагаемая численная модель имеет квазиконсервативную форму и состоит из консервативной и неконсервативной частей. Консервативная часть модели включает в себя уравнения сохранения массы каждой компоненты, полного импульса и полной энергии. Неконсервативные уравнения представляют собой уравнения адвекции для  $(N-1)$  характеристической функции, которые зависят от объемных долей компонентов. Модель замыкается предположением о равенстве давлений (изобарическая модель замыкания). В работе исследуются следующие математические свойства этой модели: согласованность и однородность (сохранение константного распределения скорости и давления). Чтобы обеспечить последнее свойство, доказано, что характеристические функции должны быть линейными относительно объемных долей компонентов. Мы также обобщаем два численных метода, основанные на схеме типа Roe и схеме HLLC, для предложенной модели. Прямое обобщение этих схем на схемы повышенного порядка точности приводит к ложным колебаниям и нефизическим решениям. Это является отличием от рассмотренного в [1] случая двух компонент ( $N = 2$ ). Для решения этой проблемы мы предлагаем использовать специальные переменные для реконструкции, с помощью которых нелинейные интерполяции методом MUSCL или THINC [2] будут обеспечивать неосциллирующие и физически допустимые распределения. Наконец, был проведен верификационный и валидационный анализ предложенной модели и численных методов с помощью решения серии тестовых задач. Полученные результаты демонстрируют надежность и эффективность нашего подхода.

**Источники и литература**

- 1) Allaire G., Clerc S., Kokh S. A five-equation model for the simulation of interfaces between compressible fluids // J. Comput. Phys. 2002. No. 181. С. 577-616.
- 2) Shyue K.M., Xiao F. An Eulerian interface sharpening algorithm for compressible two-phase flow: the algebraic THINC approach // J. Comput. Phys. 20014. No. 268. С. 326-354.