

Метод дискретных уравнений для двумерных расчетов двухфазных течений

С.А. Захаров^{1,2}, В.В. Писарев^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Объединенный институт высоких температур РАН

Двухфазные среды (например, «жидкость — пар») являются частым явлением в промышленных приложениях, таких как теплообменники, ядерные реакторы, котлы и т. д. Для лучшего понимания происходящих в них процессов требуются как экспериментальные исследования, так и развитие вычислительных моделей.

В настоящее время имеется целый ряд различных математических моделей и реализующих их численных схем, описывающих поведение многофазных сжимаемых сред. Разные уравнения состояния фаз по обе стороны интерфейсной поверхности раздела (интерфейса) являются основной проблемой при оценке величины давления на интерфейсе. Помимо этого, вычисление затрудняет наличие контактных разрывов и ударных волн, которые приводят к появлению неконсервативных членов в модели, численная аппроксимация которых требует отдельного внимания.

Не каждая модель способна корректно описать газодинамическое течение в связи с упомянутыми трудностями. В методе дискретных уравнений (DEM, Discrete Equation Method) эти трудности преодолены [1]. Он включает по три уравнения для каждой фазы, полученных на основе законов сохранения. Используемый точный римановский солвер описывает взаимодействие фаз на каждой интерфейсной границе раздела сред. Также в методе достигается корректная аппроксимация неконсервативных членов и дополнительных связей, определяющих релаксацию давлений и скоростей в двухфазной среде. В одномерном случае метод включает 7 уравнений и обобщается на случай двумерных и трехмерных расчетов процедурой расщепления по направлениям.

В работе представлено описание DEM в применении для расчета двухфазных сжимающихся потоков и Reactive DEM (RDEM) по моделированию взрывного испарения с применением реактивного римановского солвера.

Авторы выражают благодарность В.В. Чуданову и Г.Э. Норману за обсуждение задачи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта 14-50-00124.

Литература

1. А. А. Леонов, В. В. Чуданов, А. Е. Аксенова Методы прямого численного моделирования в двухфазных средах. — Труды ИБРАЭ РАН. — 2011