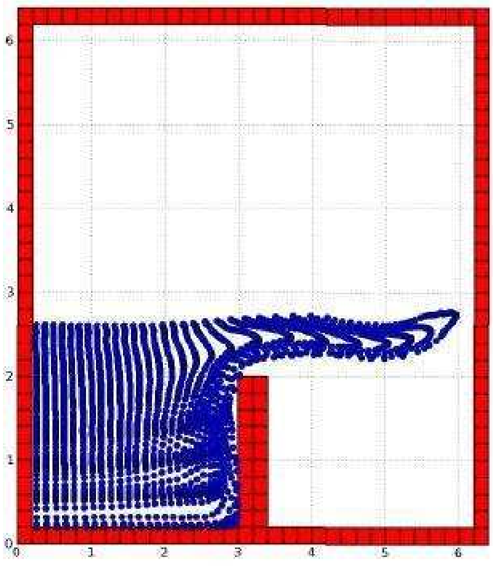

Рис. 7

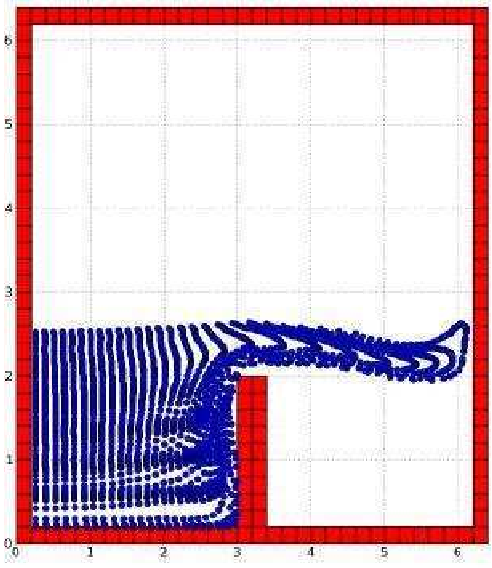

Рис. 8

На рис. 4 – 8 представлено решение задачи о распаде водяного столба и его взаимодействия с препятствием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белоцерковский О. М., Давыдов Ю. М.* Метод крупных частиц в газовой динамике. Вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1982.

2. *Шевырев С. П.* Расчет течения тяжелой несжимаемой невязкой жидкости методом Давыдова (нестационарный плоский случай) // Математика. Механика: сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2009. Вып. 11. С. 148–153.

3. *Поттер Д.* Вычислительные методы в физике. М.: Мир, 1975.

УДК 533.6.011

Р. И. Либеровский, С. П. Шевырев

МЕТОД ДАВЫДОВА НА ТРЕУГОЛЬНОЙ СЕТКЕ ДЛЯ СЛУЧАЯ СЖИМАЕМОГО ГАЗА

В данной статье рассматривается моделирование движения идеального сжимаемого газа около абсолютно твердого тела при помощи метода Давыдова [1], обобщенного на случай нерегулярной треугольной сетки [2]. Использование такой сетки дает возможность производить расчеты течения около тела произвольной формы.

В ходе выполнения работы была написана программа на языке Python, реализующая указанный метод в двумерном нестационарном случае. Имеется возможность определения давления и числа Маха в потоке и на теле. С помощью данной программы по единому алгоритму можно исследовать сложные картины обтекания тел различной формы в широком диапазоне изменения начальных условий — от чисто дозвуковых до сверхзвуковых режимов, включая переход через скорость звука (методом установления), либо решать нестационарные задачи о взаимодействии ударных волн с препятствиями.

Основная идея метода Давыдова (метода крупных частиц) состоит в расщеплении по физическим процессам исходной нестационарной системы уравнений Эйлера, записанной в форме законов сохранения. Среда здесь моделируется системой из крупных частиц, совпадающих в каждый момент времени с веществом ячеек эйлеровой нерегулярной сетки. Стационарное решение задачи, если оно существует, получается в результате установления, поэтому весь процесс вычислений состоит из многократного повторения шагов по времени. Нестационарные задачи также решаются продвижением по времени. В качестве математической модели выбраны краевые задачи для системы уравнений Эйлера в дивергентной форме:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial \rho u}{\partial t} + \frac{\partial \rho u^2}{\partial x} + \frac{\partial \rho u v}{\partial y} + \frac{\partial \rho}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial \rho v}{\partial t} + \frac{\partial \rho u v}{\partial x} + \frac{\partial \rho v^2}{\partial y} + \frac{\partial \rho}{\partial y} = 0,$$

$$\frac{\partial \rho E}{\partial t} + \frac{\partial \rho u E}{\partial x} + \frac{\partial \rho v E}{\partial y} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} = 0,$$

$$\rho = (\kappa - 1)\rho\left(E - \frac{u^2 + v^2}{2}\right).$$

Здесь t, x, y – независимые переменные, ρ – плотность, u, v – компоненты вектора скорости вдоль осей x и y соответственно, κ – отношение удельных теплоемкостей, E – полная энергия единицы массы газа.

Единственным краевым условием является условие непротекания на жестком теле (нормальная компонента скорости равна нулю). В численных расчетах добавляются условия (равенство нулю производных от искомых функций) на неотражающих границах, моделирующие исходные бесконечные области с помощью областей, имеющих конечные размеры. Эти искусственные границы не должны служить источником возмущений, которых на самом деле не существует. В качестве начальных условий задается либо однородный поток (числом Маха однородного потока на бесконечности), либо ударная волна (числом Маха ударной волны).

Три этапа метода Давыдова в случае треугольной сетки приведены в [2].

Задачи на рис. 1 (отсоединенная волна – изобары), рис. 2 (присоединенная волна – изобары), рис. 3 (присоединенная волна – изомахи) решены методом установления. На рис. 4 для сравнения приведено решение, аналогичное рис. 3 из [1].

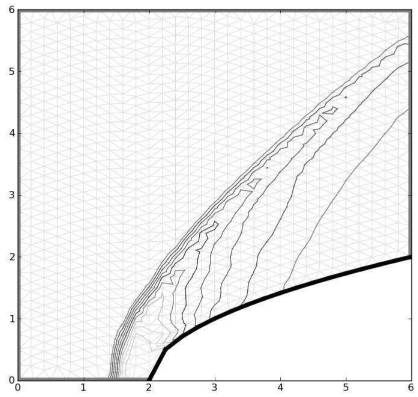

Рис. 1

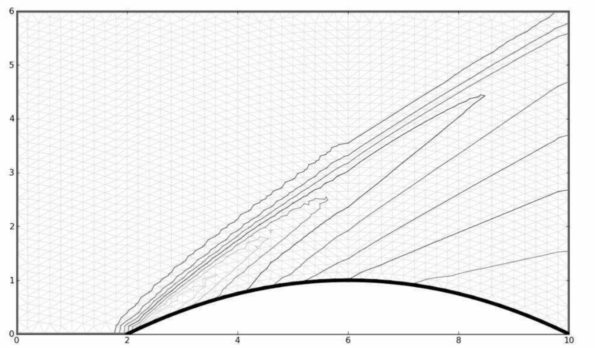

Рис. 2

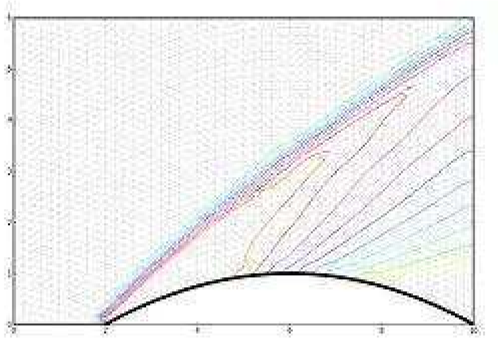

Рис. 3

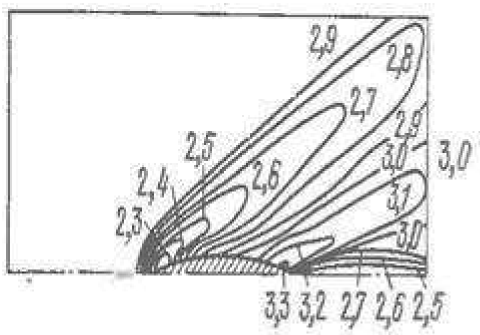

Рис. 4

Далее идут нестационарные задачи.

На рис. 5, 6, 7 ударная волна проходит по телу с образующей $y = \sqrt{x-2}$, отражаясь и дифрагируя. На рис. 8, 9, 10 – аналогичная задача для тела с образующей $y = 1 - \frac{(x-6)^2}{16}$.

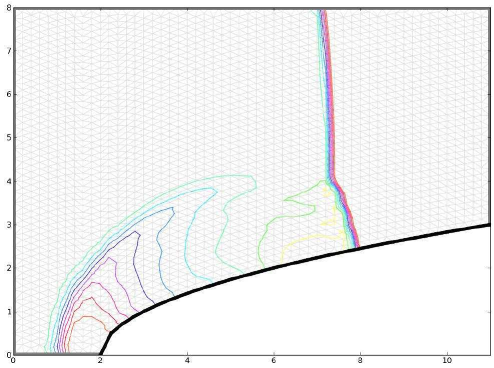

Рис. 5

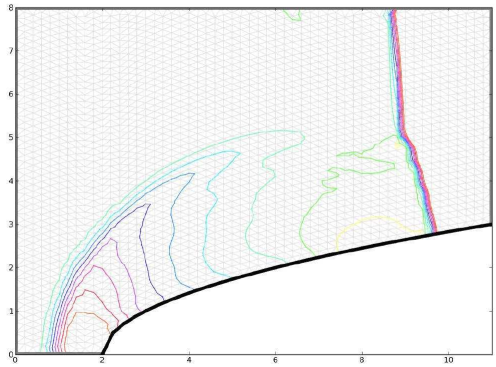

Рис. 6

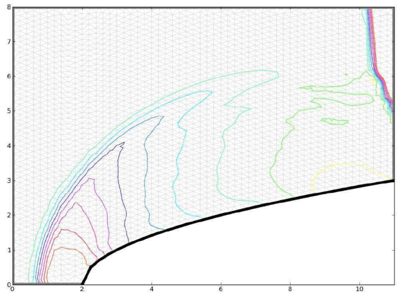

Рис. 7

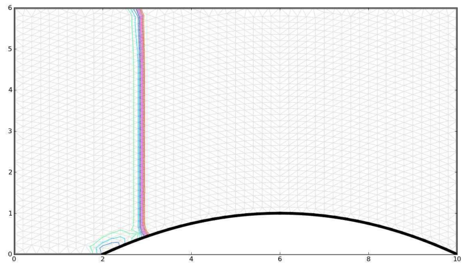

Рис. 8

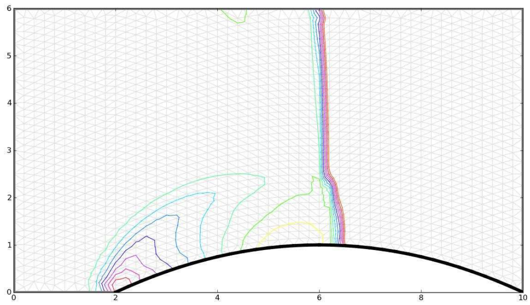

Рис. 9

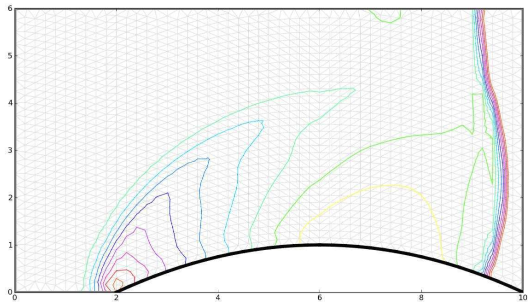

Рис. 10

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белоцерковский О. М., Давыдов Ю. М.* Метод крупных частиц в газовой динамике. Вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1982.

2. *Шевырев С. П.* Разностные схемы метода Давыдова на произвольной сетке // Математика. Механика: сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. 2005. Вып. 7. С. 205–209.

УДК 539.3

В. Ю. Ольшанский, А. В. Серебряков, И. Ф. Абитова

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЬЕЗОГИРОСКОПА

Рассматривается механическая система, состоящая из двух пластин Π_1, Π_2 с толщинами $h_1 = h_2 = h$. Пластины выполнены из пьезокерамики и предварительно поляризованы по толщине. Они расположены в