МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского госуниверситета
Физико-технический факультет
Механико-математический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики»
17–19 ноября 2014 г., Томск

International Youth Scientific Conference
«Current issues of continuum mechanics and celestial mechanics – 2014»,
17–19 November, 2014

Томск-2014

Приведены результаты расчетов скорости и дальности движения модели при разных значениях массы и начальной скорости модели.

Литература

1. *Савченко Ю.Н., Семенко В.Н., Путилин С.И.* Нестационарные процессы при суперкавитационном движении тел // Прикладная гидромеханика. 1999. Т. 1 (73), № 1. С. 79–97.
2. *Власенко Ю.Д.* Экспериментальные исследования суперкавитационных режимов обтекания самоходных моделей / Прикладная гидромеханика. 2000. Т. 2 (74), № 3. С. 26–39.
3. *Савченко Ю.Н., Савченко Г.Ю.* Оценка эффективности использования суперкавитации на осесимметричных корпусах // Прикладная гидромеханика. 2004. Т. 6 (78), № 4. С. 78–83.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ О РАСПАДЕ РАЗРЫВА В СЛУЧАЕ МЕЛКОЙ ВОДЫ
THE PROBLEM OF BREAKUP OF A DISCONTINUITY SIMULATING IN THE SHALLOW WATER CASE

А.А. Потоцкая, М.Д. Михайлов
A.A. Pototskaya, M.D. Michailov
Национальный исследовательский Томский государственный университет
National Research Tomsk State University
bubuzyonok@yandex.ru

Задача о разрушении плотины описывается уравнениями мелкой воды [1]. При выводе системы уравнений мелкой воды предполагается, что среда представляет собой достаточно тонкий слой, глубина которого много меньше его продольного размера, поэтому вертикальной составляющей скорости в слое можно пренебречь. Дополнительно предполагается, что жидкость несжимаема, находится в поле сил тяжести и ее температура постоянна.

Рассматривается одномерное течение жидкости в горизонтальном канале постоянного поперечного сечения с плоским дном. Начальные данные берутся из [2], чтобы впоследствии сравнить результаты. Длина канала L = =2000 м.

В области задается уровень воды и ее скорость. Процесс движения жидкости описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial h}{\partial t} + \dfrac{\partial hu}{\partial x} = 0, \\ \dfrac{\partial hu}{\partial t} + \dfrac{\partial hu^2}{\partial x} = -\dfrac{g}{2}\dfrac{\partial h^2}{\partial x} \end{cases} \qquad (1)$$

с начальными условиями:

$$\begin{cases} u(x,0) = u_0 = 0, \\ h(x,0) = \begin{cases} h_1, & x \le x_0, \\ h_0, & x \ge x_0. \end{cases} \end{cases} \qquad (2)$$

где h, м – уровень воды, u, м/с – скорость, g, м/c^2 – ускорение свободного падения, $h_1 > h_0$.

Решение задачи (1), (2) ищется численно с использованием явной схемы Мак-Кормака [3] второго порядка точности. Область $\bar{G}$ покрывается сеткой:

$$\bar{\omega}_{h\tau} = \bar{\omega}_h \times \omega_\tau,$$

где $\bar{\omega}_h = \{x_j : x_j = j \cdot h, j = \overline{0,n}\}$, $\omega_\tau = \{t_k : t_k = k \cdot \tau, k = \overline{0,m}\}$, $h = \frac{L}{n}$, τ *определяется из условия устойчивости.*

Схема – дисперсионная с минимальной схемной вязкостью. Для сглаживания разрывов в решении предлагается использовать модификацию метода Бориса и Бука [4]. Она носит локальный характер и не нарушает консервативности разностной схемы. Постоянная диффузия в этом методе вводится только в областях немонотонности. При этом немного сглаживаются физические экстремумы, но, главным образом, устраняются осцилляции, порожденные схемой.

Коэффициент сглаживания в случае разрывных течений газа, когда образуются ударные волны и волны разгрузки в [4] рекомендуется брать из промежутка.

Одна из целей работы – определение оптимального коэффициента сглаживания для модификации метода Бориса и Бука в случае мелкой воды. Для этого проведен ряд численных экспериментов и дано сравнение полученных результатов с данными из [2]. Получен промежуток, из которого необходимо выбирать оптимальный коэффициент сглаживания.

Результаты численных расчетов представлены в виде графиков. Показано совпадение полученных результатов с результатами из [2].

Литература

1. *Рождественский Б.Л.* Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике / Б.Л. Рождественский, Н.Н. Яненко. М.: Наука, 1978. 688 с.

2. *Богомолов С.В.* Моделирование волн на мелкой воде методом частиц / С.В. Богомолов, Е.В. Захаров, С.В. Зеркаль // Математическое моделирование. 2002. Т. 14. №. 3. С. 103–116.

3. *Уорминг Р.Ф.* Нецентральные разностные схемы второго и третьего порядка точности для решения нелинейных уравнений гиперболического типа / Р.Ф. Уорминг, П. Кутлер, Г. Ломакс // Ракетная техника и космонавтика. 1973. Т. 11, №2. С. 76–85.

4. *Войнович П.А. и др.* О расчете разрывных течений газа // препр. ФТИ им. АФ Иоффе АН СССР. Л., 1977. №. 561. 35 с.