

КОРРЕКТНОСТЬ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЙЛЕРА ДЛЯ ДВУХФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЙ*

Р. Р. Тухватуллина¹, С. М. Фролов²

Аннотация: Разработана корректная математическая модель неизомерического двухскоростного двухтемпературного двухфазного течения в системе «жидкость – пузырьки газа». Модель основана на двухфазных уравнениях Эйлера с введением добавочного давления у поверхности газового пузырька, которое обеспечивает корректность задачи Коши для системы определяющих уравнений с однородными начальными условиями. Добавочное давление определено через осредненный по поверхности раздела фаз местный коэффициент давления для различных чисел Рейнольдса относительного движения фаз. Получены условия применимости модели. Модель проверена на одномерной задаче о распространении ударной волны в воде с пузырьками воздуха с объемным газосодержанием от 0,5% до 30% путем сравнения результатов расчетов с экспериментами. Показано, что модель дает удовлетворительные результаты по скорости распространения ударных волн и по скорости движения газовых пузырьков за ударными волнами в пузырьковой жидкости с объемным газосодержанием выше 2%.

Ключевые слова: двухфазное течение; уравнения Эйлера; корректность задачи Коши; пузырьковая жидкость; ударная волна; сравнение с экспериментом

Литература

1. *Радвогин Ю. Б.* Негиперболичность уравнений двухфазной среды и неустойчивость Кельвина–Гельмгольца. — М.: ИПМ, 1995. Препринт № 125.
2. *Radvugin Yu. B., Posvyanskii V. S., Frolov S. M.* Stability of 2D two-phase reactive flows // *J. Phys. IV France* 12, 2002. Vol. 12. P. 437–444.
3. *Нигматулин Р. И.* Динамика многофазных сред. Ч. 1. — М.: Наука, 1987. 464 с.
4. *Stuhmiller J. H.* The influence of interfacial pressure forces on the character of two-phase flow model equations // *Int. J. Multiphas. Flow*, 1977. Vol. 3. No. 6. P. 551–560.
5. *Lamb H.* *Hydrodynamics*. — Cambridge University Press, 1932. 864 p.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России по государственному контракту № 14.609.21.0001 (идентификатор контракта RFMEFI57914X0038) «Разработка технологии создания гидрореактивной тяги в водометных двигателях высокоскоростных водных транспортных средств и создание стендового демонстрационного образца гидрореактивного импульсно-детонационного двигателя» в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

¹ Центр импульсно-детонационного горения, tukhvatullinarr@gmail.com

² Центр импульсно-детонационного горения; Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», smfrol@chph.ras.ru

6. *Clift R., Grace J. R., Weber M. E.* Bubbles, drops, and particles. — Courier Corp., 2005. 381 p.
7. *Harten A., Lax P. D., van Leer B.* On upstream differencing and Godunov-type schemes for hyperbolic conservation laws // *SIAM Rev.*, 1983. Vol. 25. P. 35–61.
8. *Куликовский А. Г., Погорелов Н. В., Семенов А. Ю.* Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. — М.: Физматлит, 2001. 607 с.
9. *Yeom G., Chang K.* Numerical simulation of two-fluid two-phase flows by HLL scheme using an approximate Jacobian matrix // *Numer. Heat Tr. B — Fund.*, 2006. Vol. 49.2. P. 155–177.
10. *Авдеев К. А., Аксенов В. С., Борисов А. А., Тухватуллина Р. Р., Фролов С. М., Фролов Ф. С.* Численное моделирование воздействия ударной волны на пузырьковую среду // *Горение и взрыв*, 2015. Т. 8. № 2. С. 45–56.

Поступила в редакцию 18.12.15