

Численное моделирование течений жидкости с газовыделением

А.С.Чернышев*

аспирант

Физико-Технический Институт им. А.Ф.Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: alexander.tchernyshev@mail.ioffe.ru

Работа посвящена исследованию газовыделения из жидкости, содержащей растворенный газ. Рассматриваются течения жидкости под действием силы тяжести в трехмерных каналах. Исследуются процессы, связанные с образованием в жидкости пузырьков газа и их эволюцией. Анализируются различные режимы течения в каналах разных конфигураций.

Исследования проводятся в рамках эйлеровско-эйлеровского описания пузырьковой среды. При этом и несущая, и дисперсная фазы рассматриваются как непрерывные, сплошные среды. Для каждой из них записывается система уравнений сохранения массы, импульса и энергии, взаимодействие фаз описывается с помощью источниковых членов в этих уравнениях. В предлагаемой работе использованы уравнения Навье-Стокса, дополненные описанием межфазного переноса массы и импульса (рассматривается изотермический режим течения). Исходная система уравнений дополняется уравнением Релея-Лэмба.

При решении полученных уравнений использовался метод искусственной сжимаемости. Численная реализация алгоритма была выполнена с использованием неявной схемы второго порядка точности по пространству. Для решения уравнения Релея-Лэмба применялся метод Гира. В процессе расчета использовались неструктурированные сетки, для создания которых был разработан оригинальный алгоритм.

Проведенные расчеты позволили указать диапазон окружающего давления, в котором возможна дегазация жидкости при течении в канале заданной формы. Показана зависимость газовыделения от конфигурации канала и определены конфигурации, обеспечивающие отсутствие газовыделения, которое может приводить к резкому снижению расхода жидкости. На Рис. 1 показано распределение давления вдоль стенки трубы в присутствии диафрагмы и сравнение с экспериментальными данными.

Расчеты проводились при числах Рейнольдса, близких к критическим, так что дальнейшее исследование этой проблемы подразумевает дополнение исходной системы уравнений адекватной моделью турбулентности.

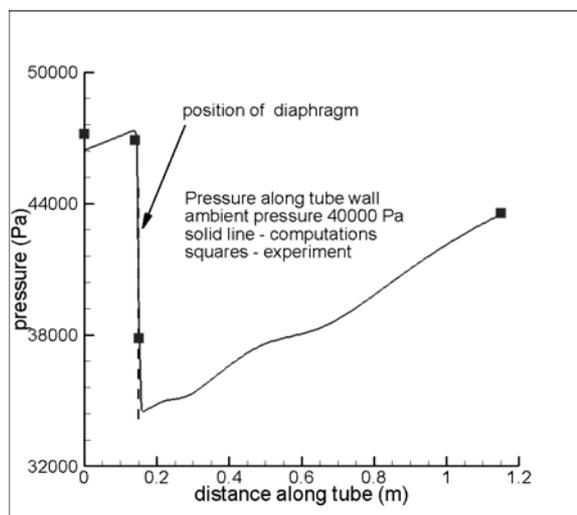


Рис. 1. Распределение давления вдоль стенки трубы

Литература

- [1] Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. М.: Наука, 1978, 335 с.
- [2] Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. М.: Мир, 1991, т. 2, 552 с.
- [3] Petrilu T. Trif D. Basics of fluid mechanics and introduction to computational fluid dynamics, Boston, Springer Science, 2005, 500 p.

* Автор выражает признательность к. ф.-м. н. Шмидту А. А. за помощь в подготовке тезисов.