

Трехмерное моделирование динамики одиночных пузырьков в канале некруглого поперечного сечения с применением метода граничных элементов¹

Булатова А.З., Солнышкина О.А., Фаткуллина Н.Б.

Центр микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем, БашГУ, Уфа

Актуальность изучения поведения пузырьков жидкостей при течении в микроканалах различных поперечных сечений, формирующих пористую среду, вызвана необходимостью решения прикладных и фундаментальных задач, возникающих в многих технологических процессах. Широкий интерес к изучению течения многофазных сред в сложных областях обусловлен особенностями размера и геометрии структуры порового канала, оказывающее существенное влияние на происходящие процессы.

В настоящей работе исследуется динамика несжимаемых пузырьков в вязкой жидкости при медленном периодическом течении в канале с поперечным сечением в форме дельтоиды. Каналы данной геометрии образуются между цилиндрическими волокнами при максимально плотной упаковке нитей в образце, образующими пористую среду, например при производстве композиционных материалов. В настоящее время существует не так много экспериментальных работ, посвященных детальному изучению особенностей течений на микроуровне в подобной геометрии [1-2]. Адекватное численное моделирование таких процессов на основе эффективных методов и алгоритмов, проводимое в совокупности с лабораторными экспериментами с применением современной аппаратуры, является крайне важным.

Рассматриваемые процессы протекают при малых числах Рейнольдса, поэтому вязкие силы, возникающие при течении, значительно сильнее сил инерции. Установившееся течение описывается уравнениями Стокса с соответствующими граничными, кинематическими условиями, условиями прилипания и периодичности течения. Все процессы рассматриваются при изотермических условиях, без учета сил Ван-дер-Ваальса.

Численный подход основан на методе граничных элементов, эффективном при исследовании задач в областях со сложной геометрией, поскольку все расчеты связаны только с границей моделируемых объектов. Данный метод более подробно описан авторами в предыдущих работах [3-4].

В рамках исследования проведено многопараметрическое исследование динамики одиночных несжимаемых пузырьков в вязкой жидкости в канале с поперечным сечением в форме дельтоиды. Рассмотрено влияние начального радиуса пузырька и его положения относительно осевой линии канала при постоянном значении перепада давления и вязкости окружающей жидкости на деформацию пузырька, изменение его формы, скорость центра масс относительно средней скорости течения в канале. Установлено, что при таком медленном течении форма пузырьков отличается от сферической незначительно, независимо от их радиуса в рассматриваемом временном промежутке. Также показано, что с увеличением размера пузырька его относительная скорость уменьшается.

Список литературы:

- [1] R. Jiang, Z. Lan, T. Hao, Y. Zheng, K. Wang, Y. Yang, X. Ma, Two-phase flow patterns for condensation of ethanol-water mixtures in triangular microchannels, *Appl. Therm. Eng.* 121, 361–367, 2017.
- [2] Zhao, T.S., Bi, Q.C., Co-current air–water two-phase flow patterns in vertical triangular microchannels. *International Journal of Multiphase Flow* 27, 765–782, 2001.
- [3] Abramova, O.A., Akhatov, I.S., Gumerov, N.A., Pityuk, Y.A., Sametov, S.P. Numerical and Experimental Study of Bubble Dynamics in Contact with a Solid Surface // *Fluid Dynamics*. – 2018. – V. 53(3), pp. 337–346.
- [4] O A Abramova, A Z Bulatova, N B Fatkulina and Yu A Pityuk Numerical simulation of the dynamics and calculation of the rheological characteristics of the dispersed systems using BEM // *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*. – 2019 – Ser. 1359 01202

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №.18-38-20102