

Р. М. Хасанов, магистрант (Республика Узбекистан)  
А. Э. Левданский, зав. кафедрой, д-р техн. наук;  
Е. В. Опимах, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХФАЗНОГО ПРОЦЕССА АЭРАЦИИ ЖИДКОСТИ ОДИНОЧНЫМ ЗА-ТОПЛЕННЫМ ОТВЕРСТИЕМ**

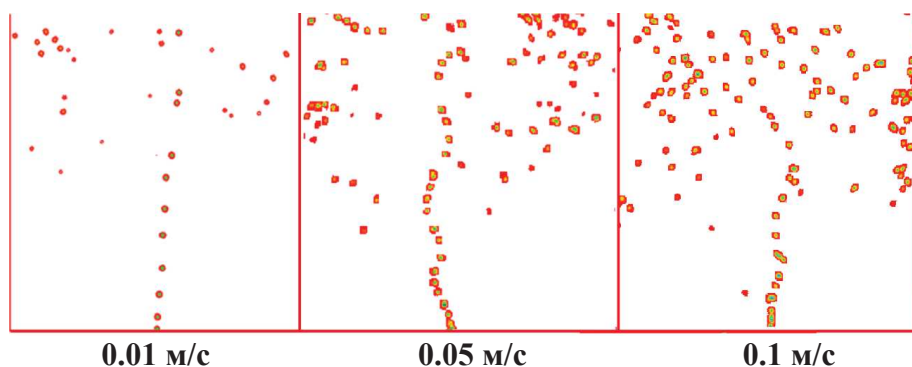
В связи с активным применением процесса флотации, он постоянно совершенствуется. Одно из основных направлений совершенствования данного процесса – это улучшение аэрационных характеристик аппаратов.

Точное решение, описывающее стадии роста пузырька, в настоящее время не получено из-за многочисленных факторов, которые аналитически и экспериментально не определимы. Предложено несколько вариантов описания аэрации [1]. Один из них подразумевает использование дифференциальных уравнений движения жидкости у поверхности растущего пузырька (Навье – Стокса, Бернулли, уравнения непрерывности), а также термодинамических уравнений равновесия. Эти уравнения решают численными методами (например, методом конечных элементов). Такое моделирование процессов становится одним из наиболее распространенных методов исследования объектов и явлений различной природы. Оно позволяет экономить огромные средства, а также предсказывать параметры различных процессов.

В данной работе была поставлена задача построения модели, сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными. Сама модель создавалась в приложении Design Modeller и рассчитывалась с помощью программы Ansys Fluent. Варьируемые параметры выбраны следующие: диаметры отверстия – 0,5 мм, 1 мм, 1,5 мм; скорости аэрации – 0,01 м/с, 0,05 м/с, 0,1 м/с.

Построена регулярная сетка с размером элемента  $10^{-6}$  м. Выбран метод расчета Phases Coupled Simple. При запуске расчетов устанавливали величину временного шага 0,001 секунды и количество шагов 10000. Максимальное число итераций 20 за один временной шаг. Пример результатов моделирования на 3000 шаге для модели с диаметром отверстия 0,5 мм с различной скоростью газа в отверстии представлены на рисунке 1.

Далее отслеживалась траектория движения пузырьков с течением времени, определялись их относительные скорости движения в жидкости и размер благодаря масштабной шкале.



**Рисунок 1. – Пример результатов моделирования для модели с диаметром отверстия 0,5 мм с различной скоростью газа**

Сопоставление результатов моделирования, а именно относительных скоростей пузырьков воздуха в воде, осуществлялось с экспериментальными данными [2, 3].

В результате сопоставления результатов моделирования с экспериментальными данными для случая пузырьков воздуха в воде без предварительной очистки, в расчетную модель вносились корректировки и достигалось минимальное отклонение результатов. Оно должно сохраняться на минимальном уровне на всем диапазоне выбранных варьируемых параметров.

В результате выполнения данной работы, на основе современного, высокоэффективного и экономичного метода моделирования, была получена и оптимизирована модель процесса аэрации рабочего объема флотационного аппарата. При анализе результатов, полученных при выполнении работы, выявлены влияния диаметра трубки аэратора и объемного расхода газа на равномерность процесса аэрации рабочего объема флотационного аппарата. Полученная модель позволит оптимизировать конструкцию аэратора для повышения эффективности процесса флотации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поверхностно-активные вещества : справочник / А. А. Абрамзон [и др.] ; под ред. А. А. Абрамзона, Г. М. Гаевого. – Л. : Химия, 1979. – 376 с.
2. Clift, R. Bubbles, drops, and particles / R. Clift, J. R. Grace, M. E. Weber. – New York : Academic Press. 1978. – XIII, 380 p.
3. Loth, E. Quasi-steady shape and drag of deformable bubbles and drops / E. Loth // Intern. J. of Multiphase Flow. – 2008. – Vol. 34, № 6. – P. 523–546.