

## Физические особенности процессов в струйно-барботажной системе

В вискозиметрии нашли применение барботажные методы измерения физико-механических свойств жидких веществ [1]. Достоинством таких методов является простая техническая реализация при достаточно высокой точности измерений. Однако применение таких методов затруднено для жидкостей, обладающих повышенной вязкостью из-за невысокой скорости перемещения в них пузырька газа, что сужает диапазон контролируемых параметров. Расширить диапазон возможно путем использования эффектов, возникающих при прохождении через слой контролируемой жидкости непрерывного газового потока, вокруг которого образуются и уменьшаются в объеме пузырьки газа. Такое взаимодействие в дальнейшем будем называть струйно-барботажным. Исследованию различных режимов протекания газа через слои жидкости разной высоты посвящена работа [2].

В настоящей работе приводятся результаты экспериментальных исследований струйно-барботажной системы с целью выявления физических особенностей протекания аэрогидродинамических процессов.

Процесс колебания поверхности раздела фаз состоит из двух стадий. На первой стадии происходит рост газовой камеры (рис. 1,  $a - e$ ), на второй – разгрузка (рис. 1,  $e - m$ ). Схематически стадия роста газовой камеры представлена на рис. 2. На стадии роста струя газа с расходом  $G_1$  проходит через слой жидкости, образуя в нем две камеры  $A$  и  $B$  переменного объема, а также дроссели  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  с переменным сопротивлением  $R_2$  и  $R_3$ . Дроссель  $\alpha_1$  образован соплом измерительного элемента и имеет постоянное сопротивление  $R_1$ . Обозначим объем камеры

$A - V_1$ , давление в камере –  $P_1$ , объем камеры  $B - V_2$ , давление в ней –  $P_2$ . Таким образом, измерительный элемент можно представить в виде пневматической камеры второго порядка (рис. 3). Сопротивление  $R_2$  много больше  $R_3$ , в результате чего объем камеры  $A$  увеличивается. Камера  $A$  имеет форму, близкую к сферической. Когда ее диаметр достигает высоты слоя жидкости, дроссель  $\alpha_2$  совмещается с дросселем  $\alpha_3$  и его сопротивление падает. В этот момент времени стадия роста завершается и начинается стадия разгрузки (рис. 4).

На стадии разгрузки газовой камеры существует только одна камера  $A$ . Она начинает терять свой объем и сферичность формы, постепенно приобретая форму цилиндра и преобразуясь в камеру  $B$ . Дроссель  $\alpha_2$  становится дросселем  $\alpha_3$ .

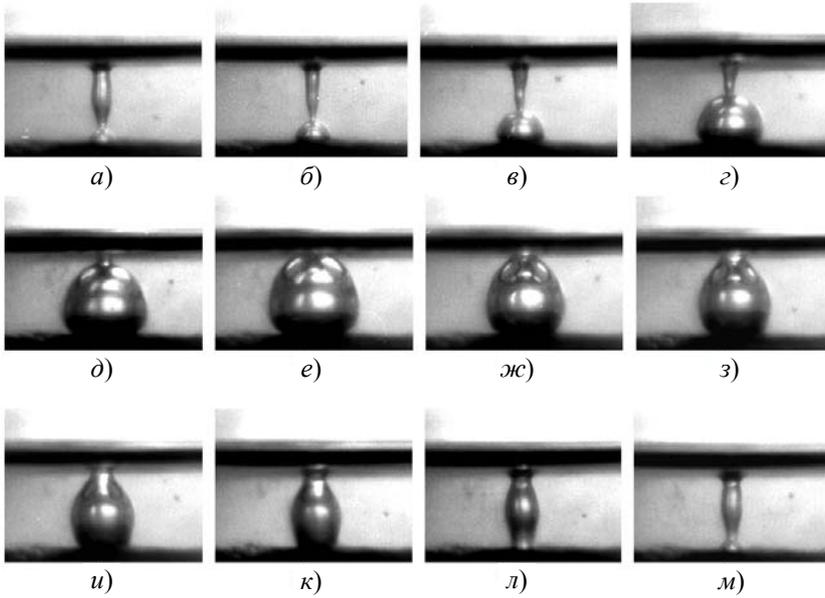


Рис. 1 Прохождение струи газа через слой жидкости, киноэксперимент

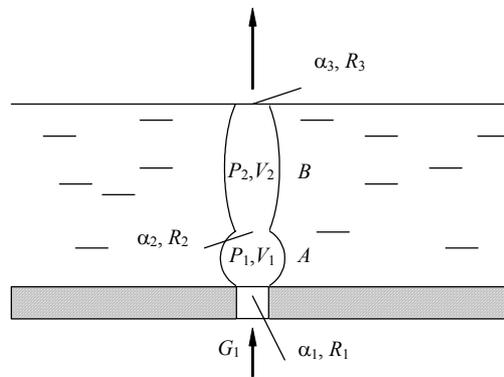


Рис. 2 Прохождение струи газа через слой жидкости в момент роста газовой камеры

Под действием сил гидростатики в некоторый момент времени камера  $B$  сужается в районе сопла, образуя дроссель  $\alpha_2$  с величиной сопротивления, достаточной для образования и развития камеры  $A$ . Таким образом, процесс повторяется.

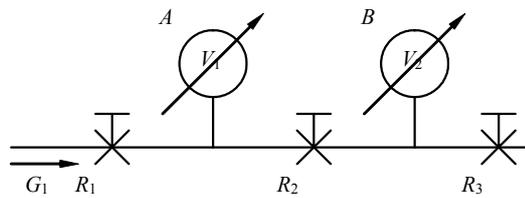


Рис. 3 Прохождение струи газа через слой жидкости, схематическое представление

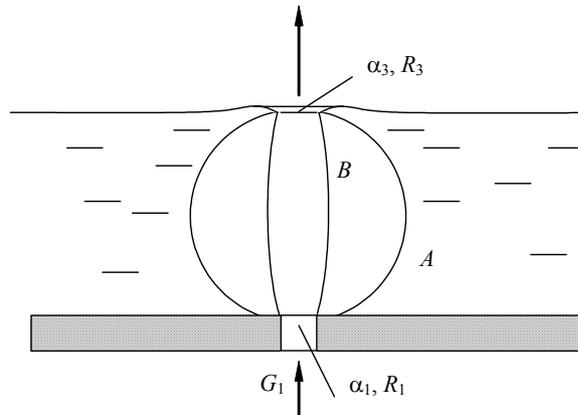


Рис. 4 Прохождение струи газа через слой жидкости в момент разгрузки газовой камеры

В результате многократных экспериментов было определено, что динамический процесс зависит от физико-механических свойств жидкости, параметров ИЭ, а также является автоколебательным, так как ему присущи следующие свойства:

- самовозбуждение колебаний;
- зависимость частоты и амплитуды установившихся колебаний только от параметров системы;
- произвольность фазы колебаний.

Эксперименты также позволили установить, что наибольшее влияние на частоту колебаний поверхности газожидкостного канала оказывает вязкость жидкости в измерительном элементе. Это делает возможным измерение вязкости жидкостей, для которых использование барботажных методов затруднено.

*Список литературы*

- 1 Лаптев, В.И. Барботажно-пьезометрические методы контроля физико-химических свойств жидкостей / В.И. Лаптев. М. : Энергоиздат, 1984. 79 с.
- 2 Тышкевич, А.А. Исследование режимов протекания газа через слой жидкости / А.А. Тышкевич, В.Н. Точка, В.А. Лузгачев // Вестник ТГУ : сб. науч. тр. Тамбов, 2001. С. 94 – 97.