

Семёнов Иван Александрович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: semenovia.chem@yandex.ru

Шишкин Марк Дмитриевич,
студент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: mark.shishkin.00@mail.ru

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРИ КОЛЕБАНИЯХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ В ЖИДКОСТИ

Semenov I.A., Shishkin M.D.

APPEARANCE OF SECONDARY FLOWS DURING CYLINDRICAL OSCILLATIONS IN LIQUID

Аннотация. Экспериментальным и расчетным путем подтверждено появление вторичных течений при колебаниях цилиндрической формы. Показано, что скорость вторичного потока прямо пропорциональна произведению амплитуды и частоты колебаний плоской поверхности.

Ключевые слова: колебания, вторичные течения.

Abstract. The appearance of secondary flows during oscillations of a cylindrical shape was confirmed experimentally and by calculation. It is shown that the speed of the secondary flow is directly proportional to the product of the amplitude and frequency of oscillations of a flat surface.

Keywords: oscillations, secondary currents.

Анализ литературных данных показал, что интенсификации данных процессов в жидкостях можно достичь за счет воздействия на среду колебаний различной частоты. При этом перспективным способом с точки зрения прикладного применения является введение в жидкую среду колебаний невысоких частот, порядка 50 Гц [1].

Ускорение процессов массообмена при воздействии на среду колебаний низкой частоты можно объяснить тем, что в колеблющейся среде возникают вторичные течения. В этой связи нами была поставлена цель изучить появление подобных течений при колебаниях в жидкости насадок цилиндрической формы.

Исследования проводились на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1.

Колебания заданной частоты и форма сигнала генерировались специальной программой, установленной на компьютере 1. Выходная форма электрического сигнала контролировалась при помощи осциллографа 2. После усилителя 3 сигнал подавался на излучатель 7, представляющий собой низкочастотный динамик. К колеблющейся мембране динамика 7 был жестко прикреплен шток 8. На конце штока устанавливалась съемная насадка 9, позволяющая вводить колебания в жидкую среду, находящуюся в кювете 5. Для изучения возникающих конвективных потоков установка имела фотокамеру 4 и световой нож 6. Световой нож 6 представлял собой лампу накаливания электрической мощностью 1000 Вт с двумя параллельно стоящими друг к другу керамическими пластинами, формирующими между собой щель толщиной 5 мм.

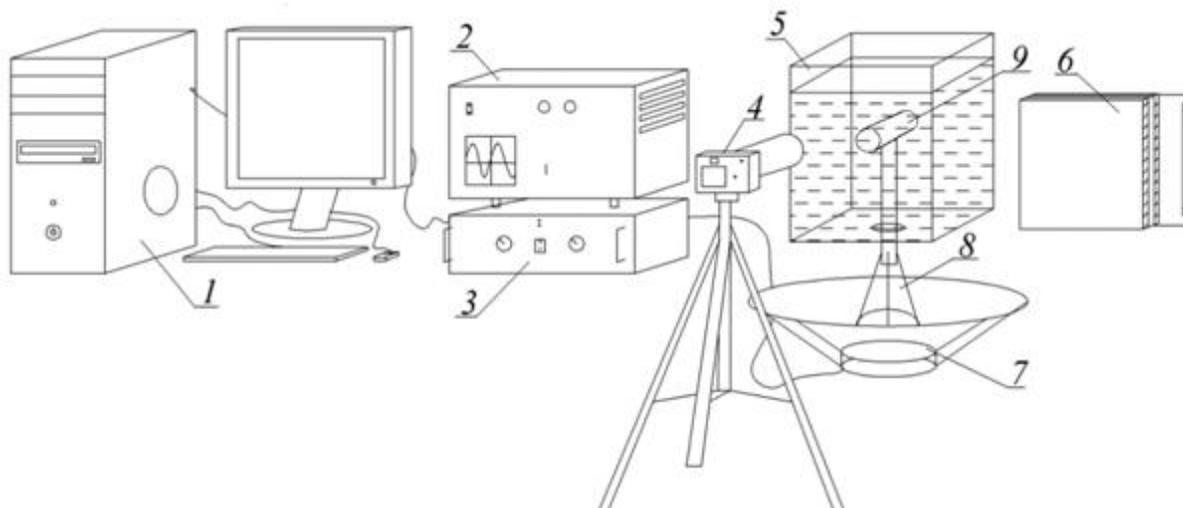


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В кювету 5 заливалась вода. Для визуализации возникающих конвективных потоков в жидкость добавляли порошок из органического стекла (ПММА), который диспергировался перемешиванием. На компьютере 1 генерировались синусоидальные колебания с частотой 40 Гц и включался световой нож 6.

В ходе эксперимента были изучены конвективные потоки, вызванные колебанием в воде цилиндрической насадки диаметром 30 мм. При колебаниях цилиндра в среде возникал конвективный поток, направленный параллельно колебательным движениям насадки, т.е. в радиальном направлении от цилиндра, а в перпендикулярной к колебаниям плоскости наблюдался поток,двигающийся к цилиндру. Возникающие потоки вызывали тангенциальные к поверхности цилиндра течения жидкости, омывающие его. Однако следует отметить, что скорость возникающих течений была невысокой.

Полученные результаты позволили оценить только лишь качественную картину. Для получения количественных соотношений требуются дополнительные исследования с использованием измерительных устройств, регистрирующих частоты и амплитуду колебаний насадок, а также скорости потоков.

Математически удалось оценить величину возникающего вторичного течения. Расчетная скорость этого потока была получена путем решения упрощенного уравнения Навье–Стокса для нормальной составляющей скорости к поверхности методом конечных разностей в математическом пакете MatLab. Расчет показал, что скорость вторичного потока прямо пропорциональна произведению амплитуды и частоты колебаний плоской поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Розенберг, Л.Д.** Физические основы ультразвуковой технологии. – Москва: Наука, 1967. – 380 с.