

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ

Кравченко И.В.

*Кравченко Иван Васильевич – магистрант,
направление подготовки: физика конденсированного состояния вещества,
физико-технический факультет,
Астраханский государственный университет, г. Астрахань*

Аннотация: в статье рассматриваются способы исследования гидродинамики жидкости со свободной поверхностью, с использованием различных подходов для возбуждения поверхности жидкости, такие как накачка жидкости в вертикальном направлении и накачка жидкости с использованием плунжеров.

Ключевые слова: гидродинамика, завихренность, жидкость, свободная поверхность жидкости.

Долгое время проводятся исследования в области гидродинамики жидкости со свободной поверхностью. Был разработан ряд методик для возбуждения поверхности жидкости, такие как: колебание сосуда с жидкостью в вертикальном направлении [1], возбуждение электрическими силами, действующими на границу раздела жидкостей с разной диэлектрической проницаемостью [2] или на поверхность заряженной жидкости [3], с использованием волнопродукторов [4]. В данной работе будет рассмотрено две методики изучения гидродинамики жидкостьюю.

В первой методике [5] для проведения эксперимента использовался сосуд цилиндрической или квадратной формы закрепленный на виброплатформе, накачка жидкости происходит в вертикальном направлении.

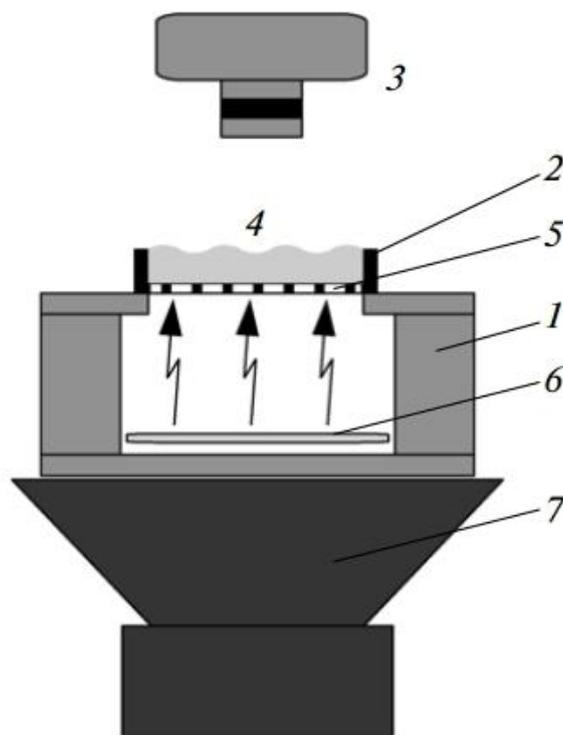


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – подставка, 2 – экспериментальная ячейка, 3 – цифровой фотоаппарат, 4 – слой воды, 5 – пленка с напечатанной на ней периодической сеткой, 6 – лист белой бумаги, 7 – виброплатформа [6]

Глубина сосудов составляет 10 мм, в случае с цилиндрическим сосудом диаметр составляет 65 мм, длина стороны квадратного 50 мм. Частота накачки цилиндрического сосуда составляет 45 Гц, в случае с сосудом с квадратной формой частота составляла 25.5 Гц.

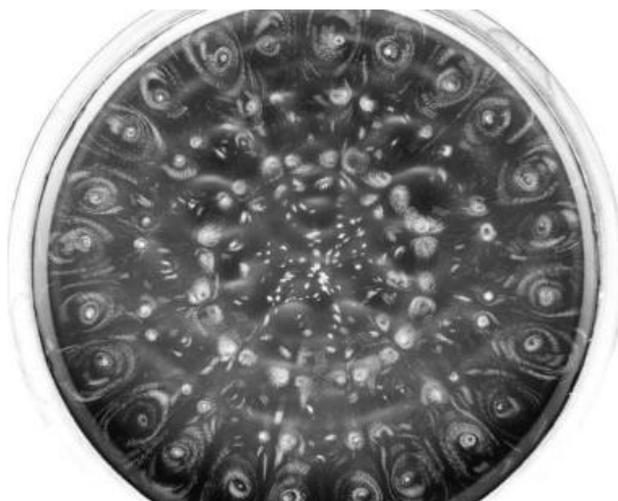


Рис. 2. Распределение вихрей на поверхности воды в цилиндрическом сосуде, при колебании 45 Гц [5]

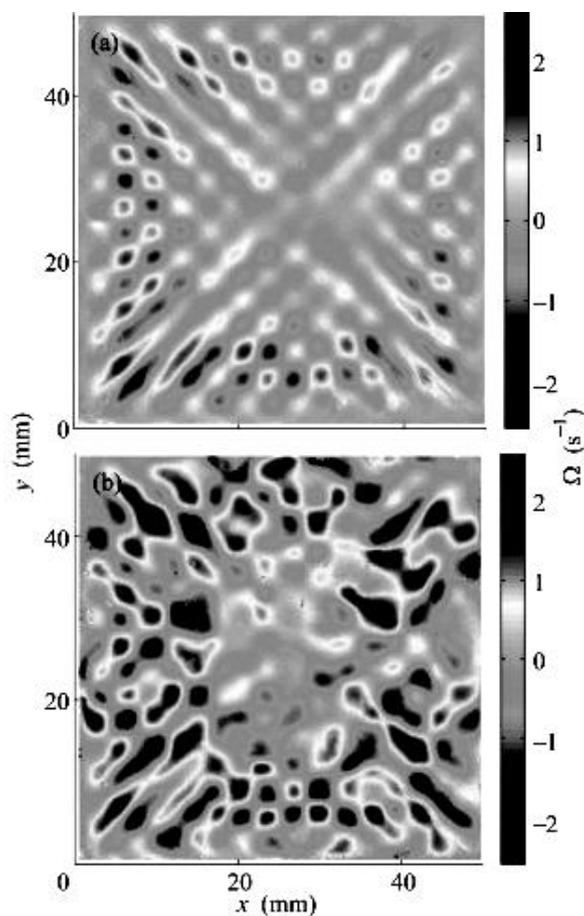


Рис. 3. (a,b) – Распределение вихрей на поверхности воды в квадратном сосуде, при колебании 45.5 Гц [5]

В ходе проведения данного эксперимента было установлено, что при использовании цилиндрического сосуда, который совершает гармонические колебания в вертикальном направлении, может генерироваться вихревое течение. В случае использования квадратного сосуда данное движение принимает вид квадратной решетки, период которой равен длине стоячих волн [5].

Во второй методике для проведения эксперимента использовалась ванна размером 140×70×40 см.

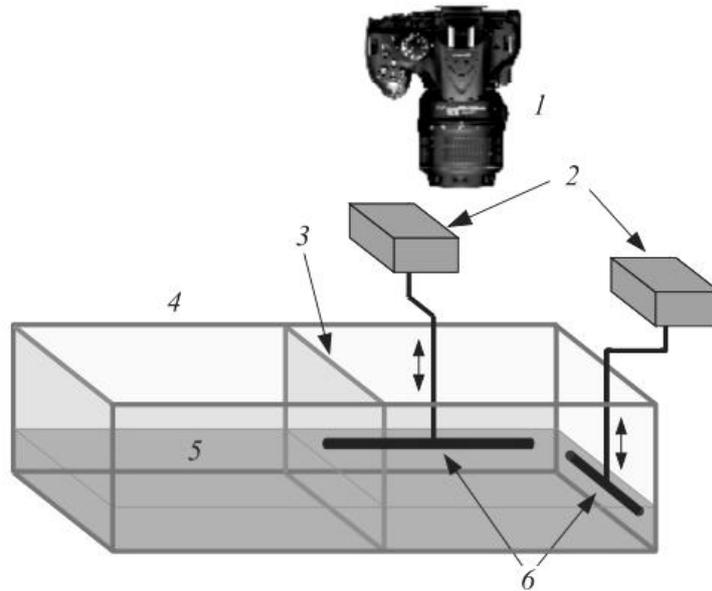


Рис. 4. Схема установки: 1 – фотоаппарат, 2 – приводы плунжеров, 3 – перегородка, 4 – ванная, 5 – вода, 6 – плунжеры [7]

Конструкция данной ванны была усилена металлическими уголками для увеличения жесткости. В ванну установлена перегородка, разделяющая ванну пополам. Для проведения эксперимента использовалась половина ванны. Во время проведения эксперимента ванна закрывается прозрачным стеклом для защиты поверхности воды от попадания пыли из воздуха. Ванна помещена на виброизолирующий стол, глубина воды в ванне не превышает 10 см. Возбуждение волн на поверхности воды происходит по средством помещения в воду плунжеров, которые представляют собой трубку из нержавеющей стали диаметром 10 мм, длина которых составляет 68 см, расстояние до стенки ванны равно 1 см. Частота накачки составляет 3 Гц. На поверхность воды посыпается порошок полиамида белого цвета, диаметр гранул которого составляет 30 мкм, для визуализации движения жидкости [7].

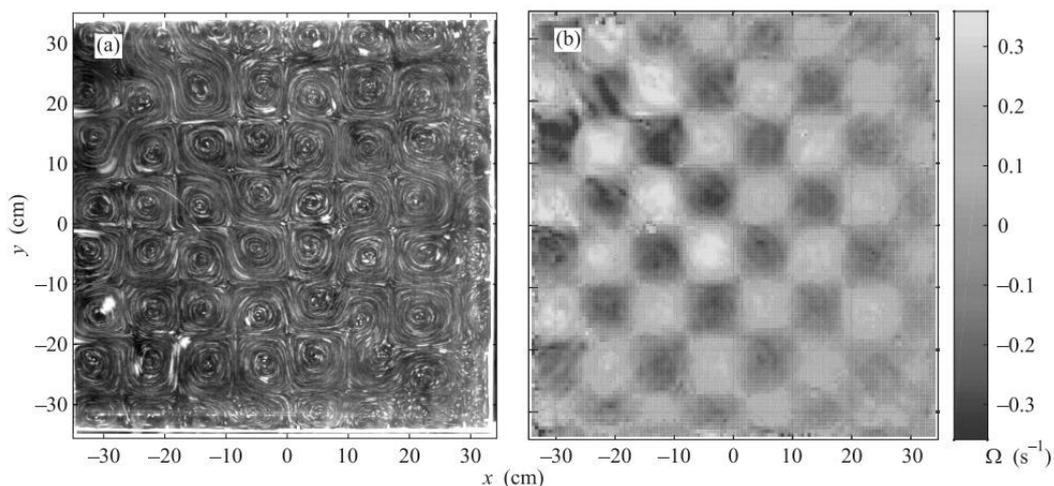


Рис. 5. (a) – Треки движения полиамидных частиц на поверхности жидкости при частоте накачке 3 Гц двумя плунжерами. (b) – Распределение завихренности на поверхности воды при накачке 3 Гц двумя плунжерами [7]

В ходе проведения данного эксперимента также можно установить, что движение принимает вид квадратной решетки, период которой равен длине стоячих волн.

В данной работе были продемонстрированы методики проведения эксперимента для изучения гидродинамики жидкости, в ходе которых можно установить характер движения жидкости, амплитуду завихренности, а также зависимости формирования завихренностей от фаз подаваемых волн.

Список литературы

1. Miles J. and Henderson, D. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 22. 143, 1990.

2. *Калиниченко В.А., Нестеров С.В., Никитин Н.Л., Секерж-Зенькович С.Я.* Изв. АН СССР. ФАО 4. 432, 1982.
3. *Бражников М.Ю., Левченко А.А., Межов-Деглин Л.П.* Приборы и техника эксперимента. 45. 31, 2002. [Instr. Exp. Tech. 45, 758, 2002].
4. *Havelock T.H.* Phil, Mag. 8, 569, 1929.
5. *Филатов С.В., Бражников М.Ю., Левченко А.А.* «Формирование вихревого течения волнами на поверхности жидкости». Письма в ЖЭТФ. 102:7, 2015. 486–490; JETP Letters. 102:7, 2015. 432–436.
6. *Филатов С.В., Бражников М.Ю., Левченко А.А.* Метод пространственной регистрации волн на поверхности прозрачной жидкости. Приборы и техника эксперимента. № 1, 2014. 107–112.
7. *Филатов С.В., Бражников М.Ю., Левченко А.А., Храмов Д.А.* Генерация вихрей гравитационными волнами на поверхности воды. Письма в ЖЭТФ. 104:10, 2016. 714–720; JETP Letters, 104:10, 2016. 702–708.
- 8.