

Лабораторная работа №1

«Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде»

Цель работы

1. Определение частоты вращения вращающегося сосуда.
2. Построение свободной поверхности жидкости опытным и расчётным путём.
3. Построение эпюры избыточного давления на дно сосуда.

Описание лабораторной установки.

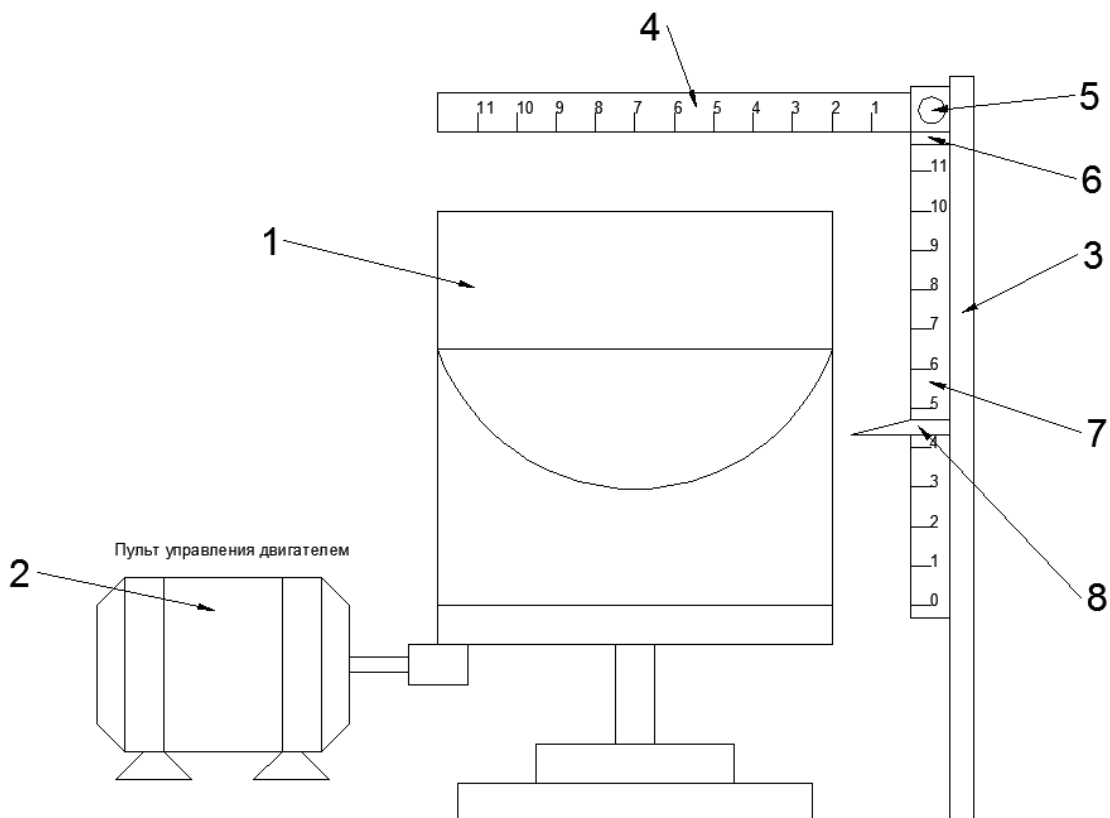


Рис. 1 Схема реальной лабораторной установки

Сосуд с жидкостью 1 приводится во вращение от электродвигателя 2 через червячную передачу. На стойке 3 укреплен винт 5, вдоль которого расположена горизонтальная линейка 4. На винте 5 установлена каретка 6 с вертикальной подвижной линейкой 7, которая нижней частью соединяется с иглой 8. Таким образом, игла имеет возможность перемещаться вдоль горизонтальной оси X и вертикальной оси Z (см. Рисунок 1). В виртуальной лабораторной работе используется упрощенная установка, в которой отсутствуют стойка 3 с укрепленными на ней измерительными линейками. Они заменены на линейку, которую можно вызвать, нажав на пиктограмму.

Инструкция по выполнению:

- 1) Установить положение оси вращения, используя линейку и определить координату r_0 .
- 2) Нажать «старт» при выбранной частоте вращения ω . Дождаться, когда положение жидкости стабилизируется
- 3) Определить положение вершины параболоида z_0 .
- 4) Передвигая линейку от начала отсчёта на расстояния r_1, r_2, \dots, r_n определить координаты точек z_1, z_2, \dots, z_n поверхности жидкости. Взять не менее 8 точек.
- 5) Провести вычисления и данные занести в таблицу 1.
- 6) Представить графики положения параболоида вращения и эпюру избыточного давления $p_{изб}$ ко дну цилиндра. (Рис. 2 и 3)

Таблица 1

Величина	Единица измерений	№ точки							
		1	2	3	4	5	6	7	8
r	см								
z	см								
ω	1/с								
$\omega_{ср}$	1/с								
n	об/с								
$\rho \frac{\omega^2 r^2}{2g}$	Па								
$\rho g z_0$	Па								
$P_{изб}$	Па								

По данным измерений z и r , строится кривая, соответствующая свободной поверхности жидкости (пункт 6)

Для каждой полученной пары точек вычисляется значение угловой скорости из формулы:

$$z = z_0 + \frac{\omega^2 r^2}{2g} \Rightarrow \omega^2 = \frac{(z - z_0)2g}{r^2}$$

В силу погрешности измерения координат, значения угловой скорости будут отличаться. Для повышения точности вычисляется среднее значение угловой скорости по формуле:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i}{N}$$

И далее вычисляется значение частоты вращения сосуда с жидкостью в об/с по формуле:

$$n = \frac{\omega_{\text{ср}}}{2\pi}$$

Для определения избыточного гидростатического давления на дно сосуда и построения эпюры давления рассчитывают давление сил тяжести и центробежной силы. Так как сосуд открыт и днище сосуда совпадает с плоскостью сравнения, избыточное давление следует определять по формуле

$$p_{\text{изб}} = \rho g z_0 + \rho \frac{\omega_{\text{ср}}^2 r^2}{2}$$

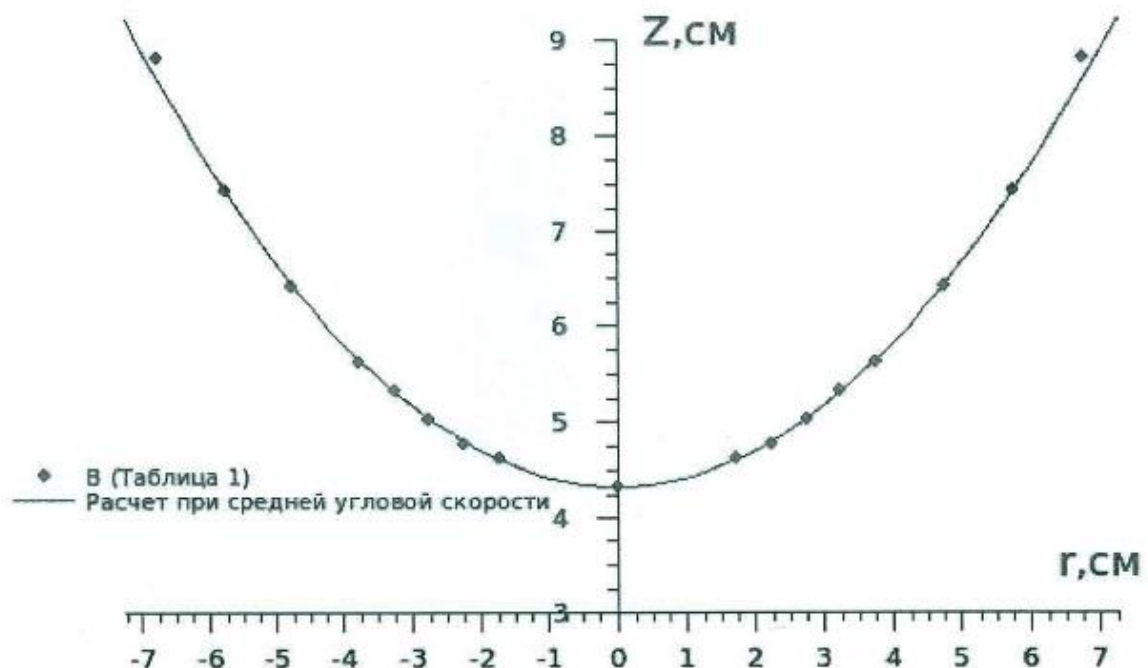


Рис. 2. Свободная поверхность жидкости, построенная с использованием средней угловой скорости вращения и точки, полученные измерением.

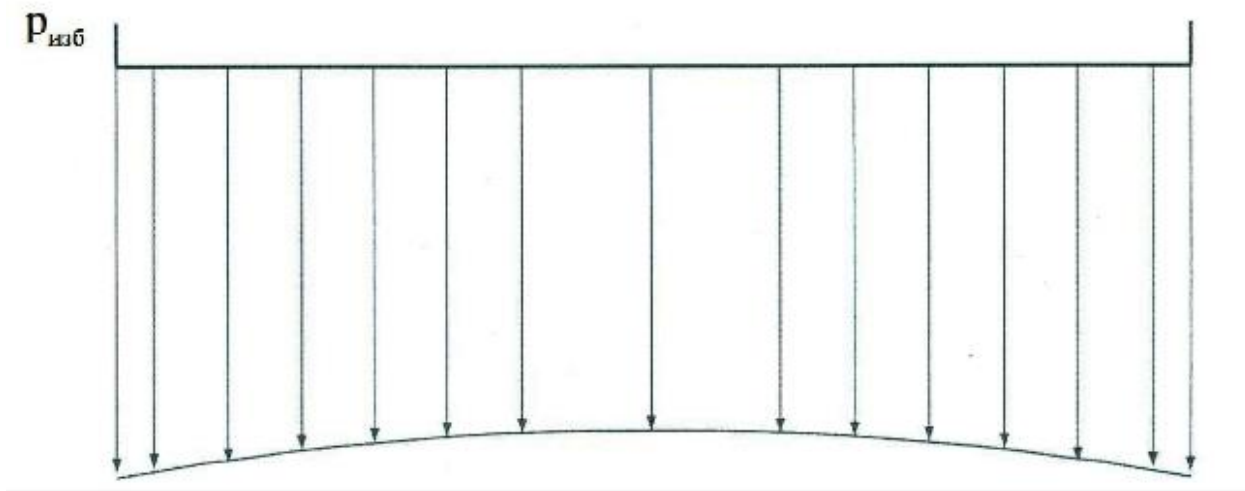


Рис. 3. Эпюра избыточного давления на дно сосуда.

Для построения эпюры избыточного давления по вертикальной оси откладывают значение $p_{изб}$ в виде векторов сил, направленных по нормали к точке на поверхности дна сосуда. Координаты точки откладываются по горизонтальной оси и соответствуют значениям соответствующих радиусов r . Затем концы векторов соединяются плавной линией.

Требования к отчету

В отчете, присылаемом на проверку преподавателю, в обязательном порядке должны присутствовать:

- титульный лист с указанием ФИО и направления подготовки
- заполненная таблица 1
- расчеты величин ω ; $\omega_{ср}$; n ; $P_{изб}$
- график и эпюра, образцы которых приведены на рис. 1 и 2

Отчет оформляется в свободной форме.