

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.22<sup>1)</sup>**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ**  
**МЕТОДОМ СТОКСА.**

*Цель работы:* экспериментальное определение коэффициента вязкости глицерина.

*Литература:* 1. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Механика» (2001), §10.2-10.6.

2. Стрелков С.П. Механика. (4-е изд., 2005), §100-111.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики в 5-ти томах, т. 1, Механика (4-е изд., 2005), §94,95.

4. Введение в физический практикум.

*Приборы и принадлежности:* цилиндрический сосуд с глицерином, свинцовые шарики, линейка, микрометр, секундомер.

**ВВЕДЕНИЕ**

Зависимость скорости движения шарика в вязкой среде от времени описывается выражением

$$v = \frac{2}{9} \frac{g(\rho - \rho_{\text{ж}})r^2}{\eta} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right), \quad (1)$$

где  $\rho$ ,  $\rho_{\text{ж}}$  - плотности шарика и жидкости,  $r$  - радиус шарика,  $g$  - ускорение свободного падения,  $\eta$  - коэффициент вязкости жидкости,  $\tau = \frac{2}{9} \rho \frac{r^2}{\eta}$  - время

установления движения. При  $t \rightarrow \infty$  (а фактически, когда  $t > \tau$ ) движение становится равномерным. Эта формула справедлива при определенных условиях, когда движение жидкости относительно шарика можно считать ламинарным и сила трения описывается формулой Стокса:  $\vec{F} = -6\pi r \eta \vec{v}$ . Движение можно считать ламинарным, если число Рейнольдса  $Re = \rho_{\text{ж}} v r / \eta < 300$  или  $Re > 10^4$  (для воды).

В методе Стокса коэффициент вязкости жидкости определяется из измерений размера шарика и значения установившейся скорости движения  $v_{\text{уст}}$ .

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{g(\rho - \rho_{\text{ж}})r^2}{v_{\text{уст}}}. \quad (2)$$

В случае равномерного движения шарика в жидкости число Рейнольдса  $Re_{\text{кр}} = 0,5$ .

**ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ**  
**УСТАНОВКИ**

Схема установки показана на рис. 1.22.1. Вязкая жидкость (глицерин) налита в цилиндрический сосуд с нанесенными на внешней стороне краской рисками-кольцами,

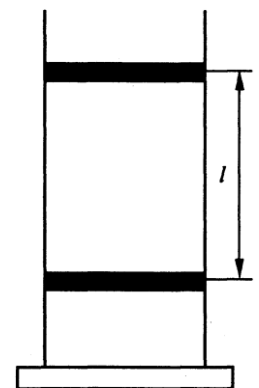


Рис.1.22.1

<sup>1)</sup> Описание дополнено преподавателями КОЭФ Александровым В.Н. и Васильевой И.А.

расстояние между которыми измеряют линейкой. Первая риска должна быть нанесена в том месте сосуда, где движение шарика уже устоявшееся и скорость движения не меняется. В качестве шарика используется свинцовая дробь. Время прохождения дробинкой этого расстояния отсчитывается по секундомеру. Радиус шарика измеряют с помощью микрометра. Чтобы при погружении дробинки в жидкость к ней не прилипали пузырьки воздуха, дробинку предварительно следует смочить глицерином.

## ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

**Задание. Определение коэффициента вязкости жидкости.**

Измерьте скорость движения шарика. Проведите 5 опытов, записав в таблицу 1:  $t$ ,  $l$ ,  $v_0$ ,  $r$ . Рассчитайте значение  $\eta$  в каждом опыте. Определите среднее значение  $\eta$  и максимальное значение  $\Delta\eta$ . Значения  $\rho$  и  $\rho_{ж}$  возьмите из таблиц. Рассчитайте числа Рейнольдса для двух опытов. Рассчитайте время установления скорости равномерного движения  $\tau$  для двух опытов. Данные измерений и вычислений внесите в таблицу 1.

Таблица 1

r, м	t, с	l, м	$\tau$ , с	$v_0$ , м/с	$\eta$ , Па с	$\Delta\eta$ , Па с	Re
$\rho =$ _____ кг/м <sup>3</sup>		$\rho_{ж} =$ _____ кг/м <sup>3</sup>		$\eta_{cp} =$ _____ Па с		$\Delta\eta_{max} =$ _____ Па с	

Вычислите и запишите в тетради относительную ошибку косвенных измерений (см. В4 в [4] и пример в работе 1.1) коэффициента вязкости жидкости.

## ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Запишите уравнение движения шарика в вязкой жидкости. Найдите его решение.
2. Объясните физический смысл числа Рейнольдса.
3. Как изменится характер движения шарика, в условиях, когда  $300 < Re < 10^4$ .
4. Запишите уравнение движения шарика, брошенного вверх с начальной скоростью  $v_0$ , если движение происходит в вязкой жидкости. Найдите его решение.
5. Почему отсчет времени движения шарика ведется не от поверхности жидкости, а от некоторой глубины (обозначенной первым кольцом)? Как оценить эту глубину?