

Группа_____ К работе допущен_____

Студент_____ Работа выполнена_____

Преподаватель_____ Отчет принят_____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №2.04

Определение коэффициента вязкости жидкости

1. Цель работы.

Определение коэффициента внутреннего трения касторового масла методом Стокса. Проверка справедливости формулы Стокса для шариков разного диаметра.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Определение коэффициента внутреннего трения касторового масла методом Стокса;
- Расчет погрешностей измерений.

3. Объект исследования.

Движение металлических шариков в касторовом масле.

4. Рабочие формулы и исходные данные.

Поправочный коэффициент:

$$k = \frac{1}{1 + \frac{2,4r}{R}}$$

Коэффициент вязкости жидкости:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho - \rho_0)}{v} g k$$

Скорость падения шарика:

$$v = l / t$$

Диаметр шарика:

$$d = x_2 - x_1$$

Средний радиус шарика:

$$r = \alpha \bar{d} / 2$$

Относительная погрешность коэффициента вязкости жидкости:

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \left[\left(2 \frac{\Delta r}{r} \right)^2 + \left(\frac{\Delta v}{v} \right)^2 + \left(\frac{\Delta g}{g} \right)^2 + \frac{(\Delta \rho)^2 + (\Delta \rho_0)^2}{(\rho - \rho_0)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Относительная погрешность скорости падения шарика:

$$\frac{\Delta v}{v} = \sqrt{\left(\frac{\Delta l}{l} \right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{t} \right)^2}$$

Относительная погрешность радиуса шарика:

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta d}{d}$$

Абсолютная погрешность диаметра шарика:

$$\Delta d = K_s \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (d_i - \bar{d})^2}{N(N-1)}}$$

5. Измерительные приборы.

Таблица 1: Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон		Погрешность прибора
			от	до	
1	Линейка	Измерительный прибор	0,0 см	20,0 см	0,2 мм
2	Микроскоп	Измерительный прибор	0,00 дел	8,00 дел	0,001 мм/дел
3	Цифровой секундомер	Измерительный прибор	0,00 сек	60,00 сек	0,005 сек

6. Результаты прямых и косвенных измерений.

Таблица 2

$(R \pm \Delta R)$ см	$2,95 \pm 0,05$
$(\rho \pm \Delta \rho)$ кг/м ³	7800 ± 100
$(\rho_0 \pm \Delta \rho_0)$ кг/м ³	960 ± 40
$(\alpha \pm \Delta \alpha)$ мм/дел	$0,266 \pm 0,001$

$(l \pm \Delta l)$ см	$16,9 \pm 0,02$
-----------------------	-----------------

Таблица 3 (Самый крупный шарик)

Первый шарик					
N опыта	1	2	3	4	5
x_2 дел	6,93	6,78	6,78	6,78	6,79
x_1 дел	0,73	0,80	0,83	0,69	0,69
d дел	6,20	5,98	5,95	6,09	6,10
$(\bar{d} \pm \Delta \bar{d})$ дел	$6,06 \pm 0,12$				
$(r \pm \Delta r)$ мм	$0,807 \pm 0,017$				
$(t \pm \Delta t)$ с	$12,200 \pm 0,005$				
$(v \pm \Delta v)$ м/с	$0,013875 \pm 0,000017$				
$(\eta \pm \Delta \eta)$ Па · с	$0,66 \pm 0,05$				

Таблица 4 (Средний шарик)

Второй шарик					
N опыта	1	2	3	4	5
x_2 дел	6,19	6,12	6,15	6,27	6,18
x_1 дел	1,32	1,33	1,36	1,38	1,37
d дел	4,87	4,79	4,79	4,89	4,81
$(\bar{d} \pm \Delta \bar{d})$ дел	$4,83 \pm 0,06$				
$(r \pm \Delta r)$ мм	$0,642 \pm 0,008$				
$(t \pm \Delta t)$ с	$19,110 \pm 0,005$				
$(v \pm \Delta v)$ м/с	$0,008844 \pm 0,000011$				
$(\eta \pm \Delta \eta)$ Па · с	$0,66 \pm 0,04$				

Таблица 5 (Самый маленький шарик)

Третий шарик					
N опыта	1	2	3	4	5
x_2 дел	5,71	5,73	5,69	5,78	5,74
x_1 дел	2,08	2,03	2,09	2,14	2,18
d дел	3,63	3,70	3,60	3,64	3,56
$(\bar{d} \pm \Delta \bar{d})$ дел	$3,63 \pm 0,06$				
$(r \pm \Delta r)$ мм	$0,482 \pm 0,009$				
$(t \pm \Delta t)$ с	$28,930 \pm 0,005$				
$(v \pm \Delta v)$ м/с	$0,005842 \pm 0,000007$				

$(\eta \pm \Delta\eta) \text{ Па} \cdot \text{с}$	$0,57 \pm 0,04$
---------------------------------------------------	-----------------

7. Окончательные результаты.

Для первого шарика:

$$\eta = [0,66 \pm 0,05], \quad \varepsilon_{\eta} = 8\%, \quad \alpha = 0,95$$

Для второго шарика:

$$\eta = [0,66 \pm 0,04], \quad \varepsilon_{\eta} = 7\%, \quad \alpha = 0,95$$

Для третьего шарика:

$$\eta = [0,57 \pm 0,04], \quad \varepsilon_{\eta} = 7\%, \quad \alpha = 0,95$$

8. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе данной лабораторной работы были получены значения коэффициентов вязкости касторового масла для трех металлических шариков разного размера. Их численные значения примерно равны, что позволяет сделать вывод о том, что вязкость жидкости не зависит от размеров падающего в него тела.