

Группа N3149 К работе допущен _____

Студент Синюта Анастасия Работа выполнена _____

Преподаватель Иванов Виктор Юревич Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №2.04

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ

1. Цель работы.

Цель работы - определение коэффициента внутреннего трения касторового масла методом Стокса. Проверка справедливости формулы Стокса для шариков разного диаметра.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Измерение диаметра шариков.
- Измерение времени погружения шариков разных диаметров в жидкость(масло).

3. Объект исследования.

Шарики разного диаметра и касторовое масло в сосуде.

4. Метод экспериментального исследования.

Многократные измерения диаметров шариков при помощи микроскопа. Измерение времени падения шариков с помощью секундомера.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Рабочие формулы:

$d = x_2 - x_1$ - диаметр шариков

$r = \frac{\alpha \bar{d}}{2}$ - радиус шариков, α - цена деления микроскопа, \bar{d} - усредненное значение диаметров

$v = \frac{l}{t}$ - скорость падения шариков, где t - время прохождения расстояния l .

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

$k = \frac{1}{1 + \frac{2,4r}{R}}$ - поправочный коэффициент.

Исходные данные:

Таблица 1

| | | | |
|--|-------|---|-------|
| $(R \pm \Delta R)$ см | 2,95 | ± | 0,05 |
| $(\rho \pm \Delta \rho)$ г/см ³ | 7,80 | ± | 0,10 |
| $(\rho_0 \pm \Delta \rho_0)$ г/см ³ | 0,96 | ± | 0,04 |
| $(\alpha \pm \Delta \alpha)$ мм/дел | 0,266 | ± | 0,001 |
| $(l \pm \Delta l)$ см | 15 | ± | 0,10 |
| $(g \pm \Delta g)$ м/с ² | 9,8 | ± | 0,029 |

6. Измерительные приборы.

| № п/п | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
|-------|--------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | Микроскоп | Оптический | 0–8 дел | 0,266 мм/дел |
| 2 | Секундомер | Механический | 0–50 сек | 0,1 сек |

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

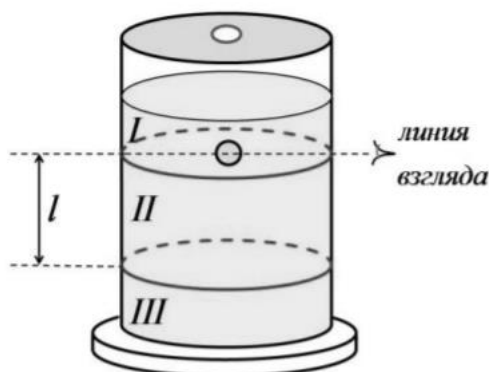


Рис. 3. Схема установки

8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

| Первый шарик | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| x_2 дел | 7,57 | 7,37 | 7,48 | 7,33 | 7,34 |
| x_1 дел | 0,13 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,06 |
| d дел | 7,44 | 7,29 | 7,41 | 7,28 | 7,28 |
| $(t \pm \Delta t)$ с | 11,6 | | ± | 0,10 | |

| Второй шарик | | | | | |
|----------------------|-------|------|------|------|------|
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| x_2 дел | 6,64 | 6,74 | 6,75 | 6,71 | 6,63 |
| x_1 дел | 0,70 | 0,80 | 0,83 | 0,77 | 0,69 |
| d дел | 5,94 | 5,94 | 5,92 | 5,94 | 5,94 |
| $(t \pm \Delta t)$ с | 18,37 | | ± | 0,10 | |

| Третий шарик | | | | | |
|----------------------|-------|------|------|------|------|
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| x_2 дел | 5,58 | 5,68 | 5,48 | 5,52 | 5,57 |
| x_1 дел | 1,94 | 2,02 | 1,76 | 1,81 | 1,93 |
| d дел | 3,64 | 3,66 | 3,72 | 3,71 | 3,64 |
| $(t \pm \Delta t)$ с | 45,72 | | ± | 0,10 | |

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Таблица 2

| Первый шарик | | | |
|-------------------------------|-------|-------|---------|
| $(d \pm \Delta d)$ дел | 7,34 | \pm | 0,0266 |
| $(r \pm \Delta r)$ мм | 0,976 | \pm | 0,0035 |
| $(v \pm \Delta v)$ м/с | 0,013 | \pm | 0,00014 |
| $(k \pm \Delta k)$ | 0,926 | | |
| $(\eta \pm \Delta \eta)$ Па·с | 1,02 | \pm | 0,02 |

Таблица 3

| Второй шарик | | | |
|-------------------------------|-------|-------|---------|
| $(d \pm \Delta d)$ дел | 5,94 | \pm | 0,0266 |
| $(r \pm \Delta r)$ мм | 0,789 | \pm | 0,0035 |
| $(v \pm \Delta v)$ м/с | 0,008 | \pm | 0,00007 |
| $(k \pm \Delta k)$ | 0,940 | | |
| $(\eta \pm \Delta \eta)$ Па·с | 1,07 | \pm | 0,02 |

Таблица 4

| Третий шарик | | | |
|-------------------------------|-------|-------|---------|
| $(d \pm \Delta d)$ дел | 3,67 | \pm | 0,0266 |
| $(r \pm \Delta r)$ мм | 0,489 | \pm | 0,0035 |
| $(v \pm \Delta v)$ м/с | 0,003 | \pm | 0,00002 |
| $(k \pm \Delta k)$ | 0,962 | | |
| $(\eta \pm \Delta \eta)$ Па·с | 1,04 | \pm | 0,02 |

10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

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

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

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

11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

12. Окончательные результаты.

$\eta_1 \pm \Delta \eta_1 = 1,02 \pm 0,02$ Па·с – для первого шарика ($r = 1$ мм)

$\eta_2 \pm \Delta \eta_2 = 1,07 \pm 0,02$ Па·с – для второго шарика ($r = 0,8$ мм)

$\eta_3 \pm \Delta \eta_3 = 1,04 \pm 0,02$ Па·с – для третьего шарика ($r = 0,5$ мм)

13. Выводы и анализ результатов работы.

В пределах погрешности полученные значения совпадают, следовательно, зависимости коэффициента вязкости от радиуса шарика не наблюдается. Вязкость жидкости зависит от температуры, исходя из табличных данных при 19 °C $\eta = 1,07 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (справочник), наши значения в пределах погрешности совпадают со справочным значением, значит, можно утверждать корректность полученных данных.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).