

## Лабораторна робота ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РІДИНИ МЕТОДОМ СТОКСА

**Мета роботи:** визначити в'язкість рідини методом Стокса

Тіло, яке рухається у в'язкому середовищі, зазнає опір своєму руху. При малих швидкостях руху та обтічній формі сила пору середовища зумовлена в'язкістю рідини. Для кульок, які рівномірно рухаються у в'язкій рідині, за законом Стокса сила опору середовища дорівнює:

$$F_c = 6\pi r V \eta, \quad (1)$$

де,  $\eta$  – коефіцієнт в'язкості,  $r$  – радіус кульки,  $V$  – швидкість руху кульки.

Експериментальна установка (рисунок 1) складається із скляного циліндра, який заповнено досліджуваною рідиною (гліцерином). У центрі циліндра є отвір для потрапляння кульки всередину до рідини. На стінках циліндра нанесено поділки, за якими визначається відстань, яку проходить кулька під час падіння у рідині.

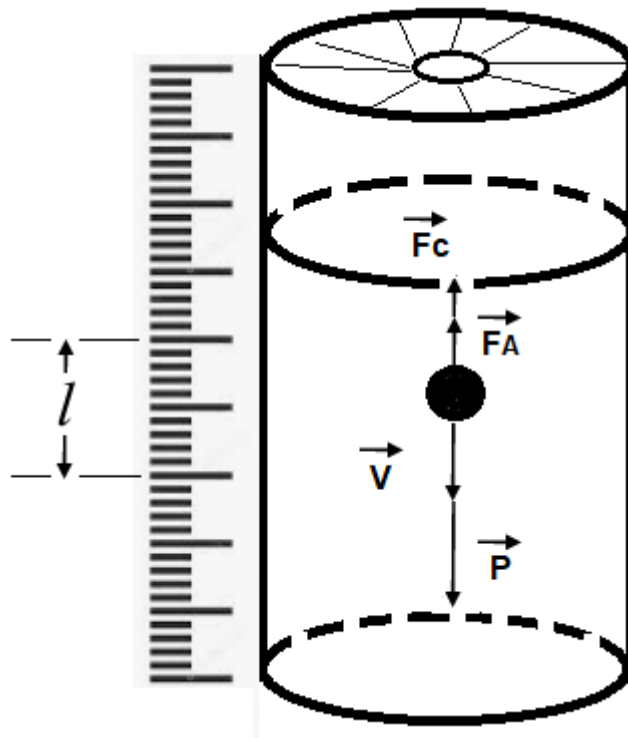


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки

На маленьку кульку, яка падає у рідині, діють три сили:

1) сила тяжіння

$$P = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g ,$$

де  $r$  – радіус кульки,  $\rho$  – щільність матеріалу, із якого виготовлено кульку;

2) сила виштовхування (сила Архімеда)

$$F_A = mg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g ,$$

де  $\rho_0$  - щільність рідини;

3) сила опору

$$F_c = 6\pi r V \eta$$

Умова рівномірного падіння кульки має вигляд:

$$P = F_A + F_c, \quad (2)$$

або

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_0 g + 6\pi r V \eta ,$$

звідки коефіцієнт в'язкості дорівнює

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 (\rho - \rho_0) g}{V} \quad (3)$$

де  $V$  – швидкість рівномірного падіння кульки

Отриманий вираз дозволяє визначити коефіцієнт в'язкості  $\eta$ , якщо відомі  $r$ ,  $\rho$ ,  $\rho_0$  та  $V$ .

### Порядок виконання роботи

1. За допомогою мікрометра 3 рази виміряти діаметр запропонованої кульки, визначити середнє значення діаметра кульки  $r_{\text{сер}}$ .
2. Опустити кульку до циліндра із рідиною та виміряти час падіння між обраними мітками на шкалі. Причому, секундомір включати тільки після проходження кулькою деякого визначеного шляху.
3. Обчислити швидкість рівномірного руху кульки за формулою  $V = \frac{l}{t}$ .
4. Пункти 1 – 3 повторити для інших кульок із запропонованого набору.
5. За формулою (3) визначити коефіцієнт в'язкості  $\eta_{\text{сер}}$ .
6. За результатами роботи зробити висновки.

Результати дослідів та розрахунків занести до таблиці.

$\rho=2,49 \text{ г/см}^3$ , $\rho_0=1,232 \text{ г/см}^3$ , $l = 20 \text{ см}$						
№ з/п	г, мм	$\Gamma_{\text{сер}}$ , мм	t, с	V, м/с	$\eta$ , Па×с	$\eta_{\text{сер}}$ , Па×с
<b>1</b>	<b>3,99</b>		<b>19,02</b>			
	<b>4,00</b>					
	<b>3,99</b>					
<b>2</b>	<b>3,99</b>		<b>21,36</b>			
	<b>3,76</b>					
	<b>3,61</b>					
<b>3</b>	<b>3,94</b>		<b>20,51</b>			
	<b>3,90</b>					
	<b>3,97</b>					

### Контрольні питання

1. Ламінарна та турбулентна течії. Число Рейнольдса.
2. Сили внутрішнього тертя. Закон Ньютона.
3. Рух у рідинах і газах. Формула Стокса.
4. Умови рівномірного падіння кульки у в'язкому середовищі.
5. Методика визначення в'язкості рідини за методом Стокса.