

Лабораторная работа № 3
Изучение режимов движения жидкости

Цель работы: закрепление знаний по разделу "Режимы течения жидкостей", визуальное наблюдение характера и структуры потока жидкости при разных скоростях движения и приобретение навыков по установлению режима течения.

Обработка опытных данных

- 1) Объем воды, вытекшей за время опыта

$$V = S_6 \cdot \Delta H = \text{_____} \text{ см}^3,$$

где $S_6 = 620 \text{ см}^2$ – площадь сечения мерного бака;

ΔH – приращение уровня воды в баке за время опыта, см.

- 2) Расход воды

$$Q = V / t = \text{_____} \text{ см}^3/\text{с},$$

где t – время опыта.

- 3) Средняя скорость движения воды

$$v_{\text{cp}} = Q / S_{\text{п}} = \text{_____} \text{ см/с},$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь живого сечения потока воды, определяется как площадь поперечного сечения круглой трубы диаметром $d = 0,7 \text{ см}$.

- 4) Кинематический коэффициент вязкости воды

$$\nu = \frac{0,0178}{1 + 0,0337 \cdot T + 0,000221 \cdot T^2} = \text{_____} \text{ Ст},$$

где T – температура воды в период опыта, °C.

- 5) Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} = \text{_____}.$$

- 6) Максимальная скорость воды в трубопроводе (только для ламинарного режима)

$$v_{\text{max}} = L / t_{\text{cp}} = \text{_____} \text{ см/с},$$

где t_{cp} – среднее время прохождения частицами воды контрольного участка;

$$t_{\text{cp}} = t_i / n = \text{_____} \text{ с}.$$

Длина контрольного участка $L = \text{_____} \text{ см}$.

- 7) Коэффициент Кориолиса

$$\alpha = \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{cp}}} = \text{_____}.$$

Результаты измерений и вычисления записываются в таблицу 3.1.

Таблица 3.1. - Результаты измерений и расчетов

Наименование измеренных и вычисленных величин	Опыты					
	1	2	3	4	5	6
1. Приращение уровня воды в баке ΔH , см						
2. Время опыта t , с						
3. Объем вытекшей воды V , см ³						
4. Расход воды Q , см ³ /с						
5. Средняя скорость v_{cp} , см/с						
6. Число Рейнольдса Re						
7. Время прохождения частицей струйки мерного участка t_i , с						
7. Температура воды T , °C						
8. Кинематический коэффициент вязкости ν , см ² /с						
9. Максимальная скорость v_{max} , см/с						
10. Коэффициент Кориолиса α						

По результатам расчетов в масштабе строится график зависимости $Re = f(\nu)$, на котором нужно показать зоны различных режимов движения и точки перехода от одного режима к другому.

Лабораторная работа №4

Исследование характеристики короткого простого трубопровода

Цель работы: закрепление знаний по разделу "Расчет простого трубопровода", определение коэффициента сопротивления трубопровода, определение потерь давления в трубопроводе, построение характеристики простого трубопровода.

Обработка результатов измерений

Измерить параметры гидроцилиндра:

ход поршня $h = \underline{\hspace{2cm}}$ м;

диаметр поршня $D = \underline{\hspace{2cm}}$ м; диаметр штока $d_{шт} = \underline{\hspace{2cm}}$ м;

время движения штока внутрь гидроцилиндра $t_{шт} = \underline{\hspace{2cm}}$ с.

- 1) Определить расход жидкости, поступающей в гидроцилиндр $Q_{ц} = Q_{\max}$ при полностью закрытом дросселе 4 по формуле

$$Q_{\max} = Q_{ц} = S \cdot v = \frac{\pi \cdot (D^2 - d_{шт}^2)}{4} \cdot \frac{L}{t_{шт}} = \underline{\hspace{4cm}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

- 2) Определить текущее значение расхода на гидромоторе по формуле

$$Q_{\text{тек}} = \frac{V_{\text{огм}} \cdot n_{\text{гм.тек}}}{\eta_{\text{об.гм}}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ м}^3/\text{с},$$

где $V_{\text{огм}} = 2 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ – рабочий объем гидромотора;

$n_{\text{гм.тек}}$ – текущая частота вращения гидромотора, об/с;

$\eta_{\text{об.гм}} = 0,98$ – объемный КПД гидромотора.

- 3) Определить расход жидкости в трубопроводе по формуле

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\max} - Q_{\text{тек}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ м}^3/\text{с}.$$

- 4) Определить скорость движения жидкости в трубопроводе по формуле

$$v = \frac{4 \cdot Q_{\text{тр}}}{\pi \cdot d^2} = 141543 \cdot Q_{\text{тр}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ м/с},$$

где $d = 3 \text{ мм} = 0,003 \text{ м}$ – внутренний диаметр трубопровода.

- 5) Определить режим движения жидкости по формуле числа Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{v \cdot 0,003}{20 \cdot 10^{-6}} = 150 \cdot v = \underline{\hspace{4cm}},$$

где $\nu = 20 \text{ сСт}$ – кинематический коэффициент вязкости рабочей жидкости.

- 6) Определить коэффициент гидравлического трения в зависимости от режима движения жидкости

$$\lambda = \underline{\hspace{4cm}}.$$

- 7) Рассчитать потери давления в петле трубопровода по формуле

$$\Delta p_p = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ Па},$$

где $l = 3,8$ м и $d = 0,003$ м – длина и диаметр трубопровода;
 $\rho = 890$ кг/м³ – плотность рабочей жидкости;
 $\sum \zeta = 11 \cdot \zeta_{\Pi} + 2 \cdot \zeta_{\text{тр}} = 3,65$ – суммарный коэффициент сопротивления
(плавные повороты $\zeta_{\Pi} = 0,15$ и тройники $\zeta_{\text{тр}} = 1$).

8) Определить потери давления $\Delta p_{\text{оп}}$ в петле трубопровода по формуле

$$\Delta p_{\text{оп}} = p_{\text{вх}} - p_{\text{вых}} = \text{_____ атм.}$$

9) Сравнить опытное и расчетное значение потерь давления
 $\Delta p_{\text{оп}} = \text{_____ атм, } \Delta p_{\text{р}} = \text{_____ атм.}$

Данные экспериментов и расчетов занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты расчетов и измерений

№ оп.	Частота вращения мотора, $n_{\text{гм.тек}}$, об/мин	Расход гидромотора, $Q_{\text{гм.тек}}$, м ³ /с	Расход, $Q_{\text{тр}}$, м ³ /с	Скорость движения жидкости, v , м/с	Re	λ	Давление		Потери давления	
							на входе, $p_{\text{вх}}$, атм	на выходе, $p_{\text{вых}}$, атм	опыт, $\Delta p_{\text{оп}}$	расчет, $\Delta p_{\text{р}}$
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Построить графики зависимостей потерь давления от расхода жидкости в трубопроводе $\Delta p_{\text{р}} = f(Q_{\text{тр}})$, $\Delta p_{\text{оп}} = f(Q_{\text{тр}})$.