

Лабораторная работа 2

РЕЖИМ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

Выполнил студент гр. _____

Проверил: _____

Ц е л ь: знакомство с особенностями и основными закономерностями ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, а также определения критических параметров потока в круглых трубах.

Умение правильно определять режимы движения жидкости имеет большую практическую ценность, т.к. при разных режимах потери напора на преодоления сопротивления имеют различное значение.

В природе существуют два режима движения жидкости - ламинарный и турбулентный. Ламинарное течение жидкости - слоистое, упорядоченное движение, при котором отдельные слои жидкости движутся относительно друг друга, не перемешиваясь между собой, а турбулентное - неупорядоченное движение частиц жидкости, которые движутся по сложным, изменяющимся во времени траекториям, интенсивно перемешиваясь между собой. Режим движения зависит от соотношения сил инерции и сил вязкостного трения в потоке, которое выражается безразмерным комплексом - критерием (числом) Рейнольдса.

Для напорного движения в круглых цилиндрических трубах удобнее брать в качестве характерного размера внутренний диаметр.

Число Рейнольдса для труб (круглого сечения):

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

где V - средняя скорость жидкости в поперечном сечении, м/с;

d - внутренний диаметр, м;

ν - кинематическая вязкость, м²/с.

Число Рейнольдса, при котором ламинарный режим переходит в турбулентный, называется критическим. Нижний предел критического числа Re для круглых труб составляет $Re_{крн} \approx 2320$. Верхний предел критического числа Re существенно зависит от условий входа в трубу, состояние поверхностных стенок, внешних возмущений и пр. и для гладких труб приближенно определяется как $Re_{крв} = 12000 \dots 13000$.

Для практических расчетов обычно исходят из критического числа Рейнольдса $Re = 2320$ и считают, что при $Re < 2320$ режим всегда ламинарный, а при $Re > 2320$ - турбулентный.

Описание экспериментальной установки

Лабораторная работа проводится на стенде (рис.1), состоящем из напорного 1 и сливного 2 баков, насоса 3, прозрачной трубки 4, бачка 5, трубки 6, водослива 7, регулирующих вентиля 8 и кранов 9 и 10, переливной трубы 11, капилляра 12 и напорной трубы 13.

Насос 3 подаёт воду из сливного бака 2 по напорной трубе 13 в напорный бак 1, из которого по стеклянной трубе 4 через водослив 7 (для замера расхода) вода стекает в сливной бак 2. Из бачка 5 подкрашенная жидкость по трубке 6 и капилляру 12 поступает в стеклянную трубку 4. Уровень воды в напорном баке поддерживается постоянным за счет подачи воды насосом и сброса ее избытка по переливной трубе 11.

Регулирование расхода, а следовательно, и скорости движения воды в стеклянной трубе производится краном 9. При малых скоростях движения воды окрашенная струйка не размывается окружающей ее водой и имеет вид натянутой струны, в этом случае имеет место ламинарное движение, при увеличении скорости появляются колебания окрашенной струйки, затухающие по долине трубы, т.е. на входе в трубу движение жидкости становится неустойчивым, но в дальнейшем стабилизируется и на большей части трубы наблюдается ламинарное движение. При последующем увеличении скорости окрашенная струйка получает волнообразное движение, а затем исчезает, размываясь по всему сечению трубы и окрашивая всю воду. Это уже турбулентное течение жидкости.

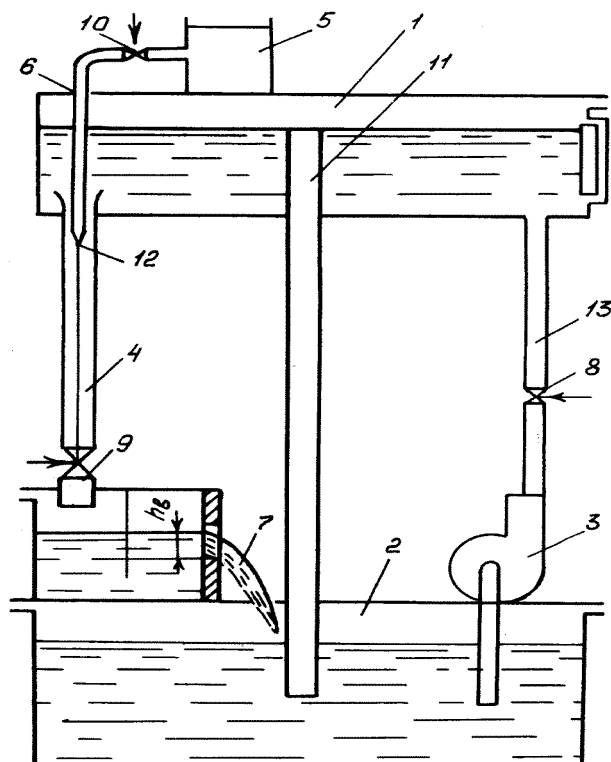


Рис. 1 Схема экспериментальной установки

Порядок выполнения работы

1. Включить насос 3, открыть вентиль 8 и заполнить бак 1 водой до максимального уровня.
2. Измерить температуру воды.
3. С помощью крана 9 установить уровень воды над водосливом 7 (для первого измерения $h_b \leq 25\text{мм}$).
4. Измерить уровень воды над водосливом.
5. Открыть кран 10 и путем визуального наблюдения установить характер движения воды.
6. Результаты измерений занести в таблицу.
7. Установить новое значение расходов воды краном 9 и с 4-го пункта повторить измерение.

8. После 5...7 измерений закрыть вентиль 8, краны 9 и 10 и выключить насос

Обработка результатов измерений

Вычислить расход Q по тарировочному графику водослива (рис.2).

Определите число Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot d \cdot \nu} \cdot Q,$$

где V - средняя скорость потока жидкости, м/с; Q - расход жидкости, л/с; d - диаметр трубы ($d = 0,055$ м).

Кинематическую вязкость можно определить по формуле в зависимости от температуры:

$$\nu = \frac{0,0178 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,00337 \cdot t + 0,000221 \cdot t^2},$$

где ν - кинематическая вязкость, м²/с; t - температура воды, °С.

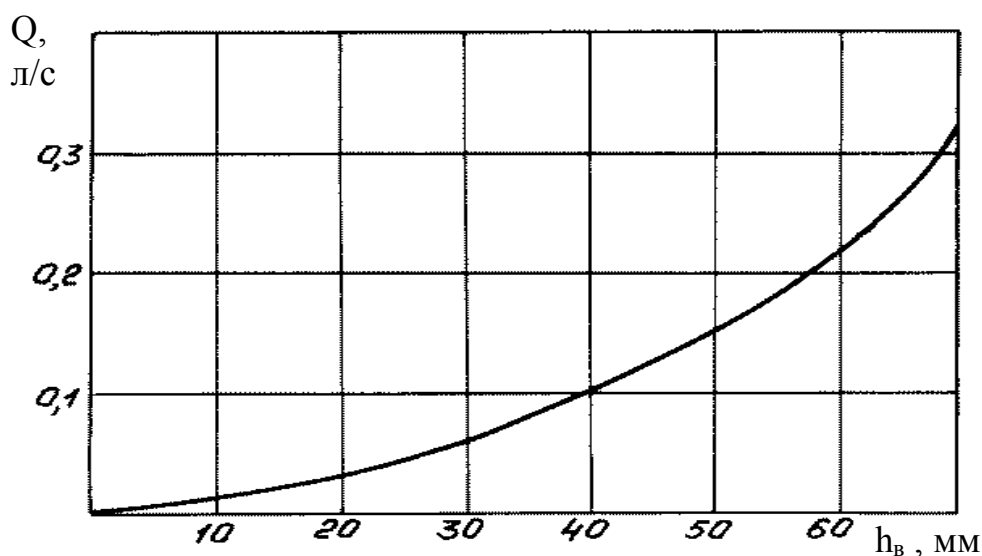


Рис. 2. Зависимость расхода от напора водослива

Содержание отчета

Отчет должен содержать тему и цель работы, схему установки, основные расчетные величины, таблицу измерений и вычислений, график зависимости $Re = f(V)$ и выводы по лабораторной работе.

Данные расчетов занесите в таблицу.

Измеренные и расчетные величины

Номер опыта	Измерение величины		Расчетные величины		
	h_v , мм	t , °C	Q , л/с	Re	v , м ² /с
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Контрольные вопросы

1. Чем характеризуются основные режимы движения жидкости?
2. Как вычислить число Рейнольдса?
3. Каков физический смысл числа Рейнольдса?
4. Какая существует зависимость потерь напора от скорости при разных режимах?
5. Чем характеризуется вязкость жидкости?
6. Как измеряется расход в данной лабораторной работе?
7. Что такое средняя скорость потока?