

Министерство образования Тверской области
ГБОУ СПО Тверской колледж им. А.Н. Коняева

Методические разработка по проведению лабораторной
работы № 3 «Экспериментальная иллюстрация
ламинарного и турбулентного режимов движения
жидкости, определение критического числа
Рейнольдса».

Тверь 2012

ОДОБРЕНА
Предметной /цикловой /
Комиссией

«__»_____2012 г.

Протокол №

Председатель предметной
/цикловой/ комиссии
_____В.А.Савельев

Разработал(а) преподаватель
_____Л.В.Шарапова

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Научно-
методического Совета
ГБОУ СПО ТК им.
А.Н. Коняева
_____Н.С.Лукина

«__»_____2012 г.

Рецензент Начальник отдела технического контроля
ОАО «РИТМ»Тверское производство тормозной
аппаратуры Тарачкин А.А.

Методическая разработки предназначена для студентов
колледжа обучающихся на специальностях
151901 «Технология машиностроения» и
220703 «Автоматизация технологических процессов и
производств (по отраслям)»
для выполнения лабораторных работ по предмету
«Гидравлические и пневматические системы»,
«Гидравлика пневматика и термодинамика

Содержание

1 Введение	4
2 Теоретическая часть	4
3 Описание установки	7
4 Порядок выполнения работы	8
5 Контрольные вопросы	12
Приложение А	13
Список использованной литературы	17

1 Введение

Цель работы:

1. Убедиться на опыте, путем окрашивания струйки жидкости в стеклянной трубке, в существовании ламинарного и турбулентного режимов.
2. Вычислить по данным опытов, проведенных на этой трубке, числа Рейнольдса при ламинарном режимах, сравнить их с критическим, убедиться, что при ламинарном режиме $Re < Re_{кр}$, а при турбулентном $Re > Re_{кр}$.

Оборудование: Компьютер

2 Теоретическая часть

Многочисленными экспериментами установлено, что движение жидкости может происходить или при ламинарном, или при турбулентном режиме. Ламинарный режим наблюдается при небольших скоростях движения. При этом окрашенные струйки жидкости не перемешиваются, сохраняясь по всей длине потока, т.е. движение жидкости при ламинарном

режиме является струйчатым, перемешивание частиц жидкости отсутствует.

Турбулентный режим наблюдается при значительных скоростях и характеризуется интенсивным перемешиванием частиц жидкости, что обуславливает пульсацию скоростей и давления.

Средняя скорость потока, при которой происходит смена режима движения жидкости, называется критической ($V_{кр}$). Величина ее, как показывают опыты в трубопроводах круглого сечения, зависит от рода жидкости, характеризуемого динамическим коэффициентом вязкости μ и плотностью, а также от диаметра трубопровода. Одновременно опытами установлен более объективный показатель для характеристики режима движения жидкости - безразмерный параметр, названный критерием или числом Рейнольдса (Re), который определяется по формуле 1.

$$Re_{кр} = \frac{vd\rho}{\mu} = \frac{vd}{\nu}, \quad (1)$$

где v - средняя скорость, $\frac{м}{с}$

d - диаметр трубопровода, м

ρ - плотность жидкости, $\frac{кг}{м^3}$

μ - коэффициент динамической вязкости, Па \times с

ν - коэффициент кинематической вязкости, $\frac{см^2}{с}$.

Критическое число Рейнольдса при котором происходит смена режима для круглых трубопроводов $Re_{кр}=2320$. Для определения режима движения жидкости в круглой трубе при напорном движении достаточно вычислить по формуле (1) число Рейнольдса и сравнить его с критическим числом Рейнольдса. При значениях числа Рейнольдса меньше $Re_{кр}=2320$ наблюдается устойчивый ламинарный режим, а при $Re > Re_{кр}$ турбулентный режим.

Знание режима движения жидкости необходимо для правильной оценки потерь напора при гидравлических расчетах. В круглых трубах при напорном равномерном движении, при ламинарном режиме потери напора h_l

пропорциональны средней скорости в первой степени, а при турбулентном режиме в степени $1.75 < m < 2.0$.

3 Описание установки

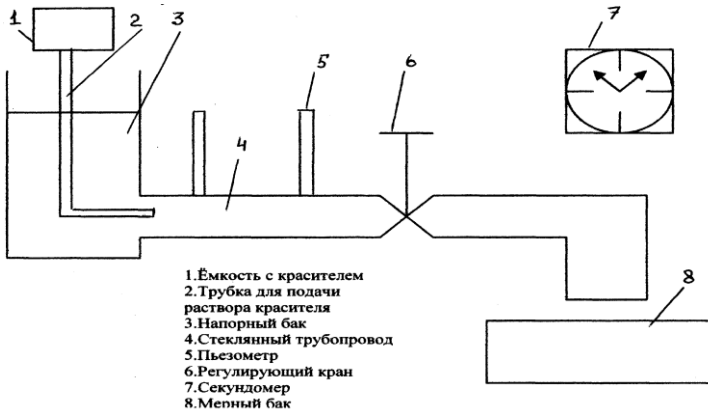


Рисунок 1- Схема установки

Установка включает в себя горизонтально-расположенную стеклянную трубу 4, в которой наблюдается движение жидкости при различных режимах, напорный бак 3, емкость с раствором красителя 1, подаваемого открытием вентиля по трубе 2 во входное сечение трубы 4. Для измерения расхода воды в трубе 4 служат мерная емкость 8 и секундомер 7, регулирование расхода жидкости, а,

следовательно, и средней скорости ее движения в трубе 4 осуществляется краном 6.

4 Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

1. Ознакомиться с информацией о программе.
2. Подготовить установку к работе через меню «Указания по выполнению работы».
 - 2.1. Ознакомиться со схемой экспериментальной установки.
 - 2.2. Настроить установку на параметры для проведения первого опыта через меню «Настройка экспериментальной установки в соответствии с вариантом задания» (таблица 1).

Таблица 1 Варианты задания

№ варианта	Первый опыт	Второй опыт
1	Вода при $t = 10^{\circ}\text{C}$, $\nu = 0.013 \text{ см}^2/\text{с}$, $d = 1 \text{ см}$	Глицерин $t = 20^{\circ}\text{C}$ $\nu = 0.2 \text{ см}^2/\text{с}$, $d = 2.5 \text{ см}$
2	Вода при $t = 15^{\circ}\text{C}$, $\nu = 0.0114 \text{ см}^2/\text{с}$, $d = 1 \text{ см}$	
3	Вода при $t = 20^{\circ}\text{C}$, $\nu = 0.0101 \text{ см}^2/\text{с}$, $d = 1 \text{ см}$	

4	Вода при $t = 25^{\circ}\text{C}$, $\nu = 0.0088 \text{ см}^2/\text{с}$, $d = 1 \text{ см}$
5	Керосин при $t = 15^{\circ}\text{C}$, $\nu = 0.027 \text{ см}^2/\text{с}$, $d = 1 \text{ см}$

3. Приступить к проведению эксперимента: установить открытие регулирующего крана (0,05; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9; 1), включить пуск краски и по виду ее разлива оценить режим движения жидкости. Занести в таблицу 2 объем жидкости в мерном баке, время наполнения, отметить наблюдаемый режим движения.

Таблица 2 Результаты первого опыта

Наименование и обозначение измеряемых величин	Ед. изм.	Результаты измерений						
		0,05	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	1
Величина открытия крана								
Объем жидкости в мерном баке, V	см ³							
Время наполнения бака, t	с							

Наблюдаемый режим								
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

4. Настроить установку на проведение второго опыта (меню- указания по выполнению работы -настройка экспериментальной установки).

5. Провести второй опыт, результаты наблюдений занести в таблицу.

Таблица 3 Результаты второго опыта

Наименование и обозначение измеряемых величин	Ед. изм	Результаты измерений						
		0,05	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1
Величина открытия крана								
Объем жидкости в мерном баке, V	см ³							
Время наполнения бака, t	с							
Наблюдаемый режим								

6. В первом и во втором опыте выбрать по 2 результата ламинарного и турбулентного движения, внести их в таблицу 4 и выполнить все вычисления, предусмотренные таблицей, дать

заклучение по результатам работы, оформить
отчёт в соответствии с приложением А1

Таблица 4 Обработка экспериментальных данных

	Наименования и обозначения измеряемых величин	Единицы измерения	Результаты измерений и вычислений			
			Опыт 1		Опыт 2	
			Ламинар. режим	Турбулент. режим	Ламинар. режим	Турбул. режим.
1	Объем воды в мерном сосуде, V	см^3				
2	Время наполнения объема, t	с				
3	Расход воды $Q = V/t$	$\text{см}^3/\text{с}$				
4	Внутренний диаметр трубы d	см				
5	Площадь поперечного сечения $S = \pi d^2 / 4$	см^2				
6	Средняя скорость движения воды, $v = Q / S$	$\text{см}/\text{с}$				
7	Температура воды t	$^{\circ}\text{C}$				
8	Кинематический коэффициент вязкости, ν	$\text{см}^2/\text{с}$				
9	Число Рейнольдса					

	$Re(d) = \frac{vd}{\nu}$					
10	Критическое число Рейнольдса, $Re_{кр}$					

5 Контрольные вопросы

1. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
2. Поясните, что такое критерий Рейнольдса и назовите факторы, от которых он зависит?
3. Поясните что такое критическое число Рейнольдса?
4. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости, и с какой целью?
5. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит, и как её определяют?

Таблица 2 Результаты второго опыта

Наименование и обозначение Измеряемых величин	и	Ед. изм	Результаты измерений						
			0,05	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1
Величина открытия крана									
Объём жидкости в мерном баке, V									
Время наполнения бака, t									
Наблюдаемый режим									

Схема установки

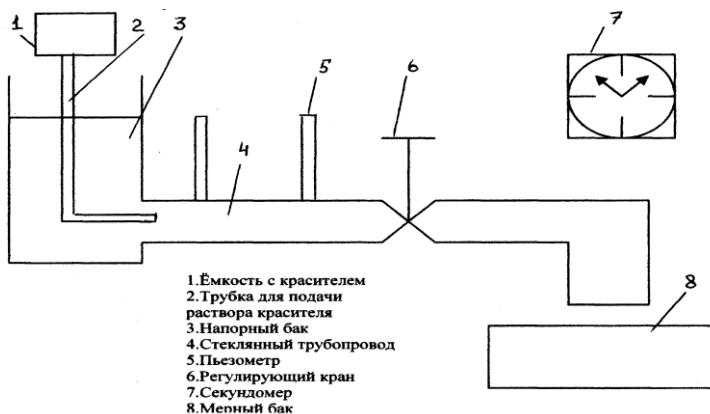


Таблица 3 Обработка экспериментальных данных

	Наименования и обозначения измеряемых величин	Единицы измерения	Результаты измерений и вычислений			
			Опыт 1		Опыт 2	
			Ламинар. режим	Турбулент. режим	Ламинар. режим	Турбул. режим.
1	Объем воды в мерном сосуде, V	см ³				
2	Время наполнения объема, t	с				
3	Расход воды $Q = V/t$	см ³ /с				
4	Внутренний диаметр трубы d	см				
5	Площадь поперечного сечения $S = \pi d^2 / 4$	см ²				
6	Средняя скорость движения воды, $v = Q / S$	см/с				
7	Температура воды t	°C				
8	Кинематический коэффициент вязкости, ν	см ² /с				
9	Число Рейнольдса $Re(d) = \frac{vd}{\nu}$					
10	Критическое число Рейнольдса, $Re_{кр}$					

Вычисления:

Вывод:

« ____ » _____ 201_г Подпись преподавателя _____

Список использованной литературы

1.Лабораторный практикум по прикладной гидромеханике, гидравлическими машинам и гидроприводам/ А.Ш.Барекян ,В.С. Карклин , Е.Н. Коноплев , А.К. Челышев – Тверь, 1998 . – 116 с.

2. Холин, К.М. Основы гидравлики и объёмный гидропривод Учеб. Пособие/К.М. Холин, О.Ф. Никитин.- М.: «Машиностроение»,2006.-263 с.

3. Некрасов Б.Б.. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам/ Б.Б. Некрасов.- Минск: Высшая школа,1985.-254 с.