МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

ГБОУ СПО ТВЕРСКОЙ КОЛЛЕДЖ ИМЕНИ А.Н.КОНЯЕВА

Отчёты по лабораторным работам по предмету «Гидравлика, пневматика и термодинамика» для студентов специальности 220703 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)»

Выполнил студент

Группа

Проверил

2012

Содержание

1Лабораторная работа №1 Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля 3

2Лабораторная работа №2 Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе 7

3Лабораторная работа №3 Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение критического числа Рейнольдса. 9

4Лабораторная работа №4 Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений 12

5Лабораторная работа №5 Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу 18

6 Лабораторная работа №6 Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара 21

7Лабораторная работа №7Определение основных характеристик шестерёнчатого насоса 24

8Лабораторная работа № 8 Испытание объёмного нерегулируемого насоса 26

9Лабораторная работа №9Дроссельное регулирование скорости гидропривода 29

ТК им. А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №1
Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля

Цель работы:

1. Измерить с помощью пружинных манометров гидростатическое давление в трех точках ***(A,B,C)***, заглублённых на различную величину под уровень жидкости, находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести;
2. Подтвердить на основании опытных данных закон Паскаля;
3. Построить по данным опыта *№2* в масштабе эпюры манометрического давления по глубине *h*.

Таблица1 Результаты эксперимента

№ позиции	Наименование и обозначения измеряемых и вычисляемых величии		Един. изме-рений	Результаты измерений и вычислений		Примечания
				Опыт №1	Опыт №2	
1	2		3	4	5	6
1	Показания манометров M_A, M_B, M_C	$P_{MA} \sim P_o$	Па			$h_в$=.....м h_c=.....м Ув=.....м Ус=.....м ρ=1000кг/м^3 g = 9,81 м/с^2
		P_{MB}	Па			
		P_{MC}	Па			
2	Избыточное гидростатическое давление в точках А,В,С	$P_A \sim P_{MA} \sim P_o$	Па			
		$P_в = P_{Mв} + \rho g y_в$	Па			
		$P_c = P_{Mc} + \rho g y_c$	Па			
3	Приращение избыточного гидростатического давления	$\Delta P_A \sim \Delta P_o = P_{o2} - P_{o1}$,	Па			
		$\Delta P_B = P_{B2} - P_{B1}$,	Па			
		$\Delta P_C = P_{C2} - P_{C1}$,	Па			
4	Средняя величина приращения избыточного гидростатического давления	$\Delta P_{cp} = \dfrac{\Delta P_0 + \Delta P_в + \Delta P_c}{3}$	Па			
5	Относительные расхождения приращений давления в точках А, В. С со средней величиной	$E_{\Delta po} = (\Delta P_{cp} - \Delta P_O) / \Delta P_{cp}$	-			
		$E_{\Delta po} = (\Delta P_{cp} - \Delta P_B) / \Delta P_{cp}$	-			
		$E_{\Delta po} = (\Delta P_{cp} - \Delta P_C) / \Delta P_{cp}$	-			

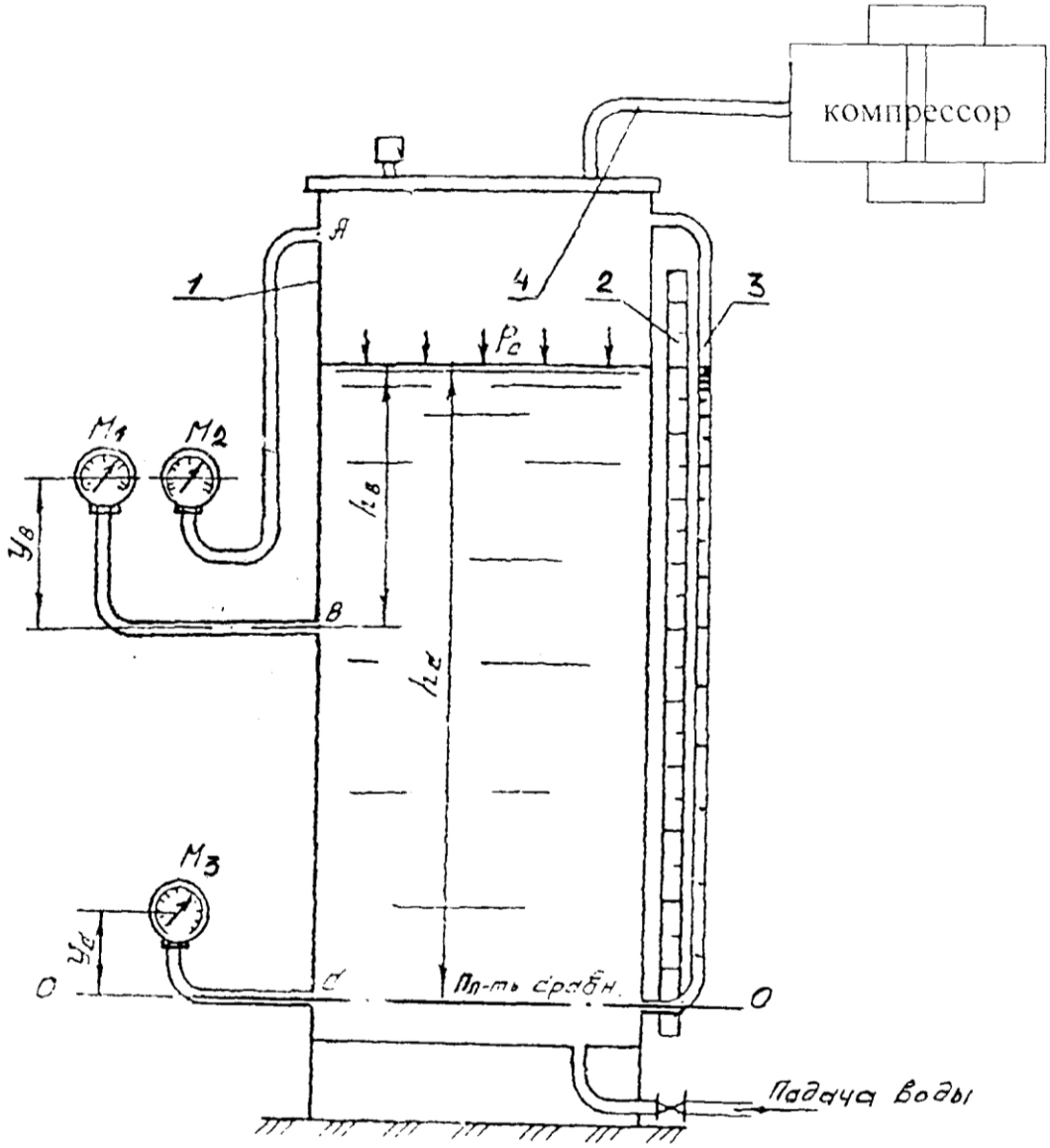
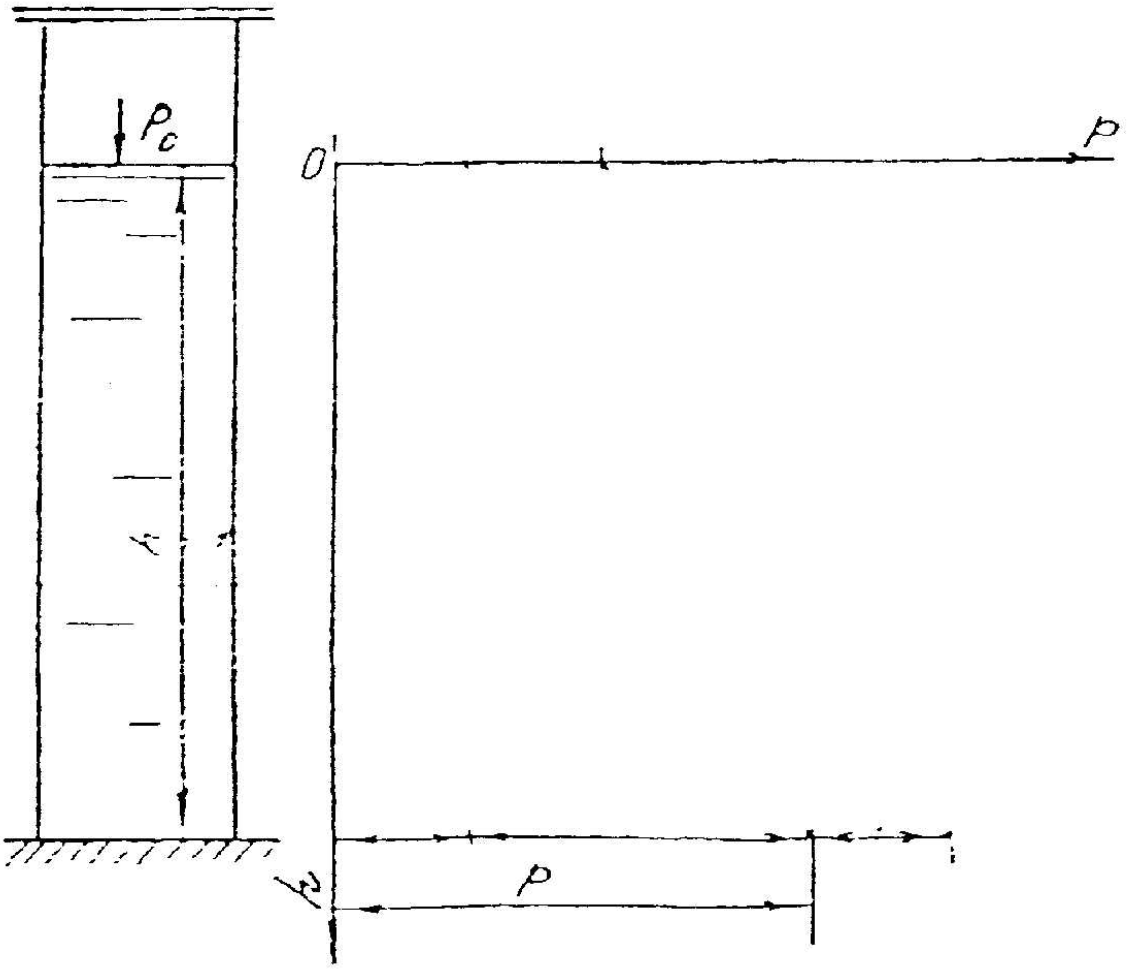


Рисунок 1- Схема экспериментальной установки
1-резервуар, 2-шкала измерений, 3- пьезометр, 4- компрессор

Расчетные формулы и вычисления:

Эпюра гидростатического давления.



Вывод:

«_____»_____201__г. **Подпись преподава** ТК им. А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №2
Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе

Цель работы:

1. Определить опытным путем слагаемые z, p/pg , υ^2 /2g уравнения Д. Бернулли для сечений
I-I .. .II-II, а также потери полного напора h_{wl-2} между сечениями (см. рисунок 1)
2. Вычислить средние скорости потока и отвечающие им скоростные напоры υ / 2g для указанных живых сечений потока жидкости.
3. Построить в масштабе по опытным данным пьезометрическую линию и линию полного напора (см. рисунок 1)

Таблица 1 Результаты эксперимента

№	Наименование и обозначения измеряемых в вычисляемых величин	Ед. изм.	Результаты измерений и вычислений	
			I-I	II-II
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Геометрические высоты центров тяжести сечений	м		
2.	Отметки уровней воды в пьезометрах, т.е. гидростатические напоры (z+p/ρg)	м		
3.	Отметки уровней воды в скоростных трубках, т.е. полные напоры $H=z+p/\rho g + \upsilon^2/2g$	м		
4.	Пьезометрические высоты (z+p/ρg)-z	м		
5.	Скоростные высоты $\upsilon^2 /2g = H - (z+p/\rho g)$	м		
6.	Потери полного напора на пути между соседними живыми сечениями струйками $h_{wi-(i+1)}=H_i-H_{i+1}$	м		
7.	Объем воды в мерном баке W	$м^3$		
8.	Продолжительность наполнения объема W в мерном баке t	с		
9.	Расход воды в трубопроводе Q =W/t	$м^3/с$		
10.	Средняя скорость движения воды в V=Q/ω	м/с		
11.	Скоростная высота, отвечающая средней скорости $V^2/2g$	м		
12.	Разность скоростных высот ($\upsilon^2 /2g - V^2 /2g$)	м		

Расчетные формулы и вычисления:

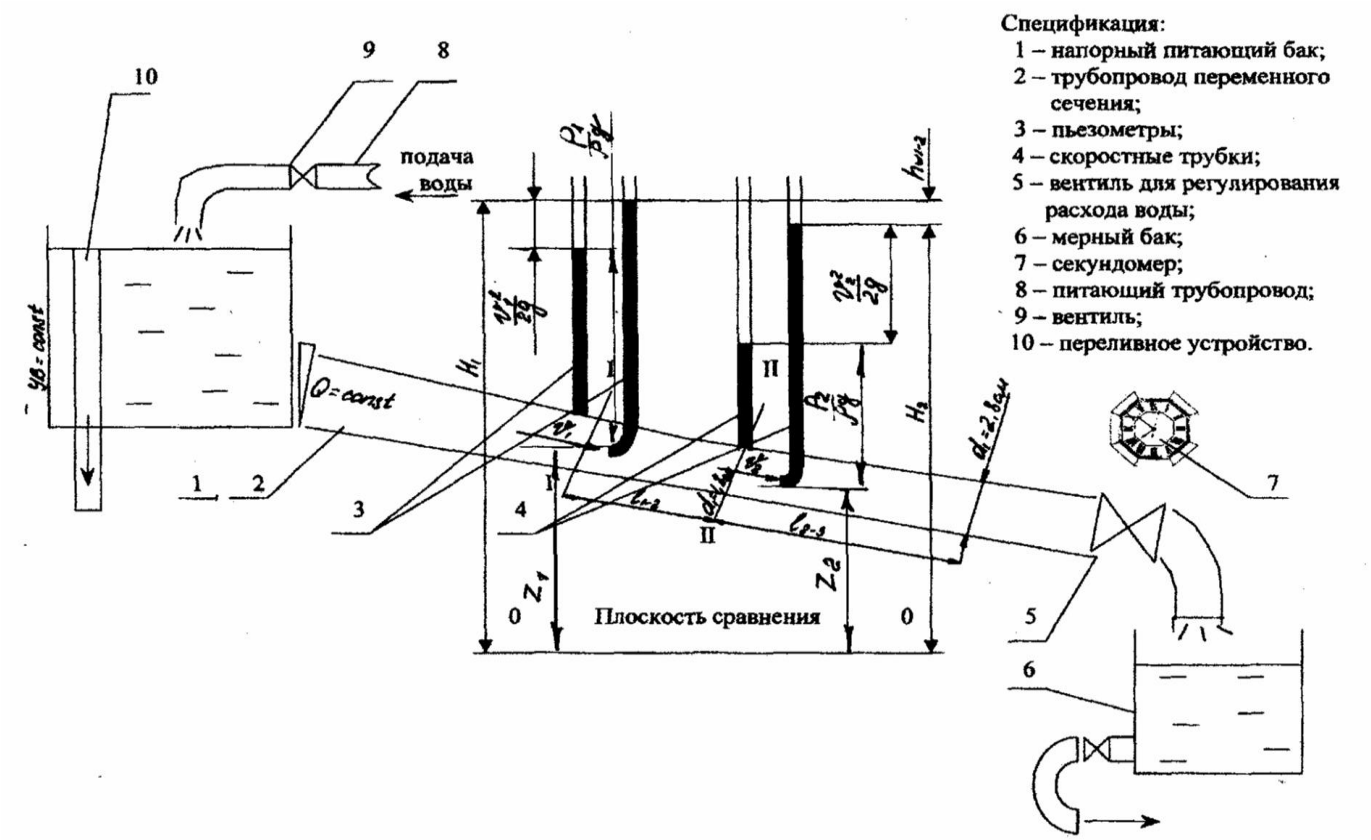


Рисунок 3-Схема установки для экспериментальной иллюстрации уравнения Д. Бернулли

Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

«_____»_____200__г. Подпись преподавателя_____

ТК им. А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №3

Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение критического числа Рейнольдса.

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 трубе, числа Рейнольдса при ламинарном режимах, сравнить их с критическим, убедиться, что при ламинарном режиме $Re_{кр}<Re_{кр}$, а при турбулентном $Re_{кр}>Re_{кр}$.

Таблица 1Результаты первого опыта

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

Таблица 2 Результаты первого опыта

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

Наблюдаем режим								

Таблица 3Обработка экспериментальных данных

поз.	Наименования и обозначения измеряемых величин	Единиизмер.	Результаты измерений и вычислений			
			Опыт№1		Опыт №2	
			Лам. Реж.	Турб. Реж.	Лам. Реж.	Турб. Реж.
1	2	3	4	5	6	7
1	Объем воды в мерном сосуде W	$см^3$				
2	Время наполнения объема,t	с				
3	Расход воды Q= W/t	$см^3/с$				
4	Внутренний диаметр трубы d	см				
5	Площадь поперечного сечения $\omega = \pi d^2/4$	$см^2$				
6	Средняя скорость движения воды, $V = Q/\omega$	см/с				
7	Температура воды t	°С				
8	Кинематический коэффициент вязкости, ν (по справочнику)	$см^2/с$				
9	Число Рейнольдса $Re(d) = \frac{Vd}{\nu}$					
10	Критическое число Рейнольдса, $Re_{кр}(d)$ спр (по справочнику)					

Вычисления:

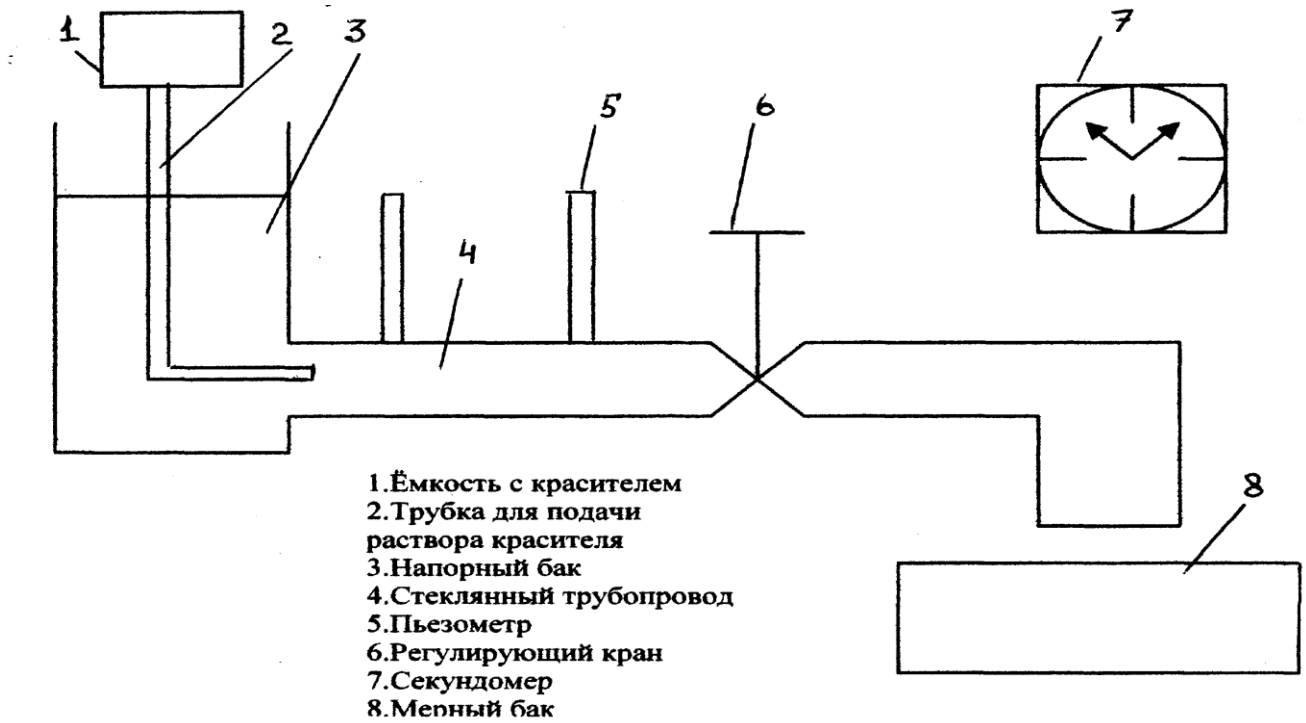


Рисунок 1- Схема установки

Вывод:

«_____»_____200__г. **Подпись преподав**

ТК им. А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №4

Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений

Цель работы:

1. Определить по опытным данным, воспользовавшись формулами (1) и (3), значение коэффициента гидравлического трения $\lambda_{оп}$ и величины коэффициента ζ для трех видов местных сопротивлений;
2. Установить, воспользовавшись соотношениями А.Н.Альтшуля или же графиком Никурадзе (см. рисунок 1), области гидравлического сопротивления, в которых работали участки напорного трубопровода;
3. Вычислить значения коэффициентов гидравлического трения ζ по соответствующим эмпирическим формулам;
4. Найти справочные значения коэффициентов местных сопротивлений ($\zeta_{р.пов}$, по таблице, $\zeta_{рр}$ и $\zeta_{р.с.}$ вычислить по формулам (4) и (6));
5. Оценить сходимость $\zeta_{оп}$ и $\zeta_{оп}$ с их расчетными справочными значениями.

Таблица № 1 Результаты измерений

№ поз.	Наименование и обозначения измеряемых величин	Един изм.	Результаты измерений	
			Опыт №1	Опыт №2
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Объем воды в мерном баке W	$м^3/с$		
2	Продолжительность наполнения t	с		
3	Температура воды T	°C		
4	Показания пьезометров, т.е. отметки уровней воды в них ▽ 5	м		
5	▽ 6	м		
6	▽ 8	м		
7	▽ 9	м		
8	▽ 10	м		

Результаты вычислений	Местные сопротивления	Резкое расшир.	Оп.2									$0{,}0101*10^{-4}$			-		
			Оп.1												-		

9	▽ 11	м		
10	▽ 12	м		
11	▽ 13	м		
12	▽ 14	м		

№ поз.	Наименования и обозначения вычисляемых величин		Един изм.								
				Сопротивления по длине							
				Уч. 9-10		Уч. 11-12		Резкое поворот.		Резкое сужен.	
				Оп.1	Оп.2	Оп.1	Оп.2	Оп.1	Оп.2	Оп.1	Оп.2
1.	Расход воды $Q=W/t$		$м^3/с$								
2.	Площадь поперечного сечения тубы $\omega=\pi d^2/4$		$м^2$								
3.	Средняя скорость потока $\upsilon=Q/\omega$		м/с								
4.	Скоростной напор $\upsilon^2/2g$		м								
5.	Потери напора по длине h_l и местные потери $h_м$ (по разности полных напоров перед и за сопротивлениями)		м								
6.	Расстояния между точками подключения пьезометров (длины участков) l		м								
7.	Коэффициент гидравлического трения по опытным данным $\lambda_{оп}= (h\cdot d\cdot 2g) / (l\cdot \upsilon^2)$		-								
8.	Коэффициент местного сопротивления по опытным данным$\zeta_{оп}= (h\cdot 2g)/\upsilon^2$		-								
9.	Кинематический коэффициент вязкости воды(по справочнику)		$м^2/с$								
10.	Число Рейнольдса $Re=\upsilon d/v$		-								
11.	Область гидравлического сопротивления (гладких труб, доквадрат., квадратич.)		-								
12.	Коэффициент гидравлического трения λ но эмпирическим формулам							-	-	-	-
13.	Коэффициент местного сопротивления ζ (по справочнику и теоретическим формулам)			-	-	-	-				
14.	Относительные отклонения ε_λ и ε_ζ	$\varepsilon_\lambda=(\lambda- \lambda_{оп})/\lambda$									
		$\varepsilon_\zeta=(\zeta_{спр}- \zeta_o)/\zeta_{спр}$									

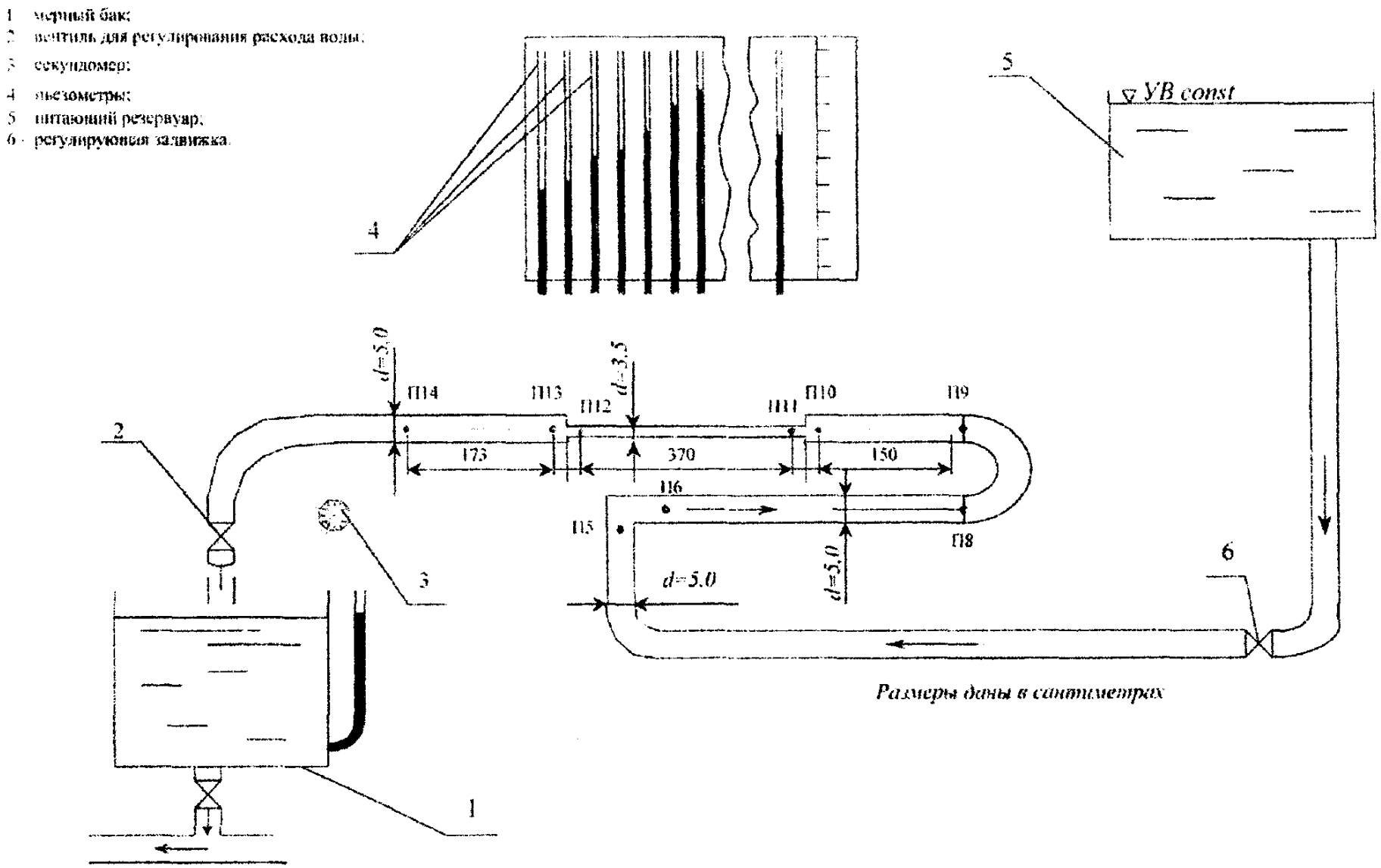


Рисунок 1-Схема установки для изучения гидравлических сопротивлений (по длине и местных) в напорном трубопроводе круглого сечения.

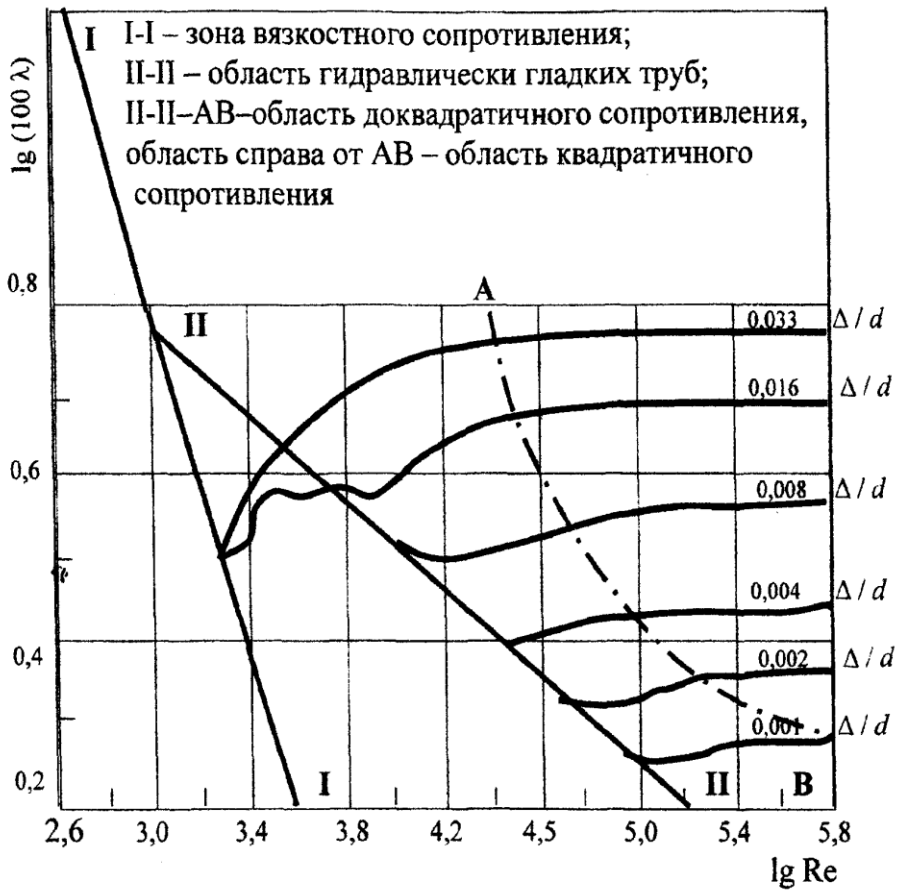


Рисунок 2-График зависимости коэффициента гидравлического трения λ от числа Рейнольдса (Re) труб с различной относительной шероховатостью Δ/d (график Никурадзе).

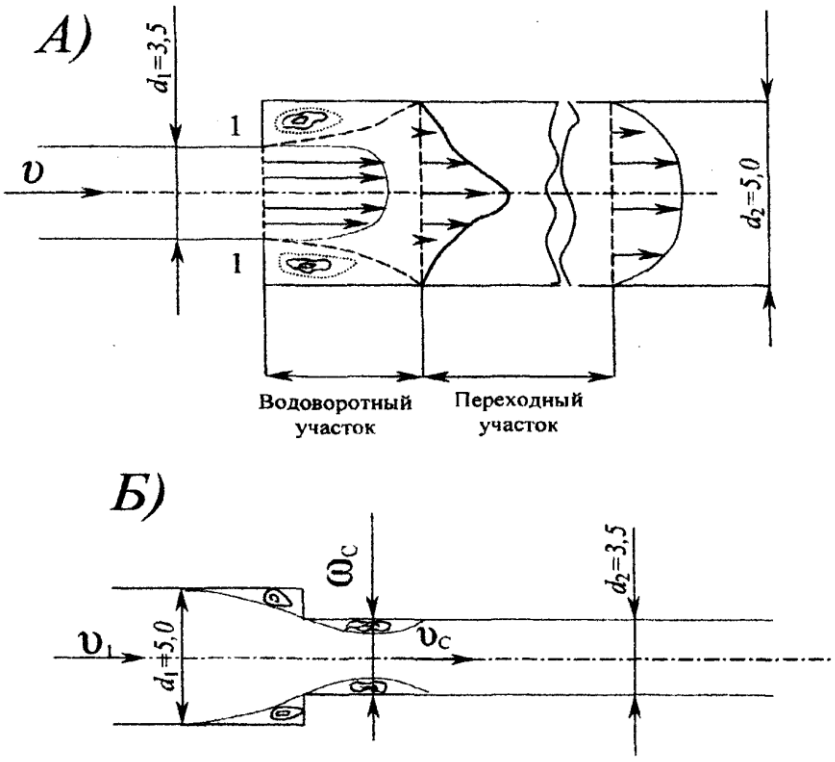


Рисунок 3-Схемы движения жидкости при резком (внезапном) изменении сечения трубопровода: а) резкое расширение трубопровода; б) резкое сужение трубопровода.

Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

«_____»_____200__г. **Подпись преподавателя_____**

ТК им.А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №5

Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу

Цель работы:

1. определить по опытным данным величины коэффициентов: $\mu_{оп}$, $\varphi_{оп}$, $\varepsilon_{оп}$, $\zeta_{оп}$, при истечении через малое круглое отверстие диаметром d=2 см при постоянном напоре в атмосферу и величины коэффициентов $\mu_{ноп}$, $\varphi_{ноп}$, $\zeta_{ноп}$ для внешнего цилиндрического и конических(сходящегося и расходящегося) насадков при H= const в атмосферу.

2. Сравнить значения коэффициентов, полученные в опытах, со справочными и подсчитать относительные отклонения.

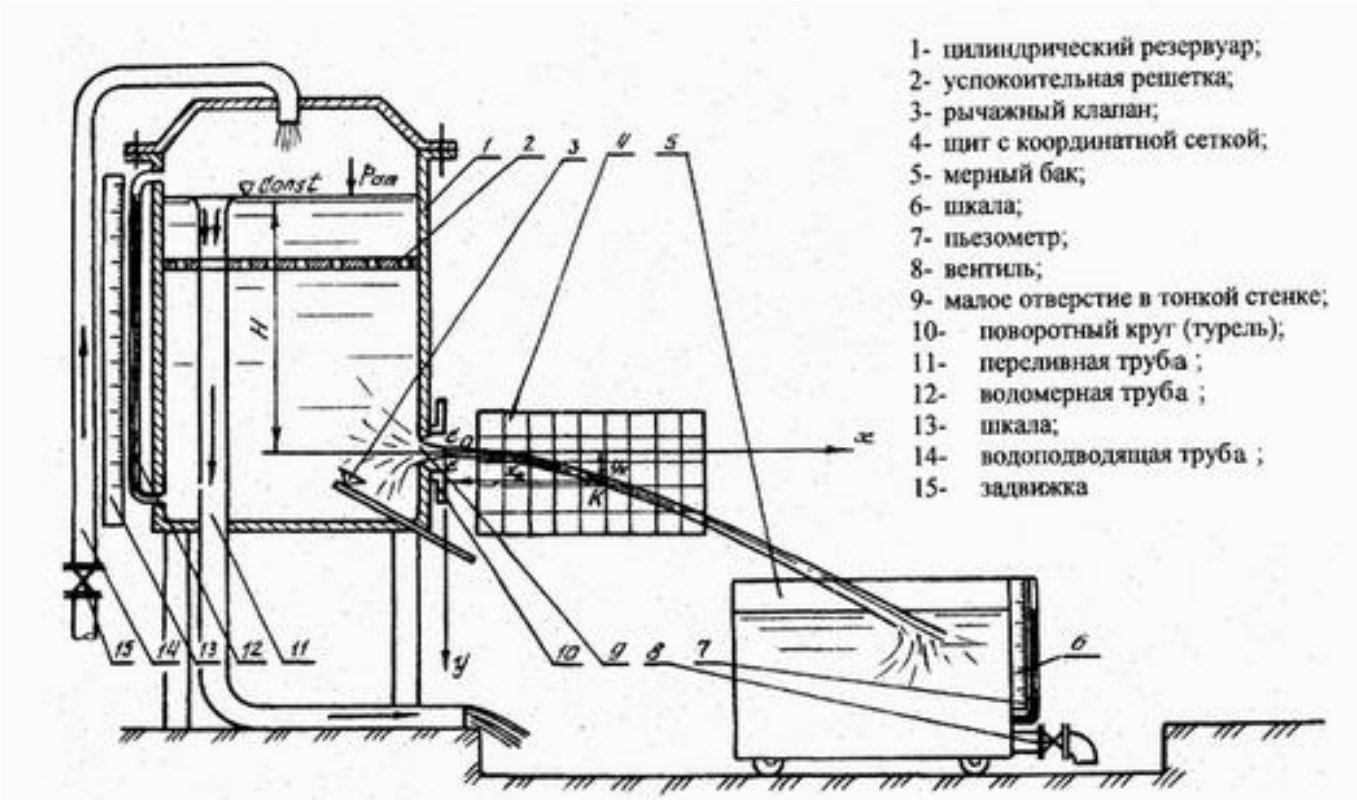


Рисунок 1- Схема установки для изучения истечения жидкости из отверстий и насадков

Таблица 1 Результаты эксперимента

№	Наименование измеряемых и вычисляемых величин		Ед. изм.	Результаты измерений и вычислений			
				Круглое отверстие	Насадки		
					Внеш. цилинд.	Конич. сход.	Конич. раход.
1	2		3	4	5	6	7
1.	Диаметры отверстий и насадков на выходе α		м	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$	$2{,}9 \cdot 10^{-2}$
2.	Площадь круглого отверстия и насадков на выходе $\omega=\pi d^2/4$		$м^2$				
3.	Объем воды в мерном баке W		$м^3$				
4.	Время наполнения t		с				
5.	Расход воды Q=W/t		$м^3/с$				
6.	Напор истечения H		м				
7.	Координаты произвольной точки «К» траектории струи вытекающей из круглого отверстия	Xк	м				
		Yк	м				
8.	Коэффициент расхода отверстия и насадков (по опыту) $\mu_{оп} = Q/\omega\sqrt{2gH}$						
9.	Коэффициент скорости насадков (по опыту) $\mu_{нопт} = \varphi_{нопт}$						
10.	Коэффициент скорости (по опыту) $\varphi = X_к/(2\sqrt{Y_к H})$						
11.	Коэффициент сопротивленя отверстий и насадков (по опыту)						
12.	Коэффициент сжатия отверстия и насадков (по опыту) $\varepsilon_{оп} = \mu_{оп}/\varphi_{оп}$						
13.	Справочные значения коэффициентов расхода, скорости, сопротивления и сжатия для отверстия и насадков	$\mu_{спр}$					
		$\varphi_{спр}$					
		$\varepsilon_{спр}$					
		$\zeta_{спр}$					
14.	Относительные отклонения коэффициентов расхода, скорости, сопротивления и сжатия для отверстия и насадков.	$\mu = (\mu_{спр} - \mu_{оп})/\mu_{спр}$					
		$\varphi = (\varphi_{спр} - \varphi_{оп})/\varphi_{спр}$					
		$\zeta = (\zeta_{спр} - \zeta_{оп})/\zeta_{спр}$					
		$\varepsilon = (\varepsilon_{спр} - \varepsilon_{оп})/\varepsilon_{спр}$					

Вычисления:

Вывод:

«_____»_____200__г. **Подпись преподавателя_____**

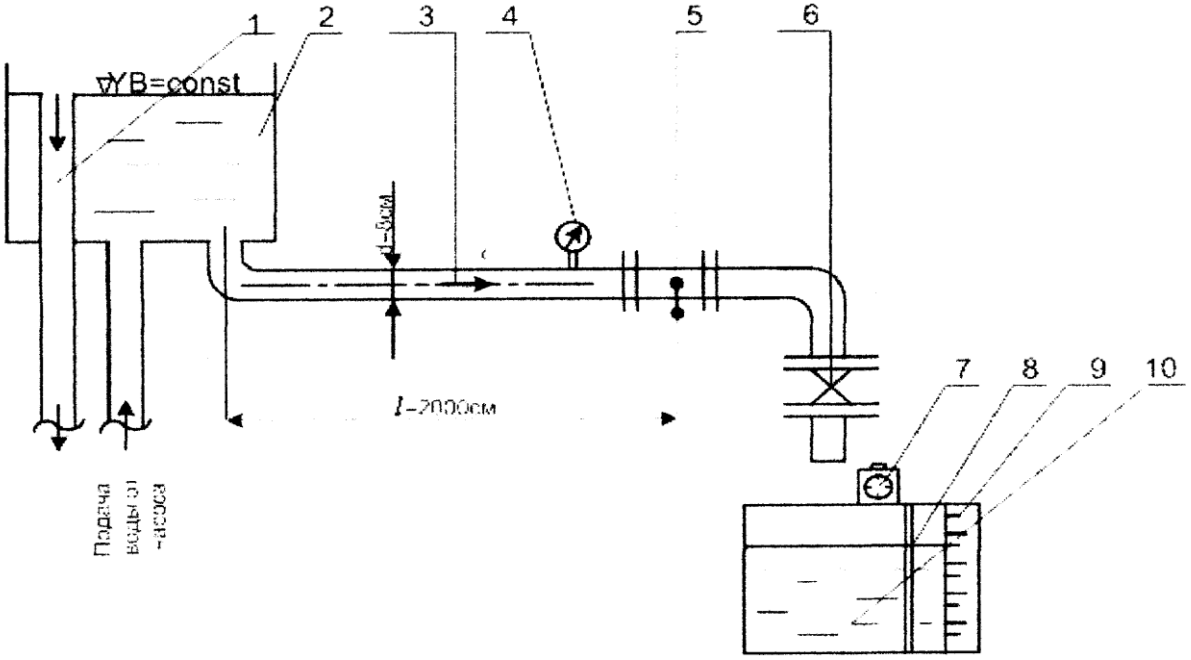
ТК им А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №6
Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара

Цель работы: Определить опытным путём величину повышения давления $\Delta\rho_{оп}$ при прямом гидравлическом ударе в напорном трубопроводе, сравнить её с величиной Δp вычисленной по формуле (1) и подсчитать относительное отклонение.

Таблица 1 Результаты измерений

№ поз.	Наименования измеряемых и вычисляемых величин	Ед. изм.	Результаты измерений и вычислений		
			Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
1	Внутренний диаметр трубопровода d	м			
2	Толщина стенки трубопровода δ	м			
3	Площадь поперечного сечения трубопровода $\omega=\pi d^2/4$	$м^2$			
4	Объём воды в мерном баке W	$м^3$			
5	Время наполнения объёма t	с			
6	Расход воды в трубопроводе Q=W/t	$м^3/с$			
7	Средняя скорость движения воды в трубопроводе (до удара) $V=Q/\omega$	м/с			
8	Скорость распространения ударной волны $C=\dfrac{1425}{\sqrt{1+E_B d/E_{Тр}\delta}}$	м/с			
9	Повышение давления при ударе по формуле Н. Е. Жуковского $\Delta p=\rho CV$	Па			
10	Давление в трубопроводе до удара (по манометру) p_1	Па			
11	Наибольшее давление в трубопроводе при ударе (по манометру) p_2	Па			
12	Повышение давления при ударе (по опытам) $\Delta p= p_2 - p_1$	Па			
13	Относительное отклонение $\Delta_{\Delta p}=\dfrac{\Delta p-\Delta p_{оп}}{\Delta p}\cdot 100$	%			



1-переливное устройство, 2-напорный резервуар, 3-напорный трубопровод, 4-манометр, 5-клапанный затвор, 6-вентиль, 7-секундомер, 8-водомерная трубка, 9-шкала, 10-мерный бак

Вычисления

Вывод:_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

«____»_____201_г Подпись преподавателя_____

ТК им.А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

Лабораторная работа №7
Определение основных характеристик шестерёнчатого насоса

Цель работы: Практическое знакомство с устройством шестерёнчатого насоса, с методом определения теоретической и практической производительности и определение объёмного КПД насоса.

Вычисления и замеры:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_

Гидравлическая схема лабораторной установки

Вывод_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

«____»_____201_г Подпись преподавателя_____

ТК им А.Н.Коняева
Студент_____
Группа_____

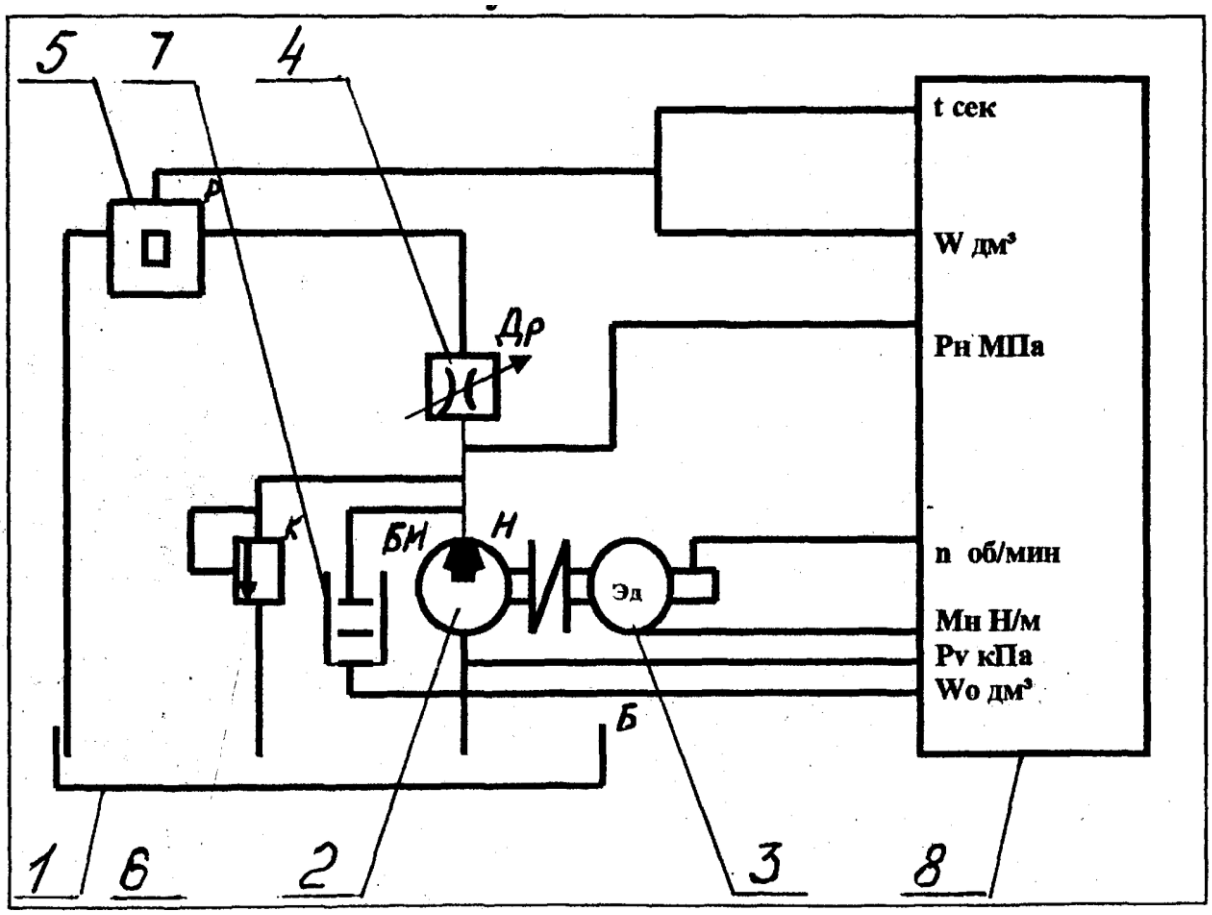
Лабораторная работа № 8
Испытание объёмного нерегулируемого насоса

Цель работы:

1. Усвоить принцип действия и изучить работу насосной установки с объёмным нерегулируемым насосом.
2. Освоить методику испытаний объёмного нерегулируемого насоса.
3. Получить характеристику объёмного нерегулируемого насоса.

Таблица:

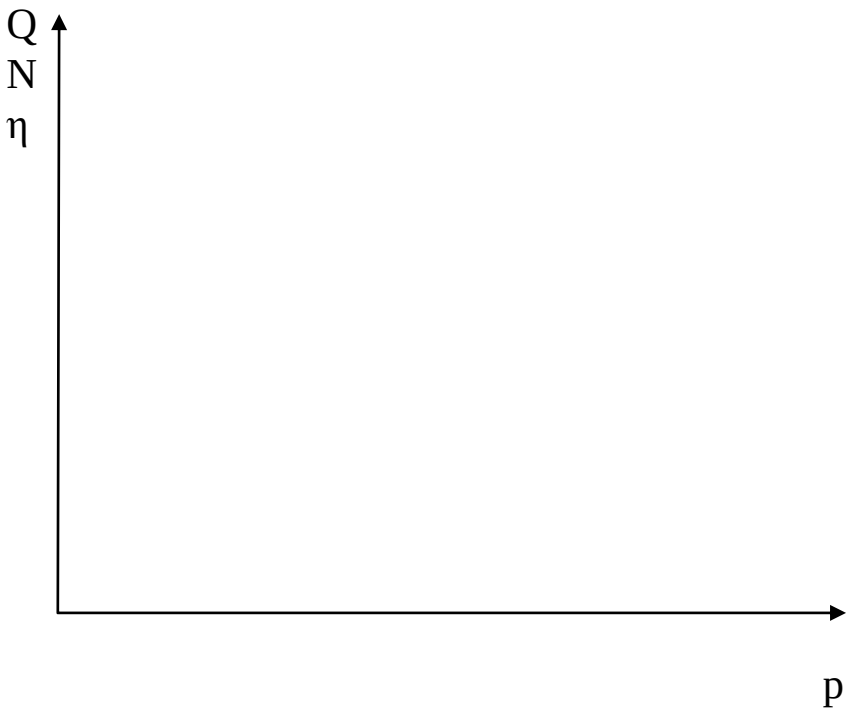
Положение дросселя	Измеренные параметры							Рассчитанные параметры						
	$P_н$; МПа	P_v; кп	$W_о$; л	V; л	t; с	$n_{оп}$; об/мин	Мн Нм	$P_{оп}$; МПа	Q л/с	$N_{оп}$; кВт	$N_{поп}$ кВт	$\eta_н$	$\eta_о$	$\eta_м$
0,1														
0,3														
0,5														
0,7														
0,9														
1														



1. Бак 2. Насос 3. Электропривод 4. Дроссель 5. Расходометр
6. Клапан 7. Бак для сбора утечек 8. Измерительная установка

Рисунок 1- Схема установки

Вычисления:



Вывод:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

«_____»_____200__г. **Подпись преподавателя_____**

ТК им.А.Н. Коняева
Студент_____
Группа_____

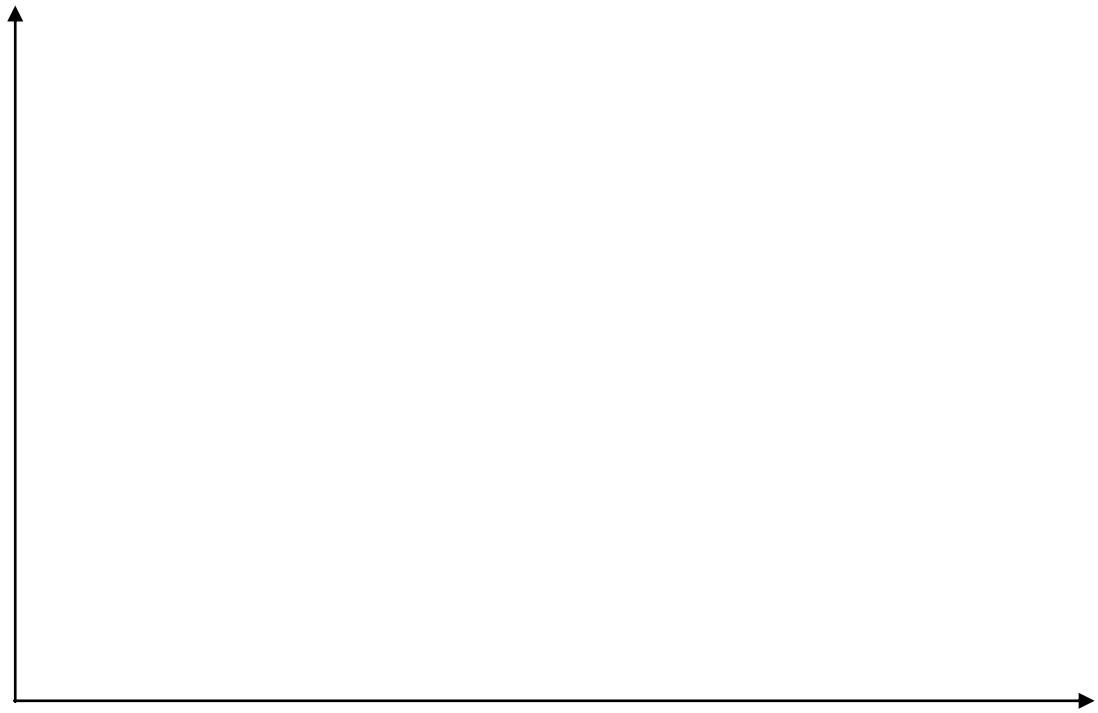
Лабораторная работа №9
Дроссельное регулирование скорости гидропривода

Цель работы: Изучить способ регулирования скорости исполнительных устройств гидропривода. Определить зависимость скорости исполнительных устройств от подачи жидкости.

Таблица 1 Результаты эксперимента

Положение рукоятки дросселя	18	14	10	5	1
Частота вращения, об/мин					

n об/мин



Положение рукоятки

Гидравлическая схема лабораторной установки

Вывод_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

«____»_____201_г Подпись преподавателя_____