

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет инженерии и
биотехнологий»**

Инженерный институт

Контрольная работа
по дисциплине «Гидравлика»

Выполнил _____

группа _____

Новосибирск 2026

Гидростатика

Задача №1

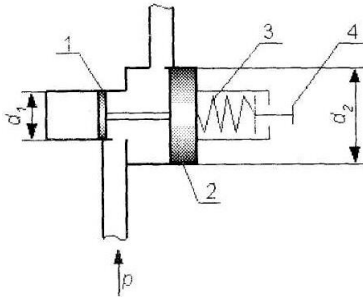


Рисунок 1

Предохранительный клапан имеет запорное устройство, состоящее из двух жестко закрепленных поршней 1 и 2 диаметром $d_1 = 10$ мм и $d_2 = 30$ мм. Клапан открывается, когда запорное устройство перемещается вправо, сжимая пружину 3. Пружина поджимается установочным винтом 4, в зависимости от расчетного давления, при котором клапан открывается. Определить поджатие пружины X , если ее жесткость $C = 10$ кН/м, а давление $p = 0,5$ МПа.

Решение

Задача 2

В закрытом резервуаре находится жидкость под давлением. В крышке резервуара установлен манометр, который показывает $P_m = 19,6$ кН/м². На глубине $H_0 = 4$ м. подключен ртутный манометр. Определить разность уровней ртути в манометре – h , если удельный вес жидкости $\gamma_{\text{жид}} = 8,83$ кН/м³, ртути 133,4 кН/м³, при этом расстояние $a = 0,2$ м.

Решение

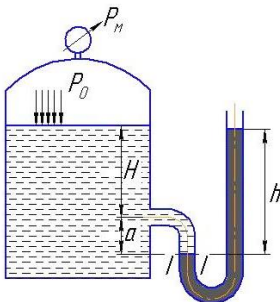


Рисунок 2

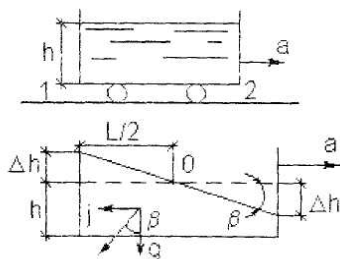


Рисунок 3

Задача 3

Резервуар с прямоугольным основанием наполнен водой до высоты $h = 1,2$ м и движется по горизонтальной поверхности с ускорением $a = 1,4 \text{ м/с}^2$. Длина горизонтальной части резервуара равна $L = 5$ м. Определить избыточное давление воды на дно сосуда у передней и задней стенок в точках 1 и 2.

Решение

Задача 4

Цель:

- измерить с помощью пружинного манометра гидростатическое давление для трех уровней жидкости в трубках, находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести;
- найти погрешность теоретических и практических измерений гидростатического давления.

Порядок выполнения

Необходимо выполнить три опыта при различных уровнях высоты столба жидкости в цилиндрических трубках данные внести в таблицу 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ п/п	Показания манометра, $P_{\text{ман}}$, кгс/см ²	h, м	Плотность жидкости, ρ , кг/м ³
1.			
2.			
3.			

2.1 Определить гидростатическое давление для трех уровней столба жидкости относительно нижнего уровня по уравнению

$$p = \rho \times g \times h, \text{ Па} \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³;

g – сила тяжести м/с²;

h – высота столба жидкости, м.

1. $P =$

2. $P =$

3. $P =$

2.2 Сравнить показания манометра M с расчетным значением давления p и определить погрешность Δ

$$\Delta = \frac{M - p}{M} \times 100, \% \quad (2)$$

1. $\Delta =$

2. $\Delta =$

3. $\Delta =$

Таблица 2 – Результаты измерений и расчетов.

№ п/п	$P_{\text{расчет}}$, Па	$P_{\text{ман}}$, Па	Δ , %
1.			
2.			
3.			

Вывод: _____

Теоретические вопросы по разделу гидростатика

1. Что называется гидростатическим давлением? Какими свойствами оно обладает?

2. Абсолютное и избыточное давление, вакуум - дать определение.
Приборы для замера этих величин. Единицы измерения давления.

3. Основное уравнение гидростатики (записать и объяснить смысл)

Гидродинамика

Задача 5

К открытому резервуару подсоединен стальной трубопровод, состоящий из участка длиной $l = 15$ м, диаметром $d_1 = 50$ мм, снабженный краном. Истечение воды происходит в атмосферу под постоянным напором H . Определить расход жидкости Q вытекающей из трубы. Коэффициент местного сопротивления при внезапном сужении $\xi_{\text{суж}} = 0,4$; для крана $\xi_{\text{кр}} = 1,5$; для излива $\xi_{\text{изл}} = 0,4$.

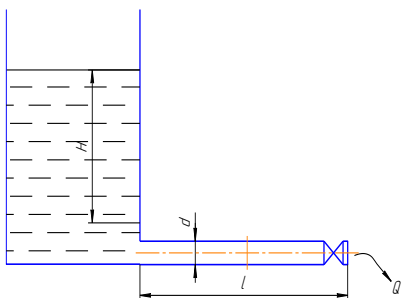


Рисунок 4

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Построение напорной и пьезометрической линий трубопровода

- уяснить физическую сущность полного напора и всех его составляющих: геометрического, пьезометрического и скоростного напоров;
- уяснить физическую сущность закона Бернулли;
- построить напорную и пьезометрические линии трубопровода;
- построить графические зависимости измерения мощности потока по длине трубопровода.

Объектом в данной работе является стальной трубопровод **abc** (рисунок 14) постоянного диаметра ($d = 8$ мм), трубопровод содержит дроссель (диаметр $d_{др} = 3$ мм). Все размеры на схеме приведены в мм.

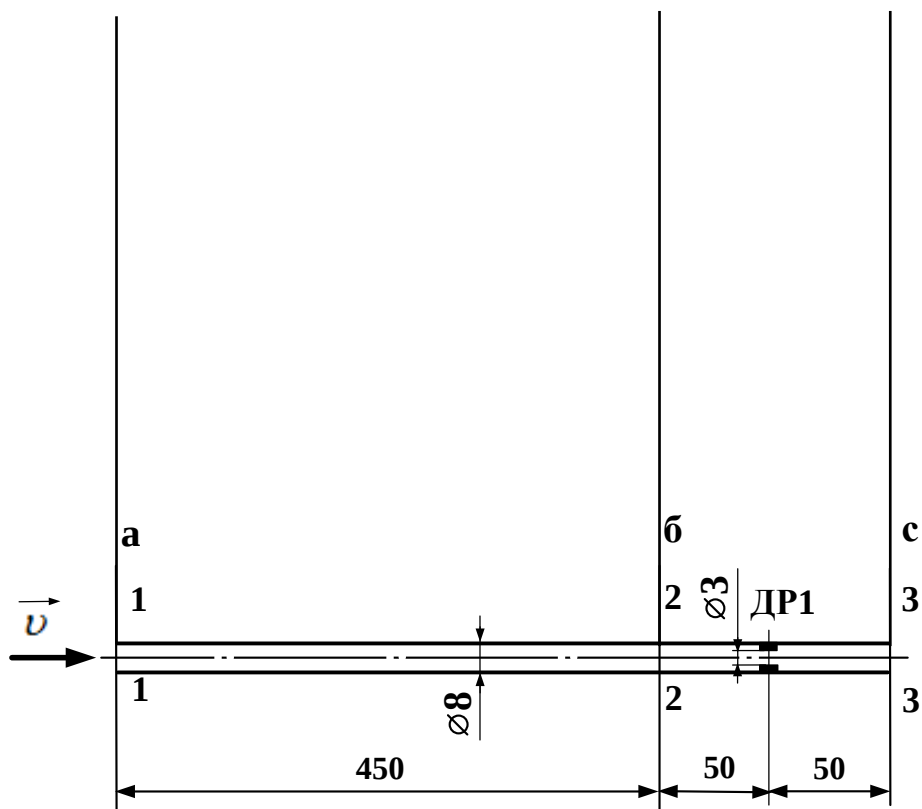


Рисунок 5 – Схема исследуемого трубопровода.

Нумерация сечений трубопроводов соответствует номерам манометров. Трубопровод расположен горизонтально, имеет постоянный диаметр и содержит одно местное сопротивление – гидродроссель ДР1.

Таблица 3 – Результаты исследований

Номер опыта			
<i>i</i> – номер сечения трубопровода			
<i>p_i</i> – величина давления, МПа			
<i>W_ж</i> – объем жидкости, проходящей через расходомер, м ³			
<i>t</i> – время прохождения объема <i>W_ж</i> через расходомер, с			
<i>T</i> – температура жидкости, °С			
<i>Q</i> – расход жидкости, м ³ /с			
<i>v</i> – средняя скорость, м/с			
<i>ν</i> – кинематическая вязкость, м ² /с			
<i>Re</i> – число Рейнольдса			
<i>α</i> – коэффициент Кориолиса			
<i>z_i</i> – геометрический напор, м			
<i>p_i</i> / (<i>ρ · g</i>) – пьезометрический напор, м			
<i>α · v² / (2 · g)</i> – скоростной напор, м			
<i>z_i + p_i / (ρ · g)</i> – удельная потенциальная энергия потока, м			
<i>H_I</i> – полный напор, м			
<i>N_i</i> – мощность потока, Вт			

Обработка результатов

5.1 Расход жидкости в трубопроводе равен:

$$Q = \frac{W_{\text{ж}}}{t}, \quad (5.1)$$

1. Q =

2. Q =

5.2 Средняя скорость потока:

$$V = \frac{Q}{S_{\text{тр}}}, \quad (5.2)$$

где *S_{тр}* – площадь сечения трубопровода, м² (*d* = 8 мм).

1. $V =$

2. $V =$

5.3 Кинематическая вязкость ν определяется с учетом температуры по графику $\nu = f(T)$ (должен быть в лаборатории для применяемого в гидростанции масла).

5.4 Число Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad (3)$$

1. $Re =$

2. $Re =$

5.5 Коэффициент Кориолиса $\alpha = 2$ при $Re < 2320$, и $\alpha = 1$ при $Re > 2320$.

Геометрические напоры z_i равны значениям вертикальных координат (в выбранной системе координат). В связи с тем, что исследуемый трубопровод расположен горизонтально, для всех сечений $z_i = \text{const}$. Место расположения плоскости сравнения (а, следовательно, и величину z_i) необходимо согласовать с преподавателем. Если ось трубопровода совместить с плоскостью сравнения, то $z_i = 0$.

5.6 Полный напор H_i вычисляются по формуле:

$$H_i = z_i + \frac{p_i}{\rho g} + \frac{\alpha V_i^2}{2g} \quad (4)$$

1. $H_1 =$

1. $H_2 =$

2. $H_1 =$

2. $H_2 =$

3. $H_1 =$

3. $H_2 =$

5.7 Мощность потока N_i вычисляются по формуле:

$$N_i = H_i Q_{Gi} = H_i \gamma Q_i, \quad (5)$$

1. $N_1 =$

1. $N_2 =$

2. $N_1 =$

2. $N_2 =$

3. $N_1 =$

3. $N_2 =$

Результаты вычислений занести в таблицу 5.1 и построить для **обоих опытов** напорную и пьезометрические линии трубопровода

$$H = f_1(l_{\text{тр}}), \quad z + p/(\rho \cdot g) = f_2(l_{\text{тр}}), \quad \text{а также} \quad \text{зависимость}$$

$$N_i = f_3(l_{\text{тр}}).$$

При построении графиков необходимо учитывать, что начало трубопровода находится в сечении 1-1, а конец – в сечении 3-3.

Теоретические вопросы по разделу гидродинамика

1. Опыты Рейнольдса, режимы движения жидкости, критерий режима жидкости.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

2. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл этого уравнения.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Задача № 7

Исследование работы центробежного насоса

Цель: экспериментальное исследование центробежного насоса и построение его характеристик (производительность и напор).

Схема лабораторной установки изображена на рисунке 15.

Методика работы

7.1 Изменение (увеличение) расхода подаваемого насосом достигается путем плавного открытия регулировочного вентиля 3.

7.2 Величина расхода Q [м³/с] определяется мерным способом при помощи мерного бака 9 и водомерной трубки 10 по формуле:

$$Q = \frac{W}{\Delta t}, \text{ [м}^3/\text{с]} \quad (7)$$

где W – объем жидкости, вытекшей из трубопровода 7 в мерный бак 9 за время опыта, равное Δt секунд.

7.3 Для каждого замеренного расхода определяем значение средней скорости во всасывающем v_1 и v_2 отводящем трубопроводах по формулам:

$$V_1 = \frac{Q}{\omega_1}, \text{ [м/с]} \quad (8)$$

$$V_2 = \frac{Q}{\omega_2}, \text{ [м/с]} \quad (9)$$

где Q – расход, установленный в опыте, м³/с;

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} [\text{м}^2] - \text{площадь живого сечения во всасывающем трубопрово-}$$

де диаметром $d_1 = 2$;

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} [\text{м}^2] - \text{то же для отводящего трубопровода диаметром } d_2 = 1.$$

7.4 Полный напор насоса в опыте определяется по следующему уравнению:

$$H = \left(\frac{P_m}{\gamma} + \frac{P_v}{\gamma} \right) + (z_m + z_v) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}, \text{ [м.вод.ст.]} \quad (10)$$

где: $\frac{P_m}{\gamma}$ – показания манометра 6 в метрах водяного столба, м.вод.ст.;

$\frac{P_v}{\gamma}$ – показания манометра вакуумметра 4 в метрах водяного столба, м.вод.ст.;

$(z_m - z_v)$ – расстояние по вертикали между точками присоединений вакуумметра 4 и манометра 6.

7.5 Полезная мощность насоса в опыте определится по формуле:

$$N = \gamma \cdot Q \cdot H \quad (11)$$

где $\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ – удельная масса воды.

7.6 Мощность на воду насосов определить по формуле:

$$N_g = I \cdot U \cdot \eta_{эл} \cdot \cos \varphi \quad (6)$$

где J – показания амперметра

U – показания вольтметра

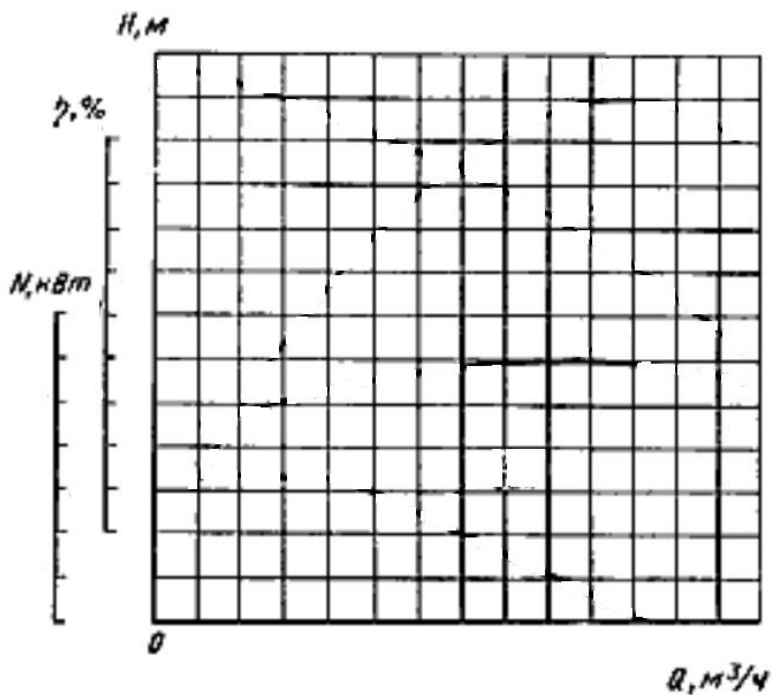
$$\eta_{эл} = 83\%; \cos \varphi = 0,88$$

7.7 Измеренные в каждом опыте величины заносятся в таблицу экспериментальных данных.

Таблица 4 – Экспериментальные данные для построения характеристики Ц/Б насоса.

№	Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Данные опытов		
				1	2	3
1	Показания манометров	М	м.вод.ст.			
2	Показания вакуумметра	В	м.вод.ст.			
3	Время опыта	t	с			
4	Объем жидкости, поступившей за время опыта	W	м ³			
5	Показания амперметра	I,	А			
6	Показания вольтметра	U	В			
7	Напор насоса	Н	м.вод.ст.			
8	Производительность насоса	Q	м ³ /с			
9	Полезная мощность насоса	N	Вт			
10	Мощность на валу насоса	N _в	Вт			
11	КПД насоса, $\eta = \frac{N}{N_g} \cdot 100$	η	%			

7.8 По данным опытов, указанных в таблице 4 строится график $H=f(Q)$, $N=f(Q)$, $\eta=f(Q)$, – характеристика исследованного центробежного насоса.



Вывод: _____

Теоретические вопросы по разделу гидравлические машины.

1. Общее понятие о гидравлических машинах; гидравлические машины и гидравлические двигатели. Классификация насосов.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

2. Особенности конструкции силовых цилиндров, расчет усилия на штоке, определение скорости штока при рабочем и обратном ходе.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

3. Основные параметры лопастных насосов: подача, напор, мощность и КПД насоса. Регулирование подачи лопастных насосов.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

