

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»  
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
КОЛЛЕДЖ»

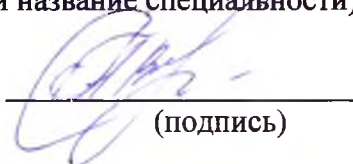
УТВЕРЖДАЮ  
Директор УО МГЭК  
А.А. Новиков  
«23» 06 2020г.

**ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ И НАСОСЫ**

Методические указания по выполнению домашней контрольной работе  
для учащихся заочной формы получения образования

**2-43 01 04 «Тепловые электрические станции»**  
(шифр и название специальности)

Разработал преподаватель

  
(подпись)

Станкевич А. В.  
(ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии

специальных энергоучебных дисциплин  
(наименование цикловой комиссии)

Протокол № 11 от 18.06.2020 г.

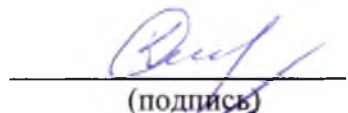
Председатель цикловой комиссии

  
(подпись)

Ю.П. Плеско  
(ФИО)

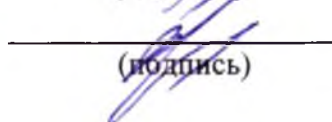
Согласовано

Методист колледжа

  
(подпись)

О.В. Какорина  
(ФИО)

Заведующий заочным отделением

  
(подпись)

А.А. Куцов  
(ФИО)

Год издания 2020

## Содержание

<b>1. Пояснительная записка .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Краткое содержание программы.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы ...</b>	<b>8</b>
<b>4. Методические указания по выполнению домашней контрольной работы.....</b>	<b>10</b>
<b>5. Задания для домашних контрольных работ.....</b>	<b>13</b>
<b>6. Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы.....</b>	<b>23</b>
<b>7. Литература .....</b>	<b>24</b>

## 1 Пояснительная записка

Программой учебной дисциплины «Основы гидравлики и насосы» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных учащимися в ходе изучения таких учебных дисциплин как «Физика», «Математика» для получения практических навыков по решению задач, связанных с расчетом гидравлических систем, выбором насосов и определением режима их работы.

В результате изучения дисциплины «Основы гидравлики и насосы» учащиеся должны научиться правильно эксплуатировать гидравлические системы и насосное оборудование тепловых электрических станций и тепловых сетей, грамотно выполнять гидравлические расчеты трубопроводов и выбирать насосы при проектировании.

Целью изучения учебной дисциплины «Основы гидравлики и насосы» является формирование у учащихся знаний основных законов гидравлики, приобретении практических умений выполнять элементарные гидравлические расчеты; о конструктивном выполнении и эксплуатационных характеристиках насосов, умений подбора насосов на основании гидродинамических расчетов; формирование профессиональной компетентности в области насосов промышленных предприятий.

Программный учебный материал учебной дисциплины «Основы гидравлики и насосы» тесно связан с программным учебным материалом специальных дисциплин «Котельные установки ТЭС», «Теоретические основы теплотехники», «Теплотехнические измерения».

В результате изучения дисциплины «Основы гидравлики и насосы» учащиеся должны приобрести соответствующие знания и умения.

### ***обучающая:***

–формирование основных знаний и навыков в области методов определения гидравлического расчета трубопроводов различного назначения;

–формирование знаний свойств жидкостей ;

–формирование знаний классификации насосов, применяемых на тепловых и атомных электростанциях ;

***воспитательная:***

–формирование стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;

–формирование убеждений социальной значимости своей будущей профессии;

***развивающая:***

–способствовать развитию умения выделять главное, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;

–способствовать профессиональному и личностному развитию (самостоятельно работать, осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач).

Изучение программного учебного материала базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных учащимися в ходе изучения таких учебных дисциплин, как «Химия», «Физика», «Математика», «Электротехника», «Электроника», «Гидравлика и насосы», «Теоретические основы теплотехники».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут использованы в процессе изучения следующих дисциплин: «Котельные установки ТЭС», «Автоматизация тепловых процессов», «Водоподготовка и очистка сточных вод».

***на уровне представления:***

- 1) Свойства жидкостей
- 2) Конструкция насосов

***на уровне понимания:***

- 1) Значение гидравлики

- 2) Физические свойства жидкости.
- 3) Основы гидростатики и гидродинамики
- 4) Движение жидкости и гидравлические сопротивления
- 5) Истечение жидкости через отверстия и насадки

***уметь:***

- 1) Вычислять коэффициент полезного действия насоса
- 2) Определять гидростатическое давление
- 3) Определять режимы течения жидкости

## 2 Краткое содержание программы

Учебная дисциплина «Основы гидравлики и насосы» изучается в соответствии с учебным планом и программой в количестве 72 часа.

**Введение.** Цели и задачи дисциплины, ее характеристика и связь с другими специальными дисциплинами.

### Раздел 1. Гидравлика

1.1 Физические свойства жидкости.

1.2 Основы гидростатики и гидродинамики

1.3 Движение жидкости и гидравлические сопротивления

1.4 Истечение жидкости через отверстия и насадки

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое гидравлика?
2. Какова разница между твердым телом и жидкостью, между капельной жидкостью и газом? В чем сходство между жидкостью и газом?
3. Что такое плотность и какова ее размерность в системе единиц СИ?
4. Какова зависимость между удельным весом, плотностью и ускорением силы тяжести?
5. Какова разница между кинематическим и динамическим коэффициентом вязкости?
6. Какие применяют методы измерения коэффициентов вязкости?
7. Какую размерность имеют коэффициенты вязкости?
8. От чего зависит вязкость данной жидкости?
9. Что называется гидростатическим давлением и каковы его свойства?
10. Какова размерность гидростатического давления в точке?
11. В чем разница между абсолютным и избыточным давлением в данной точке?
12. Как связаны между собой давление и напор?

## **Раздел 2. Насосы**

Тема 2.1 Общие положения.

Тема 2.2 Центробежные насосы.

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Дайте схему насосной установки и наименование всех её элементов?
2. Как по показателям манометра определить напор насоса и как при этом вычисляется поправка?
3. Какие Вы знаете коэффициенты полезного действия насоса и как они выражаются?
4. Как определить напор, развиваемый насосом, по элементам насосной установки при проектировании?
5. Как определить тип двигателя к данному насосу? Как подсчитать мощность двигателя?
6. Изобразите схему одноступенчатого насоса с разгрузочным отверстием.
7. Для чего нужны уплотнения и как они устроены?
8. Дайте схемы насосов одноступенчатых с односторонним и двусторонним рабочими колесами; многоступенчатых с одно- и двусторонними рабочими колесами. Объяснить их достоинства и назначения.

### **Перечень лабораторных работ**

1. Получение напорной и пьезометрической линии для трубопроводов переменного сечения.
2. Определение коэффициента линейного гидравлического сопротивления и коэффициентов местных сопротивлений.

### 3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков – белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное место для замечаний, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования



внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;

– выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой. После получения прорецензированной работы учащийся должен исправить в ней все ошибки и недочеты. И повторно сдать домашнюю контрольную работу на заочное отделение.

## **4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы**

### **Введение.**

Данная тема является вводной и должна дать понятие о значимости данной дисциплины, о роле гидравлики и насосов. Связь с другими дисциплинами. Принципиальная система технологического процесса тепловой электростанции и ее насосное оборудование.

[1], (с. 6-8).

### **Раздел 1 Гидравлика.**

При изучении раздела необходимо обратить внимание на понятия физические основы жидкого состояния тел. Знать про силы, действующие на жидкость Удельный вес (удельная сила тяжести), плотность и удельный объем жидкости, их зависимость от температуры и давления. Необходимо уделить внимание на поверхностное натяжение и капиллярность, вязкость жидкости и законы внутреннего трения. Разобрать зависимость вязкости жидкости от температуры и давления. Знать понятия реальной и идеальной жидкости.

В данной теме необходимо уделить внимания понятиям гидростатическое давление в жидкости и его свойства. Знать основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую стенку и цилиндрические поверхности. Знать понятие о потоке и элементарной струйке жидкости. Гидравлические элементы потока. Расход и средняя скорость. Установившееся и неуставившееся, равномерное и неравномерное движения жидкости. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Д. Бернулли, его физическая сущность, графическое представление и практическое применение. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Измерение расхода и скорости жидкости.

Изучить классификацию гидравлически й сопротивлений.

Соппротивление трения по длине. Коэффициент гидравлического трения. Формулы для определения линейных потерь напора.

Истечение жидкости при постоянном уровне через данные отверстия и малые отверстия в боковой тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода. Истечение жидкости через различные насадки: цилиндрические (внешние и внутренние), конические (сходящиеся и расходящиеся) и конусоидальные.

Практическое применение истечения в турбинах, водоструйных насосах и др. Истечение при переменном напоре (опорожнение и заполнение сосудов).

Воздействие струи на преграду, реактивное действие вытекающей струи.

[1], (с. 73-91); [1], (с. 17-48); [1], (с. 9-17); [1] (с.17-48).

### **Пример 1.**

Стальной водовод диаметром  $d = 0,4$  м и длиной  $l = 1$  км, проложенный открыто, находится под давлением  $p = 2 \times 10^6$  Па при температуре воды  $t_1 = 10$  °С. Определить давление воды в водоводе при повышении температуры воды до  $t_2 = 15$  °С в результате наружного прогрева.

### **Решение:**

Изменение температуры

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 15 - 10 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Объем водовода

$$W_0 = \pi d^2 / 4 * l = 3,14 \times 0,4^2 \times 1000 = 125,6 \text{ м}^3$$

Увеличение давления в водоводе определяем по формулам

$$\beta_w = \Delta W / (W_0 + \Delta W) \Delta p \quad \beta_w = \Delta W / W_0 + \Delta W \Delta p$$

$$\beta_t = \Delta W / W_0 \Delta t \quad \beta_t = \Delta W / W_0 \Delta t$$

Откуда:

$$\Delta p = \beta_t \Delta t (1 + \beta_t \Delta t) \beta_w$$

По табличным данным найдем

$$\beta_t \approx 155 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta_w = 5 \times 10^{-10} \text{ 1/Па}$$

Подставляя полученные значения в формулу, определим:

$$\Delta p = 155 \times 10^{-6} \times 51 + 155 \times 10^{-6} \times 5 \times 5 \times 10^{-10} = 155 \times 10^{-4} \text{ Па} = 1550 \text{ кПа}$$

Давление в водоводе после увеличения температуры

$$p_t = p + \Delta p = 2 \times 10^6 + 1,55 \times 10^6 = 3,55 \times 10^6 \text{ Па} = 3,55 \text{ МПа}$$

Ответ:  $p_t = 3,55 \text{ МПа}$ .

## **Раздел 2. Насосы.**

При изучении раздела необходимо обратить внимание на принцип действия и классификация центробежных насосов. Основные теории центробежного насоса. Треугольник скорости на входе и выходе лопатки. Основное уравнение центробежного насоса (уравнение Эйлера). Теоретический напор насоса. Влияние профиля лопатки на величину напора.

[1], (с. 123-136); [1], (с.136-206).

## 5 Задания для домашних контрольных работ

К выполнению заданий следует приступать после изучения соответствующих разделов учебной дисциплины. Каждое контрольное задание состоит из вопросов и задач.

Номер выполняемого варианта выбирается по порядковому номеру учащегося в журнале учебной группы. Работы, не соответствующие своему шифру, не рассматриваются. Отвечать на вопросы следует кратко, ясно, с привлечением необходимых формул и схем. При решении задач необходимо объяснять все принимаемые коэффициенты, величины и т.п. со ссылкой на справочную литературу. Задачи решать последовательно и полностью. Формулы, по которым ведутся вычисления, следует сначала записывать в общем виде. Иллюстрации (рисунки, схемы) служат для наглядного представления. Схемы и рисунки выполнять карандашом (если пояснительная записка выполняется рукописным способом) или на компьютере с помощью графических редакторов.

**Задание 1.** Уровень воды в прямоугольном герметическом баке  $H$  (рис. 1). Абсолютное давление воздуха в баке  $P_0$ . Определить силы, действующие на дно, крышку и на стенку со сторонами  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . При решении учесть, что на дно и боковые стенки бака действуют суммарные силы от веса и воды и от избыточного давления воздуха.

Принять: удельный вес  $\gamma_v = 9.81 \text{ кН/м}^3$ , атмосферное давление  $P_{\text{атм}} = 0,1 \text{ Мпа}$

Данные для расчета в таблице 1

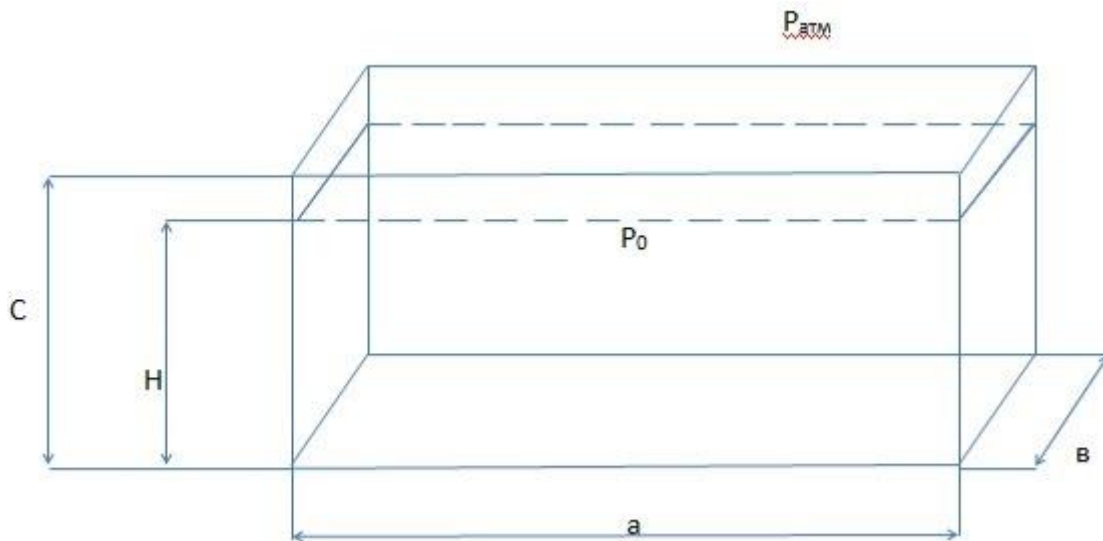


Таблица 1 – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	P <sub>0</sub> , МПа	a, м	b, м	c, м	H, м
1	0,11	3	2	3	2
2	0,111	3,1	2,1	3	3
3	0,12	3,2	2,2	3	2
4	0,125	3,3	2,3	3	3
5	0,13	3,4	2,4	3	4
6	0,135	3,5	2,6	3,1	4
7	0,14	3,7	2,7	3,1	2
8	0,145	3,6	2,9	3,1	2
9	0,15	3,8	2,8	3,1	2
10	0,2	4	3	3,2	3
11	0,16	4	3	3,2	3
12	0,18	4	3	3,2	3
13	0,17	4,1	3,1	3,2	4
14	0,165	4,2	3,3	3,3	4
15	0,145	4,5	3,5	3,3	4
16	0,16	4,3	3,2	3,3	1
17	0,19	4,4	3,4	3,3	2
18	0,22	4,6	3,6	3,3	3
19	0,21	4,5	3,5	3,4	4
20	0,25	4,7	3,9	3,4	2
21	0,24	4,8	4	3,4	3
22	0,23	4,9	4,1	3,6	4
23	0,11	5	4,5	3,6	2
24	0,19	3	2,5	3,6	3
25	0,18	4	3	3,6	4

**Задание 2.** Определить потери напора в трубопроводе диаметром  $d$  и длиной  $L$ , по которому перекачивается нефть вязкостью  $\nu$ . Разность отметок трубопровода составяем 10 м. Объемный расход нефти составляет  $Q$ . Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	$d$ , м	$L$ , м	$\nu$ , $\text{м}^2/\text{с} * 10^{-4}$	$Q$ , $\text{м}^3/\text{с}$
1	0,1	300	2	0,0012
2	0,12	310	2,1	0,0012
3	0,13	350	2,2	0,0015
4	0,3	340	2,3	0,0013
5	0,2	320	2,4	0,0014
6	0,15	310	2,6	0,0012
7	0,14	315	2,7	0,0012
8	0,145	390	2,9	0,013
9	0,25	400	2,8	0,0015
10	0,24	410	3	0,0016
11	0,16	420	3	0,0015
12	0,18	430	3	0,0016
13	0,2	440	3,1	0,0017
14	0,16	450	3,3	0,002
15	0,2	460	3,5	0,0019
16	0,16	470	3,2	0,0021
17	0,2	480	3,4	0,0009
18	0,15	490	3,6	0,0022
19	0,17	500	3,5	0,0024
20	0,2	510	3,9	0,0023
21	0,19	520	4	0,0025
22	0,16	550	4,1	0,0012
23	0,15	530	4,5	0,0013
24	0,1	540	2,5	0,0015
25	0,2	520	3	0,0016

### Задание 3

Определить скорость истечения и объемный расход воды, вытекающей из бака через круглое отверстие  $d$ , если превышение уровня воды над центром отверстия  $H$ . Коэффициент расхода  $\mu$ ,  $\varphi$ .

Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	$d, м$	$H, м$	$\mu$	$\varphi$
1	0,008	4	0,064	0,97
2	0,007	4	0,066	0,97
3	0,008	4	0,065	0,07
4	0,005	5	0,06	0,98
5	0,008	6	0,06	0,98
6	0,006	7	0,061	0,99
7	0,006	6	0,062	0,98
8	0,007	6	0,056	0,98
9	0,008	7	0,055	0,97
10	0,007	8	0,059	0,96
11	0,008	8	0,06	0,99
12	0,007	7	0,057	0,98
13	0,006	6	0,058	0,99
14	0,004	5	0,061	0,97
15	0,003	5	0,062	0,96
16	0,007	4	0,063	0,97
17	0,005	4	0,064	0,98
18	0,007	3	0,065	0,99
19	0,008	5	0,066	0,97
20	0,006	6	0,062	0,98
21	0,007	2	0,059	0,96
22	0,008	5	0,062	0,99
23	0,006	6	0,064	0,99
24	0,004	7	0,057	0,98
25	0,005	6	0,063	0,97

#### Задание 4

Определить мощность  $N$ , потребляемую насосом, подающим  $Q$  воды на высоту  $H$ . Полный КПД насоса  $\eta$ .

Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 4.



Таблица 4 – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Q, м <sup>3</sup> /с*10 <sup>-3</sup>	H, м	η
1	5,56	1000	0,8
2	5,56	1000	0,8
3	5,57	1100	0,91
4	5,58	1200	0,81
5	6	1100	0,82
6	6	1000	0,83
7	6	1000	0,84
8	6	1200	0,85
9	6	1100	0,86
10	5,56	1000	0,87
11	6	1100	0,88
12	6	1000	0,89
13	5,59	1200	0,9
14	5,56	1300	0,91
15	6	1300	0,79
16	6	1200	0,9
17	5,56	1000	0,8
18	5,56	1000	0,86
19	5,57	1100	0,85
20	6	1200	0,84
21	5,56	1300	0,88
22	5,56	1200	0,8
23	5,58	1100	0,79
24	6	1000	0,78
25	5,56	1100	0,77

### Задание 5

Ответить письменно на контрольные вопросы, указанные в таблице 5 в соответствии со своим вариантом.

Таблица 5 – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Номер вопроса		
	1	2	3
1	1	25	46
2	2	16	24
3	3	30	38
4	6	22	45
5	7	25	41
6	5	29	42
7	4	21	48
8	9	29	45
9	10	21	41
10	8	37	45
11	11	25	41
12	15	20	40

13	14	21	45
14	13	30	47
15	16	27	43
16	18	26	48
17	14	30	42
18	17	20	46
19	19	36	44
20	9	20	49
21	20	35	48
22	5	37	41
23	6	21	43
24	8	20	46
25	9	27	47

1. Каковы физические свойства реальной и идеальной жидкости.
2. Почему в уравнение Бернулли нельзя подставить без поправки среднюю скорость потока  $u$ ?
3. Что называется затопленной и незатопленной струей? В каком случае расход будет больше: при затопленной струе или незатопленной, если уровень в сосуде, из которого вытекает вода, в обоих случаях одинаков?
4. Как определить сопротивление трубопровода, состоящего из последовательно соединенных труб разного диаметра, если известны расход, диаметр и длины отдельных участков трубопровода.
5. Что такое гидравлический объемный и механический КПД насосов?
6. Скольким миллиметрам ртутного столба соответствует давление в  $1 \text{ кгс/см}^2$  и в 1 бар? Приведите доказательство.
7. Что такое установившееся и неустановившееся движение жидкости?
8. Что такое коэффициент расхода, скорости и сжатия при истечении жидкости через отверстия в тонкой стенке и насадке?
9. Как опытным путем определить коэффициент линейного сопротивления трубы? Что выражает коэффициент линейного сопротивления?
10. С какой целью у поршневых насосов ставят воздушные колпаки? У

каких насосов, простого или двойного действия, они должны быть больше и почему?

11. Что такое вакуум? Напишите уравнение связывающее, абсолютное давление в сосуде, вакуум в нем и барометрическое давление.

12. Что такое средняя скорость потока жидкости в трубопроводе и как она вычисляется?

13. На каком принципе устроен водомер Вентури? Напишите формулу для определения расхода жидкости при помощи сужающего устройства, если известны диаметры  $d_1$  и  $d_2$  и перепад  $\Delta h$

14. Как при помощи модуля расхода “к” определить расход жидкости или сопротивление трубопровода?

15. Как зависят Q, H и N центробежного насоса от числа его оборотов?

16. Что такое избыточное давление? Какими приборами и в каких единицах оно измеряется?

17. Как определить расходы жидкости через параллельно соединенные трубопроводы разной длины и разного диаметра?

18. Как рассчитываются потери напора по длине трубопровода (на трение) при ламинарном и турбулентном движении жидкости?

19. От чего зависит высота всасывания насосов?

20. Каковы преимущества поршневых насосов двойного действия по сравнению с насосами простого действия? Напишите формулу расхода для этих насосов и дайте пояснение к ней.

21. Напишите основное уравнение гидростатики. Объясните физический смысл этого уравнения. Дайте пояснение к величинам, входящим в него и укажите единицы их измерения.

22. Что произойдет при увеличении температуры жидкости перед насосом выше допустимой? Почему?

23. Что такое насадки? Какие типы насадок вы знаете? Каковы их скоростные и расходные характеристики?

24. От каких факторов зависит сопротивление трубопровода при

турбулентном движении жидкости?

25. Какой формы лопатки применяются для рабочих колес центробежного насоса?

26. Как устроено рабочее колесо одноступенчатого центробежного насоса?

27. Что такое центр давления жидкости на боковую стенку? На какой высоте от дна сосуда он находится, если стенка прямоугольная? Чему равно избыточное давление в этой точке, если сосуд открытый?

28. Как определяются коэффициенты местных и линейных сопротивлений трубопроводов по справочной литературе? Покажите это на примерах.

29. Зависит ли сопротивление трубопровода от температуры перекачиваемой жидкости? Объясните, как и почему?

30. Что такое гидравлический удар в трубопроводах? При каких условиях он может возникнуть и к чему привести?

31. Напишите формулу Эйлера для теоретического напора центробежных насосов и поясните величины, входящие в нее. Изобразите схему рабочей лопатки центробежного насоса и покажите на ней соответствующие величины, входящие в формулу Эйлера.

32. Сформулируйте законы Архимеда и Паскаля и приведите примеры их практического применения.

33. Как определить коэффициент местного сопротивления лабораторным путем?

34. От чего зависит коэффициент местного сопротивления регулирующего клапана?

35. Перечислите основные насосы, устанавливаемые на тепловой электростанции, и дайте краткую характеристику ( $Q$ ;  $H$ ;  $N$  и  $n$ ).

36. Какие основные приборы применяются для измерения расхода жидкости и на каком принципе они работают?

37. Зависит ли напор поршневого насоса от его производительности.

38. Изобразите схему характеристики насоса.

39. Что такое пьезометр? Чем отличается по устройству закрытый пьезометр от открытого?

40. Какие давления измеряют при помощи открытого, а какие при помощи закрытого пьезометра?

41. В каких случаях требуется более толстая стенка трубы, подверженной внутреннему давлению: при большем или при меньшем внутреннем диаметре трубы? Давление и прочие условия в обоих случаях одинаковы. Дайте пояснение к ответу.

42. Что называется эквивалентной длиной местных сопротивлений? Сумма местных сопротивлений трубопроводов с внутренним диаметром  $d=100$  мм равна 100. Какой эквивалентной длине при  $\lambda=0,02$  соответствует эти сопротивления?

43. С какой максимальной глубины теоретически может выкачивать поршневой насос холодную воду ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) при барометрическом давлении 735 мм рт. ст.? Объясните почему? Изменится ли эта максимальная глубина и как при изменении температуры воды барометрического давления?

44. Как изменится  $Q$ ;  $H$  и  $N$  центробежного насоса, если число оборотов уменьшить в два раза?

45. Что такое поверхностное, полное и избыточные давления? Начертите эпюру избыточного давления на вертикальную прямоугольную стенку открытого резервуара с жидкостью.

46. Как зависит давление жидкости, развиваемое поршневым насосом, от диаметра его поршня, если мощность привода постоянна? Дайте объяснение.

47. В горизонтальном потоке жидкости по его оси установлены пьезометр и скоростная труба. В какой трубке уровень жидкости будет выше и на какую величину? Дайте объяснение.

48. Как изменится теоретический напор одноступенчатого центробежного насоса, если его рабочее колесо обточить с диаметра 300 мм

до диаметра 200 мм. Дайте объяснение.

49. Опишите основные операции по пуску центробежного и поршневого насоса.

## 6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы прибора; неполное описание классификации приборов и т. д.), если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет, имеются ошибки в расчетных зависимостях, неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

## 7 Литература

### Основная:

1. Михаленок, Е. Е. Тепловые насосы – основа теплоснабжения будущего / Е. Е. Михаленок ; науч. рук. Н. Н. Сапун // Актуальные проблемы энергетики : материалы 65-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет. – Минск: БНТУ, 2013. – С. 347-349.

2. Симанин Н.А., Сазанов И.И. Гидравлика: Учебник для студентов вузов. Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012.

3. Шведов, А. А. Спиральные вакуумные насосы / А. А. Шведов, Д. А. Подольницкий ; науч. рук. В. М. Комаровская // Современные технологии в образовании: материалы международной научно-практической конференции (24-25 ноября 2016 г.) : в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет ; гл. ред. Б. М. Хрусталёв. - Минск : БНТУ, 2016. – Ч. 2. – С. 250-253.

### Дополнительная:

1. Жабо В.В ; Уваров В, В. Гидравлика и насосы: Учебник для техникумов.- 2-е изд., перераб.- М.: Энергоиздат, 1984.- 328 с., ил.

2. Луговая, И. С. Насосы для перекачки вязких жидкостей / И. С. Луговая // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 12-й Международной научно-технической конференции. Т. 2. - Минск : БНТУ, 2014. - С. 199.

3. Малющенко В.В, Михайлов А.К. Насосное оборудование тепловых электростанций .”Энергия” 1975 г.