

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.11.2023 12:26:49

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплине**

**«Прикладная гидродинамика»**

**Специальность**

**21.05.03 - «Технология геологической разведки»**

**Специализация**

**«Геофизические методы поисков и разведки месторождений  
полезных ископаемых»**

**Квалификация**

**Горный инженер-геофизик**

**Грозный - 2020**

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Прикладная гидродинамика» является освоение основных законов покоя и движения жидкости, а также методов их практического применения. Ознакомление с гидравлическими машинами и теоретическими методами расчета основных их параметров и правилами подбора по основным характеристикам.

Задачей курса является изучение основных физических свойств жидкости, изучение основ кинематики и динамики жидкости и применение теоретического материала при расчете различных гидросистем. Изучение вопросов движения жидкости в гидравлических машинах различного назначения.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Для изучения курса требуется знание: высшей математики, физики, химии, философии, теоретической механики, сопротивления материалов, метрологии.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов – «Гидрогеология и инженерная геология», «Основы поиска и разведка МПИ», «Геофизические исследования скважин», «Бурение скважин».

## **3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием навыков обработки данных и работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-8);
- способностью предлагать и внедрять мероприятия, обеспечивающие повышение производительности технологий геологической разведки (ПК-19).

### **В результате освоения дисциплины студент должен**

#### **знать:**

- основные физико-механические свойства жидкости и силы, действующие в жидкости (ОПК-8);
- свойства гидростатического давления, и основные законы движения жидкости (ОПК-8);
- назначение и классификацию (ОПК-8);
- методы гидравлического расчета и проектирования трубопроводов (ОПК-8);
- законы истечения жидкости через отверстия и (ОПК-8);
- основы гидродинамической теории смазки (ОПК-8);
- виды и режимы движения жидкости (ОПК-8);
- общие законы и уравнения статики и динамики (ОПК-8);
- существующие гидравлические и пневматические системы (ОПК-8);
- законы движения и равновесия жидкостей (ОПК-8);
- классификацию гидропневмопередатчиков, области применения гидропривода и (ОПК-8);
- методику расчета и проектирования; гидравлических машин и объемных гидропередатчиков (ОПК-8);

- особенности конструкции и расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем(ОПК-8);

**уметь:**

- применять основные уравнения гидростатики и гидродинамики жидкости (ПК-19);  
 - осуществить гидравлический расчет простого и сложного трубопроводов (ПК-19);  
 - составлять гидроэнергетический баланс насосной установки (ПК-19);

- применять уравнение динамического равновесия равномерного потока (ПК-19);  
 - применять формулы для определения коэффициента гидравлического сопротивления (ПК-19);

- применять общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей, законы движения и равновесия жидкостей (ПК-19);

- проводить расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения (ПК-19).

**владеть:**

- методами исследования движения жидкости (ОПК-8);

- методами гидравлического расчета и проектирования трубопроводов (ОПК-8);

- основными расчетными формулами для определения потерь напора (ОПК-8);

- существующими гидравлическими и пневматическими системами (ОПК-8);

- методикой расчета и проектирования, гидравлических машин и объемных гидропередат (ОПК-8);

- особенностями конструкции и расчетами на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем (ОПК-8).

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

**Таблица 1**

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.		Семестр	
	ОФО	ЗФО	5	7
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>30/0,83</b>	<b>8/0,2</b>	<b>30/0,83</b>	<b>8/0,2</b>
В том числе:				
Лекции	15/0,41	4/0,1	15/0,41	4/0,1
Практические занятия (ПЗ)				
Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР)	15/0,41	4/0,1	15/0,41	4/0,1
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>42/1,16</b>	<b>64/1,77</b>	<b>42/1,16</b>	<b>64/1,77</b>
В том числе:				
Курсовая работа				
Темы для самостоятельного изучения	24/0,7	24/0,7	24/0,7	24/0,7
Реферат				
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам	18/1,16	24/0,7	18/1,16	24/0,7
Подготовка к практическим занятиям				
Подготовка к зачету		16/0,44		16/0,44
Подготовка к экзамену				
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины	Час.	72	72	72
	Зач. ед.	2	2	2

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самост. работа	Всего часов/з.е.
1	Основные физические свойства жидкости. Гидростатика	1	-	1	6	8
2	Силы давления жидкости	1	-	1	4	6
3	Кинематика и механика жидкости	2	-	2	4	8
4	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	2	-	2	4	8
5	Гидравлические потери	2	-	2	4	8
6	Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки	2	-	2	4	8
7	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар. Гидравлический расчет трубопроводов	2	-	2	4	8
8	Гидромашины. Основы теории подобия насосов. Кавитация. Лопастные насосы	2	-	2	4	8
9	Центробежные насосы. Объемные насосы. Поршневые и плунжерные насосы. Гидродинамические передачи, муфты, трансформаторы	1	-	1	8	10
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>42</b>	<b>72</b>

## 5.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	<b>Основные физические свойства жидкости Гидростатика</b>	Предмет гидравлики и гидромашин. Применение и значение гидравлики в современном машиностроении. Основные физические свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Идеальная жидкость. Ньютоновские жидкости. Свойство давления в неподвижной жидкости. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
2	<b>Силы давления жидкости</b>	Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда. Плавание тел.
3	<b>Кинематика и механика жидкости</b>	Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
4	<b>Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия</b>	Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия. Потери напора в трубах. Формула. Шероховатость стенок, абсолютная и относительная. Графики Никурадзе и Мурина.
5	<b>Гидравлические потери</b>	Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Трубка Пито, расходомер Вентури.
6	<b>Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки</b>	Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение через насадки различного типа. Истечение при переменном напоре.

1	2	3
7	<p><b>Неустановившееся движение жидкости.</b>  <b>Гидравлический удар.</b>  <b>Гидравлический расчет трубопроводов</b></p>	<p>Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского для прямого удара. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Определение экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы</p>
8	<p><b>Гидромашины.</b>  <b>Основы теории подобия насосов.</b> Кавитация.  <b>Лопастные насосы</b></p>	<p>Общие сведения о гидромашинах. Насосы и гидродвигатели. Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных насосов. Основные параметры насосов Лопастные насосы. Явление кавитации. Коэффициент быстроходности. Типы лопастных насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационная характеристика. Кавитационный запас. Формула Руднева и ее применение.</p>
9	<p><b>Центробежные насосы.</b>  <b>Объемные насосы.</b>  <b>Поршневые и плунжерные насосы.</b>  <b>Гидродинамические передачи, муфты, трансформаторы</b></p>	<p>Центробежные насосы. Уравнение Эйлера. Схемы одноступенчатых центробежных насосов. Теоретический напор насоса. Полезный напор. Потери энергии в насосе. Характеристика центробежных насосов. Принцип действия, общие свойства и классификация объемных насосов. Поршневые и плунжерные насосы. Индикаторная диаграмма. Графики идеальной подачи и ее неравномерность. Диафрагменные насосы. Роторные насосы и гидродвигатели. Назначение и области применения гидродинамических передач. Принцип действия и классификация.</p>

### 5.3 Лабораторные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Основные физические свойства жидкости. Гидростатика	Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.
2	Кинематика и механика жидкости	Уравнение Бернулли. Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли.
3	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	Режимы движения жидкости. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления критического числа Рейнольдса.
4	Гидравлические потери. Местные гидравлические сопротивления.	Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях.
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Изучение истечения жидкости через малые отверстия и насадки в тонкой стенке при постоянном напоре в атмосферу.
6	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар. Гидравлический расчет трубопроводов	Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе
7	Центробежные насосы. Объемные насосы. Поршневые и плунжерные насосы. Гидродинамические передачи, муфты, трансформаторы	Параметрические испытания центробежного насоса.
8	Центробежные насосы. Объемные насосы. Поршневые и плунжерные насосы. Гидродинамические передачи, муфты, трансформаторы	Испытание нерегулируемого объемного насоса.

### 5.4 Практические занятия (семинары) не предусмотрены

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### Вопросы для самостоятельного изучения

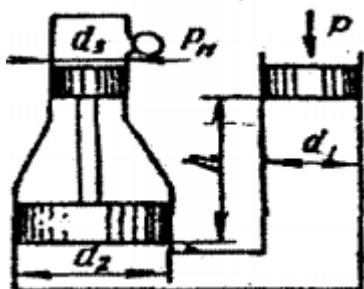
Таблица 5

№№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Закон Архимеда. Плавание тел.
2	Гидростатические машины
3	Приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды.
4	Давление жидкости на плоские стенки. Центр давления. Эпюры гидростатического давления.
5	Местные потери напора при больших числах Рейнольдса.
6	Истечение через насадки различного типа Истечение при переменном напоре.
7	Установившееся и неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах.
8	Гидравлический расчет трубопроводов. Длинные трубопроводы.
9	Основы теории подобия насосов. Основные параметры насосов Лопастные насосы. Явление кавитации. Коэффициент быстроходности. Типы лопастных насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов.
10	Устройство, классификация, рабочий процесс, основные параметры и уравнения гидротрансформаторов.
11	Объемные насосы. Принцип действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы.
12	Назначение принцип действия и характеристики. Гидроаккумуляторы. Фильтры.

Самостоятельная работа студентов включает проработку тем, включенных в рабочую программу, а также самоконтроль знаний по темам с помощью нижеперечисленных заданий. Работа выполняется в виде расчетно-графической (РГР).

#### Примерное задание к самостоятельной работе

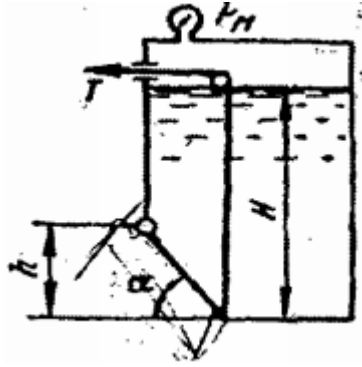
Задача 1. Определить манометрическое давление  $p_m$  в верхней части одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, под действием силы  $P$ , приложенной к поршню правого сосуда (см. рис.). Исходные данные:  $P = 400$  кН,  $d_1 = 250$  мм,  $d_2 = 400$  мм,  $d_3 = 150$  мм,  $h = 0,9$  м.



Задача 2. Поворотный клапан закрывает выход из бензохранилища в трубу квадратного сечения (см. рис.). Определить, какую силу  $T$  нужно приложить к тросу



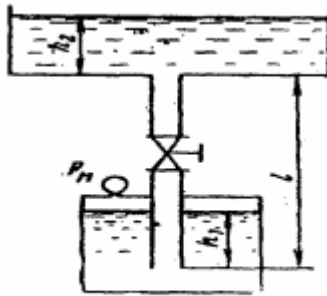
для открытия клапана при следующих данных:  $h = 0,4$  м,  $H = 1,1$  м,  $\alpha = 30^\circ$ ; объемный вес бензина  $\rho_v = 700$  кг/м<sup>3</sup>; манометрическое давление паров бензина в резервуаре  $P_m = 5$  кПа



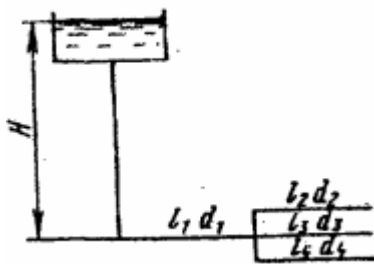
Задача 3. На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, действует сила  $P_1$  0,70 кН. Какую силу  $P_2$  нужно приложить ко второму поршню, чтобы уровень воды под ним был  $h = 0,7$  м выше уровня воды под первым поршнем? Диаметр первого поршня  $d_1 = 20$  мм, второго  $d_2 = 300$  мм.

Задача 4. По сифонному трубопроводу длиной  $l = 40$  м и диаметром  $d = 100$  мм нужно обеспечить расход бензина  $Q = 16$  л/с. Определить разность уровней  $H$ , если длина трубопровода  $l_1 = 20$  м, ее возвышение над верхним резервуаром  $h = 2$  м. Коэффициент сопротивления сетки  $\xi_c = 6$ , задвижки  $\xi_z = 3$ . Коэффициент сопротивления трения  $\lambda = 0,025$ . Объемный вес бензина  $\rho_v = 750$  кг/м<sup>3</sup>

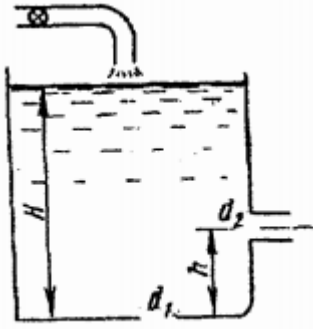
Задача 5. Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке  $p_m = 70$  кПа (см. рис.). Определить расход воды  $Q$  при следующих данных:  $d = 125$  мм,  $l = 3,5$  м,  $h_1 = h_2$ . Коэффициент сопротивления трения определить по эквивалентной шероховатости  $\Delta = 0,2$  мм, предполагая наличие квадратичной зоны сопротивления. Коэффициенты местных сопротивлений: входа в трубу  $\xi_{вх} = 0,5$ ; вентиля  $\xi_{вент} = 4,5$ ; выхода из трубы  $\xi_{вых} = 1,0$ .



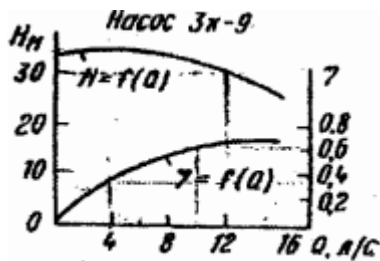
Задача 6. Определить общий расход воды  $Q$ , поступивший по системе труб под напором  $H = 4,64$  м. Диаметры труб  $d_1 = 150$  мм,  $d_2 = d_3 = d_4 = 100$  мм. Длины труб  $l_1 = 120$  м;  $l_2 = l_3 = l_4 = 60$  м. Воспользоваться значениями расходных характеристик для новых водопроводных труб:  $k_1 = 61,4$  л/с,  $k_2 = k_3 = k_4 = 110$  л/с.



Задача 7. В баке, имеющем в дне отверстие диаметром  $d_1 = 100$  мм и в стенке отверстие, снабженное цилиндрическим насадком, диаметром  $d_2 = 75$  мм; установился уровень воды на высоте  $H = 1,8$  м (см. рис.). Определить, какой расход воды  $Q$  поступает в бак, если центр бокового отверстия возвышается над дном бака на высоту  $h = 0,4$  м.



Задача 8. Определить мощность на валу центробежного, подающего воду по трубопроводу длиной  $l = 1400$  м и диаметром  $d = 150$  мм, высота подъема воды  $H_T = 10$  м, свободный мотор  $h_{св} = 15$  м. Коэффициент сопротивления трения трубопровода  $\lambda = 0,025$ .



## 6.1 Учебно - методическое обеспечение для самостоятельной работы

1. Кудинов В. А., Карташов Э. М. Гидравлика. - М.: Высшая школа, 2007. - 200 с.
2. Сборник задач по гидравлике для технических вузов. - М: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 488 с.
3. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидравлике (гидростатика). Метод реком. Изд. ГГНИ 2008 г
4. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидродинамике. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
5. Магомадова М.Х. Исаев Х.А. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Гидравлика».

## 7. Оценочные средства

### Вопросы к первой аттестации

1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
3. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.
4. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
5. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
6. Гидростатическое давление и его свойства? Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»? Что такое техническая и физическая атмосфера в каких единицах выражается.
7. Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
8. Уравнение Эйлера.
9. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
10. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота? Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.
11. Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
12. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
13. Какие приборы для измерения давления Вам известны?
14. Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?
15. Что называют относительным покоем жидкости?
16. Что называют поверхностями равного давления?
17. Сформулируйте закон Архимеда.
18. Принцип работы гидравлического пресса.  
КПД гидравлического пресса.
19. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки?
20. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские наклонные стенки. Центр давления.
21. По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
22. Что называют телом давления?

### Примерный тест к первой аттестации

1. Что такое гидравлика?
  - а) наука о движении жидкости
  - б) наука о равновесии жидкостей
  - в) наука о взаимодействии жидкостей
  - г) наука о равновесии и движении жидкостей
2. Идеальной жидкостью называется:
  - а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение
  - б) жидкость, подходящая для применения
  - в) жидкость, способная сжиматься

г) жидкость, существующая только в определенных условиях

3. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

- а) на силы инерции и поверхностного натяжения
- б) на внутренние и поверхностные
- в) на массовые и поверхностные
- г) на силы тяжести и давления

4. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

- а) в паскалях    в) в барах
- б) в джоулях    г) в стокахсах

5. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:

- а) абсолютным    в) избыточным
- б) атмосферным    г) вакуум

6. Какое давление обычно показывает манометр?

- а) абсолютное    в) атмосферное
- б) избыточное    г) вакуум

7. Выберите лишь тот набор приборов, которые служат для измерения давления в жидкости.

- а) дифманометры, микроманометры, манометры, барометры
- б) динамометры, манометры, вакуумметры, пьезометры
- в) манометры, трубки Пито, пьезометры, барометры
- г) манометры, пьезометры, вакуумметры
- д) барометры, манометры, пьезометры

8. Давление определяется:

- а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия
- б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия
- в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость
- г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия

9. При увеличении температуры удельный вес жидкости:

- а) уменьшается
- б) увеличивается
- в) сначала увеличивается, а затем уменьшается
- г) не изменяется

10. Как вязкость воздуха зависит от температуры?

- а) не зависит от температуры
- б) с понижением температуры – вязкость уменьшается
- в) с повышением температуры – вязкость уменьшается
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной

11. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле:

$$\text{а) } \beta = -\frac{1}{dV} \frac{dV}{dp} \quad \text{б) } \beta = -\frac{1}{dV} \frac{dp}{dV} \quad \text{в) } \beta = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dp} \quad \text{г) } \beta = -\frac{1}{p} \frac{dp}{dV}$$

12. Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение

сжатия от действия гидростатического давления?

- а) находящиеся на дне резервуара
- б) находящиеся на свободной поверхности
- в) находящиеся у боковых стенок резервуара
- г) находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости

13. Первое свойство гидростатического давления гласит:

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема
- б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему

14. Основное уравнение гидростатики записывается в виде:

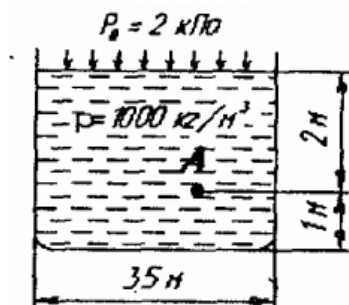
а)  $p = p_{атм} + p \cdot g \cdot h$

в)  $p = p_0 - p \cdot g \cdot h$

б)  $p = p_0 + p \cdot g \cdot h$

г)  $p = p_0 + p \cdot \gamma \cdot h$

15. Чему равно гидростатическое давление в точке А?



- а) 19,62 кПа
- б) 31,43 кПа
- в) 21,62 кПа
- г) 103 кПа

### КАРТОЧКА № 1 (первая аттестация)

1. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное) его единицы измерения
2. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
3. Определение глубины погружения точки и ее параметры.

### Вопросы ко второй аттестации

- 1 Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
2. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
3. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока.
4. Уравнение неразрывности.
5. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.

6. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
7. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
8. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
9. Скоростная трубка и трубка Пито?
10. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?  
Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
11. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
12. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью? Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют? Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
13. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов  $\lambda$  и  $\xi$ . Что характеризуют коэффициенты  $\lambda$  и  $\xi$  от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
14. Объясните, что такое  $\Delta z$  и  $\Delta z/d$ , как найти величину  $\Delta z$  при гидравлических расчетах. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
15. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на  $90^\circ$ , а также при резком расширении и резком сужении трубопровода и дайте пояснения к ним, указав, что характерно для движения потока при протекании его через любое местное сопротивление.
16. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
17. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение? Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным? Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
18. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
19. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
20. Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ). Расходомер Вентури, принцип действия.
21. Гидравлические сопротивления. Вязкость жидкости. Законы внутреннего трения.
22. Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный). Сформулируйте понятия гидравлического удара.
23. Прямой и не прямой гидравлический удар. Что такое фаза удара? Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
24. Напишите и поясните формулу Н. Е. Жуковского для определения повышения давления при ударе. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
25. Назовите технические показатели насоса. Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
26. Что такое КПД насоса? Какие потери учитывает КПД насоса и его связь с другими КПД? Что называется характеристикой насоса? Что называется полем насоса  $Q-H$  и связь его с КПД насоса?
27. Как изменяются подача, напор и мощность насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса?
28. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки? Что называется кавитационным запасом  $\Delta h$  и как его определить при испытаниях?

29. Что называется критическим кавитационным запасом  $\Delta h_{кр}$ ? Что называется допускаримым кавитационным запасом  $\Delta h_{доп}$ ? Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?

30. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией? Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически? Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?

31. Что называется объемным насосом, какие вы знаете объемные насосы? Что называется характеристикой объемного насоса? Изобразите характеристику этого насоса.

32. Назовите и поясните основные технические показатели объемных насосов. Что называется напорной характеристикой объемного нерегулируемого насоса, каково её графическое изображение?

33. Что такое коэффициент утечек насоса и как он связан с объемным коэффициентом полезного действия?

34. Напишите и поясните уравнение напорной характеристики объемного насоса.

Как определить мощность приводного двигателя объемного насоса по его параметрам.

35. Какие насосы называются роторными радиально-поршневыми, основные сведения о них? Изложите основные сведения о роторных аксиально-поршневых насосах?

### **Примерный тест ко второй аттестации**

1. Что такое гидродинамический напор?

- а) это скоростная характеристика движущейся жидкости
- б) это давление, с которым поток жидкости набегаёт на обтекаемое тело
- в) это энергетическая характеристика движущейся жидкости
- г) это характеристика напряжений в движущейся жидкости
- д) это сила, с которой поток жидкости набегаёт на обтекаемое тело

2. Энергетический смысл уравнения Бернулли для жидкости:

- а) энергия потока складывается из отдельных струй жидкости
- б) энергия потока равна энергии покоящейся жидкости плюс внешняя энергия
- в) энергия потока равна работе перемещающейся жидкости
- г) это уравнение показывает равенство входящего и выходящего расхода жидкости
- д) это уравнение отражает закон сохранения энергии для потока жидкости

3. Изменится ли скорость напорного потока в круглой трубе при переходе на диаметр вдвое меньше?

- а) скорость увеличится в 3 раза
- б) скорость уменьшится в 3 раза
- в) скорость увеличится в 9 раз
- г) скорость уменьшится в 9 раз
- д) скорость не изменится

4. Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает:

- а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией
- б) изменение пьезометрической энергии
- в) скоростную энергию
- г) уровень полной энергии

27. Значение коэффициента Кориолиса для ламинарного режима движения жидкости равно:

- а) 1,5
- б) 2
- в) 3
- г) 1

5. Критерий Рейнольдса определяется по формуле:

$$\text{а) } R_e = \frac{w \cdot d}{\mu} \quad \text{б) } R_e = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad \text{в) } R_e = \frac{v \cdot d}{w} \quad \text{г) } R_e = \frac{v \cdot l}{w}$$

6. Коэффициент гидравлического трения при ламинарном режиме движения определяется:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \lambda = \frac{0,3164}{R_e^{0,25}} & \text{в) } \lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta_3}{d} + \frac{68}{R_e} \right)^{0,25} \\ \text{б) } \lambda = \frac{64}{R_e} & \text{г) } \lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta_3}{d} \right)^{0,25} \end{array}$$

7. Что такое совершенное сжатие струи?

- а) наибольшее сжатие струй при отсутствии влияния боковых стенок резервуара и свободной поверхности
- б) наибольшее сжатие струи при влиянии боковых стенок резервуара и свободной поверхности
- в) сжатие струи, при котором она не изменяет форму поперечного сечения потока
- г) наименьшее возможное сжатие струи в непосредственной близости от отверстия

8. Расход жидкости через отверстие определяется как:

$$\text{а) } V = S_0 \cdot w \quad \text{б) } V = \varphi \cdot w \cdot \varepsilon \quad \text{в) } V = S_c \cdot w \quad \text{г) } V = S_0 \cdot \mu$$

9. Изменение формы поперечного сечения струи при истечении ее в атмосферу называется:

- а) кавитацией    в) инверсией
- б) коррегированием    г) полиморфией

10. Из какого сосуда за единицу времени вытекает больший объем жидкости (сосуды имеют одинаковые геометрические характеристики)?

- а) сосуд с постоянным напором
- б) сосуд с уменьшающимся напором
- в) расход не зависит от напора
- г) сосуд с увеличивающимся напором

11. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется:

- а) гидравлическим ударом    в) гидравлическим скачком
- б) гидравлическим напором    г) гидравлическим прыжком

12. Метод расчета трубопроводов с насосной подачей заключается:

- а) в нахождении максимально возможной высоты подъема жидкости путем построения характеристики трубопровода
- б) в составлении уравнения Бернулли для начальной и конечной точек трубопровода
- в) в совместном построении на одном графике кривых потребного напора и характеристики насоса с последующим нахождением точки их пересечения
- г) в определении сопротивления трубопровода путем замены местных сопротивлений эквивалентными длинами

### КАРТОЧКА № 1 (вторая аттестация)

1. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости.



2. Виды гидравлических потерь. Трубка Пито, расходомер Вентури.
3. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.

### Вопросы к зачету

1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
3. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.
4. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
5. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
6. Гидростатическое давление и его свойства? Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»? Что такое техническая и физическая атмосфера в каких единицах выражается.
7. Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
8. Уравнение Эйлера.
9. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
10. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота? Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.
11. Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
12. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
13. Какие приборы для измерения давления Вам известны?
14. Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?
15. Что называют относительным покоем жидкости?
16. Что называют поверхностями равного давления?
17. Сформулируйте закон Архимеда.
18. Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
19. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки?
20. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские наклонные стенки. Центр давления.
21. По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
22. Что называют телом давления?
23. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
24. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
25. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока.
26. Уравнение неразрывности.
27. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
28. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
29. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
30. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?

31. Скоростная трубка и трубка Пито?
32. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?  
Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
33. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.  
Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит
34. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов  $\lambda$  и  $\xi$ . Что характеризуют коэффициенты  $\lambda$  и  $\xi$  от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
35. Объясните, что такое  $\Delta z$  и  $\Delta z/d$ , как найти величину  $\Delta z$  при гидравлических расчетах.  
Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
36. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на  $90^\circ$ , а также при резком расширении и резком сужении трубопровода и дайте пояснения к ним, указав, что характерно для движения потока при протекании его через любое местное сопротивление.
37. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий?  
Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
38. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение? Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?
39. Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным?  
Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
40. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
41. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
43. Напишите и поясните формулу Н. Е. Жуковского для определения повышения давления при ударе. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
44. Назовите технические показатели насоса. Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
45. Что такое КПД насоса? Какие потери учитывает КПД насоса и его связь с другими КПД? Что называется характеристикой насоса? Что называется полем насоса  $Q-H$  и связь его с КПД насоса?
46. Как изменяются подача, напор и мощность насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса?
47. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки? Что называется кавитационным запасом  $\Delta h$  и как его определить при испытаниях?
48. Что называется критическим кавитационным запасом  $\Delta h_{кр}$ ? Что называется допускаемым кавитационным запасом  $\Delta h_{доп}$ ? Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?
49. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией? Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически? Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?
50. Назовите и поясните основные технические показатели объемных насосов. Что называется напорной характеристикой объемного нерегулируемого насоса, каково её графическое изображение?

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература

1. Альтшуль А.Д. Примеры расчетов по гидравлике.- М.: Альянс, 2013. – 254с.
2. Т. Башта, С. Руднев, Б.Некрасов, О.Байбанов, Ю. Кирилловский. Гидравлика. Гидромашины и гидроприводы. – М.:Альянс, 2011.- 424с.

3. Кудинов В. А., Карташов Э. М. Гидравлика. - М.: Высшая школа, 2007. - 200 с.
4. Сборник задач по гидравлике для технических вузов. - М: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 488 с.
5. Лапшев Н. Н. Гидравлика. – М.: Академия, 2007. - 272 с.
6. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. – М.: Колос, 2005.- 655 с.
7. ЭБС: Лань
8. [www/iprbooks](http://www/iprbooks).

*Имеется в библиотеке и на кафедре «Теплотехника и гидравлика»*

**б) дополнительная литература**

1. Брюханов О. Н., Мелик-Аракелян А. Т., Коробко В. И. Основы гидравлики и теплотехники. - М: Академия, 2008. – 240 с.
2. Сайриллинов С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения. – М.: Колос, 2004. – 326 с.
3. Карелин В.С., Турлуев Р.А-В., Исаев Х.А. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.- Метод. указ. к лаб. работе. Изд. ГГНТУ 2010 г.
4. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидравлике (гидростатика). Метод реком. Изд. ГГНТУ 2008 г
5. Исаев Х.А., Магомадова М.Х. Гидродинамика Курс лекций.- Изд. ГГНТУ 2010 г.

*Имеется в библиотеке и на кафедре «Теплотехника и гидравлика» ГГНИ*

**в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины».
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- 12.1 Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Ст. преп. кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»

/ Мадаева А.Д. /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

/ Р.А-В. Турлуев /

Зав. выпускающей каф.  
«Прикладная геофизика и геоинформатика»  
доц.

/ Эльжаев А.С. /

Директор ДУМР доц.

/ Магомаева М.А. /