

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Минцис Шералович

Должность: Ректор

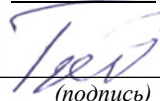
Дата подписания: 22.10.2023 08:30:15

Уникальный программный ключ:

236bcc55c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a3825f91a4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ**  
**АКАДЕМИКА М.Д.МИЛЛИОНЩИКОВА**

**Кафедра «Теплотехника и гидравлика»**

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры  
« 23 » 06 2022 г., протокол № 11  
Заведующий кафедрой  
Р.А-В. Турлуев  
  
(подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ГИДРАВЛИКА И НЕФТЕГАЗОВАЯ ГИДРОМЕХАНИКА»**

**Специальность**

21.05.06 Нефтегазовые техника и технология

**Специализация**

«Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений»

**Квалификация**

Горный инженер

Год начала подготовки - 2022

Составитель  Р.А-В. Турлуев

Грозный – 2022

## 1. Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;

3 семестр

- вопросы для проведения первой промежуточной аттестации;

- вопросы для проведения второй промежуточной аттестации;

- вопросы к зачету;

- билеты к зачету.

4 семестр

- вопросы для проведения первой промежуточной аттестации;

- вопросы для проведения второй промежуточной аттестации;

- вопросы к экзамену;

- билеты на экзамен.

### 1.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (третий семестр) (ФГОС3++)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные физические свойства жидкости	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
2	Вязкость жидкости. Силы, действующие на жидкость	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
3	Гидростатическое давление	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
4	Основные уравнения гидростатики	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
5	Силы давления на твердые поверхности	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
6	Приборы для измерения давления. Эпюры давления	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
7	Закон Архимеда. Плавание тел. Гидростатические машины.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
8	Относительный покой жидкости. Сообщающиеся сосуды	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест

## 1.2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (четвертый семестр)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия гидродинамики.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
2	Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
3	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
4	Гидравлические потери. Местные гидравлические сопротивления.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
5	Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
6	Истечение жидкости через отверстия и насадки	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
7	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
8	Фильтрация жидкости. Законы фильтрации жидкости в грунтах.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
9	Статика и динамика газов. Аэродинамика инженерных сетей	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
10	Гидравлический расчет трубопроводов	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
11	Гидромашины	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест
12	Центробежные насосы. Объемные насосы.	ОПК-2	Опрос. Лабораторное занятие. Тест

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление По решению определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
3	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, проводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё	Темы рефератов
4	Экзамен/зачет	Итоговая форма оценки знаний	Вопросы к экзамену/зачету

2.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 3

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b>Шифр компетенции: ОПК-2</b> способен пользоваться программными комплексами, как средством управления и контроля, сопровождения технологических процессов на всех стадиях разработки месторождений углеводородов и сопутствующих процессов <i>согласно ФГОС ВО</i>					
<b>Знать:</b> - виды и режимы движения жидкости; уравнение динамического равновесия равномерного потока; логарифмический закон распределения скоростей в круглой трубе; законы движения и равновесия жидкостей;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	<i>контролирующие материалы по дисциплине, задания для контрольной работы, задания для лабораторной работы, тестовые задания, темы рефератов, докладов</i>
<b>Уметь:</b> - пользоваться программными комплексами, при осуществлении процессов хранения и перекачки жидкостей и газов, а также средствами управления и контроля - применять общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей, законы движения и равновесия жидкостей;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>Владеть:</b> - практическими методами определения основных физико-химических свойств, жидкостей и газов, методиками расчета объема и массы при их хранении и перекачки по трубопроводам различного назначения.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

## **2. Критерии оценки знаний студентов**

### **2.1 Критерии оценки знаний студентов на зачете**

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и расчетно-графической работы, систематическая активная работа на лабораторных занятиях.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

### **2.2 Критерии оценки знаний студента на экзамене**

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

### **2.3 Критерии оценки знаний студентов при проведении аттестации**

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85% аттестационных заданий;

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70% аттестационных заданий;

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее - 51%; .

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50% аттестационных заданий.

### 3. Оценочные средства

#### 3.1 Вопросы к I рубежной аттестации: (3 семестр)

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. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
5. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.
6. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
7. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
8. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
9. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?
10. 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.
11. Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
12. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?
13. Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
14. Уравнение Эйлера.
15. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
16. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха.
17. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов  $\lambda$  и  $\xi$ .
18. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
19. Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.
20. Что характеризуют коэффициенты  $\lambda$  и  $\xi$  от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
21. Объясните, что такое  $\Delta_3$  и  $\Delta_3/d$ , как найти величину  $\Delta_3$  при гидравлических расчетах.
22. Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
23. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
24. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.

25. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на  $90^0$ , 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.

### 3.2 Вопросы ко II рубежной аттестации: (3 семестр)

1. Какие приборы для измерения давления Вам известны?
2. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
3. Прямой и непрямой гидравлический удар.
4. Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?
5. Что называют относительным покоем жидкости?
6. Что такое фаза удара?
7. Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
8. Что называют поверхностями равного давления?
9. Сформулируйте закон Архимеда.
10. Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе.
11. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
12. Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
13. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки?
14. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий?
15. Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
16. Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
17. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские наклонные стенки. Центр давления.
18. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение?
19. Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется?
20. По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
21. Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?
22. Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным?
23. Что называют телом давления?

### 3.3 Вопросы к зачету по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (третий семестр)

№ п/п	Вопросы	Код компетенции, направление 21.05.06
1	Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.	ОПК-2
2	Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.	
3	Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости. ОПК-1	



4	Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.	
5	Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.	
6	Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.	ОПК-2
7	Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?	
8	Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?	
9	Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?	
10	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.	ОПК-2
11	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.	
12	Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?	
13	Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.	
14	Уравнение Эйлера.	ОПК-2
15	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах.	
16	Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.	
17	Что называют относительным покоем жидкости?	
18	Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха.	
19	Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов $\lambda$ и $\xi$ .	
20	Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота?	ОПК-2
21	Что характеризуют коэффициенты $\lambda$ и $\xi$ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?	
22	Объясните, что такое $\Delta_z$ и $\Delta_z/d$ , как найти величину $\Delta_z$ при гидравлических расчетах.	
23	Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.	
24	Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).	ОПК-2
25	Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.	
26	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.	
27	Какие приборы для измерения давления Вам известны?	
28	Сформулируйте понятия гидравлического удара.	ОПК-2
29	Прямой и не прямой гидравлический удар.	
30	Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?	

## Образец карточки к зачету (третий семестр)

Карточка № 7 к зачету по дисциплине "Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика".	
1	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»?
2	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?
3	Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ). Расходомер Вентури, принцип действия.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В.Турлуев

### Текущий контроль

#### Лабораторная работа 1.1

#### Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля

##### 1. Цель работы:

1. Измерить с помощью пружинных манометров  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  (рисунок 1.3) гидростатическое давление в трёх точках (1,2,3), заглублённых на различную величину под уровень жидкости соответственно на  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести;
2. Подтвердить на основании опытных данных закон Паскаля;
3. Построить по данным опытов № 1, 2 в масштабе эпюру манометрического давления по глубине  $h$  (см. рис. 2).

В пространство над свободной поверхностью можно подавать сжатый воздух от компрессора 5 по трубопроводу. Для сброса избыточного гидростатического давления в цилиндре служит вентиль (на схеме не показан). В крышке цилиндра (реально действующей установки, рис. 1) имеется предохранительный клапан, отрегулированный на давление 500 кПа.

##### 2. Описание установки.

Установка представляет собой толстостенный стальной цилиндр (колонна), частично заполненный водой, уровень которой измеряется водомерной трубкой со шкалой (линейкой).

Для изменения гидростатического давления над свободной поверхностью жидкости (в точке 1) и в точках 2 и 3, заглублённых под уровень соответственно на  $h_2$  и  $h_3$ , подключены пружинные манометры  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ .

В пространство над свободной поверхностью можно подавать сжатый воздух от компрессора по трубопроводу открытием вентиля.

Схема виртуальной лабораторной установки  
**«Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля»**

1. Для наполнения колонны водой откройте вентиль подачи воды, щелкнув по нему левой кнопкой мыши.
2. Для перемещения камеры к основным элементам (манометрам и линейке) щелкните по ним левой кнопкой мыши.
3. Возврат камеры в отдаленное положение осуществляется правым щелчком мыши.
4. В режиме просмотра линейки используйте клавиши ВВЕРХ и ВНИЗ для перемещения камеры.
5. Для регулирования внешнего давления в колонне используйте соответствующие вентили, щелкая по ним левой кнопкой мыши.
6. Для возврата установки в исходное состояние нажмите на кнопку в левом верхнем углу экрана, когда камера находится в отдаленном положении.

**3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных**

Необходимо выполнить два опыта, обеспечив в первом  $P_{0\text{ изб}} = 0$ , а во втором -  $P_{0\text{ изб}} > 0$ .

**Опыт №1.** Открыть вентиль подачи воды, наполнить установку до отметки, указанной преподавателем, и измерить с помощью водомерной трубки

и шкалы глубины погружения  $h_2$  и  $h_3$  точек 2 и 3, а также превышения

$y_2$  и  $y_3$  осей вращения стрелок манометров  $M_2$  и  $M_3$  над точками их подключения. Затем измерить показания всех трёх манометров ( $M_3$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ). Полученные данные записать в таблицу (графы 4 и 6).

**Опыт №2.** Закрыть вентиль для сброса сжатого воздуха, а вентиль для подачи сжатого воздуха открыть и включить компрессор. Довести  $p_0$  до величины, указанной преподавателем, после чего компрессор отключить. Далее, измерить одновременно показания манометров  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ .

Результаты измерений записать в графу 5 таблицы.

Выполнить все вычисления, предусмотренные таблицей. Дать заключение по результатам работы.

**3. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.1)**

1. Что такое гидростатическое давление и каковы его свойства?
2. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
3. Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»?

4. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики.
5. Сформулируйте закон Паскаля.
6. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия.
7. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
8. В чём состояло принципиальное отличие в условиях проведения первого и второго опытов?
9. Для чего нужно знать превышение оси вращения стрелки пружинного манометра над точкой его подключения?
10. Эпюра гидростатического давления, как ее строят и с какой целью?

## Лабораторная работа 1.1а (Бр.)

### Определение гидростатического давления и плотности жидкости

#### 1. Цель работы:

1. Определить цену деления стрелочного манометра в атмосферах,  $\text{кг/м}^2$ , м вод. ст., мм рт. ст, Па, учитывая, что манометр имеет сто элементарных делений.
2. Определить плотность второй жидкости, считая, что в левом дифференциальном пьезометре – вода.

Принципиальная схема лабораторной установки представлена на рис. 2.6.

С помощью насоса 1 в ограниченном объёме 2 создаётся соответствующее давление, которое фиксируется манометром 3, а также двумя дифференциальными пьезометрами 4, заполненными: левый – водой, правый жидкостью неизвестной плотности. По манометру 3 устанавливают давление, далее снимают показания дифференциальных пьезометров и, подставляя эти значения в уравнение (2.1.3), рассчитывают цену деления манометра 3 и плотность жидкости в правом пьезометре.

Измеренное давление необходимо выразить в пяти различных единицах и внести в табл.1.

Таблица 1

р	атм. ( $\text{кгс/см}^2$ )	( $\text{кг/м}^2$ )	м вод.ст.	мм рт.ст.	Па ( $\text{Н/м}^2$ )

#### 2. Описание установки.

В данной работе требуется определить плотность жидкости в правом пьезометре и цену деления механического манометра, учитывая, что в левом пьезометре вода.

Для начала работы воздушного насоса достаточно нажать кнопку "Пуск" или клавишу "р", остановить его можно в любой момент кнопкой "Стоп" или клавишей "s". Клавиши действуют только в режиме английской раскладки клавиатуры "Ел".

Замеры высот столбиков жидкостей в дифференциальных пьезометрах проводятся при помощи горизонтальной линии плоскости АВ и измерительной линейки, рис. 2.10. И плоскость, и линейка перемещаются по экрану с помощью левой кнопки мыши, кроме того, линейка может перемещаться клавишами со стрелками «влево», «вправо», «вверх», «вниз», также расположенными на клавиатуре.

Обратите внимание на размерность шкалы измерительной линейки- х 2 метра, это означает, что общая длина её составляет  $6 \times 2 = 12$  метров.

В процессе работы, для повышения точности отсчёта показаний линейки и стрелки манометра Вы свободно можете увеличивать масштаб экрана и перемещать его содержимое при помощи

левой кнопки мыши, для этого на любом месте экрана правой кнопкой мыши вызовите соответствующее меню и выберите пункт "Zoom in" – рис. 2.11. Как только увеличение произошло, указатель мыши превращается в изображение руки и становится возможным перемещать всё содержимое экрана при помощи нажатой левой кнопки мыши.

#### 4. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.1а Бр.)

1. Что понимают под свободной поверхностью жидкости?
2. Какими свойствами обладает *единичное гидростатическое давление*?
3. Единичное гидростатическое давление это-
4. От чего зависит Единичное гидростатическое давление?
5. Если на свободную поверхность жидкости действует атмосферное давление  $p_0$ , то общее или абсолютное давление в точке жидкости: выразится формулой ....
6. Если на свободную поверхность жидкости действует давление  $p_m$  – больше, чем атмосферное ( $p_m > p_a$ ), то абсолютное давление в точке жидкости найдем по формуле:
7. Под избыточным давлением понимают ...
8. Напишите и объясните основное уравнение гидростатики
9. Что и в каких единицах измеряет: жидкостной манометр, пьезометр. Какого давления Пьезометр даёт показание...
10. Как определяется высота жидкости в пьезометре. Приведите формулу.
11. Приведите формулу для измерения пьезометром давления, равного одной атмосфере в сосуде заполненном водой?
12. Приведите формулу для измерения пьезометром давления, равного одной атмосфере в сосуде заполненном ртутью?
13. Для определения разности давлений в двух произвольно взятых точках применяют...
14. Жидкостной дифманометр дает показания....., выраженной в ..... жидкости.
15. Как называется поверхность, на протяжении которой гидростатическое давление не меняется.
16. Горизонтальная плоскость в жидкости, находящейся в покое под действием силы тяжести называется (нарисуйте, дайте определения)?

### Лабораторная работа 1.2 Бр.

#### Определение плотностей несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах

##### 1. Цель работы:

Определить в сообщающихся сосудах плотности двух несмешивающихся жидкостей

##### 2. Описание установки.

Схема установки для заливки несмешивающихся жидкостей и измерения высоты получившихся столбиков изображена на рис. 2.14.

Имеются сообщающиеся сосуды, в виде двух U образных трубок в которые налиты две несмешивающиеся жидкости. Имеется линейка для определения уровня жидкости в трубках и насос для заливки трубок.

Давление на свободную поверхность жидкостей в каждом из сосудов будем считать одинаковым и равным  $p_0$ . Лёгкая жидкость плотностью  $\rho_2$ , при этом чётко обозначатся границы раздела этих жидкостей.

Проведём горизонтальную плоскость через поверхность раздела двух жидкостей в левом сосуде и пересечём этой плоскостью правый сосуд. Возьмём на этой плоскости две точки 1 и 2 и определим в них абсолютное давление.

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Для заливки жидкостей №1 и №2 в сообщающиеся сосуды А и В нажимайте соответствующие кнопки "пуск" и "стоп", см. рис. 2.15. при этом кнопки "стоп" дублируются клавишами "a" и "s" кейборда. Клавиши действуют только в режиме английской раскладки клавиатуры "En". Замеры высот столбиков жидкостей в сосудах проводятся при помощи горизонтальной линии плоскости АВ и вертикальной измерительной линейки – см. рис. 2.16. И плоскость, и линейка перемещаются по экрану с помощью левой кнопки мыши, кроме того, линейка перемещается клавишами со стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо», расположенными на клавиатуре.

Произвести добавления жидкостей №1 и №2 при нажатых кнопках «пуск».

Провести замеры.

#### Произвести расчеты по приведенным ниже формулам

Рассмотрим теперь сообщающиеся сосуды, в которые налиты две несмешивающиеся жидкости (рис.10, в). Давление на свободную поверхность жидкостей в каждом из сосудов будем считать одинаковым и равным  $p_0$ . Лёгкая жидкость плотностью  $\rho_2$ , при этом чётко обозначатся границы раздела этих жидкостей.

Проведём горизонтальную плоскость через поверхность раздела двух жидкостей в левом сосуде и пересечём этой плоскостью правый сосуд. Возьмём на этой плоскости две точки 1 и 2 (рис.10, в) и определим в них абсолютное давление:

$$p_1 = p_0 + \rho_1 g h_1; \quad (2.2.3)$$

$$p_2 = p_0 + \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3. \quad (2.2.4)$$

Так как жидкость неподвижна, то:  $p_1 = p_2$  и:

$$p_0 = \rho g h_1 = p_0 + \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3; \quad (2.2.5)$$

или:

$$\rho_1 g h_1 = \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3. \quad (2.2.6)$$

Если плотность  $\rho_1$  известна, то, измеряя уровни жидкости  $h_1, h_2$  и  $h_3$ , можно определить плотность  $\rho_2$ .

Если же давление на свободную поверхность жидкости сосудов А и Б неодинаково (рис.10, г), то абсолютное давление в т.1 и т.2. согласно уравнению (1.5), будет таким:

$$p_1 = p_0 = p_m = \rho_1 g h_1; \quad (2.2.7)$$

$$p_2 = p_0 = \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3. \quad (2.2.8)$$

Откуда:

$$p_m = \rho_1 g h_1 = \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3. \quad (2.2.9)$$

#### Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. 1.2 Бр.):

1. Как будет располагаться поверхностью равного давления в сообщающихся сосудах?
2. Как называется плоскость, проходящая через точки с одинаковым единичным гидростатическим давлением?

3. Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах одинаково, то эти поверхности будут ...
4. Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах неодинаково, то то уровень свободной поверхности в сосуде с ...
5. По прекращении движения жидкости из одного сосуда в другой наступит..... т.е. сила давления на свободную поверхность жидкости в сосуде А будет ...
6. Абсолютное давление  $p_1$  будет равно....., а давление  $p_2$  будет определяться .....
7. Что определяет разность уровней свободных поверхностей ?
8. Как и по каким формулам определим абсолютное давление в сообщающихся сосудах
9. Если плотность  $\rho_1$  в сообщающихся сосудах известна, как определить плотность  $\rho_2$ .
10. Если давление на свободную поверхность жидкости сосудов А и Б неодинаково, то как определить абсолютное давление в т.1 и т.2.

### Лабораторная работа 1.3 Бр.

#### Гидравлический пресс. Определение сжимающей силы в гидравлическом прессе по показанию манометра

##### 1. Цель работы:

Определение силы и давления, создаваемое гидравлическим прессом.

##### 2. Описание установки.

Гидравлический пресс является гидростатической машиной. Принцип действия которой может быть описан основным уравнением гидростатики. На основе закона Паскаля сконструировано много различных гидравлических машин: силовых цилиндров, гидравлических мультипликаторов, аккумуляторов.

Пресс (рис. 14) состоит из двух сообщающихся между собой цилиндров с поршнями: малым 1 (площадью  $S_1$ ) и большим 2 (площадью  $S_2$ ). Малый поршень имеет шток 3, к которому через рычаг 4 передаётся усилие  $Q$ . При этом на шток, а следовательно, и на весь малый поршень, будет действовать сила  $T$ :

$$T = q \frac{ac}{ab}. \quad (2.3.1)$$

где:  $ac$  – плечо момента силы  $Q$ , м;

$ab$  – плечо момента силы  $T$ , м.

Сила  $T$  является поверхностной, действующей на каждую точку жидкости, соприкасающейся с поверхностью малого поршня и создающей давление  $p$ :

$$p = \frac{T}{S_1} = \frac{4T}{\pi d_1^2}. \quad (2.3.2)$$

Закон Паскаля. Изменение давления на поверхности жидкости, ведет к изменению абсолютного давления в каждой точке объема жидкости на величину, равную изменению давления на поверхности, если при этом жидкость будет находиться в состоянии покоя. То есть, если изменение давления на поверхности жидкости равно  $\Delta p$ , то и в каждой точке жидкости получим увеличение давления на  $\Delta p$  независимо от ее положения, что видно из уравнения:

$$p = p_0 + \Delta p + \rho gh . \quad (2.3.3)$$

Следовательно, давление под большим поршнем равно давлению под малым поршнем  $p$ , а сила  $Q$ , возникающая при этом, определяется по выражению:

$$Q = pS_2 = p \frac{\pi d_2^2}{4} . \quad (2.3.4)$$

Сила  $Q$  будет во столько раз больше силы  $T$ , во сколько раз площадь поршня  $S_2$  будет больше площади малого поршня  $S_1$ :

$$\frac{Q}{T} = \frac{S_2}{S_1} ; \quad Q = T \frac{S_2}{S_1} ,$$

или, учитывая момент силы:

$$Q = q \frac{S_2}{S_1} \frac{ac}{ab} . \quad (2.3.5)$$

В действительности сила  $Q$  будет несколько меньше, чем рассчитанная по уравнению (2.3.4), вследствие трения поршня о стенки цилиндра. Это уменьшение учитывается введением коэффициента полезного действия  $\eta = 0,8$  и тогда:

$$Q = \eta q \frac{S_2}{S_1} \frac{ac}{ab} = \eta q \frac{d_2^2}{d_1^2} \frac{ac}{ab} . \quad (2.3.6)$$

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

При изучении работы пресса необходимо приложить рукой усилие  $Q$  к рычагу 4 и по показанию манометра 5 определить давление  $p$  в гидравлической системе пресса. Учитывая, что размеры пресса малы, изменение давления, связанное с изменением гидростатической высоты, можно не учитывать. Требуется рассчитать приложенную к рычагу силу  $Q$  и прессующую силу  $Q$ .

Схематичное устройство гидравлического пресса изображено на рисунке 2.18. Для воспроизведения работы гидравлического пресса необходимо подвести курсор к ручке привода и, нажимая левую кнопку мыши, медленно перемещать рукоятку вниз до упора, при этом оба поршня придут в движение. Отпускание левой кнопки приведёт к возврату рычага и поршней в исходное положение.

Предварительно нажатая клавиша "f" кейборда поможет Вам перемещать ручку простым движением мыши, не нажимая при этом никаких её кнопок. Такой режим позволит Вам повернуть ручку пресса вниз до упора (перевести её в горизонтальное положение) и, опустив указатель мыши ещё ниже, сохранить горизонтальное положение ручки – см. рис. 2.19.

Что, в свою очередь, позволит Вам напрямую измерить соотношение плеч рычага с помощью горизонтальной линейки. Отсчёт размеров "ac" и "ab" плеч рычага следует производить от середины рукоятки рычага – точка "c" до оси вращения самого рычага – точка "a" и от точки упора в шток малого поршня – точка "b" до точки "a". Вернуть ручку в исходное положение можно будет, нажимая клавишу "s". Клавиши действуют только в режиме английской раскладки клавиатуры "En".

Все замеры производятся измерительной линейкой. Линейка перемещается по экрану с помощью левой кнопки мыши, кроме того, линейка перемещается клавишами со стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо», расположенными на клавиатуре. Установленная размерность шкалы горизонтальной измерительной линейки - х 2 см. Это означает, что общая длина её



составляет  $6 \times 2 = 12$  сантиметров.

#### 4. Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. 1.3 Бр.):

1. Назначение и применение гидравлического пресса.
2. Что представляют из себя гидростатические машины?
3. На чем основан принцип действия гидростатических машин?
4. Нарисуйте и объясните схему работы гидроаккумулятора.
5. Выведите коэффициента полезного действия пресса  $\eta$
6. Для чего предназначен Гидравлический аккумулятор?
7. Как рассчитывается энергия, накопленная аккумулятором при полном подъеме плунжера?
8. Как определить гидростатическое давление, создаваемое гидроаккумулятором
9. Гидростатическое давление, создаваемое аккумулятором, будет тем....., чем меньше площадь сечения плунжера.
10. Каким уравнением определяется полная работа, совершаемая гидроаккумулятором?

### Лабораторная работа 1.4 Бр.

#### Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность

##### 1. Цель работы:

1. Определение силы суммарного давления воды на плоскую стенку.
2. Расчет положения центра давления.
3. Построение эпюры давления и вычисление ее объема.

##### 2. Описание установки.

Работа выполняется на опытной установке, изображенной на рис. 2.21.

Труба квадратного сечения со стороной  $a = 95$  мм закрыта наклонной крышкой площадью  $S = 127,5 \text{ см}^2$  с углом наклона  $\alpha = 45^\circ$ . В резервуар налита вода ( $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ). Крышка прижата к трубе силой давления воды  $P$  и силой собственной тяжести  $G_{\text{кр}} = 0,290$  кг. Крышка поворачивается относительно линии уреза; расстояние от оси вращения до трубы  $od = 55$  мм;  $mn = 90$  мм. Конец крышки в точке “с” соединен с тросом  $T$ , который, проходя через блоки, вне резервуара прикреплен к площадке ( $G_{\text{пл}} = 0,125$  кг) с грузом  $G_{\text{гр}}$ , причем,  $G_1 = G_{\text{гр}} + G_{\text{пл}}$ .

##### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Схема экспериментальной виртуальной установки для определения силы давления жидкости на плоскую поверхность изображена на рис. 2.22.

В резервуар наливают до определенного уровня воду. Силой давления воды и силой собственной тяжести крышка закрывает сечение трубы. На площадку, закрепленную на тросе, устанавливают груз  $G_{\text{гр}}$ . Затем через спускной кран воду из резервуара выливают. Когда момент силы тяжести груза  $G_1$  относительно оси  $O$  станет больше суммы моментов силы давления воды на крышку и силы тяжести крышки, последняя откроется и вода потечет по трубе квадратного сечения.

При проведении работы необходимо определить массу груза  $G_{гр}$  и измерить по водомерной трубке глубину  $H$  воды в резервуаре в момент полного открытия крышки.

### Обработка опытных данных

Силу давления воды на крышку вычисляют, установив давление в центре тяжести крышки, что определяется глубиной погружения его.

Глубину погружения центра тяжести крышки в момент открытия устанавливают двумя методами:

1) непосредственно измерением:

$$h_c = H - \left( mn + \frac{\alpha}{2} \right); \quad (2.4.3)$$

Началом работы является пуск жидкости из водопровода, для чего достаточно поместить указатель мыши (курсор) в область кнопки «пуск воды» и нажать левую кнопку мыши. После чего большой прозрачный бак постепенно заполнится водой. Наклонная крышка своим весом, а затем и давлением воды над ней прикрывает отверстие, срезанное под углом  $45^\circ$  на торце квадратной  $95 \times 95$  мм, также прозрачной трубы и не даёт жидкости возможности вытечь через эту трубу. При заполнении бака, на площадку, висящую на тросе, перекинутом через блоки и соединенном с наклонной крышкой, переносятся и устанавливаются один или два груза с помощью левой кнопки мыши. Затем выбором степени открытия вентиля (0-5) задается нужная скорость слива воды. Такое состояние лабораторной установки изображено на рисунке 2.23.

### 5. Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. №1.4 Бр.):

1. Что представляет собой Сила давления на плоскую поверхность?
2. Как определяется Сила давления на плоскую поверхность?
3. Что следует иметь ввиду при определении силы давления жидкости на стенку сосуда?
4. Силу давления можно определить не только по уравнению...
5. Что называется центром давления?
6. Положение центра давления для стенок, обладающих вертикальной осью симметрии, при учете только избыточного давления находится с помощью?
7. Что такое Линия уреза?
8. Она всегда больше нуля и равна нулю только при горизонтальном положении стенки.
9. Какая величина называется эксцентриситетом гидростатического давления?
10. Эксцентриситетом гидростатического давления всегда .....нуля и равна нулю только при .....
11. Следовательно, центр давления всегда расположен .....и совпадает с..... При горизонтальном положении стенки.
12. Какое расположение площади стенки отвечает максимальному значению эксцентриситета?

### Лабораторная работа №1.5 Бр.

#### Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде

##### 1. Цель работы:

1. Определение частоты вращения вращающегося сосуда,  $n$ .
2. Построение свободной поверхности жидкости опытным и расчетным путем.
3. Построение эпюры избыточного давления на дно сосуда.

## 2. Описание установки.

Сосуд с жидкостью 1, см. рис. 2.27, приводится во вращение от электродвигателя 2 через червячную передачу. На стойке 3 укреплен ходовой винт 5, вдоль которого расположена горизонтальная линейка 4. На винте 5 установлена каретка 6 с вертикальной подвижной линейкой 7, которая нижней частью переходит в иглу. Таким образом, игла имеет возможность перемещаться вдоль горизонтальной оси X и вертикальной оси Z.

Перед началом опыта необходимо установить положение оси вращения и плоскости сравнения. Положение оси вращения определяется с помощью горизонтальной линейки. Для этого нужно переместить каретку влево так, чтобы конец иглы коснулся верхней внутренней кромки сосуда, и записать в табл. 2 показания  $X'$  горизонтальной линейки. Затем переместить каретку вправо так, чтобы конец иглы коснулся диаметрально противоположной верхней внутренней кромки сосуда, и записать показания  $X''$ . Положение оси вращения определяется расстоянием  $X_0$  от начала отсчета. Очевидно, что:

$$X_0 = \frac{X' + X''}{2}.$$

Можно определить радиус сосуда:

$$r = \frac{X' - X''}{2}.$$

Положение плоскости сравнения устанавливается с помощью вертикальной линейки. Прибор сделан так, что плоскость сравнения совпадает с дном сосуда, чему соответствует показание нониуса на вертикальной линейке, равное нулю. Переместив каретку на расстояние  $X_0$  от начала отсчета так, чтобы конец иглы располагался на оси вращения, включить двигатель. Когда установится относительное равновесие жидкости, можно приступить к выполнению лабораторной работы.

Для того, чтобы определить расстояние  $Z_0$ , следует переместить вертикальную линейку так, чтобы конец иглы коснулся вершины параболоида и по нониусу определить значение  $Z_0$ .

После этого следует задать несколько значений радиуса вращения (8 ... 10 значений). Затем, передвигая последовательно каретку в горизонтальной плоскости от начала отсчета на расстояния, соответствующие радиусам  $r_1, r_2$  и так далее, и касаясь концом иглы свободной поверхности, определить по нониусу  $Z_1, Z_2$  и т.д. Данные наблюдений занести в табл. 3.

Зная для каждого опыта  $r$  и  $Z$ , с помощью уравнения (2.5.1) определяют угловую скорость  $\omega$ . При этом будет получено несколько значений угловой скорости, из которых необходимо определить среднее:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_i}{i}.$$

Частота вращения сосуда:

$$n = \frac{\omega_{\text{ср}} 60}{2\pi} = \frac{\omega_{\text{ср}} 30}{\pi}. \quad (2.5.3)$$

Затем строят профиль поверхности по данным измерений, т.е. по значениям  $Z$  и  $r$ . После этого строят профиль поверхности по данным расчета, для чего определяют вновь по уравнению (2.5.1) координату  $Z$ , используя значения  $Z_0$ ,  $\omega_{\text{ср}}$  и радиуса для данной точки. Результаты расчетов заносят в табл. 3 и наносят на график профиля поверхности. Все построения выполняются в масштабе на миллиметровой бумаге в единицах СИ.

Для определения избыточного гидростатического давления на дно сосуда и построения эпюры давления рассчитывают давление от сил тяжести и центробежной. Так как сосуд открыт,

и днище сосуда совпадает с плоскостью сравнения, избыточное давление следует определять по формуле:

$$p_{\text{изб}} = \rho \frac{\omega^2 r^2}{2} + \rho g z_0. \quad (2.5.4)$$

Значения давления рассчитываются для всех значений  $r$ . Данные расчета заносят в табл. 3.

Для построения эпюры избыточного давления по вертикальной оси откладывают значения  $p_{\text{изб}}$  в виде векторов сил, направленных по нормали к точке на поверхности дна сосуда. Координаты точек откладываются по горизонтальной оси и соответствуют значениям соответствующих радиусов  $r$ . Затем концы векторов (стрелок) соединяют плавной линией.

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Внешний вид лабораторной установки для виртуального изучения процесса относительного равновесия жидкости во вращающемся сосуде приведен на рисунке 2.28. Лабораторная работа находится в исходном состоянии.

Таблица 2

$x'$	$x''$	$x_0$	$z_0$

Таблица 3

№ точки	Единица	1	2	3	...	$i$
$r$						
$z_0$						
$\omega$						
$\omega_{\text{ср}}$						
$n$						
$\gamma \frac{\omega^2 r^2}{2g}$						
$\gamma z_0$						
$p_{\text{изб}}$						

Для выполнения работы необходимо включить электродвигатель и установить желаемые обороты стакана с жидкостью. По мере увеличения оборотов, в центральной части стакана будет образовываться воронка. Однако при стабилизации оборотов размеры воронки также будут сохраняться неизменными.

Управление режимом вращения производится кнопками пульта. При нажатой кнопке "▶" обороты добавляются, а кнопкой "◀" - снижаются. Нажимая кнопку "■" мы останавливаем изменение оборотов и фиксируем их на достигнутом значении. Если средняя кнопка красная "■", следовательно, обороты постоянны и сохраняют своё предыдущее значение. Величину оборотов можно приблизительно оценить по размерам красного сектора шкалы "обороты" – см. рис.2.29.

Замеры радиуса вращения и уровня жидкости в сосуде проводятся при помощи горизонтальной и вертикальной измерительных линеек. Вертикальная линейка перемещается с помощью левой кнопки мыши или клавишами «вверх», «вниз», «влево», «вправо» на клавиатуре. Размерность шкалы вертикальной измерительной линейки -  $\times 2$  см. Это означает, что общая длина её составляет  $9 \times 2 = 18$  сантиметров. Соответственно, длина горизонтальной линейки -  $11 \times 2 = 22$  см. Плоскость сравнения совпадает с дном сосуда.

В процессе работы Вы сможете увеличивать масштаб экрана и перемещать его содержимое при помощи левой кнопки мыши, для чего правой кнопкой мыши нужно вызвать соответствующее меню и выбрать пункт "Zoom in". Вернуться в обычный режим можно, снова вызвав то же меню и выбрав пункт "Show All". Величину оборотов ориентировочно задаёт преподаватель.

#### **4. Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. 1.5 Бр.):**

1. Какая сила действует при состоянии относительного равновесия жидкости в сосуде, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью  $\Omega$ ?
2. Под относительным равновесием в гидравлике при движении частиц жидкости в пространстве понимается...
3. В результате действия центробежной массовой силы свободная поверхность жидкости представится ...
4. Центробежная массовая сила  $F_{ц}$  действует в направлении...
5. Появление центробежной массовой силы  $F_{ц}$  вызывает изменение ....
6. С учетом действия сил тяжести и центробежной силы, получите уравнение поверхности равного давления
7. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
8. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
9. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
10. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
11. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
12. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
13. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
14. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?

15. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
16. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?
17. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
18. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
19. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
20. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
21. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
22. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
23. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
24. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?
25. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
26. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?

### **3.4 Вопросы к I рубежной аттестации (4 семестр):**

1. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
2. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. Уравнение неразрывности.
3. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки?
4. Что называется кавитационным запасом  $\Delta h$  и как его определить при испытаниях?
5. Что называется критическим кавитационным запасом  $\Delta h_{кр}$ ?

6. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
7. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
8. Что называется допускаемым кавитационным запасом  $\Delta h_{\text{доп}}$ ?
9. Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?
10. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией?
11. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
12. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
13. Скоростная трубка и трубка Пито?
14. 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»?
15. 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?
16. 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.
17. 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?
18. 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.
19. 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.
20. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
21. 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?
22. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
23. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
24. Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически?
25. Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?

### 3.5 Вопросы ко II рубежной аттестации (4 семестр):

1. Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ).  
Расходомер Вентури, принцип действия.
2. Гидравлические сопротивления. Вязкость жидкости. Законы внутреннего трения.
3. Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный).
4. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
5. Порядок работы при снятии частной кавитационной характеристики
6. Как получают кавитационную характеристику центробежного насоса?
7. Прямой и не прямой гидравлический удар. Что такое фаза удара? Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
8. Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
9. Назовите технические показатели насоса. Что такое подача насоса, идеальная подача и как она определяется при испытаниях? Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
10. 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?
11. Что такое гидродинамическая передача?
12. Назначение гидродинамических передач?
14. В чем различие между гидромуфтой и гидротрансформатором?
14. Как изменяются подача, напор и мощность насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса?
15. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки? Что называется кавитационным запасом  $\Delta h$  и как его определить при испытаниях?
16. Что называется критическим кавитационным запасом  $\Delta h_{кр}$ ? Что называется допустимым кавитационным запасом  $\Delta h_{доп}$ ? Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?
17. Как определить мощность на насосном и турбинном лопастных колесах?
18. Что такое КПД, передаточное отношение, скольжение и какая между ними связь?
19. Что такое универсальная и приведенная характеристики и как они изображаются?
20. 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?
21. Что называется объемным насосом, какие вы знаете объемные насосы? Что называется характеристикой объемного насоса? Изобразите характеристику этого насоса.
22. Что такое коэффициент момента и как его определить?
23. Какие гидромуфты называются регулируемыми?
24. Назовите и поясните основные технические показатели объемных насосов.



- Что называется напорной характеристикой объемного нерегулируемого насоса, каково её графическое изображение?
25. Что такое коэффициент утечек насоса и как он связан с объемным коэффициентом полезного действия?
26. Напишите и поясните уравнение напорной характеристики объемного насоса. Как определить мощность приводного двигателя объемного насоса по его параметрам.

## Лабораторная работа 1.2

### Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли

#### 1. Цель работы:

1. Определить опытным путем слагаемые  $z$ ,  $p/\rho g$ ,  $v^2/2g$  уравнения Д. Бернулли для сечений I-I...II-II, а также потери полного напора  $h_{w1-2}$  между сечениями (см. рис. 8,9).
2. Вычислить средние скорости потока  $v$  и отвечающие им скоростные напоры  $v^2/2g$  для указанных живых сечений потока жидкости.
6. Построить в масштабе по опытным данным пьезометрическую линию и линию полного напора (см. рис.6).

**2. Описание установки.** Установка (рис.8, 9) представляют собой трубопровод 2 переменного сечения с напорным баком 1, вода в который подается по питающему трубопроводу 8 открытием вентиля 9. Бак 1 снабжен переливным устройством 10 для поддержания уровня воды на постоянной отметке, чтобы обеспечить в трубопроводе 2 установившееся движение жидкости. К сечениям I-I...II-II трубопровода 2 подключены пьезометры 3 и скоростные трубки 4 для измерения величин  $p/\rho g$  и  $v^2/2g$ . Величина расхода воды в трубопроводе 2 регулируется вентилем 5. Для измерения расхода воды имеются мерный бак 6 и секундомер 7.

#### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

1. Наполнить установку водой (следуя инструкции программы);  
При закрытом регулировочном вентиле открыть питающий вентиль для заполнения напорного бака и трубопровода переменного сечения водой. При этом следует обратить внимание на уровни воды в пьезометрических и скоростных трубках. Эти уровни при отсутствии воздуха в системе должны быть на одной отметке.
2. Установить открытие вентиля 6 от 0 (min) до 100 (max). Степень открытия вентиля указывается преподавателем;
3. Открыть регулировочный вентиль так, чтобы трубопровод переменного сечения работал полным сечением, а уровень воды в напорном баке был постоянным.
4. Снять показания пьезометров и скоростных трубок в двух сечениях и замерить расход; Измерить с помощью бака 6 и секундомера 7 расход воды. Затем линейкой измерить геометрические высоты  $z$  центров тяжести сечений I-I,II-II относительно плоскости сравнения 0-0, отмеченной на установке (указаны на рис. 8);
5. Определить по шкалам отметки уровней воды в пьезометрах и скоростных трубках в сечениях I-I...II-II. Результаты всех измерений записать в таблицу 1.3;

6. Выполнить все вычисления, предусмотренные табл. 1.3, и построить в масштабе по полученным данным линии полного напора и пьезометрическую линию, так, как показано на рис. 6;
7. Дать заключение по результатам работы.

#### *7. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.2)*

1. Поясните геометрический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
  2. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
  3. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
  4. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл?
  5. Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
  6. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
  7. Поясните, что такое скоростная трубка и трубка Пито?
  8. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?
  9. Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
  10. Охарактеризуйте движение жидкости на пути между сечениями I-I ÷ II-II, исходя из классификации движений жидкости.
5. Результаты измерений и вычислений

### **Лабораторная работа 1.3**

#### **Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса**

##### **1. Цель работы:**

1. Убедиться на опыте путем окрашивания струйки воды в стеклянной трубе в существовании ламинарного и турбулентного режимов.
2. Вычислить по данным опытов, проведенных на этой трубе, числа Рейнольдса при ламинарном и турбулентном режимах, сравнить их с критическим, убедиться, что при ламинарном режиме  $Re < Re_{кр}$ , а при турбулентном –  $Re > Re_{кр}$ .
3. Построить по опытным данным, полученным на винипластовой трубе, график  $lgh_e = f(\lg U)$ , определить с его помощью критическую скорость  $U_{кр}$ , а через нее вычислить критическое число  $Re_{кр} = 2320$ .
2. Подтвердить с помощью графика  $lgh_e = f(\lg U)$ , что при ламинарном режиме потери напора по длине  $h_e$  пропорциональны средней скорости в первой степени, а при турбулентном - в

степени  $1,75 \leq m \leq 2$ .

## 2. Описание установки.

Установка включает в себя две расположенные горизонтально трубы: стеклянную 1 ( $d=1,0$  см) в которой и изучается движение воды при различных режимах, напорный бак 3, емкость 11 с раствором красителя, подаваемого открытием краника 10 по трубке 9 во входное сечение трубы 1. Для измерения расхода воды в стеклянной трубе служат мерная емкость 16 и секундомер 15. Вода в напорный бак 3 подается по питающему трубопроводу 4 открытием вентиля 5 из резервуара лаборатории. Для поддержания уровня воды в баке 3 во время опытов на постоянной отметке имеется переливное устройство 6, для контроля за уровнем воды служит электрический уровнемер 7 со световой сигнализацией.

Температура воды в баке 3 измеряется термометром 8. Регулирование расхода воды, а, следовательно, и средней скорости ее движения осуществляется краном. На *стеклянной трубе* имеются *пьезометры* для определения потерь напора по длине  $hi$  (по разности их показаний).

Схема виртуальной лабораторной установки «Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости»

## 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

1. Для наполнения установки водой откройте вентиль подачи воды, щелкнув по нему левой кнопкой мыши.
  2. Вентиль изменения расхода регулируется левой и правой кнопками мыши.
  3. Подача красителя осуществляется при открытии краника щелчком по нему левой кнопкой мыши.
  4. Перемещение камеры осуществляется клавишами со стрелками и наведением мыши к краям экрана.
  5. Для перемещения камеры к пьезометрам щелкните по ним левой кнопкой мыши. В режиме работы с пьезометрами можно перемещать камеру вертикально с помощью клавиш со стрелками и мыши.
  6. Для перехода к замеру расхода щелкните по изогнутому участку трубопровода (справа от вентиля изменения расхода).
  7. Для замера расхода щелкните левой кнопкой мыши по появившемуся на экране секундомеру.
  8. Возврат камеры в каждое предыдущее положение осуществляется щелчком правой кнопки мыши.
1. Открыть вентиль 5 на трубопроводе 4 и наполнить водой бак 3 настолько, чтобы переливное устройство 6 начало работать, после чего вентиль 5 прикрыть.
  2. Открыть незначительно кран 14 на стеклянной трубе 1, чтобы скорость движения воды в ней была небольшой (вода из трубы 1 должна течь тонкой струйкой).
  3. Приоткрыть краник 10 на трубке 9 и подать из емкости 11 в трубу 1 небольшое количество раствора красителя, чтобы окрашенная струйка воды представляла собой отчетливо

выраженную нить по всей длине трубы.

4. Измерять с помощью мерного сосуда 16 и секундомера 15 расход воды  $Q$  в трубе. При этом измеряемый объем воды в сосуде 16 должен быть также, чтобы время наполнения составляло не менее 20...30 секунд.
  5. Измерить температуру воды в баке 3 термометром 8.
  6. Результаты измерений записать в таблицу 1.
  7. Увеличить открытием крана 14 скорость движения воды в трубе 1, но так, чтобы окрашенная струйка жидкости сохранялась, т.е. чтобы режим остался ламинарным, и выполнив те же измерения, что и в первом опыте, записать их результаты в табл.1.4.
  8. Дальнейшим увеличением открытия крана 14 создать в трубе 1 турбулентный режим (об этом будет свидетельствовать интенсивное перемешивание с водой раствора красителя, подачу которого следует увеличить, чтобы эффект был ярче) и выполнить третий и четвертый опыты так, как описано выше. После чего закрыть краник 10 и кран 14. Результаты измерений записать в таблицу 1
  9. Сделать ещё девять аналогичных опытов, увеличивая в каждом после дующем опыте открытие крана 13 так, чтобы разность показаний пьезометров 12 (потеря напора по длине  $h_e$ ) при этом возрастала примерно в 1,5...1,6 раза. Результаты измерений записать в таблицу 2
  10. Выполнить все вычисления, предусмотренные таблицами 1 и 2
  11. Построить в масштабе по данным таблицы 2 график  $\lg h_e = f(\lg v)$  (см. рисунок 1) определить с его помощью критическую скорость  $v_{кр}$ , а через неё и  $R_{e_{крон}} = \frac{v_{кр} \cdot d}{\nu}$ , а также показатели степени  $m_l$  и  $m_m$  и коэффициенты пропорциональности  $B_l$  и  $B_m$ .
2. Дать заключение по результатам работы.

### 8. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.3)

1. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
2. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.
3. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
4. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?
5. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?
6. Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.

7. Изобразите график зависимости потерь напора по длине от средней скорости ( в логарифмических координатах) и дайте пояснения к нему.
8. Поясните, как определяются  $Re$  и  $Re_{кр}$  для труб некруглого сечения?
9. Поясните, поему график  $hl = f(v)$  строят в лагорифмических координатах?
10. Поясните, то такое гидравлиеский радиус и что он характеризует?

## Лабораторная работа 1.4

### Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях

#### 1. Цель работы:

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

#### 2. Описание установки.

Установка (рис. 4, 5) представляет собой систему напорных трубопроводов с последовательно расположенными на нем гидравлическими сопротивлениями (по длине и местными). К каждому гидравлическому сопротивлению подключено по два пьезометра (перед и за ним). Все пьезометры для удобства работы выведены на щит 4. Для регулирования расхода воды  $Q$  в системе служит вентиль 2. Величина  $Q$  измеряется с помощью мерного бака 3 и секундомера. Подача воды в систему осуществляется из питающего резервуара 1 по трубе D1 открытием вентиля 2. Постоянный уровень воды в напорном питающем баке 1 (для обеспечения установившегося движения в системе) поддерживается переливным устройством. Вода в резервуар 1 подается центробежным насосом.

#### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

В начале работы студент, в соответствии с заданием преподавателя, должен произвести настройку модуля лабораторной работы. Для этого необходимо зайти в параметры установки и выбрать соответствующую жидкость с заданными свойствами; вода с различной степень вязкости, температуры, расхода , бензин, керосин или нефть. Данные взять из таблицы.

При закрытом вентиле 2 и задвижке 6 включить насос и обеспечить подачу воды в питающий резервуар 5. После наполнения водой резервуара и стабилизации уровня воды в нем

(переливное устройство должно при этом работать) следует плавным открытием вентиля 2 подать воду в систему трубопроводов. Далее, необходимо измерить: отметки уровней воды в пьезометрах, расход воды в системе (с помощью мерного бака 1 и секундомера 3), а так же ее температуру (термометром в резервуаре 1). Результаты измерений для двух опытов (при разных расходах воды) записать в таблицу 1.

Обработать опытные данные и результаты представить в виде таблицы Сформировать выводы по результатам работы.

#### 10. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.4)

1. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха.
2. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов  $\lambda$  и  $\xi$ .
3. Что характеризуют коэффициенты  $\lambda$  и  $\xi$  от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
4. Объясните, что такое  $\Delta_s$  и  $\Delta_s/d$ , как найти величину  $\Delta_s$  при гидравлических расчетах.
5. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
6. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на  $90^0$ , 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.

### Лабораторная работа 1.5

#### Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосфере.

##### 1. Цель работы:

1. Определить по опытным данным величины коэффициентов:  $\mu_{on}$ ,  $\varphi_{on}$ ,  $\varepsilon_{on}$ ,  $\zeta_{on}$ , при истечении через малое круглое отверстие диаметром  $d = 2$  см при постоянном напоре в атмосферу и величины коэффициентов  $\mu_{Hon} = \varphi_{Hon} = \zeta_{Hon}$  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.

##### 2. Описание установки.

Установка (рисунок 9,10) представляет собой напорный резервуар 1, в боковой поверхности которого имеется отверстие, закрываемое рычажным клапаном. Перед отверстием (снаружи резервуара 1) смонтирован поворотный круг с отверстиями различной формы и насадками различных типов. Поворачивая круг, можно установить против отверстия насадок

нужного типа или отверстие требуемой формы. Вода в резервуар 1 подается по трубопроводу открытием задвижки. Постоянный уровень воды в резервуаре 1 во время опытов поддерживается переливной трубой, а ослабление возмущений, создаваемых поступающей в него водой, осуществляется успокоительной решеткой.

Для определения напора истечения  $H$  резервуар 1 снабжен пьезометром 6 со шкалой, нуль которой совмещен с центром отверстия.

Расход воды при истечении из отверстий и насадков измеряется с помощью передвижного мерного бака 2 и секундомера 8. Для опорожнения мерного бака имеется вентиль.

Координаты  $X$  и  $Y$  произвольных точек траектории струи измеряются с помощью координатной сетки, нанесенной на координатный планшет 4.

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

1. Для наполнения установки водой откройте вентиль подачи воды, щелкнув по нему левой кнопкой мыши.
  2. Открытие/закрытие рычажного клапана осуществляется щелчком по нему левой кнопки мыши.
  3. Для приближения камеры к турели щелкните по ней левой кнопкой мыши.
  4. Чтобы повернуть турель в режиме ее осмотра, щелкните по ней левой кнопкой мыши.
  5. Для перемещения камеры к пьезометру щелкните по нему левой кнопкой мыши. В режиме работы с пьезометром можно перемещать камеру вертикально с помощью клавиш со стрелками и мыши.
  6. Для перехода к замеру расхода возвратите камеру в исходное положение и щелкните по мерному баку левой кнопкой мыши.
  7. Возврат камеры в каждое предыдущее положение осуществляется щелчком правой кнопки мыши.
- 
1. Открыть задвижку 15, заполнить водой резервуар настолько, чтобы работала переливная труба II.
  2. Поворотом круга 10 установить перед отверстием 9 круглое отверстие диаметром  $d = 2$  см и закрепить круг в этом положении.
  3. Открыть клапан 3 и обеспечить с помощью задвижки 15 истечение воды при постоянном напоре  $H$ , измерить его, а также координаты  $X_k$  и  $Y_k$  произвольно выбранной точки "К" траектории струи.
  4. Измерить расход воды  $Q$  с помощью бака 2 и секундомера (измеряемый объем воды должен быть не менее 50 литров).
  5. Результаты измерений записать в графу 4 таблицы 2
  6. Закрывать клапаном 3 отверстие 9 и опорожнить вентилем 8 мерный бак 5.
  7. Устанавливая с помощью поворотного круга 10 против отверстия 9 поочередно внешний цилиндрический и конические (сходящийся и расходящийся) насадки, измерить для каждого из них расход воды  $Q$  и напор  $H$  (последний должен поддерживаться в опытах постоянным и равным напору при истечении из круглого отверстия).
  8. Результаты измерений записать в таблицу 2 (графы 5...7)
  9. Обработать опытные данные, выполнив все вычисления, предусмотренные таблицей 2.
  10. Построить расходные характеристики отверстия и насадков  $Q = f(H)$ .

11. Дать заключение по результатам работы.

### 3. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.5)

1. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий?
2. Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
3. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение?
4. Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется?
5. Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?
6. Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным?
7. Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
8. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
9. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
10. Какое уравнение лежит в основе формул для вычисления скорости истечения  $v$  и расхода жидкости  $Q$  при истечении из отверстий и насадков? Напишите и поясните это уравнение.

## Лабораторная работа 1.6

### Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе

#### 1. Цель работы:

Определить опытным путем величину повышения давления  $\Delta P_{оп}$  при прямом гидравлическом ударе в напорном трубопроводе, сравнить ее с величиной  $\Delta P$ , вычисленной по формуле Н. Е. Жуковского (см. формулу 1), и подсчитать относительное отклонение

$$\epsilon_{\Delta P} = \frac{|\Delta P - \Delta P_{оп}|}{\Delta P} \cdot 100\%$$

#### 2. Описание установки.

Установка (рисунок 1) состоит из горизонтального стального трубопровода 3, присоединенного к напорному резервуару 2, в котором уровень воды во время опытов поддерживается на постоянной отметке с помощью переливного устройства I.

В конце трубопровода 3 имеется вентиль 6 для регулирования скорости движения воды в нем, клапанный затвор 5, позволяющий практически мгновенно перекрывать трубопроводу пружинный манометр 4, с помощью которого измеряется давление в жидкости  $d_0$  и  $v$  момент закрытия затвора.

Для измерения расхода воды служит мерный бак 12 снабженный водомерной трубкой 9 со шкалой 10, и секундомер 8.



### **3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных**

1. Для наполнения установки водой откройте вентиль подачи воды, щелкнув по нему левой кнопкой мыши.
2. Кран изменения расхода регулируется левой и правой кнопками мыши.
3. Для перемещения камеры к манометру щелкните по нему левой кнопкой мыши.
4. Смещение камеры осуществляется клавишами со стрелками и наведением мыши к краям экрана.
5. Для закрытия/открытия клапанного затвора щелкните по нему левой кнопкой мыши.
6. Для перехода к замеру расхода щелкните левой кнопкой мыши по переливному устройству.
7. Возврат камеры в каждое предыдущее положение осуществляется щелчком правой кнопки мыши.

1. Измерить (рисунок 1) по манометру 4 давление в трубопроводе 3 до удара (при закрытом вентиле 6) и результаты измерения записать в таблицу 1.
2. Открыв (неполностью) вентиль 6, обеспечить пропуск по трубопроводу 3 некоторого расхода воды.
3. Измерить расход воды  $Q$  с помощью мерного бака 12 и секундомера 8. При этом измеряемый объем воды должен быть не менее 50 литров.
4. Перекрыть затвором 5 трубопровод 3 и измерить по манометру 4 величину максимального давления при ударе.
5. Записать в таблицу 1 полученные при измерениях данные.
6. Сделать еще два аналогичных опыта при других расходах воды.
7. Обработать опытные данные так, как указано в таблице 1.
8. Дать заключение по результатам работы.

#### *4. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.6)*

1. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
2. Прямой и не прямой гидравлический удар.
2. Что такое фаза удара?
3. Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
4. Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе.
5. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.

## **Лабораторная работа 1.7**

### **Изучение фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси**

#### **1. Цель работы:**

1. Убедиться в справедливости закона Дарси путём построения в масштабе (по данным пяти опытов) графиков зависимости скорости фильтрации  $v$  от градиента напора  $J$ , т.е. графиков  $v = f(J)$  для пяти видов песчаного грунта, отличающихся крупностью частиц (рис. 1).

2. Определить по графику  $v = f(J)$  для одного вида песчаного грунта (указанного преподавателем) среднюю величину коэффициента фильтрации  $k_f$  и указать её на графике (рис. 1).
3. Построить в масштабе по данным одного опыта, указанного преподавателем, эпюру напоров, т.е. график  $H = f(z)$  изменения напора  $H$  по пути фильтрации (рис. 2).

## 2. Описание установки.

Установка представляет собой выполненную из прозрачного органического стекла вертикальную колонну квадратного сечения с внутренними размерами 10x10 см, заполненную пятью слоями песчаного грунта различной крупности. Толщина каждого слоя однородного грунта – 10 см. На границах слоёв имеются штуцеры, к которым через резиновые шланги подсоединены стеклянные пьезометры (№ 1...6) для измерения напоров. Вода в колонну поступает из питающего бака по трубе. Для поддержания постоянного уровня воды над поверхностью грунта в установке (с целью обеспечения установившегося движения фильтрационного потока) имеется переливная трубка. Изменение в опытах величины градиента напора  $J$  (а следовательно и фильтрационного расхода  $Q$ ) достигается изменением высотного положения сливного устройства, соединённого гофрированным резиновым шлангом с нижней частью колонны. Измерение фильтрационного расхода воды  $Q$  осуществляется мерным сосудом с нанесённой на стенке шкалой (в  $см^3$ ). Время  $t$  заполнения профильтрованной водой нужного объема  $W$  отмеряется секундомером. Температура воды  $t$  °C измеряется термометром.

## 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

1. При наиболее высоком положении сливного устройства, провести опыт № 1: определить отметки уровней воды в пьезометрах, т.е. напоры  $H$  в точках 1...6 фильтрационного потока; измерить превышения  $z$  этих точек над плоскостью сравнения; измерить в мерном сосуде объем  $W$  воды, профильтровавшей через грунт, продолжительность наполнения объема  $t$  и температуру воды  $t$  °C. Полученные данные записать в табл.1.
2. Опустить сливное устройство на 5...10 см, и, выждав некоторое время, чтобы режим фильтрации установился, выполнить опыт № 2, измерив и записав в табл.1 те же величины, что и в опыте № 1.
3. Всего необходимо сделать пять опытов, опуская сливное устройство в каждом последующем опыте на 5...10 см.
4. Поднять сливное устройство в наиболее высокое положение и перекрыть кран на трубке питающего бака.
5. Обработать опытные данные и результаты обработки представить в виде табл.2.

6. Построить в масштабе по данным табл.2 график  $v = f(J)$  для всех пяти видов исследуемого грунта (рис.1), а по данным табл.1 – эпюру напоров  $H = f(z)$  для одного из опытов, указанного преподавателем (рис. 2)
7. Дать заключение по результатам работы.

### 11. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.7)

1. Напишите и поясните закон Дарси.
2. Напишите и поясните зависимость, связывающую скорость фильтрации с действительной средней скоростью движения жидкости в порах грунта.
3. Изобразите график  $v = f(J)$  и объясните, как с его помощью можно определить среднюю величину коэффициента фильтрации грунта?
4. Поясните, что такое коэффициент фильтрации?
5. Сформулируйте понятие градиента напора и поясните, как определяется его величина?
6. Изобразите эпюру напоров  $H = f(z)$  и дайте комментарий к ней. 7. Объясните, почему величина коэффициента фильтрации грунта зависит от температуры фильтрующей жидкости?
8. Как найти величину коэффициента фильтрации  $k$  грунта при  $10^\circ\text{C}$ , если известна его величина при температуре  $t$ , отличающейся от  $10^\circ\text{C}$ ?
9. От каких факторов зависит фильтрационная способность грунта?

## Лабораторная работа 1.8 Бр.

### Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления

#### 1. Цель работы:

1. Определение опытным путем потерь напора на преодоление сопротивления по длине трубопровода и на участках с местным сопротивлением.
2. Расчет коэффициентов местных потерь и коэффициентов Дарси.
3. Построение напорной и пьезометрической линий.

#### 3. Описание установки.

Вода из напорного бака поступает в трубопровод сопротивления, протекая через который сливается в канализацию.

Трубопровод сопротивления выполнен из труб диаметрами  $d_1 = 26 \cdot 10^{-3}$  м и  $d_2 = 16 \cdot 10^{-3}$  м и состоит из нескольких участков (рис. 4.2).

Измерение давлений производится пьезометрами в указанных на схеме сечениях. Расход жидкости через трубопровод измеряют с помощью ротаметра и регулируют вентилем. Опытные данные заносят в табл. 4.

Результаты расчетов скоростей, потерь всех видов и коэффициентов – в табл. 5.

Построение напорной и пьезометрической линий производится на отдельном листе бумаги (обязательно с применением масштаба). По оси абсцисс в масштабе изображается вытянутая в одну линию схема трубопровода сопротивления. На трубопроводе должны быть показаны места, в которых определяется напор. Эти места соответствуют положениям пьезометров на трубопроводе и помечаются прямыми вертикальными штрихпунктирными линиями, проведенными от оси трубопровода до пьезометрической линии.

По оси ординат, также в масштабе, откладывается значение полной удельной энергии (напора). Масштаб для пьезометрической высоты и скоростного напора должен быть одинаковым.

Построение пьезометрической линии производится нанесением на координатную плоскость точек, соответствующих удельной энергии давления в рассматриваемых сечениях трубопровода, и соединением соседних точек прямыми линиями. Местоположение точки определяется, с одной стороны, сечением трубопровода, для которого нужно изобразить напорную линию, с другой стороны, энергией давления потока. Если плоскость сравнения совпадает с осью трубопровода, то для нахождения точки нужно от оси трубопровода отложить вертикально вверх показание пьезометра  $h = p / \rho g$ . Для построения линии удельной полной энергии (напорной линии) необходимо отложить вертикально вверх от пьезометрической линии в том же масштабе значение скоростного напора, соответствующего данному сечению. Полученные точки необходимо соединить прямыми линиями.

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Лабораторная установка для измерения параметров и последующего построения напорной и пьезометрической линий трубопровода сопротивления изображена на рисунке 2.32.

Кнопкой "Пуск воды" запустите процесс заполнения напорного бака и труб водой. После наполнения бака до верхнего уровня переливной воронки, приступайте к открыванию вентиля. Управлять вентилем можно, как непосредственно левой кнопкой мыши, так и клавишами кейборда со стрелками "вверх" и "вниз". Управляя вентилем, необходимо добиться заданного преподавателем показания ротаметра, отсчёт производится по верхней кромке его поплавка. Наведением курсора на поплавок вызовите тарировочный график и определите по нему расход воды  $Q$ , см. рис.21. На графике по оси X отложите показания ротаметра, а по оси Y найдите соответствующий расход воды  $Q$ .

Передвигая с помощью мыши измерительную горизонтальную линию и совмещая её с верхней кромкой уровня воды в каждом пьезометре, определите по соответствующей шкале показания всех 9-ти пьезометров, см. рис.22. Для увеличения точности отсчёта, правой кнопкой мыши вызовите выпадающее меню и увеличьте общий масштаб "Zoom In". Добиваясь необходимой точности отсчёта, эту операцию можно повторить несколько раз, см. рис.23. Вернуться в обычный режим можно будет через то же меню по команде "Show All".

Показания пьезометров отражаются также в цифровом виде. Сравните их с полученными замерами. Сведите опытные данные в таблицу и приступайте к расчётам.

#### 12. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.8)

1. Как рассчитывается Полная удельная энергия жидкости в рассматриваемом сечении (напор) для установившегося потока;

2. Если удельная потенциальная энергия, израсходованная жидкостью на преодоление сопротивлений между первым и вторым сечениями, равна  $h_{тр}$ , то уравнение Бернулли, связывающее удельные полные энергии в этих двух сечениях, будет иметь вид:
3. Приведите формулы для расчета местных потери энергии и потери энергии по длине, от чего они зависят зависят;
4. Как связаны между собой удельная кинетическая и потенциальная энергии потока;
5. Как изобразить графически изменение удельной энергии жидкости;
6. Как называется Линия, соединяющая точки, соответствующие значениям суммы всех видов энергии;
7. Что такое линия полной удельной энергии или напорная линия;
8. Дайте определение напорной линии;
9. Дайте определение линией полной удельной энергии.
10. Дайте определение пьезометрической высоты (нарисуйте, приведите формулы);
11. Если плоскость сравнения рассматриваемого трубопровода совпадает с осью горизонтальной части трубопровода, чему будет равна величина  $Z$  во всех сечениях (нарисуйте, приведите формулы);
12. Определение средней скорости жидкости производится по формуле:
13. Удельная энергия, израсходованная на преодоление сопротивления в любом местном сопротивлении, может быть определена как:
14. Удельная энергия, израсходованная на преодоление сопротивления трения по длине, может быть определена для сечений 1 и 2 по формуле:
15. При определении  $h_m$  по уравнению кинетическая энергия рассчитывается по скорости, которой обладает поток:

## **Лабораторная работа 1.9**

### **Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды**

#### **1. Цель работы:**

1. Определение режима движения (расчет числа Рейнольдса).
  2. Установление зависимости гидравлического уклона от скорости:
    - а) построение графической зависимости  $\lg i = f(\lg v)$ ;
    - б) определение коэффициентов  $m$  и  $b$  аналитически и графически.
  3. Построение графической зависимости  $\lg \lambda = f(\lg Re)$ .
- Работа проводится на установке, схематически изображенной на рис. 2.40.

#### **2. Описание установки.**

Вода из напорного бака 1 при постоянном напоре поступает в прямой трубопровод 2 диаметром 16 мм, длиной 650 мм, в начале и конце которого установлены пьезометры 3 и 4.

Определение потери напора по длине трубопровода находится по разности показаний пьезометров в начале и в конце трубы. При движении воды в горизонтальной трубе постоянного диаметра скорость ее не меняется и из уравнения Бернулли:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{\text{дл}},$$

находим:

$$h_{\text{дл}} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g}.$$

Температуру воды измеряют и по табл. 8 находят значение кинематического коэффициента вязкости.

Для нахождения зависимости гидравлического уклона от скорости проводят 6 – 8 опытов, каждый из которых отличается величиной расхода. Для первого опыта устанавливают максимальный расход воды, измеряют при этом разность показаний пьезометров, затем расход несколько уменьшают прикрытием задвижки на трубопроводе и повторяют измерения, которые заносят в табл. 9.

Результаты опытов обрабатывают для получения уравнения, связывающего гидравлический уклон и среднюю скорость потока. Определение скорости потока производится по расходу и площади живого сечения, м/с:

$$v = \frac{Q}{S},$$

причем, расход находят объемным методом по показанию счетчика 5 протекающей воды, м<sup>3</sup>/с:

$$Q = \frac{V}{\tau}.$$

Для установления режима движения вычисляют число Рейнольдса:

$$Re = \frac{vd}{\nu}.$$

Опытные значения коэффициента Дарси определяют из формулы (2.8.3) после преобразования:

$$\lambda = \frac{2gh_{\text{дл}}d}{lv^2} = 2gd \frac{i}{v^2}.$$

Рассчитанные значения числа Рейнольдса и коэффициента Дарси используют для построения графика  $\lg \lambda = f(\lg Re)$ .

Гидравлический уклон вычисляют по формуле (2.8.1) и строят график зависимости  $\lg i = f(\lg v)$ , отложив по оси ординат значение  $\lg i$ , а по оси абсцисс –  $\lg v$ . Логарифмы уклона и скорости откладываются на осях в одинаковом масштабе. Полученный на графике ряд точек необходимо объединить одной прямой линией так, чтобы она была средней между ними.

Последующая задача состоит в определении значений коэффициентов  $m$  и  $b$  уравнения (2.8.6). При логарифмировании его получается уравнение прямой линии:

$$\lg i = \lg b + m \lg v. \quad (2.8.7)$$

Значения коэффициентов необходимо определить аналитическим и графическим методами.

В приведенном уравнении (2.8.7):  $\lg b$  – расстояние от начала координат до точки пересечения оси ординат с прямой;  $m$  – угловой коэффициент, равный тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс.

При аналитическом определении коэффициентов выбирают на прямой (на графике) произвольные две точки и находят их координаты. Записав координаты для первой точки  $\lg v_1$  и  $\lg i_1$ , для второй –  $\lg v_2$ ,  $\lg i_2$  составляют систему уравнений с двумя неизвестными –  $\lg b$  и  $m$  (рис. 2.41):

$$\lg i_1 = \lg b + m \lg v_1;$$

$$\lg i_2 = \lg b + m \lg v_2.$$

Решая уравнения, получим:

$$m = \frac{\lg i_1 - \lg i_2}{\lg v_1 - \lg v_2}; \quad \lg b = \lg i_1 - m \lg v_1.$$

По величине  $\lg b$  потенцированием найдем значение коэффициента  $b$ .

Все расчетные величины помещают в табл. 10.

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Внешний вид лабораторной установки для определения зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды приведен на рисунке 2.42.

Обратите внимание, что при каждом включении или после нажатия овальной кнопки “сброс” в работе устанавливается новая температура воды и значение кинематического коэффициента ее вязкости необходимо каждый раз пересчитывать в соответствии с табл. 8.

Кнопкой "Запуск воды" включается процесс заполнения напорного бака и горизонтальной трубы водой. После наполнения бака до верхнего уровня переливной воронки, следует приступить к открыванию главного вентиля.

Управлять вентилем можно, как непосредственно левой кнопкой мыши, так и клавишами кейборда со стрелками "влево" и "вправо". Управляя степенью открытия вентиля, Вы сможете увеличивать и уменьшать скорость протекания воды, соответственно будет изменяться скорость вращения счетчика расхода воды.

Так как при малой степени открытия вентиля преобладает ламинарный режим движения жидкости, работу рекомендуется начинать выполнять при полностью открытом вентиле, то есть при максимальном расходе воды. При этом потери на горизонтальном участке трубы также будут максимальны. Параметры трубопровода: диаметр - 16 мм, длина - 650 мм.

Показания дифференциального манометра необходимо считывать по специальной относительной шкале, перемещая левой кнопкой мыши измерительную линию и совмещая её с верхними уровнями жидкости в левой и правой трубках соответственно. Для повышения точности отсчёта, необходимо увеличивать изображение при помощи команды “Zoom In”, см. рис.2.44.

Счётчик (водомер) подсчитывает количество протекшей воды. Цифра сине-зелёного цвета имеет размерность 0,1 литра, например, цифра 8 сине-зелёного цвета будет означать, что протекло 0,8 литра. Группа красных цифр справа-налево имеет соответственно размерности: 1, 10 и 100 литров. Таким образом, если показания счётчика состоят из трёх красных цифр, например, 372 и сине-зелёной - 3, значит, на данный момент общий расход воды составляет 372,3 литра, рис. 2.44.

Для оценки расхода жидкости необходимо воспользоваться виртуальным секундомером, включённым в состав лабораторной работы. Обычно измеряют время, за которое протекает десять литров воды.

При этом пользоваться любым другим секундомером запрещается, ибо скорость воспроизведения ролика напрямую зависит от быстродействия конкретного компьютера и может весьма отличаться от реальной. Для обнуления секундомера достаточно навести указатель мыши на его показания, и кликнуть левой кнопкой, см. рис.2.43. Кроме того, секундомером можно управлять при помощи соответствующих клавиш кейборда в английской раскладке клавиатуры "Еп": пуск - клавиша "р", стоп - "s", обнулить - "о".

Последовательно прикрывая вентиль, проведите 7 - 8 замеров и занесите полученные данные в таблицу. Не забудьте внести в таблицу данные о температуре воды.

Далее переходите к вычислениям, заполните соответствующие ячейки итоговой таблицы и постройте необходимые графики.

#### 4. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.9)

1. Дайте определение гидравлическому уклону (приведите и объясните формулу, способы выражения единиц измерения);
2. Как зависят потери напора по длине потока от характеристики шероховатости стенок трубы?
3. Что называют ламинарным подслоем или пленкой?
4. При турбулентном движении в зависимости от того, как соотносятся размеры выступов шероховатости  $\Delta$  и толщина ламинарной пленки  $\sigma$ , все трубы подразделяются на три вида (приведите их, и охарактеризуйте каждый из них).
5. Какие трубы называются гидравлически шероховатыми?
6. Какую трубу называют Гидравлически гладкой трубой?
7. Дайте определение и приведите параметры промежуточного вида шероховатости трубы.
8. Толщина ламинарного слоя определяется по формуле:
9. При движении потока вдоль стенки с одинаковой высотой выступов толщина ламинарной пленки меняется....
10. Потери напора по длине определяются по формуле
11. При ламинарном движении в трубах коэффициент Дарси  $\lambda$  зависит от..... для круглых труб он равен:
12. Напишите и объясните уравнение Пуазейля:
13. При турбулентном режиме коэффициент Дарси может зависеть от
14. Дайте определение относительной шероховатости.
15. Дайте определение относительной гладкости.



16. В области гидравлически гладких труб коэффициент Дарси рассчитывается по формуле Блазиуса:
17. Формуле Блазиуса дает достоверные результаты при
18. Коэффициент Дарси в области гидравлически шероховатых труб (область квадратичного сопротивления или квадратичная область) зависит только от ...
19. Потери по длине в квадратичной области сопротивления рассчитываются по формуле:
20. При турбулентном движении путевые потери рассчитываются по общей формуле:

## **Лабораторная работа 1.10**

### **Определение коэффициентов расхода дроссельного прибора (диафрагмы) и водомера Вентури**

#### **1. Цель работы:**

1. Определить коэффициент дроссельного прибора диафрагмы  $\zeta$  и коэффициент расхода  $\mu$  водомера Вентури.
2. Построить тарифовочные графики обоих приборов, т.е. зависимости  $Q_d = f(\Delta H_d)$  и  $Q_v = f(\Delta H_v)$ .

#### **2. Описание установки.**

Регулирующим вентилем устанавливают расход жидкости через приборы. Записывают показания соответствующих данному прибору пьезометров и определяют расход жидкости. Данные заносят в табл. 12.

Далее изменяют расход жидкости с помощью того же вентиля и повторяют все измерения. Количество опытов должно быть не менее 8 ... 10. Все расчетные данные заносят в табл. 13.

Тарифовочные графики строят в масштабе на миллиметровой бумаге. Тарифовочные графики значительно упрощают контроль за расходом жидкости при использовании диафрагмы и водомера в технологическом процессе, так как исключают необходимость проведения расчетов.

#### **3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных**

Для ознакомления с устройством диафрагмы и водомера можно визуализировать их внутреннюю часть, для чего достаточно навести курсор на корпус соответствующего прибора.

Чтобы начать выполнять работу, кнопкой "Пуск воды", рис. 2.57 включите процесс заполнения напорного бака, горизонтальной трубы, диафрагмы, водомера Вентури, дифференциальных манометров и счетчика водой. Только после наполнения бака до верхнего уровня переливной воронки следует приступить к открыванию главного вентиля.

Управлять вентилем можно, как непосредственно левой кнопкой мыши, помещая курсор в треугольную зону указателя шкалы вентиля и перемещая его одновременно с нажатием на левую кнопку мыши, так и клавишами кейборда со стрелками "влево" и "вправо". Управляя степенью открытия вентиля, Вы сможете увеличивать и уменьшать скорость протекания воды через диафрагму и водомер Вентури, соответственно, будет изменяться скорость вращения счетчика расхода воды.

Так как при малой степени открытия вентиля преобладает ламинарный режим движения жидкости, работу рекомендуется начинать выполнять при полностью открытом вентиле, то есть при максимальном расходе воды, см. рис. 2.58. При этом потери в диафрагме и водомере Вентури также будут максимальны. Однако по показаниям дифференциальных манометров легко понять, что потери на участке диафрагмы существенно выше, чем в водомере Вентури.

Величину показаний дифференциальных манометров снимайте по соответствующим шкалам, перемещая левой кнопкой мыши нужную измерительную линию и совмещая её с верхними уровнями жидкости в левой  $\frac{P_1}{\rho g}$  и правой  $\frac{P_2}{\rho g}$  трубках.

Счётчик подсчитывает количество протекшей воды. Цифра сине-зелёного цвета имеет размерность 0,1 литра, например, цифра 8 сине-зелёного цвета будет означать, что протекло 0,8 литра. Группа красных цифр справа-налево имеет соответственно размерности: 1, 10 и 100 литров. Таким образом, если показания счётчика состоят из трех красных цифр, например, 267 и сине-зелёной - 5, значит на данный момент общий расход воды составляет 267,5 литра, см. рис. 2.58.

Для оценки расхода жидкости необходимо воспользоваться виртуальным секундомером, включённым в состав лабораторной работы. Обычно им замеряют время, за которое протекает десять литров воды. При этом пользоваться любым другим секундомером запрещается, ибо скорость воспроизведения ролика напрямую зависит от быстродействия конкретного компьютера и может весьма отличаться от реальной. Для обнуления секундомера достаточно навести указатель мыши на его цифровые данные, и кликнуть левой кнопкой. Кроме того, секундомером можно управлять при помощи соответствующих клавиш кейборда в английской раскладке клавиатуры "En": пуск - клавиша "p", стоп - "s", обнулить - "o".

Последовательно прикрывая вентиль, проведите 8 - 10 замеров дифференциального манометра  $\Delta H_d$  и соответствующего ему объёма  $V$  протекающей воды за время  $t$  в опыте с диафрагмой и занесите полученные данные в табл. 10.1. Затем повторите те же измерения  $\Delta H_v$  для водомера Вентури. Причём, учтите, что показания дифференциального манометра и скорость протекания воды для диафрагмы необходимо измерять в диапазоне от 0.7 до 0.2 степени открытия вентиля (ориентируйтесь по шкале вентиля), а показания дифференциального манометра и соответствующая им скорость протекания воды для водомера Вентури необходимо измерять в диапазоне от 1.0 до 0.4 степени открытия вентиля.

Далее переходите к вычислениям, заполните соответствующие ячейки таблицы 10.2 и постройте необходимые тарировочные графики.

#### 4. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.10)

1. Нарисуйте и поясните принцип работы диафрагмы, и водомера Вентури;
2. Примените уравнение Бернулли к сечениям 1 и 2, диафрагмы;
3. Примените уравнение Бернулли к сечениям 1 и 2, водомера Вентури;
4. Коэффициент кинетической энергии  $\alpha$  учитывает... и представляет собой...;
5. Напишите (выведите формулу) для определения расхода жидкости через диафрагму в промышленных условиях;
6. Напишите (выведите формулу) для определения расхода жидкости через водомер Вентури в промышленных условиях.

## **Лабораторная работа 2.1** **Параметрические испытания центробежного насоса**

### **1. Цель работы:**

- 1). Изучить работу насосной установки с центробежным насосом.
- 2). Освоить методику параметрических испытаний центробежного насоса.
- 3). Получить характеристику центробежного

насоса.

## 2. Описание установки.

Для испытания насосов используются установки с открытой или закрытой циркулирующей жидкости. На рис. 2.2 приведена лабораторная установка открытого типа. Она состоит из центробежного насоса 1 с электродвигателем 11, всасывающего трубопровода 3 с обратным клапаном 2, напорного трубопровода 7 с задвижкой 8, напорного резервуара 4 и контрольно-измерительной аппаратуры 5, 6 и 9-14.

Контрольно-измерительная аппаратура служит для замера:

- подачи жидкости (диафрагма 5 и ртутный дифференциальный манометр 6);
- давления на выходе из насоса (манометр 10);
- вакуума на входе в насос (вакуумметр 9),
- крутящего момента на валу насоса (балансирный электродвигатель 11 с рычагом 14 и весами 13);
- частоты вращения вала электродвигателя (тахометр 12)

Для заливки водой насоса и всасывающего трубопровода последний соединяется с вакуумным насосом, который создает необходимый вакуум во всасывающем трубопроводе 3 перед пуском насоса. Под разностью давлений на свободной поверхности воды в приемном резервуаре и во всасывающем трубопроводе 3 открывается клапан 2 и вода заполняет трубопровод и насос.

## 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

1. При закрытой задвижке 8 залить водой всасывающий трубопровод 3 и насос 1, а затем включить насос.
2. При режиме работы насоса, когда ( $Q = 0$ ) снять показания дифференциального манометра 6, вакуумметра 9, манометра 10, весов 13 и тахометра 12.
3. Создать не менее восьми различных режимов работы насоса с помощью задвижки 8, обеспечивая различную подачу вплоть до  $Q_{\max}$ . При каждом режиме снимать показания приборов, перечисленных в п. 2. Результаты замеров записать в табл. 2.1.

Вычислить параметры, необходимые для построения напорной и энергетической характеристик

1. Для вращения камеры наведите мышь на свободную область (НЕ на установку), нажмите левую кнопку мыши, и осуществляйте перемещение мыши – камера будет вращаться вокруг установки. Приближение/отдаление камеры осуществляется с помощью колеса прокрутки мыши.
2. Для выбора марки центробежного насоса щелкните по нему левой кнопкой мыши. В появившемся списке выберите одну из 6 предложенных марок насосов.
3. Для запуска/остановки двигателя щелкните левой кнопкой мыши по пульту на передней стороне двигателя.

4. Для приближения камеры к основным элементам установки (измерительным приборам, дифференциальному манометру, весам и пр.) щелкните по ним левой кнопкой мыши. Для возврата камеры в исходное положение используйте правую кнопку мыши.
5. Вентиль изменения расхода регулируется левой и правой кнопками мыши.
6. Для возврата установки в исходное состояние используйте соответствующую кнопку в правом верхнем углу экрана.

$$\text{Подачу насоса } Q \text{ по формуле } Q_{on} = C\sqrt{h}, \quad \frac{L^3}{T} \quad (2.10)$$

где  $C$ - постоянная диафрагмы  $L^{2.5} / T$ ;

$h$  - перепад давлений по дифманометру  $б, мм. рт. ст.$

Напор насоса  $H_{on}$ - по формуле (2.5), в которой средние скорости движения жидкости в напорном и всасывающем трубопроводах равны:

$$v_i = \frac{4Q_{ii}}{\pi d_i^2} \quad v_B = \frac{4Q_{ii}}{\pi d_a^2} \quad (2.11)$$

Здесь  $Q_{on}$ - подача насоса,  $м^3/с$ ;

$d_n, d_b$ ,- диаметры напорного и всасывающего трубопроводов,  $м$ . Мощность насоса  $N_{on}$  - по формуле:

$$N_{ii} = M\omega = (F - F_0)L \frac{\pi n_{ii}}{30} \quad \text{вт} \quad (2.12)$$

где  $M$ - крутящий момент на валу насоса,  $Н. м$ ;

$\omega$ - угловая скорость вала насоса,  $рад/с$ ;

$F$ - показания весов,  $Н$ ;

$F_0$ - показания весов при отключенном насосе,  $Н$ ;

$L$ - длина

рычага,  $м$ ;

$n_{on}$ - частота вращения вала насоса,  $об/мин$ .

Поскольку при каждом режиме работы частота  $n_{on}$  может отличаться от номинальной  $n_n$ , подачу  $Q_{on}$ , напор  $H_{on}$  и мощность  $N_{on}$  необходимо привести к величине  $n_n$  по формулам подобия:

$$Q = Q_{ii} \frac{n_i}{n_{ii}}; \quad \dot{I} = \dot{I} \left( \frac{n_i}{n_{ii}} \right)^2; \quad N = N_{ii} \left( \frac{n_i}{n_{ii}} \right)^3 \quad (2.13)$$

Если  $n_{on} = n_n$ , то  $Q = Q_{on}$ ;  $H = H_{on}$ ;  $N = N_{on}$ .

Полезную мощность и КПД насоса вычислить по формулам (2.4) и (2.5).

5. По данным табл. 2.1 построить графические зависимости  $H = f(Q)$ ,  $N = f(Q)$ ;  $\eta = f(Q)$ .

Результаты вычислений записать в табл. 2.1.

Программа позволяет:  
снять показания манометра, вакуумметра весов, тахометра и дифференциального манометра, необходимых для получения следующих основных технических показаний насоса: напора, подачи, КПД, частоты вращения, мощности по известным методикам.

Для получения характеристик насоса необходимо:

- создать не менее 8-10 режимов работы насоса с помощью задвижки, открытие которой изменяется от 0 (min) до 1,0 (max);
- при каждом режиме снять показания приборов, перечисленных выше;
- по известным методикам вычислить параметры, необходимые для построения напорной и энергетических характеристик.

Для данной установки:

Постоянная диафрагмы  $C = 0,7$

$D_v = D_n = 60$  мм

Длина рычага  $L = 0,716$  м,  $y = 0,34$  м

Показания весов при отключенном  $F_0 = 0$  н

### 3. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 2.1)

1. Назовите технические показатели насоса.
2. Что такое подача насоса, идеальная подача и как она определяется при испытаниях?
3. Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов?
4. Что такое мощность насоса и полезная мощность?
5. Что такое КПД насоса? Какие потери учитывает КПД насоса и его связь с другими КПД?
6. Что называется характеристикой насоса?
7. Что называется полем насоса Q-N и связь его с КПД насоса?
8. Показания каких приборов необходимо знать для определения мощности насоса и

полезной мощности?

Как изменяются подача, напор и мощность насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса?

## **Лабораторная работа 2.2**

### **Кавитационные испытания центробежного насоса**

#### **1. Цель работы:**

1. Убедиться на практике в существовании явления кавитации в центробежном насосе, и уяснить причины ее возникновения.
2. Освоить методику кавитационных испытаний центробежного насоса.
3. Получить в результате испытаний кавитационную характеристику насоса

#### **2. Описание установки.**

Установка с замкнутой схемой циркуляции жидкости (рис.2.16) включает в себя: испытуемый центробежный насос 1, бак 3,

всасывающий 2 и нагнетательный 6 трубопроводы, задвижку 5, вакуумный насос 4, контрольно-измерительную аппаратуру (манометр 9 и вакуумметр 8, диафрагму с подключенным к ней дифференциальным манометром 7, ватт-метр 10 и тахометр 11).

Выбор марки насоса:

№	Марка насоса
1	К 18/8 (1,5 К 6)
2	К 20/30 (2 К 6)
3	К 20/18 (2 К 9)
4	К 45/55 (3 К 6)
5	К 45/30 (3 К 9)
6	К 90/85 (4 К 6)

1. Для вращения камеры наведите мышь на свободную область (НЕ на установку), нажмите левую кнопку мыши, и осуществляйте перемещение мыши – камера будет вращаться вокруг установки. Приближение/отдаление камеры осуществляется с помощью колеса прокрутки мыши.
2. Для выбора марки центробежного насоса щелкните по нему левой кнопкой мыши. В появившемся списке выберите одну из 6 предложенных марок насосов.
3. Для запуска/остановки двигателя щелкните левой кнопкой мыши по пульту на передней стороне соответствующего двигателя.
4. Для приближения камеры к основным элементам установки (стрелочным измерительным приборам, дифференциальному манометру и пр.) щелкните по ним левой кнопкой мыши. Для возврата камеры в исходное положение используйте правую кнопку мыши.
5. Вентиль изменения расхода регулируется левой и правой кнопками мыши.
6. Для возврата установки в исходное состояние используйте соответствующую кнопку в правом верхнем углу экрана.

### 3. Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Для получения частных кавитационных характеристик: Частные кавитационные характеристики  $H = f(\Delta h)$  следует получить для минимальной, номинальной и максимальной подач насоса.

С этой целью необходимо:

1. Включить насос 1 и обеспечить заданную подачу задвижкой 5.
2. Уменьшать ступенчато давление на входе в насос, включением вакуумного насоса 4, начиная с давления, заведомо исключающего кавитацию, и заканчивая при резком падении напора, обеспечивая при этом  $Q_i = \text{const}$  и снимая на каждой ступени показания манометра 9, вакуумметра 8, дифманометра 7 и тахометра 11. Результаты измерений записать в табл. 2.3.
3. Вычислить параметры, необходимые для построения частной кавитационной характеристики: напор насоса  $H$ - по формуле (2.2); подачу насоса  $Q$ - по формуле (2.9); кавитационный запас  $\Delta h_{on}$  по формуле (2.17).

Если в опытах частота вращения  $n_{on}$  отличается от номинальной  $n_n$  более чем на 0,5%,

кавитационный запас  $\Delta h_{он}$  необходимо привести к  $n_n$  по формуле (2.18). Если же  $n_{он}$  отличается от  $n_n$  менее чем на 0,5%, принять  $\Delta h = \Delta h_{он}$ .

4. Результаты вычислений записать в табл. 2.3 и построить по ним частные кавитационные характеристики (см. рис. 2.5).

Для получения кавитационной характеристики  $\Delta h_{дон} = f(Q)$  необходимо:

По каждой частной кавитационной характеристике  $H_i = f(\Delta h)$  определить допускаемый кавитационный запас  $\Delta h_{дон} = A \Delta h_{кр}$ , предварительно

1. определив критический кавитационный запас  $\Delta h_{кр}$  по падению напора на 2% на кривой  $H_i = f(\Delta h)$  и коэффициент кавитационного запаса  $A = f(\Delta h_{кр})$  из табл. 2.4.

Таблица 2.4

$\Delta h_{кр}$ , м	0-2.5	3	4	6	7	8	10	12	$\geq 14$
A	1.3	1.25	1.2	1.13	1.1	1.09	1.08	1.07	1.06

Результаты расчетов свести в табл. 2.5 и построить по данным этой таблицы кавитационную характеристику  $\Delta h_{дон} = f(Q)$  (см. рис. 2.4).

Программа имитирует работу насоса в режиме параметрических испытаний.

Программой предусмотрено:

- выбор марки испытуемого насоса (выбор из предлагаемого ряда или введение параметров любого насоса)
- проведение испытаний выбранного насоса

Программа позволяет:

снять показания манометра, вакуумметра, тахометра и дифференциального манометра, необходимых для получения следующих основных технических показаний насоса: напора, подачи, частоты вращения, кавитационного запаса по известным методикам.

Для получения характеристик насоса необходимо:

- создать не менее трех различных режимов работы насоса с помощью задвижки, открытие которой изменяется от 0 (min) до 1,0 (max);
- при каждом открытии задвижки снять показания приборов, последовательно устанавливая вакуумметрическое давление на поверхности резервуара от  $P_{вак.} = 0$ , до  $P_{вак.} = 0,8 - 0,95$  атм. (режим кавитации);
- по известным методикам вычислить параметры, необходимые для построения частных кавитационных и кавитационной характеристик.

Для данной установки:

Постоянная диафрагмы  $C = 0,4$ ;

$y = 1,6$  м

$D_{вс} = D_n = 50$  мм

$P_{атм.} = 1$  бар

$t = 15$  °С

#### 4. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 2.2)

1. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки?

2. Что называется кавитационным запасом  $\Delta h$  и как его определить при испытаниях?
3. Что называется критическим кавитационным запасом  $\Delta h_{кр}$ ?
4. Что называется допусаемым кавитационным запасом  $\Delta h_{доп}$ ?
5. Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?
6. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией?
7. Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически?
8. Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?
9. Порядок работы при снятии частной кавитационной харак
10. Как получают кавитационную характеристику центробежного насоса?

**3.6 Вопросы к экзамену по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»**  
(четвертый семестр)

№ п/п	Вопросы	Код компетенции, направление 21.05.06
1	Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорно движение, гидравлический радиус). ОПК-1	ОПК-2
2	Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. Уравнение неразрывности.	
3	Что такое кавитация, каковы её внешние признаки?	
4	Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.	
5	Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.	
6	Что называется кавитационным запасом $\Delta h$ и как его определить при испытаниях?	
7	Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?	ОПК-2
8	Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?	
9	Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?	
10	Что называется критическим кавитационным запасом $\Delta h_{кр}$ ?	
11	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.	
12	Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?	
13	Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.	ОПК-2



14	Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.	
15	Как называется коэффициент $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?	
16	Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.	
17	Что называют относительным покоем жидкости?	ОПК-2
18	Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха.	
19	Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов $\lambda$ и $\xi$ .	
20	Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?	
21	Что характеризуют коэффициенты $\lambda$ и $\xi$ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?	
22	Объясните, что такое $\Delta_s$ и $\Delta_s/d$ , как найти величину $\Delta_s$ при гидравлических расчетах.	
23	Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией?	ОПК-2
24	Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).	
25	Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.	
26	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.	
27	Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?	
28	Сформулируйте понятия гидравлического удара.	ОПК-2
29	Прямой и непрямой гидравлический удар.	
30	Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?	
31	Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?	
32	Скоростная трубка и трубка Пито?	
33	Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?	
34	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?	ОПК-2
35	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.	
36	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? Объясните, что такое $\Delta_s$ и $\Delta_s/d$ , как найти величину $\Delta_s$ при гидравлических расчетах. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.	

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? 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?	ОПК-2
39	Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.	
40	Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.	ОПК-2
41	Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?	
42	Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ). Расходомер Вентури, принцип действия.	
43	Гидравлические сопротивления. Вязкость жидкости. Законы внутреннего трения.	
44	Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный).	
45	Порядок работы при снятии частной кавитационной характеристики. Как находят кавитационную характеристику центробежного насоса?	ОПК-2

**Образец билета к экзамену по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»**

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<b><u>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</u></b>
<b>Билет № 1</b>	
<b>1.</b>	Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
<b>2.</b>	Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
<b>3.</b>	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?
<b>4.</b>	Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	

Контрольно- измерительный материал  
по учебной дисциплине

**«ГИДРАВЛИКА И НЕФТЕГАЗОВАЯ ГИДРОМЕХАНИКА»**

**Направление подготовки**

21.05.06 - «Нефтегазовые техника и технологии»

**Направленность (специализация):**

«Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений»

**Квалификация**

Горный инженер (специалист)

Составитель (и) А.А. Джамалуева

## Практические работы дисциплина «Гидрогазодинамика» (5 семестр) 17 ч.

### Практическая работа №1 (2ч.)

#### Изучение темы «Основные физические свойства жидкости».

Пояснение понятий и определений: «Идеальная жидкость». «Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Плотность, удельный вес, удельный объем, Объемное сжатие. Температурное расширение. Упругость паров, Поверхностное натяжение (капиллярность). Вязкость жидкости. Коэффициент динамической вязкости. Коэффициент кинематической вязкости.

#### Решение практических задач:

**Задача №1.** Определить объем воды, который необходимо дополнительно подать в водопровод диаметром  $d = 250$  мм и длиной  $\ell = 800$  м для повышения давления до  $\Delta P = 4 \cdot 10^6$  ПА. Деформацией трубопровода пренебречь.

**Задача №2.** Определить на сколько изменится уровень нефти в цилиндрическом резервуаре при изменении температуры от  $t_1 = 15^\circ \text{C}$  до  $t_2 = 45^\circ \text{C}$ . Плотность нефти  $\rho_{20^\circ} = 850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Коэффициент температурного расширения нефти  $\beta_t = 0,000818 \frac{1}{^\circ \text{C}}$ . Начальный уровень нефти  $H_n = 10$  м. (см.рис. 1.).

**Задача №3.** Теплоснабжение района осуществляется по двухтрубному трубопроводу (рис.2) с внутренним диаметром труб  $d_v = 400$  мм длиной  $\ell = 4000$  м. Расход сетевой воды  $V_c = 500$   $\text{м}^3/\text{ч}$ . Расход подпиточной воды при температуре воды в сети  $95^\circ \text{C}$   $V_{п.в.} = 5$   $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Определить расход подпиточной воды, если в течение 1ч производится равномерное повышение температуры в теплообменнике (Т) от  $70$  до  $95^\circ \text{C}$  при неизменном давлении в сети.

**Задача №4.** Определить коэффициент динамической вязкости нефтепродукта с условной вязкостью  $5^0$  ВУ. Плотность нефтепродукта принять равной  $850 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

#### Контрольные вопросы

1. Что такое гидравлика, аэродинамика, механика жидкости и газа?
2. Назовите основные физические свойства капельных жидкостей
3. Какая связь существует между плотностью и удельным весом жидкости?
4. Укажите их размерность в системе СИ.
5. Какую жидкость называют идеальной?
6. В чем смысл гипотезы вязкого трения Ньютона?

7. Какова связь между динамическим и кинематическим коэффициентами вязкости жидкости?
8. Каков физический смысл коэффициента динамической вязкости?
9. В чем отличие ньютоновской жидкости от неньютоновской?
10. Что называют плотностью жидкости?
11. Что называют удельным весом жидкости?
12. Что называют температурным расширением жидкости?
13. Что называют сжимаемостью жидкости?
14. Как зависит сжимаемость жидкости от давления?
15. Что называют вязкостью жидкости?
16. Как зависит испаряемость жидкости от давления и температуры?
17. Каково общее свойство капельных и газообразных жидкостей и что является их отличительным признаком?
18. Что такое вязкость жидкости? Какими коэффициентами она характеризуется?
19. В чем состоит сущность закона вязкости Ньютона?
20. Какими приборами определяется вязкость жидкости? Что такое условная вязкость?
21. Как изменяется кинематическая вязкость жидкостей и газов при изменении температуры?
22. Что такое идеальная и реальная жидкости?
23. Что называется гидростатическим давлением? В каких единицах оно измеряется?

## **Практическая работа №2 (2ч.)**

### **Изучение темы «Гидростатика, гидростатическое давление».**

Атмосферное давление, *избыточное* или *манометрическое*, давление, вакуум. Силы давления на жидкость. Основные понятия о гидростатическом давлении. Сила давления атмосферного воздуха или поршня на поверхность жидкости. Сила тяжести. Силы инерции, центробежная, центростремительная и т.п.

Условия равновесия (покоя) жидкости. Поверхностные силы (силы давления на свободную поверхность жидкости). Массовые силы (силы тяжести).

Абсолютное единичное гидростатическое давление в точке жидкости. Единичное гидростатическое давление. Избыточное давление, абсолютное давление. Два основных свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Определение давления и плотности жидкости. Соотношения между единицами давления.

**Задача №5.** В начале U-образную трубку налили ртуть, а затем в одно колено трубки – воду, а в другое – бензин ( см. рис.3). При совпадении верхних уровней бензина и воды высота столба воды равна 43см. Определить разность уровней ртути. Плотность ртути  $\rho_{рт} = 13600 \text{ кг/м}^3$ , плотность бензина  $\rho_б = 700 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача №6.**

Определить кинематический коэффициент вязкости жидкости, имеющей состав: 70% мол. кислорода и 30% мол. азота при  $T=84 \text{ К}$  и  $p_{абс}=1 \text{ атм}$ . Считать кислород и азот нормальными жидкостями. Вязкость кислорода:  $\mu_1=22,6 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$  ;

азота:  $\mu_2=11,8 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$  Плотность жидкого кислорода:  $\rho_1=1180 \text{ кг/м}^3$

азота:  $\rho_2=780 \text{ кг/м}^3$

**Задача №7.**

Вычислить динамический коэффициент вязкости суспензии бензидина в воде, если в чан загружено на  $10 \text{ м}^3$  воды 1 т бензидина. Температура суспензии  $20^\circ\text{C}$  относительная плотность твердой фазы 1,2.

**Задача №8.** При гидравлическом испытании трубопровода диаметром  $d = 200 \text{ мм}$  и длиной  $250 \text{ м}$  давление в трубе было повышено до 3 МПа. Через час давление снизилось до 2 МПа. Сколько воды вытекло через неплотности?

**Контрольные вопросы**

1. Каковы основные свойства гидростатического давления?
2. Какими приборами измеряется гидростатическое давление?
3. Что такое пьезометрическая высота, пьезометрический напор?
4. В чем состоит сущность закона Паскаля? Приведите примеры практического использования закона Паскаля.
5. Что такое эпюра гидростатического давления? Приведите примеры построения Эпюр на плоские и криволинейные поверхности.
6. Напишите формулу для определения силы давления жидкости на горизонтальное дно. Гидростатический парадокс.
7. Какие жидкости относятся к аномальным?
8. В чем отличие аномальных жидкостей от ньютоновских?
9. Что характеризует испаряемость жидкости?
10. От чего зависит растворимость газов в жидкости?
11. Что такое коэффициент растворимости?
12. При каких условиях происходит выделение газа из жидкости?

## **Практическая работа №3 (2ч.)**

### **Изучение темы : Приборы и методы измерения давления**

Стрелочные манометры мембранного и сильфонного типов. Жидкостной манометр (пьезометр). Определение высоты жидкости в пьезометре. Ртутный пьезометр. Дифференциальный (разностный) манометр. Поверхности равного давления (уровня). Эпюры гидростатического давления.

Выполнение практической работы: Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах

Цель работы:

1. Определить цену деления стрелочного манометра в атмосферах,  $\text{кг/м}^2$ , м вод. ст., мм рт. ст, Па, учитывая, что манометр имеет сто элементарных делений.
2. Определить плотность второй жидкости, считая, что в левом дифференциальном пьезометре – вода.

Правила и порядок выполнения виртуальной работы

В данной работе требуется определить плотность жидкости в правом пьезометре и цену деления механического манометра, учитывая, что в левом пьезометре вода.

Замеры высот столбиков жидкостей в дифференциальных пьезометрах проводятся при помощи горизонтальной линии плоскости АВ и измерительной линейки, рис. 2.10. И плоскость, и линейка перемещаются по экрану с помощью левой кнопки мыши, кроме того, линейка может перемещаться клавишами со стрелками «влево», «вправо», «вверх», «вниз», также расположенными на клавиатуре.

**Оборудование и приборы:**

Две и образные дифференциальные трубки, манометр для измерения давления дозировочный насос, ресивер, линейка для измерения уровня жидкости.

### **Задача №9.**

Цилиндрический сосуд диаметром 20 см наполнен водой до верха. Определить высоту цилиндра, если сила давления на дно и боковые стенки цилиндра одинакова.

Вакуумметр на барометрическом конденсаторе показывает вакуум, равный 600 мм рт.ст. Атмосферное давление 748 мм рт.ст.

Определить:

- а) абсолютное давление в конденсаторе в Па и в  $\text{кгс/см}^2$ ;

б) на какую высоту  $H$  поднимается вода в барометрической трубе?

### **Задача №10.**

Тонкостенный цилиндрический сосуд массой 100г и объемом  $300\text{см}^3$  ставят вверх дном на поверхность воды и медленно опускают его вглубь таким образом, что он все время остается вертикальным. На какую минимальную глубину надо погрузить стакан, чтобы он не всплыл на поверхность? Атмосферное давление  $p_0=10^5$  Па.

### **Задача №11.**

Вес камня в воздухе 49Н. Найти вес этого камня в воде, если его плотность равна  $2500\text{ кг/м}^3$ , а плотность воды  $1000\text{ кг/м}^3$ .

### **Задача №12.**

На поверхности воды плавает полый деревянный шар так, что в воду погружена  $1/5$  часть его объема. Радиус шара 1см. Плотность дерева  $840\text{ кг/м}^3$ . Найти объем полости в шаре.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется полным (абсолютным) давлением (показать схематически)?
2. Что называется избыточным давлением и вакуумом?
3. Что называется пьезометрическим и гидростатическим напором?
4. Раскрыть энергетическую сущность основного уравнения гидростатики.
5. Сформулируйте закон Паскаля.
6. Какие гидравлические устройства основаны на законе Паскаля?
7. По каким формулам определяется сила давления и центр давления на цилиндрические поверхности?
8. Что такое тело давления? Как определяется тело давления при отсутствии свободной поверхности ?
9. Как определяется давление жидкости в круглой трубе?
10. По какой формуле определяется сила гидростатического давления жидкости на колено трубы?
11. Свойства гидростатического давления?
12. Назовите виды гидростатического давления. В каких единицах системы СИ оно измеряется?
13. Каковы соотношения между абсолютным давлением, вакуумметрическим и избыточным?
14. Укажите уравнение равновесия жидкости в поле земного тяготения.
15. Что такое поверхность равного давления (поверхность уровня)?



16. Какова форма поверхности равного давления при абсолютном покое жидкости, в случае движения сосуда по горизонтальной поверхности с ускорением, при вращении сосуда вокруг вертикальной оси?
17. Какими приборами измеряют давление жидкости?
18. Какие виды пьезометров существуют? Для чего они предназначены?
19. Чем отличается гидростатический напор от пьезометрического?

#### **Практическая работа №4 (2ч.)**

**Изучение темы:** Гидростатические машины. Гидравлический пресс.

Гидроаккумулятор

**Задача №13** Определить сжимающее усилие, развиваемое гидравлическим прессом, если диаметр большого поршня = 400мм, диаметр малого поршня  $d = 40$ мм, длина рычага  $\ell = 1000$ мм, расстояние от шарнира рукоятки до опоры на малый поршень  $a = 125$ мм. Усилие, прилагаемое к свободному концу рычага  $P = 300$  Н. Весом поршней пренебречь. КПД гидравлического пресса принять равным 0,8.

**Задача №14.** Определить усилие, которое развивает гидравлический пресс, имеющий  $d_2 = 250$  мм,  $d_1 = 25$  мм,  $a = 1$ м и  $b = 0,1$ м, если усилие, приложенное к рукоятке рычага рабочим,  $N = 200$  Н, а КПД равен 0,8.

**Задача №15.** Гидромультипликатор (рис 2.11) служит для повышения давления  $p_1$ , передаваемого насосом или аккумулятором давления. Определить давление  $p_2$  при следующих данных:  $G = 300$  кг,  $D = 125$  мм,  $p_1 = 10$  кг/см<sup>2</sup>,  $d = 50$  мм. Силами трения в уплотнениях пренебречь.

**Задача №16.** Определить  $h_{\text{вак}}$  и построить эпюры вакууметрического и абсолютного давлений на стенку водяного вакууметра, если  $p_{\text{абс}} = 0,85 \cdot 10^5$  Па, а в нижнем резервуаре вода.

**Задача №17.** Определить показания жидкостного манометра, присоединенного к резервуару с водой, на глубине  $h = 1$  м, если по показаниям пружинного манометра давление  $p_m = 0,25 \cdot 10^5$  Па (рис. 2.13).

**Изучение темы:** Плавание тел. Закон Архимеда.

Выталкивающая сила. Действие сил на тело, полностью погруженное в жидкость. Равнодействующая сила гидростатического давления. Объем погруженного тела в жидкость.

Вес жидкости в объеме погруженного тела. Обеспечение равновесия тела, погруженного в жидкость. Равновесия неоднородных тел, погруженных в жидкость.

**Задача №18.** Определить силу, точку приложения и направление ее действия, если вода действует на затвор диаметром  $D = 2$  м, шириной  $B = 3$  м (рис. 2.26).

**Задача №19.** Определить плотность шара  $\rho$ , плавающего в сосуде, при полном погружении, если центр тяжести шара лежит в плоскости раздела жидкостей  $\rho_1 = 1000$  кг/м<sup>3</sup> и  $\rho_2 = 1200$  кг/м<sup>3</sup> (рис.2.27).

**Задача №20.** Определить минимально необходимый диаметр шарового поплавка, обеспечивающего автоматическое закрытие клапана при наполнении резервуара, если вода под давлением  $p = 24,5 \cdot 10^5$  Па заполняет резервуар через трубу диаметром  $d = 15$  мм, при  $a = 15$  мм и  $b = 500$  мм. Собственной массой рычага, клапана и поплавка пренебречь (рис. 2.28).

(М.Я. Кордон, В.И. Симакин, И.Д. Горешник Гидравлика)

### Контрольные вопросы

1. Что называется поверхностью уровня (поверхностью равного давления)?
2. Перечислите свойства поверхности уровня.
3. Что представляет собой поверхность уровня в поле сил тяготения?
4. Раскрыть физический смысл членов, входящих в основное дифференциальное уравнение гидростатики.
5. Раскрыть физический смысл членов, входящих в основное интегральное уравнение равновесия.
6. Что называется полным (абсолютным) давлением (показать схематически)?
7. Что называется избыточным давлением и вакуумом?
8. Что называется пьезометрическим и гидростатическим напором?
9. Раскрыть энергетическую сущность основного уравнения гидростатики.
10. Сформулируйте закон Паскаля.
11. Какие гидравлические устройства основаны на законе Паскаля?
12. По каким формулам определяется сила давления и центр давления на цилиндрические поверхности?
13. Что такое тело давления? Как определяется тело давления при отсутствии свободной поверхности?
14. Как определяется давление жидкости в круглой трубе?

15. По какой формуле определяется сила гидростатического давления жидкости на колесо трубы?
16. Как формулируется закон Архимеда?
17. Что такое остойчивость плавающего тела?
18. Что называется метацентром и метацентрическим радиусом?

## **Практическая работа №5 (6ч.)**

### **Изучение темы: Давление жидкости на плоские и ограждающие поверхности**

Давление жидкости на плоскую горизонтальную поверхность. Величина силы гидростатического давления на плоскую горизонтальную поверхность. Точка приложения силы гидростатического давления на плоскую горизонтальную поверхность. Гидростатический парадокс.

Величина силы гидростатического давления на произвольно ориентированную плоскую поверхность. Точка приложения силы гидростатического давления на произвольно ориентированную плоскую поверхность. Центр тяжести смоченной поверхности. Центр давления. Эксцентриситет. Линия уреза.

Величина суммарной (результатирующей) силы гидростатического давления на плоскую вертикальную поверхность при действии нескольких разнородных жидкостей. Точка приложения суммарной силы гидростатического давления на плоскую вертикальную поверхность при действии нескольких разнородных жидкостей.

Величина силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Величина горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Линия действия горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Величина вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Тело давления. Пьезометрическая плоскость. Теорема Гюльдена. Линия действия вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Точка приложения силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что величина силы гидростатического давления на дно сосуда зависит от плотности жидкости, высоты заполнения сосуда и площади дна сосуда, но не зависит от формы и объема сосуда. Знать, как определяется сила гидростатического давления, действующая на поверхность со стороны газа. Изучить определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления, воспринимаемого криволинейной поверхностью, отдельные части которой нависают друг над другом.

**Задача №21.** Определить усилие  $N(n)$ , которое необходимо приложить к крышке в точке  $k$ , перекрывающей прямоугольное отверстие в плоской стенке резервуара (рис. 15), если размеры отверстия  $B = 30$  см,  $H = 20$  см, расстояние от верхней кромки отверстия до свободной поверхности воды  $a = 120$  мм, расстояние между точкой  $k$  и осью шарнира  $OO - l = 250$  мм, показание манометра, установленного на верхней крышке резервуара,  $p_m = 0,2$  ат.

**Задача №22.**

Определить силу давления воды  $P$  (кн) на цилиндрическую стенку резервуара (рис. 18), а также угол наклона к горизонту линии действия этой силы  $\alpha$ , если радиус стенки  $R = 2$  м, ширина стенки  $B = 3$  м, высота уровня воды в трубке пьезометра, установленного на верхней крышке резервуара,  $h = 0,5$  м.

**Задача №23.**

Вертикальный цилиндрический резервуар емкостью  $314$  м<sup>3</sup> и высотой  $4$  м заполнен водой. Определить силы давления воды на боковую стенку и дно резервуара.

**Задача №24.** Определить величину, направления и точку приложения результирующей силы гидростатического давления воды на вертикальный плоский щит прямоугольной формы. Ширина щита  $b = 8$  м, высота столба воды удерживаемого щитом  $H = 4$  м.

(см. рис. 8). Построить эпюру абсолютного гидростатического давления.

**Задача №25.** Определить силу избыточного давления, действующего на плоский прямоугольный затвор, ширина которого  $b = 8$  м. Глубина воды в верхнем бьефе (слева от затвора) равна  $h_1 = 3$  м, глубина в нижнем бьефе (справа от затвора)  $h_2$  расстояние  $a = 1$  м. Угол наклона затвора  $\alpha = 60^\circ$ . Определить также координаты центра давления и найти начальное подъемное усилие  $T$  (см. рис. 9) Толщина затвора  $\delta = 0,1$  м; плотность материала затвора  $\rho_3 = 1300$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент трения опор затвора о пазы  $f = 0,4$ .

**Задача №26.** Секторный затвор закрывает отверстие высотой  $H = 2,5$  м и шириной  $b = 3$  м. Радиус дуги обшивки затвора  $R = 5$  м. Определить суммарное давление воды на затвор и его точку приложения.

**Задача №27.** Определить суммарное давление на полусферическую крышку, закрывающее отверстие диаметром  $d = 0,6$  м, если глубина погружения центра тяжести крышки  $H = 4$  м.

**Контрольные вопросы**

1. В чем суть гидростатического парадокса?
2. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на плоские горизонтальные поверхности?
3. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на плоские вертикальные поверхности?
4. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на плоские наклонные поверхности?
5. Как определить точку приложения силы гидростатического давления на плоскую наклонную стенку?
6. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность?
7. Как определить точку приложения суммарной силы гидростатического давления на криволинейную поверхность?
8. Что такое центр давления?
9. Что такое эксцентриситет?
10. Почему центр давления всегда находится ниже центра тяжести смоченной поверхности плоской вертикальной стенки?

### **Практическая работа №6 (3ч.)**

#### **Изучение темы: Относительный покой жидкости.**

Три случая относительного покоя жидкости. Жидкость находится в равновесии в резервуаре только под действием силы тяжести. Жидкость находится в равновесии в резервуаре, движущемся горизонтально с некоторым ускорением. Жидкость находится в равновесии в цилиндрическом резервуаре, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной скоростью.

**Задача №28.** Цилиндрический сосуд заполнен водой глубиной которой составляет  $H_H = 80$  см. Диаметр сосуда  $d = 0,5$  м. Определить полное гидростатическое давление при вращении сосуда с  $n = 120 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$  для точек  $a$  и  $b$  находящихся на расстоянии  $0,4$  м от дна сосуда и расположенных на окружности с радиусом соответственно  $r_1 = 0$  м,  $r_2 = 0,10$  м. ( см. рис. 7)

**Задача №29.** Цилиндрический сосуд вращается вокруг геометрической оси с постоянной угловой скоростью. Найти предельное число оборотов с которым можно вращать

этот сосуд, чтобы вода не выливалась из него, если известны следующие данные: диаметр  $d = 0,5$  м, глубина заполнения  $H_H = \frac{3}{4} H$ , а высота сосуда  $H = 1$  м. Жидкость вода.

**Задача №30.** Цистерна диаметром  $D = 1,2$  м и длиной  $L = 2,5$  м, наполненная нефтью (относительная плотность  $\rho = 0,9$ ) до высоты  $b = 1$  м, движется горизонтально с постоянным ускорением  $a = 2 \text{ м/с}^2$  (рис. 6.10). Определить силы давления на плоские торцовые крышки А и В цистерны. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

**Задача №31.** Цистерна, заполненная нефтью (относительная плотность  $\rho = 0,9$ ), движется на спуске с уклоном  $I = 0,105$ . Диаметр горловины  $d = 0,7$  м, а высота горловины над поверхностью нефти в неподвижной 107 цистерне на горизонтальной плоскости (рис. 6.11)  $АВ = 0,2$  м. Определить ускорение, при котором нефть поднимется до передней кромки горловины.

Цистерна, заполненная дизельным топливом, движется со скоростью  $v = 36 \text{ км/ч}$  по горизонтальному закруглению радиусом  $R = 300$  м. Определить угол наклона свободной поверхности дизельного топлива (рис. 6.13).

**Задача №32.** Цилиндрический сосуд диаметром  $D = 300$  мм и высотой  $L = 250$  мм, имеющий в верхней крышке центральное отверстие диаметром  $D_2 = 200$  мм, заполнен нефтью плотностью  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$  до высоты  $B = 180$  мм (рис. 6.14). Определить угловую скорость сосуда, при которой жидкость начнет выливаться из него, и силу давления на верхнюю крышку при этой угловой скорости.

### Контрольные вопросы

1. Какая сила действует при состоянии относительного равновесия жидкости в сосуде, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью  $\omega$ ?
2. Под относительным равновесием в гидравлике при движении частиц жидкости в пространстве понимается...
3. В результате действия центробежной массовой силы свободная поверхность жидкости представится ...
4. Центробежная массовая сила  $F_{ц}$  действует в направлении...
5. Появление центробежной массовой силы  $F_{ц}$  вызывает изменение ....
6. С учетом действия сил тяжести и центробежной силы, получите уравнение поверхности равного давления

7. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
8. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
9. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
10. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
11. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
12. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
13. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
14. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?
15. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
16. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?
17. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
18. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
19. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
20. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
21. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
22. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
23. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
24. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?

25. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
26. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **а) основная литература:**

1. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Основы гидравлики. Часть 1. Физические свойства жидкостей и газов. Гидростатика: Учебное пособие. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2007. – 151 с.
  2. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Основы гидравлики. Часть 2. Гидродинамика. Работа насоса на сеть: Учебное пособие. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2007. - 182с.
  3. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Методические указания по выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2008. - 82с.
  4. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Методические указания по выполнению контрольных работ для студентов дневной формы обучения. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2008. - 87с.
- Калицун В.И., Кедров В.С. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М.:Стройиздат, - 2004. - 359с.
5. Савинова К.И., Потапов А.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Гидравлика. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003.-207с.
  6. Солоденков С.В. Рабочие жидкости гидроприводов: Учебное пособие, Волгоград: ГОУВПО «МГУС» (филиал), 2006. – 28с.

### **б) дополнительная литература:**

7. Башта Т.М. и др. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982.-423с.
8. Бутаев Д.А. и др. Сборник задач по машиностроительной гидравлике/Под ред. И.И.куколевского и Л.Г.Подвидза: Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 1981. - 484с.
9. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Б.Б.Некрасова: Учебное пособие.-М.: Высшая школа, 1989.-245с.
10. Осипов П.Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод.-М.: Лесн. пром-ть, 1981.-424с.
11. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов. - М.:Энергоатомиздат, 1984.-640с.

### **в) Интернет-ресурсы:**

[www.google.ru/books.google.com/books?](http://www.google.ru/books.google.com/books?)

[www.listlib.narod.ru/ssulki](http://www.listlib.narod.ru/ssulki)



www.allbest.ru/tex2

www.allbest.ru/tex4

www.tfcentury.hl.ru

www.revolution.allbest.ru

#### 4. Материал для проведения аттестаций студентов

##### 4.1 Карточки к первой рубежной аттестации по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (третий семестр)

<b>Карточка №1</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2	По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
3	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »	

<b>Карточка №2</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Физические свойства жидкостей (плотность, удельный вес, объем, удельный объем, сжимаемость жидкости, температурное расширение, упругость паров жидкости, поверхностное натяжение, формула Лапласа, вязкость жидкости).
2	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.
3	Эпюры гидростатического давления (стенка имеет цилиндрическую прямую форму)
Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »	

<b>Карточка №3</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.

2	Гидростатические машины. Гидравлический пресс. Гидроаккумулятор
3	Приборы для измерения давления (вакуумметр, принцип действия, основные формулы)
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №4</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
2	Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
3	Определение глубины погружения точки и ее параметры.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №5</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
2	Сформулируйте закон Архимеда. Условия плавания тел. Остойчивость плавающих тел. Определение величины метацентрического радиуса.
3	Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №6</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	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.
2	Определение глубины погружения точки и ее параметры.
3	Эпюры давлений. Эпюры гидростатического давления (стенка имеет цилиндрическую прямую форму)

Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев	«	»
-----------------------	----------------	---	---

<b>Карточка №7</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
<b><u>И аттестация</u></b>		- 3 семестр	
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>			
1	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.		
2	Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность.		
3	Приборы для измерения давления (дифференциальный манометр, принцип действия основные формулы).		
Зав. кафедрой «Т и Г»		Р.А-В. Турлуев « »	

<b>Карточка №8</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
<b><u>И аттестация</u></b>		- 3 семестр	
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>			
1	Уравнение Эйлера.		
2	Приборы для измерения давления (дифференциальный манометр, принцип действия основные формулы).		
3	Основные свойства гидростатического давления.		
Зав. кафедрой «Т и Г»		Р.А-В. Турлуев « »	

<b>Карточка №9</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
<b><u>И аттестация</u></b>		- 3 семестр	
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>			
1	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.		
2	Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?		
3	Плавание тел. Закон Архимеда.		
Зав. кафедрой «Т и Г»		Р.А-В. Турлуев « »	

<b>Карточка №10</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
<b><u>И аттестация</u></b>			

	- 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	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.
2	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
3	Плавание тел. Закон Архимеда.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №11</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
2	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
3	Приборы для измерения давления (вакуумметр, принцип действия, основные формулы)
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №12</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
2	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.
3	Уравнение Эйлера равновесия жидкости.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №13</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр

	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		
1	Какие приборы для измерения давления Вам известны? Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.		
2	Свойство давления в неподвижной жидкости.		
3	Единицы измерения давления. Избыточное или манометрическое давление, атмосферное давление, вакуум.		
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев	« »

<b>Карточка №14</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
	<b><u>И аттестация</u></b>		
	- 3 семестр		
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		
1	Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра? Основные формулы.		
2	Определение глубины погружения точки и ее параметры.		
3	Плавание тел. Закон Архимеда.		
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев	« »

<b>Карточка №15</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
	<b><u>И аттестация</u></b>		
	- 3 семестр		
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		
1	Что называют относительным покоем жидкости?		
2	Эпюры гидростатического давления (стенка имеет криволинейную форму).		
3	Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.		
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев	« »

<b>Карточка №16</b>			
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>			
	<b><u>И аттестация</u></b>		
	- 3 семестр		
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		
1	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.		
2	Закон Архимеда. Условия плавания тел.		
3	Эпюры давлений. Эпюры гидростатического давления (стенка состоит из ряда отдельных плоских граней, наклоненных под различными углами к горизонту)		
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев	« »

	<b>Карточка №17</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
	<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Сформулируйте закон Архимеда.	
2	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.	
3	Физические свойства жидкостей (плотность, удельный вес, объем, удельный объем, сжимаемость жидкости, температурное расширение, упругость паров жидкости, поверхностное натяжение, формула Лапласа, вязкость жидкости).	
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №18</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
	<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.	
2	Единицы измерения давления. Избыточное или манометрическое давление, атмосферное давление, вакуум.	
3	Основные свойства гидростатического давления.	
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №19</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
	<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Вязкость жидкости (коэффициент динамической вязкости, коэффициент кинематической вязкости).	
2	Основные свойства гидростатического давления.	
3	Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления.	
	Зав. кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №20</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
	<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
	Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Основные свойства гидростатического давления.	

2	Эпюры гидростатического давления (стенка имеет цилиндрическую прямую форму)
3	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №21</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Доказательство второго свойства гидростатического давления.
2	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
3	Гидростатические машины. Гидравлический пресс. Гидроаккумулятор
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №22</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2	По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
3	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №23</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	- 3 семестр
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Физические свойства жидкостей (плотность, удельный вес, объем, удельный объем, сжимаемость жидкости, температурное расширение, упругость паров жидкости, поверхностное натяжение, формула Лапласа, вязкость жидкости).
2	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.
3	Эпюры гидростатического давления (стенка имеет цилиндрическую прямую форму)
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №24</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>I аттестация</u></b>	

	- 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.
2	Гидростатические машины. Гидравлический пресс. Гидроаккумулятор
3	Приборы для измерения давления (вакуумметр, принцип действия, основные формулы)
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №25</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
2	Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
3	Определение глубины погружения точки и ее параметры.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №26</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
2	Сформулируйте закон Архимеда. Условия плавания тел. Остойчивость плавающих тел. Определение величины метацентрического радиуса.
3	Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

	<b>Карточка №27</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>
	<b><u>I аттестация</u></b> - 3 семестр
	<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>
1	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.



2	Определение глубины погружения точки и ее параметры.
3	Эпюры давлений. Эпюры гидростатического давления (стенка имеет цилиндрическую прямую форму)
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №28</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>И аттестация</u></b> - 3 семестр	
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
2	Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность.
3	Приборы для измерения давления (дифференциальный манометр, принцип действия основные формулы).
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №29</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>И аттестация</u></b> - 3 семестр	
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Уравнение Эйлера.
2	Приборы для измерения давления (дифференциальный манометр, принцип действия основные формулы).
3	Основные свойства гидростатического давления.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

<b>Карточка №30</b> <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>И аттестация</u></b> - 3 семестр	
Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
1	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
2	Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?
3	Плавание тел. Закон Архимеда.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

## 4.2 Тесты к первой рубежной аттестации по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (третий семестр)

### Карточка № 1

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Гидростатическое давление.
2. Элементарная струйка.
3. Полный напор вдоль струйки не постоянен, а:
  - а) возрастает по направлению движения жидкости;
  - б) с начало убывает, а затем возрастает;
  - в) убывает по направлению движения жидкости

---

### Карточка № 2

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Расход и средняя скорость потока.
2. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
3. Чему равно нормальное атмосферное давление в гидравлических расчетах:
  - а) 95100 Па;
  - б) 37500 Па;
  - в) 98100 Па.

---

### Карточка № 3

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Определение гидравлики.
2. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
3. Величина коэффициента Кориолиса зависит от:
  - а) вязкости жидкости;
  - б) режимов движения жидкости;
  - в) вида жидкости.

---

### Карточка № 4

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
2. Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости
3. Основное уравнение гидростатики имеет вид:
  - а)  $P = P_0 + \rho gh$ ;
  - б)  $P_{изб} = \rho gh_{изб}$ ;

в)  $P = P + pgh;$

---

Карточка № 5

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Измерение давления.
  2. Основные физические свойства жидкости.
  3. Пьезометрическая высота, характеризует:
    - а) нормальное атмосферное давление в сосуде;
    - б) избыточное давление в сосуде;
    - в) пониженное давление в сосуде.
- 

Карточка № 6

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Гидростатическое давление.
2. Элементарная струйка.
3. Полный напор вдоль струйки не постоянен, а:
  - а) возрастает по направлению движения жидкости;
  - б) с начало убывает, а затем возрастает;
  - в) убывает по направлению движения жидкости

Карточка № 7

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Давление жидкости на криволинейную стенку.
  2. Сообщающиеся сосуды.
  3. Гидростатика - это раздел, в котором рассматривают:
    - а) законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
    - б) жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
    - в) режимы движения жидкости.
- 

Карточка № 8

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
2. Давление жидкости на плоскую стенку.
3. Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:
  - а) законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;

- б) жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
- в) режимы движения жидкости.

---

Карточка № 9

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Как называется коэффициент  $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
2. Давление жидкости на плоскую стенку.
3. Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:
  - а) законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
  - б) жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
  - в) режимы движения жидкости.

---

Карточка № 10

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Определение гидравлики.
2. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
3. Величина коэффициента Кориолиса зависит от:
  - а) вязкости жидкости;
  - б) режимов движения жидкости;
  - в) вида жидкости.

---

Карточка №11

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Расход и средняя скорость потока.
2. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
3. Чему равно нормальное атмосферное давление в гидравлических расчетах:
  - а) 95100 Па;
  - б) 37500 Па;
  - в) 98100 Па.

---

Карточка № 12

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Приборы для измерения давления.
2. Уравнение неразрывности.
3. Вакуумметр - это прибор, которым измеряют давление:

- а) меньше атмосферного;
- б) выше атмосферного;
- в) нормальное атмосферное давление.

#### Карточка № 13

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

- 1. Определение гидравлики.
  - 2. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
  - 3. Величина коэффициента Кориолиса зависит от:
    - а) вязкости жидкости;
    - б) режимов движения жидкости;
    - в) вида жидкости.
- 

#### Карточка № 14

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

- 1. Поясните, что понимают под термином «удельная энергия»?
  - 2. Основные понятия гидродинамики.
  - 3. Расход потока называют:
    - а) вес жидкости, протекающий через сечение потока в единицу времени;
    - б) объем или массу жидкости, протекающей через живое сечение потока в единицу времени;
    - в) массу жидкости, протекающей через поперечное сечение потока.
- 

#### Карточка № 15

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

- 1. Поясните, что понимают под термином «удельная энергия»?
  - 2. Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости?
  - 3. Закон Паскаля формулируется так:
    - а) Внешнее давление, приложенное к любой точке покоящейся жидкости, передается без изменения во все точки жидкости;
    - б) Давление, приложенное к жидкости, передается внутри жидкости с разной силой;
    - в) Внешнее давление, приложенное к любой точке покоящейся жидкости, изменяется.
-

### Карточка № 16

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Приборы для измерения давления.
  2. Уравнение неразрывности.
  3. Вакуумметр - это прибор, которым измеряют давление:
    - а) меньше атмосферного;
    - б) выше атмосферного;
    - в) нормальное атмосферное давление.
- 

### Карточка № 17

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
  2. Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
  3. Основное уравнение гидростатики имеет вид:
    - а)  $P = P_0 + \rho gh$ ;
    - б)  $P_{изб} = \rho gh_{изб}$ ;
    - в)  $P = P + \rho gh$ .
- 

### Карточка № 18

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Давление жидкости на криволинейную стенку.
  2. Сообщающиеся сосуды.
  3. Гидростатика - это раздел, в котором рассматривают:
    - а) законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
    - б) жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
    - в) режимы движения жидкости.
- 

### Карточка № 19

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Поясните, что понимают под термином «удельная энергия»?
  2. Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости?
  3. Закон Паскаля формулируется так:
    - а) Внешнее давление, приложенное к любой точке покоящейся жидкости, передается без изменения во все точки жидкости;
    - б) Давление, приложенное к жидкости, передается внутри жидкости с разной силой;
    - в) Внешнее давление, приложенное к любой точке покоящейся жидкости, изменяется.
-

Карточка № 20

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Измерение давления.
2. Основные физические свойства жидкости.
3. Пьезометрическая высота, характеризует:
  - а) нормальное атмосферное давление в сосуде;
  - б) избыточное давление в сосуде;
  - в) пониженное давление в сосуде.

Карточка № 21

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Поясните, что понимают под термином «удельная энергия»?
2. Основные понятия гидродинамики.
3. Расход потока называют:
  - а) вес жидкости, протекающий через сечение потока в единицу времени;
  - б) объем или массу жидкости, протекающей через живое сечение потока в единицу времени;
  - в) массу жидкости, протекающей через поперечное сечение потока.

**4.3 Карточки ко второй рубежной аттестации по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (третий семестр)**

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> <b>II</b> аттестация	
Карточка № 1	
- 3 семестр	
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.	
4. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> <b>II</b> аттестация	
Карточка № 2	
- 3 семестр	

1. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.	
2. Свойства гидростатического давления.	
3. Физические свойства жидкости.	
4. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		<b>II</b> аттестация
<b>Карточка № 3</b>		
		- 3 семестр
1. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).		
2. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.		
3. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.		
4. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости.		
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев	

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		<b>II</b> аттестация
<b>Карточка № 4</b>		
		- 3 семестр
1. Что такое техническая и физическая атмосфера, в каких единицах выражается.		
2. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля		
3. Определение давления жидкости в пьезометре.		
4. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. Уравнение неразрывности.		
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев	

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>		<b>II</b> аттестация
<b>Карточка № 5</b>		
		- 3 семестр



1. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.
2. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
3. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения
4. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> II аттестация	
Карточка № 6	
- 3 семестр	
1. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.	
2. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения	
3. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.	
4. 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?	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> II аттестация	
Карточка № 7	
- 3 семестр	
1. Основной закон гидростатики. Эпюры давления.	
2. Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан.	
3. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.	
4. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> <b>II</b> аттестация
Карточка № 8
- 3 семестр
1. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля
2. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения
3. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
4. Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный).
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> <b>II</b> аттестация
Карточка № 9
- 3 семестр
1. Основной закон гидростатики. Эпюры давления.
2. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
3. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
4. Сжимаемость жидкости. Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения.
Упругость паров жидкости.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b> <b>II</b> аттестация
Карточка № 10
- 3 семестр
1. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.
2. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное).
3. Определение глубины погружения точки и ее параметры.
4. Поясните, что такое пьезометрическая высота? Принцип действия пьезометра, на чем основан.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>

#### 4.4 Тесты ко второй рубежной аттестации по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (третий семестр)

### ГИДРОСТАТИКА ТЕСТ №1

#### I. Гидростатика изучает:

1. Законы движения жидкости.
2. Законы покоя жидкости.
3. Законы установившегося движения жидкости.
4. Законы неустановившегося движения жидкости.
5. Законы равновесия жидкостей и рассматривается практическое приложение этих законов.

#### II. Плотность жидкости:

1. Это объём жидкости, приходящийся на единицу массы;
2. Эта масса жидкости в единице объёма;
3. Это есть скалярная величина равная произведению массы жидкости на объём;
4. Это есть скалярная величина равная произведению массы жидкости на ее вязкость.
5. Отношение массы жидкости к ее объему.

#### III. Если высотное положение оси вращения стрелки и точки подключения манометра не совпадает:

1. Манометр устанавливают в другое место;
2. В показание манометра вводят поправку  $P = \frac{1}{2} dl$ ;
3. Определяют вакуумметрическое и барометрическое давление и суммируют его с манометрическим давлением;
4. Определяют давление дифференциальным методом;
5. Нет правильного ответа.

#### IV. Коэффициент сжимаемости или объемного сжатия определяется по уравнению:

$$1. \beta_v = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta P}; \quad 2. \beta_t = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}; \quad 3. \beta_v = -\frac{1}{V_n} \cdot \frac{V_k - V_n}{P_k - P_n}, \quad 4. \beta_t = \frac{1}{V_n} \cdot \frac{V_k - V_n}{t_k - t_n}$$

#### V. Что такое поверхность равно давления:

1. Это поверхность, в каждой точке которой температура одинакова;
2. Это поверхность, в каждой точке которой давление имеет одно и тоже значение;
3. Это поверхность, в каждой точке которой вязкость имеет одинаковое значение;
4. Это поверхность, в каждой точке которой давление и температура одинаковы.

#### VI. Давление характеризует:

1. равновесное состояние; 2. ионизированное состояние; 3. напряжённое состояние;

#### VII. Дифференциальные уравнения покоя жидкости Л. Эйлера имеют вид:

$$1. \Phi_x - \frac{1}{\rho} \frac{\delta P}{\delta x} = 0; \quad 2. P_N = P + \frac{1}{2} dx \frac{\delta P}{\delta x} \quad 3. P_M = P - \frac{1}{2} dx \frac{\delta P}{\delta x}; \quad 4. \Phi_y - \frac{1}{\rho} \frac{\delta P}{\delta y} = 0; \quad 5. \Phi_z - \frac{1}{\rho} \frac{\delta P}{\delta z} = 0.$$

**VIII. Определение необходимой толщины стенок тонкостенных цилиндрических сосудов, подверженные внутреннему давлению осуществляется по формуле:**

$$1. \delta = \frac{PD}{2[\sigma_p]\varphi} + \alpha \quad 2. \delta = \frac{PD}{2[\sigma_p]}; \quad 3. P = \rho g H; \quad 4. \delta = \frac{\rho g H D}{2[\sigma_p]}; \quad 5. \delta' = \frac{PD}{4[\sigma_p]}; \quad 6. \delta' = \frac{PD}{4[\sigma_p]\varphi} + \alpha$$

**IX. Избыточное давление это:**

1. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является манометрическим давлением окружающей среды;
2. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является вакуумметрическим давлением окружающей среды;
3. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является абсолютным давлением окружающей среды;
4. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является неравновесным давлением окружающей среды;
5. Нет правильного ответа.

**X. Найдите давления  $P_0$  на свободной поверхности в закрытом сосуде с водой, если уровень воды в пьезометре возвышается над уровнем жидкости в сосуде на 2м.**

**XI. Сколько Паскалей составляет одна атмосфера?**

1. 10 Па      2. 100 Па      3. 25 Па      4. 1000 Па.

**XII. Гидростатическое давление, называется манометрическим:**

1. Отсчитываемое от нуля;
2. Отсчитываемое от атмосферного;
3. Отсчитываемое по прибору измерения давления;
4. Определяемое по барометру.

### **ГИДРОСТАТИКА ТЕСТ №2**

**I. Силы, действующие на ограниченный объем жидкости, в гидравлике принято делить на:**

1. Прямые и обратные;
2. Внешние и наружные;
3. Внутренние и внешние;
4. Нормальные и перпендикулярные;
5. Касательные и наружные.

**II. Чему равен 1 мм ртутного столба?**

1. 10 кг/м<sup>2</sup>;    2. 13,6 мм вод.ст.;    3. 9,8 н/см<sup>2</sup>;    4. 1,02 бар.

**III. Пружинный манометр показывает давление:**

1. В точке подключения манометра;

2. В точке жидкости на уровне оси вращения его стрелки;
3. На поверхности раздела фаз жидкости;
4. На уровне жидкости;
5. На уровне дна сосуда.

#### IV. Масса жидкости

1. Это скалярная величина, численно равная произведению плотности жидкости на объём;
2. Это скалярная величина, численно равная отношению плотности и объёма;
3. Это скалярная величина, численно равная отношению объёма и плотности;
4. Это есть скалярная величина равная произведению массы жидкости на ее вязкость;
5. Нет правильного ответа

#### V. Укажите связь между абсолютным давлением и показаниями вакуумметра?

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. $P_{абс} = P_0 - P_{вак}$ | 2. $P_{абс} = P_0 + P_{вак}$ |
| 3. $P_{абс} = P_0 - P_{max}$ | 4. $P_{абс} = P_0 + P_{max}$ |

#### VI. В каких единицах измеряется кинематическая вязкость в СИ?

1.  $\frac{с \cdot Н}{м^2}$ ;
2.  $\frac{м^2}{с \cdot Н}$ ;
3.  $м^2 \cdot с$
4.  $\frac{м}{с^2}$

#### VII. Если на покоящуюся жидкость действует только сила тяжести, распределение гидростатического давления $p$ по глубине $h$ описывается:

1. Уравнением  $P_{изб} = P_m + \rho g y$ ;
2. Основным уравнением гидростатики  $p = p_0 + \rho g h$ ,
3.  $P_{изб} = \rho g h_{P_{изб}}$ ;
4. Все ответы не верны

#### VIII. В покоящейся жидкости давление есть функция:

1. Координат и времени;
2. Времени;
3. Координат;
4. Объема и температуры;
5. Объема и вязкости;
6. Вязкости и плотности.

#### IX. Условие для определения величины $h_2$ в сообщающихся сосудах определяется из выражения:

1.  $P_A = P_o + \gamma h$ ;
2.  $P_1 + \rho_1 g h_1 = P_2 + \rho_2 g h_2$ ;
3.  $P_A = P_a + \gamma h_{изб}$ ;
4.  $P_o + \gamma h = P_A$ ;

#### X. Определение необходимой толщины стенок тонкостенных цилиндрических сосудов, осуществляется по формуле: а) для горизонтального трубопровода; б) Для вертикального цилиндрического сосуда (резервуара)

1.  $\delta = \frac{PD}{2[\sigma_p]} + \alpha$
2.  $P = \rho g H$ ;
3.  $\delta = \frac{PD}{2[\sigma_p]}$ ;
4.  $\delta = \frac{\rho g H D}{2[\sigma_p]}$ ;
5.  $\delta' = \frac{PD}{4[\sigma_p]}$ ;
6.  $\delta' = \frac{PD}{4[\sigma_p]} + \alpha$

### **XI. Избыточное давление это:**

1. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является манометрическим давлением окружающей среды;
2. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является вакуумметрическим давлением окружающей среды;
3. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является параметрическим давлением окружающей среды;
4. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является неравновесным давлением окружающей среды;
5. Нет правильного ответа.

**XII. Найдите силу давления на дно призматического сосуда, если в основании лежит равносторонний треугольник со стороной  $a=6\text{ м}$ , а высота  $H=10\text{ м}$ .**

### **ГИДРОСТАТИКА ТЕСТ №3**

**I. Силы, действующие на ограниченный объем жидкости, в гидравлике принято делить на:**

1. Прямые и обратные;
2. Внешние и наружные;
3. Нормальные и перпендикулярные;
4. Касательные и наружные.
5. Нет правильного ответа

**II. Связь между плотностью и удельным объемом выражается уравнением:**

$$1. \rho = \frac{m}{v}; \quad 2. \rho = \frac{V}{v}; \quad 3. \rho = \frac{1}{v}; \quad 4. \rho = \frac{v}{m}$$

**III. Удельный объем вычисляется:**

$$1. v = \frac{M}{V}; \quad 2. v = \frac{\rho}{V}; \quad 3. v = \frac{V}{M}; \quad 4. v = \frac{V}{\rho}$$

**IV. Если высотное положение оси вращения стрелки и точки подключения манометра не совпадает:**

1. Манометр устанавливают в другое место;
2. В показание манометра вводят поправку  $P = \frac{1}{2} dl$ ;
3. В показание манометра вводят поправку  $\pm \rho gy$ ;
4. Определяют вакуумметрическое и барометрическое давление и суммируют его с манометрическим давлением.

**V. Плотностью называют**

1. Объем жидкости в единице массы жидкости;
2. Вес жидкости в единице объема;
3. Количество массы жидкости, содержащееся в единице объема;

4. Нет правильного ответа

**VI. Температурное расширение это:**

1. Изменение объема жидкости в зависимости от повышения температуры;
2. Изменение давления жидкости в зависимости от повышения температуры;
3. изменения объема жидкости при изменении давления на  $1 \text{ кгс/см}^2$  к первоначальному ее объему;
4. Все ответы правильные

**VII. Манометрическое давление определяют:**

1. Как разность между абсолютным давлением в жидкости и давлением атмосферным;
2. Как сумма вакуумметрического и абсолютного давлений;
3. Как разность между атмосферным и абсолютным давлением;
4. Все ответы не верны.

**VIII. В покоящейся жидкости давление есть функция:**

1. Координат и времени; 2. Времени; 3. Объема и температуры;
4. Объема и вязкости; 5. Вязкости и плотности. 6. Нет правильного ответа

**IX. В сообщающихся сосудах при одинаковом давлении на свободных поверхностях высоты жидкостей, отсчитываемые от поверхности раздела:**

1. Прямо пропорциональны плотностям жидкостей;
2. Обратно пропорциональны плотностям жидкостей;
3. Не зависят от плотностей жидкости;
4. Все ответы правильные.

**X. Закон Архимеда формулируется так:**

1. На тело, погруженное в жидкость, действует сила гидростатического давления, равная весу жидкости.
2. На тело, погруженное в жидкость, действует равнодействующая сила гидростатического давления, которая стремится вытолкнуть тело вверх, и равная весу жидкости в объеме погруженного тела.
3. На тело, погруженное в жидкость, действует сила гидростатического давления равная объему погруженного тела.
4. Нет правильного ответа.

**XI. Избыточное давление отрицательно при:**

1.  $p_{\text{абс}} > p_{\text{атм}}$ ; 2.  $p_{\text{абс}} - p_{\text{атм}}$ , 3.  $p_{\text{и}} = 0$ ;  $p_{\text{абс}} = 0$ ;  $p_{\text{атм}} = 0$ ; 4.  $p_{\text{абс}} < p_{\text{атм}}$  5.  $p_{\text{атм}} - p_{\text{вак}}$ .

**XII. Найдите силу давления воды на боковую поверхность цилиндрической емкости диаметром  $\varnothing = 10\text{м}$  и высотой  $H = 10\text{м}$ .**

**Тесты по Модулю 1 Гидростатика**

Гидростатика изучает:

- A. Законы движения жидкости.
- B. Законы покоя жидкости.
- C. Законы установившегося движения жидкости.
- D. Законы неустановившегося движения жидкости.
- E. Законы равновесия жидкостей и рассматривается практическое приложение этих законов.

ANSWER: D,E

Силы, действующие на ограниченный объем жидкости, в гидравлике принято делить на:

- A. Прямые и обратные;
- B. Внешние и наружные;
- C. Внутренние и внешние;
- D. Нормальные и перпендикулярные;
- E. Касательные и наружные.

ANSWER: C

Силы, действующие на ограниченный объем жидкости, в гидравлике принято делить на:

- A. Прямые и обратные;
- B. Внешние и наружные;
- C. Нормальные и перпендикулярные;
- D. Касательные и наружные.
- E. Нет правильного ответа

ANSWER: E

Внутренние силы действующие на ограниченный объем жидкости представляют собой:

- A. Силы противодействия между отдельными частицами рассматриваемого объема жидкости;
- B. Силы взаимодействия между отдельными частицами рассматриваемого объема жидкости;
- C. Силы направленные внутрь объема жидкости;
- D. Силы, направленные вдоль объема жидкости.

ANSWER: B

Внешние силы, действующие на ограниченный объем жидкости делятся:

- A. Прямые и обратные;
- B. На силы поверхностные, приложенные к поверхностям, ограничивающим объем жидкости и силы объемные, непрерывно распределенные по всему объему жидкости.
- C. Нормальные и перпендикулярные;
- D. На силы массовые, прерывно распределенные по всей массе жидкости, и силы объемные, прерывно распределенные по всему объему жидкости.
- E. Все ответы неправильные.

ANSWER: B

Идеальной, или совершенной жидкостью называется жидкость, которая:

- A. Обладает абсолютной несжимаемостью, имеет температурное расширение, оказывает сопротивление растягивающим и сдвигающим усилиям;
- B. Не обладает вязкостью, характеризуется полным отсутствием температурного расширения;
- C. Обладает абсолютной несжимаемостью, полным отсутствием температурного расширения и не оказывает сопротивления растягивающим и сдвигающим усилиям;
- D. Нет правильного ответа

ANSWER: B,C

Вязкость жидкости:

- A. Это свойство жидкости изменять свой объем под давлением;
- B. Это свойство жидкости менять свою форму под действием сил незначительной величины;



С. Это свойство жидкости оказывать сопротивление относительному сдвигу соседних слоев;

Д. Нет правильного ответа.

ANSWER: С

Сколько Паскалей составляет одна атмосфера?

А. 10 Па;

В. 100 Па;

С. 25 Па;

Д. 1000 Па;

Е. 101300;

Ф. Нет правильного ответа

ANSWER: Е

Чему равен 1 мм ртутного столба?

А. 10 кг/м<sup>2</sup>;

В. 13,6 мм вод.ст.;

С. 9,8 н/см<sup>2</sup>;

Д. 1,33.10<sup>-3</sup> бар.

Е. 133 Па

ANSWER: В, Д, Е

Плотность жидкости

А. Это объём жидкости, приходящийся на единицу массы;

В. Эта масса жидкости в единице объёма;

С. Это есть скалярная величина равная произведению массы жидкости на объём;

Д. Это есть скалярная величина равная произведению массы жидкости на ее вязкость.

Е. Отношение массы жидкости к ее объему.

ANSWER: В

Масса жидкости

А. Это скалярная величина, численно равная произведению плотности жидкости на объём;

В. Это скалярная величина, численно равная отношению плотности и объёма;

С. Это скалярная величина, численно равная отношению объёма и плотности;

Д. Это есть скалярная величина равная произведению массы жидкости на ее вязкость;

Е. Нет правильного ответа.

ANSWER: А

Дайте определение давления?

А. Давление окружающей среды?

В. Сила, отнесенная к единице поверхности;

С. Сила, равномерно распределенная по поверхности;

Д. Предел величины отношения нормальной составляющей силы к площади, на которую действует сила.

ANSWER: D

За единицу гидростатического давления принимается:

А. Давление, создаваемое силой в 1 кН, на площади в 100 см<sup>3</sup>;

В. Равномерно распределённое давление, создаваемое силой в 1 кг, на площади в 1 м<sup>3</sup>;

С. Равномерно распределённое давление, создаваемое силой в 1 Н, на площади в 1 м<sup>2</sup>;

Д. Давление, создаваемое силой в 1 Н, на площади в 1 см<sup>2</sup>.

ANSWER: С

Гидростатическое давление, называется абсолютным:

А. Отсчитываемое от нуля;

В. Отсчитываемое от атмосферного;

С. Отсчитываемое по прибору измерения давления;

Д. Определяемое по барометру;

Е. Нет правильного ответа.

ANSWER: А

Гидростатическое давление, называется манометрическим:

- А. Отсчитываемое от нуля;
- В. Отсчитываемое от атмосферного;
- С. Отсчитываемое по прибору измерения давления;
- Д. Определяемое по барометру.

ANSWER: В

Пружинный манометр показывает давление:

- А. В точке подключения манометра;
- В. В точке жидкости на уровне оси вращения его стрелки;
- С. На поверхности раздела фаз жидкости;
- Д. На уровне жидкости;
- Е. На уровне дна сосуда.

ANSWER: В

Если высотное положение оси вращения стрелки и точки подключения манометра не совпадает:

- А. Манометр устанавливают в другое место;
- В. В показание манометра вводят поправку  $P = \frac{1}{2} dl$ ;
- С. В показание манометра вводят поправку;
- Д. Определяют вакуумметрическое и барометрическое давление и суммируют его с манометрическим давлением.

ANSWER: С

Если высотное положение оси вращения стрелки и точки подключения манометра не совпадает:

- А. Манометр устанавливают в другое место;
- В. В показание манометра вводят поправку  $P = \frac{1}{2} dl$ ;
- С. Определяют вакуумметрическое и барометрическое давление и суммируют его с манометрическим давлением;
- Д. Определяют давление дифференциальным методом;
- Е. Нет правильного ответа.

ANSWER: В

Плотностью называют

- А. Объем жидкости в единице массы жидкости;
- В. Вес жидкости в единице объема;
- С. Количество массы жидкости, содержащееся в единице объема;
- Д. Нет правильного ответа

ANSWER: С

Удельным или объемным весом жидкости называется

- А. Вес единицы ее объема
- В. Объем жидкости в единице массы жидкости;
- С. Количество массы жидкости, содержащееся в единице объема;
- Д. Нет правильного ответа

ANSWER: А

Коэффициент сжимаемости, или объемного сжатия представляет собой

- А. Отношение изменения объема жидкости при изменении давления на  $1 \text{ кгс/см}^2$  к первоначальному ее объему;
- В. Отношение изменения массы жидкости при изменении давления на  $1 \text{ кгс/см}^2$  к первоначальному ее объему;
- С. Отношение изменения массы жидкости при изменении давления на  $10 \text{ кгс/см}^2$  к первоначальному ее объему;

D. Отношение изменения объема жидкости при изменении давления на  $10 \text{ кгс/см}^2$  к первоначальному ее объему;

E. Нет правильного ответ

ANSWER: A, E

Температурное расширение это:

A. Измеуение объема жидкости в за-висимости от повышения температуры;

B. Изменение давления жидкости в за-висимости от повышения температуры;

C. Изменения объема жидкости при изменении давления на  $1 \text{ кгс/см}^2$  к первоначальному ее объему;

D. Все ответы правильные

ANSWER: A

Упругостью паров жидкости называется:

A. Парциальное давление насыщенных паров жидкости под ее поверхностью, при котором пары не находятся в равновесии с жидкостью;

B. Парциальное давление насыщенных паров жидкости над ее поверхностью, при котором пары находятся в равновесии с жидкостью;

C. Температура пара жидкости над ее поверхностью;

D. Давление, соответ-ствующее точке кипения жидкости при данной температуре.

E. Все ответы неверные.

ANSWER: B

Средним гидростатическим давлением называется:

A. Отношение, представляющее собой силу, действующую на единицу площади;

2. Отношение, представляющее собой площадь, действующую на единицу объема;

3. Отношение, представляющее собой массу жидкости, действующую на единицу объема;

4. Отношение, массы жидкости к объему.

ANSWER: A

Единицей давления в системе СИ служит:

A.  $\text{Н/м}^2$ ;

B.  $\text{кН/м}^2$ ;

C.  $\text{МН/м}^2$ ;

D.  $\text{кгс/см}^2$ ;

E.  $\text{дина/см}^2$ ;

F. бар;

G. атм;

H. мм.рт.ст;

J. мм.вод.ст;

K. Па.

M. Нет правильного ответа;

N. Все ответы правильные.

ANSWER: A, K

39.Единицей давления в системе СГС служит:

A.  $\text{Н/м}^2$ ;

B.  $\text{кН/м}^2$ ;

C.  $\text{МН/м}^2$ ;

D.  $\text{кгс/см}^2$ ;

E.  $\text{дина/см}^2$ ;

F. бар;

G. атм;

H. мм.рт.ст;

J. мм.вод.ст;

K. Па.

М. Нет правильного ответа;

Н. Все ответы правильные.

ANSWER: D, Н

Что такое поверхность равного давления:

А. Это поверхность, в каждой точке которой температура одинакова;

В. Это поверхность, в каждой точке которой давление имеет одно и тоже значение;

С. Это поверхность, в каждой точке которой вязкость имеет одинаковое значение;

Д. Это поверхность, в каждой точке которой давление и температура одинаковы.

ANSWER: В

Манометрическое давление определяют:

А. Как разность между абсолютным давлением в жидкости и давлением атмосферным;

В. Как сумма вакуумметрического и абсолютного давлений;

С. Как разность между атмосферным и абсолютным давлением;

Д. Все ответы не верны.

ANSWER: А

Манометрическое давление определяют:

А. Как разность между абсолютным давлением в жидкости и давлением атмосферным;

В. Как сумма вакуумметрического и абсолютного давлений;

С. Как разность между атмосферным и абсолютным давлением;

Д. Все ответы не верны.

ANSWER: А

Гидростатическое давление обладает двумя основными свойствами:

А. Оно направлено по внешней нормали к площадке действия, и величина его в данной точке зависит от направления (т. е. от ориентировки в пространстве площадки, включающей эту точку).

В. Оно направлено по внутренней нормали к площадке, на которую действует и является сжимающим, и величина его в данной точке не зависит от направления (т. е. от ориентировки в пространстве площадки, включающей эту точку).

С. Давление в точке покоящейся жидкости всегда нормально к поверхности (площадке), воспринимающей это давление. Давление в точке покоящейся жидкости во всех направлениях одинаково по величине, т. е. является скаляром.

Д. Все ответы правильные.

ANSWER: В,С

Закон Паскаля, формулируется следующим образом:

А. Давление, производимое на жидкость, передается внутри жидкости во все стороны с одинаковой силой;

В. Давление, производимое на жидкость, передается внутри жидкости в одну сторону с одинаковой силой;

С. Давление, производимое на жидкость, не передается внутри жидкости другим частицам жидкости;

Д. Нет правильного ответа.

ANSWER: А

Телом давления называется:

А. Объём жидкости, ограниченный свободной поверхностью жидкости и криволинейной поверхностью;

В. Объём жидкости свободной поверхностью и вертикальными плоскостями, на которые проектируется твёрдая поверхность.

С. Объём, ограниченный криволинейной стенкой, смоченной жидкостью, вертикальной цилиндрической поверхностью, проведенной через контур этой стенки, и горизонтальной плоскостью, проведенной по свободной поверхности жидкости.

Д. Вертикальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную стенку равна силе тяжести жидкости в объеме

ANSWER: C,D

Чем измеряют разряжение или вакуум:

- A. Манометром;
- B. Амперметром;
- C. Пьезометром;
- D. Вакуумметром.

ANSWER: D

Давление характеризует:

- A. Равновесное состояние;
- B. Ионизированное состояние;
- C. Напряжённое состояние;
- D. Объем жидкости в сосуде.

ANSWER: C

В покоящейся жидкости давление есть функция:

- A. Координат и времени;
- B. Времени;
- C. Координат;
- D. Объема и температуры;
- E. Объема и вязкости;
- F. Вязкости и плотности.

ANSWER: C

От чего зависит вязкость жидкости?

- A. От давления.
- B. От формы сосуда, в котором находится жидкость;
- C. От температуры;
- D. От объема и температуры;
- E. От давления и температуры.

ANSWER: C

От чего зависит вязкость жидкости?

- A. От давления.
- B. От формы сосуда, в котором находится жидкость;
- C. От объема и температуры;
- D. От давления и температуры.
- E. Нет правильного ответа

ANSWER: E

Плотность жидкости зависит от температуры следующим образом:

- A. С ростом температуры плотность растет;
- B. С ростом температуры плотность убывает;
- C. При повышении температуры плотность не изменяется;
- D. Нет правильного ответа.

ANSWER: B

В сообщающихся сосудах при одинаковом давлении на свободных поверхностях высоты жидкостей, отсчитываемые от поверхности раздела:

- A. Прямо пропорциональны плотностям жидкостей;
- B. Обратно пропорциональны плотностям жидкостей;
- C. Не зависят от плотностей жидкости;
- D. Все ответы правильные.

ANSWER: B

Что характеризует пьезометрическая высота (высота поднятия жидкости в пьезометрической трубке)

- A. Избыточное давление в сосуде;
- B. Вакуумметрическое давление в сосуде;

- C. Высота уровня жидкости в сосуде;
- D. Атмосферное давление в сосуде;
- E. Все ответы верны.

ANSWER: A

Пьезометр представляет собой:

- A. U-образную стеклянную трубку, изогнутое колено которой заполняется ртутью. Под действием давления  $p$  в сосуде уровень в левом колене понижается, а в правом — повышается.
- B. Стеклянную трубку небольшого диаметра (обычно не менее 5 мм), открытую с одного конца и вторым концом присоединяемую к сосуду, в котором измеряется давление;
- C. Пружинный манометр измеряющий давление;
- D. Состоит из соединенных между собой чашки и вертикальной трубки, причем площадь поперечного сечения чашки существенно больше, чем трубки.
- E. Состоящий из тороидального корпуса, внутренняя полость которого в верхней части разделена перегородкой, а нижняя часть до половины заполнена жидкостью.

ANSWER: B

Вакуумметр представляет собой:

- A. U-образную стеклянную трубку, изогнутое колено которой заполняется ртутью. Под действием давления  $p$  в сосуде уровень в левом колене понижается, а в правом — повышается.
- B. Стеклянную трубку небольшого диаметра (обычно не менее 5 мм), открытую с одного конца и вторым концом присоединяемую к сосуду, в котором измеряется давление;
- C. Пружинный манометр измеряющий давление;
- D. Состоит из соединенных между собой чашки и вертикальной трубки, причем площадь поперечного сечения чашки существенно больше, чем трубки.
- E. Состоящий из тороидального корпуса, внутренняя полость которого в верхней части разделена перегородкой, а нижняя часть до половины заполнена жидкостью.

ANSWER: E

Закон Архимеда формулируется так:

- A. На тело, погруженное в жидкость, действует сила гидростатического давления, равная весу жидкости.
- B. На тело, погруженное в жидкость, действует равнодействующая сила гидростатического давления, которая стремится вытолкнуть тело вверх, и равная весу жидкости в объеме погруженного тела.
- C. На тело, погруженное в жидкость, действует сила гидростатического давления равная объему погруженного тела.
- D. Нет правильного ответа.

ANSWER: B

Выталкивающая сила, действующая на частично погруженное в жидкость тело, равна:

- A. Весу жидкости в объеме погруженной части тела;
- B. Объему жидкости в ее массе;
- C. Силе действующей на большую часть тела;
- D. Массе находящейся в сосуде жидкости.

ANSWER: A

Для плавания тела необходимо:

- A. Чтобы выталкивающая сила была равна весу тела;
- B. Чтобы выталкивающая сила была равна объему тела;
- C. Чтобы выталкивающая сила была равна силе давления действующего на тело;
- D. Нет правильного ответа.

ANSWER: A

Давление под каким поршнем гидравлического прессы будет больше? Пресс находится в равновесии.

- A. Под малым;
- B. Под большим;
- C. Одинаково;
- D. Нет правильного ответа.

ANSWER: D

Разность давлений это:

- A. Разность двух произвольных давлений, значение одного из которых принято за начало отсчета;
- B. Разность двух произвольных давлений, значение одного из которых принято за конец отсчета;
- C. Разность атмосферного и абсолютного давления давлений;
- D. Разность абсолютного и вакуумметрического давления давлений;
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: A

Разность давлений это:

- A. Разность манометрического и избыточного давлений, значение одного из которых принято за начало отсчета;
- B. Разность двух произвольных давлений, значение одного из которых принято за конец отсчета;
- C. Разность атмосферного и абсолютного давления давлений;
- D. Разность абсолютного и вакуумметрического давления давлений;
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: E

Избыточное давление это:

- A. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является манометрическим давлением окружающей среды;
- B. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является вакуумметрическим давлением окружающей среды;
- C. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является абсолютным давлением окружающей среды;
- D. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является неравновесным давлением окружающей среды;
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: C

Избыточное давление это:

- A. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является манометрическим давлением окружающей среды;
- B. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является вакуумметрическим давлением окружающей среды;
- C. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является параметрическим давлением окружающей среды;
- D. Разность давлений, одно из которых, принятое за начало отсчета, является неравновесным давлением окружающей среды;
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: E

Какое давление по определению не может быть отрицательным

- A. Избыточное;
- B. Манометрическое;
- C. Вакуумметрическое;
- D. Абсолютное

Е. Атмосферное  
ANSWER: A

#### **4 семестр**

#### **5.1 Карточки к первой рубежной аттестации по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (4 семестр)**

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
<b>Карточка № 1</b>	
<b>I аттестация 4 семестр</b>	
1. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное) его единицы измерения	
2. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка тока.	
3. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.	
4. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
<b>Карточка № 2</b>	
<b>I аттестация 4 семестр</b>	
1. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока.	
2. Виды гидравлических потерь. Трубка Пито, расходомер Вентури.	
3. Влияние температуры на вязкость жидкости. Чем оно обусловлено?	
4. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока. Ньютоновские и неньютоновские жидкости;	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
<b>Карточка № 3</b>	
<b>I аттестация 4 семестр</b>	
1. Ньютоновские и неньютоновские жидкости; Атмосферное давление. Ртутный барометр. Принцип Торичелли.	
2. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Уравнение Эйлера;	
3. Вязкостно-весовая константа, Формула Пинкевича.	



4. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости.	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
Карточка № 4	
I аттестация 4 семестр	
1. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?	
2. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.	
3. Определение давления жидкости в пьезометре.	
4. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. Уравнение неразрывности.	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
Карточка № 5	
I аттестация 4 семестр	
1. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.	
2. Вязкостно-весовая константа, Формула Пинкевича.	
3. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Уравнение Эйлера;	
4. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
Карточка № 6	
I аттестация 4 семестр	
1. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.	

2. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
3. Влияние температуры на вязкость жидкости. Чем оно обусловлено?
4. 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?
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
Карточка № 7	
<b>I аттестация</b>	<b>4 семестр</b>
1. Как называется коэффициент $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?	
2. Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан.	
3. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус);	
4. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
Карточка № 8	
<b>I аттестация</b>	<b>4 семестр</b>
1. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Уравнение Эйлера;	
2. Влияние температуры на вязкость жидкости. Чем оно обусловлено?	
3. Закон Ньютона (основные формулы определяющие вязкость жидкости);	
4. Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный).	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

<b>Дисциплина: Гидравлика и нефтегазовая</b>	
Карточка № 9	
<b>I аттестация</b>	<b>4 семестр</b>

1. Основной закон гидростатики. Эпюры давления.
2. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
3. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
4. Ньютоновские и неньютоновские жидкости; Напряжение внутреннего трения сдвига. Динамический коэффициент вязкости жидкости и газов;
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев

Дисциплина: <b>Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика</b>	
Карточка № 10	
<b>I аттестация</b>	<b>4 семестр</b>
1. Приборы для измерения давления. Принцип действия основные формулы.	
2. Виды гидравлических потерь. Трубка Пито, расходомер Вентури.	
3. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус);	
4. Поясните, что такое пьезометрическая высота? Принцип действия пьезометра, на чем основан.	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц. Р.А-В. Турлуев	

## 5.2 Тесты к первой рубежной аттестации по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (четвертый семестр)

### ГИДРОДИНАМИКА. ТЕСТ №1

#### I. Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:

1. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
2. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
3. Режимы движения жидкости.
4. Движение твердых тел.

#### II. Напорное движение:

1. Движение жидкости в каналах, при котором поток имеет свободную поверхность и полностью не соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается от атмосферного.
2. Движение жидкости в трубах, при котором поток не имеет свободной поверхности и полностью соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается от атмосферного.
3. Движение жидкости, при котором поток имеет свободную поверхность, а давление на нее равно атмосферному.
4. Нет правильного ответа.

**III. Расходом потока называется:**

- a. Масса жидкости потока жидкости в килограммах;
- b. Количество жидкости, протекающей через поперечное сечение потока в единицу времени;
- c. Объем жидкости составляющей поток в м<sup>3</sup>;
- d. Нет правильного ответа.

**IV. Сформулируйте теорему кинетической энергии (теорему живых сил):**

- 1. Произведение кинетической энергии (живой силы) движущейся системы материальных, частиц равняется сумме всех сил, действующих на систему.
- 2. Кинетическая энергия (живой силы) движущейся системы материальных, частиц равняется произведению массы силы на ускорение свободного падения.
- 3. Приращение кинетической энергии (живой силы) движущейся системы материальных, частиц равняется сумме работ всех сил, действующих на систему.
- 4. Кинетическая энергия (живой силы) движущейся системы материальных частиц равняется произведению всех действующих на систему сил.

**V. При выводе уравнения Д. Бернулли выражение для приращения кинетической энергии можно записать в виде:**

1.  $q = v \Delta F = \text{const}$ ; 2.  $W = \frac{\rho q \Delta T}{2} v_1^2 - \frac{\rho q \Delta T}{2} v_2^2$ ; 3.  $\frac{v_{1cp}}{v_{2cp}} = \frac{F_2}{F_1}$  4.  $\Delta W = \frac{m}{2} v_2^2 - \frac{m}{2} v_1^2$ ;

**VI. Гидравлический уклон – это:**

- a) отношение потерь напора к длине потока, на котором эти потери произошли;
- b) отношение потерь напора к ширине потока, на котором эти потери произошли;
- в) отношение потерь напора к высоте потока, на котором эти потери произошли.
- г) все варианты верны.

**VII. Число Рейнольдса находят по формуле:**

a)  $Re = \frac{v_{кр} \cdot d}{\mu}$ ; б)  $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$ ; в)  $Re_{\hat{eD}} = \frac{v_{\hat{eD}} \cdot d^2 \cdot \rho}{\mu}$ ;  
г)  $Re_{\hat{eD}} = \frac{v_{\hat{eD}} \cdot d^2 \cdot \rho}{\mu} = \frac{v_{\hat{eD}} \cdot d^2}{\nu} = 2320 \approx \text{const}$ .

**VIII. Потеря напора по длине определяется по формуле:**

1.  $h_e = \nabla_1 - \nabla_2$ ; 2.  $h_f = h_l + h_m$ ; 3.  $\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$ , 4.  $H = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$ .

**IX. Степень сжатия струи оценивают коэффициентом сжатия укажите формулу (опишите названия входивших в формулу величин и дайте им характеристики) :**

1.  $\varepsilon = \frac{1}{1 + \sqrt{1 - \omega_2/\omega_1}}$  2.  $\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$  3.  $\zeta''_{pp} = (\omega_2/\omega_1 - 1)^2$ . 4.  $\varepsilon_\lambda = (\lambda - \lambda_{on})/\lambda$

**Х. Гидравлическим ударом называется:**

1. Изменение давления в напорном трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости.
2. Повышение вакуумметрического давления в напорном трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости;
3. Понижение атмосферного давления в трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости.
4. Резкое изменение скорости движения жидкости.

**ХІ. Работа насоса характеризуется основными техническими показателями:**

1. плотностью, давлением, кинематической вязкостью, коэффициентом Шези;
2. Подачей, напором, мощностью, коэффициентом полезного действия, частотой вращения и допускаемым кавитационным запасом;
3. Частотой подачи, числом оборотов, плотностью и давлением жидкости;
4. Редукционным числом, ударной волной, изменением давления в напорном трубопроводе, числом Рейнольдса.

**ХІІ. Величина  $\eta_m$ , выражающая относительную долю механических потерь энергии в насосе называется ..... и определяется уравнением:**

$$1. \eta = \frac{N - \Delta N_m}{N} = \frac{N_n}{N}; \quad 2. \eta = \frac{N_n}{N_n + \Delta N_r} = \frac{PQ}{PQ + \Delta P_r Q} = \frac{P}{P + \Delta P_r} = \frac{H}{H + \Delta H_r};$$

$$3. \eta = \frac{N_n}{N_n + \Delta N_y} = \frac{PQ}{PQ + P\Delta Q} = \frac{Q}{Q + \Delta Q} = \frac{Q}{Q_r}.$$

**ГИДРОДИНАМИКА ТЕСТ №2**

**I. Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:**

1. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
2. Режимы движения жидкости.
3. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
4. Нет правильного ответа.

**II. Безнапорным называется:**

1. Поток, частично ограниченный твердыми стенками и имеющий по всей длине свободную поверхность;
2. Поток жидкости, ограниченный поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;
3. Поток, ограниченный со всех сторон твердыми стенками;
4. Все варианты верны.

**III. Расход жидкости, проходящей через поперечное сечение элементарной струйки равен:**

1. Произведению площади поперечного сечения струйки на скорость в этом сечении;
2. Сумме площадей элементарных струек;
3. Сумме скоростей элементарных струек на периметр сечения;
4. Разности расходов между двумя однотипными сечениями.

IV. Теорема кинетической энергии (живой силы) выражается следующим уравнением:

$$1. P_{cp} = \frac{\Delta P}{\Delta F}; \quad 2. \beta_v = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta P}; \quad 3. P = \sigma \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right); \quad 4. \Delta W = \Sigma \Delta; \quad 5. P = \frac{P_1}{\pi d_1^2 / 4}$$

V. Укажите какая из формул выражает собой уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости:

$$1. Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_{пот.}; \quad 2. Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = const; \quad 3. Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g};$$

$$4. Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} = H = const; \quad 5. \text{Нет правильного ответа}$$

VI. Укажите формулу, с помощью которой можно рассчитать гидравлический уклон

$$а) i = \frac{H_{пот. 1-2}}{l}; \quad б) \quad i = \frac{\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma}}{l}; \quad в) \text{оба варианта верны}; \quad г) \text{нет правильного ответа.}$$

VII. Число Рейнольдса находят по формуле:

$$1. Re_{(d)} > Re_{кр(d)}. \quad 2. Re_{(d)} = \frac{v d}{\nu} < Re_{кр(d)} \approx 2320 \quad 3. Re_{\hat{e}D} = \frac{v_{\hat{e}D} d^2 \cdot \rho}{\mu}; \quad 4. Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

VIII. Какая из формул выражает местные потери:

1.  $h_{м.с.} = h_{вх} + h_{к1} + h_{р.р.} + \alpha_{вых.};$
2.  $h_{м.с.} = h_{вх} + h_{р.р.} + h_{р.с.} + h_{к1} + h_{к2};$
3.  $h_{м.с.} = h_{вх} + h_{р.р.} + h_{р.с.} + h_{к1} + h_{к2} + h_{к3} + h_{вых.};$
4.  $h_{р.р.} + h_{р.с.} + h_{к1} + h_{к2} + h_{вых.};$

IX. Среднюю скорость струи в сжатом сечении вычисляют по формуле (опишите названия входивших в формулу величин и дайте им характеристики):

$$1. \varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}; \quad 2. v_c = \varphi \sqrt{2gH}; \quad 3. \varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}} \approx \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}}; \quad 4. \varphi = \frac{x_i}{2\sqrt{y_i H}}$$

X. Укажите формулу Жуковского

$$1. Q = W/t \quad 2. \omega = \pi d^2/4 \quad 3. \Delta p = \rho C v, \quad 4. V = Q/\omega \quad 5. \Delta P = P_2 - P_1$$

#### **XI. Подача насоса это:**

1. Количество жидкости с определенной массой и вязкостью;
2. Объем жидкости, подаваемой насосом в резервуар;
3. Количество перекачиваемой жидкости;
4. Объем жидкости, перекачиваемый насосом в единицу времени;

**XII. Величина  $\eta_r$  выражающая - отношение полезной мощности насоса к сумме полезной мощности и мощности, затраченной на преодоление гидравлических сопротивлений в насосе называется ..... и определяется уравнением**

$$1. \eta = \frac{N - \Delta N_m}{N} = \frac{N_r}{N}; \quad 2. \eta = \frac{N_n}{N_n + \Delta N_r} = \frac{PQ}{PQ + \Delta P_r Q} = \frac{P}{P + \Delta P_r} = \frac{H}{H + \Delta H_r};$$

$$3. \eta = \frac{N_n}{N_n + \Delta N_y} = \frac{PQ}{PQ + P\Delta Q} = \frac{Q}{Q + \Delta Q} = \frac{Q}{Q_r}.$$

### **ГИДРОДИНАМИКА ТЕСТ №3**

#### **I. Полный напор вдоль струйки не постоянен, а:**

1. Возрастает по направлению движения жидкости;
2. Сначала убывает, а затем возрастает;
3. Убывает по направлению движения жидкости.
4. Нет правильных ответов.

#### **II. Поток называется безнапорным, если он:**

1. Ограничен поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;
2. Ограничен со всех сторон твердыми стенками;
3. Ограничен твердыми стенками не со всех сторон и имеющий по всей длине свободную поверхность;
4. Нет правильного ответа.

#### **III. Гидравлический радиус – это:**

1. Отношение площади живого сечения к смоченному периметру;
2. Количество жидкости, проходящее через данное живое сечение в единицу времени;
3. Длина контура живого сечения по твердым стенкам русла;
4. Нет правильного ответа.

**IV. При выводе уравнения Д. Бернулли пьезометрический напор определяется выражением:**

$$1. \Delta W = \frac{m}{2} v_2^2 - \frac{m}{2} v_1^2; \quad 2. \Sigma A_\delta = P_1 \Delta F_1 \Delta S_1 - P_2 \Delta F_2 \Delta S_2 \quad 3. A_T = mgZ_1 - mgZ_2; \quad 4. \frac{v^2}{2g} = \frac{g^2}{2g(\Delta F)^2}$$

$$5. W = \frac{\rho q \Delta T}{2} v_1^2 - \frac{\rho q \Delta T}{2} v_2^2; \quad 6. \frac{P}{\rho g};$$

V. При выводе уравнения Д. Бернулли работа сил тяжести равна: 1.  $\Delta W = \frac{m}{2} v_2^2 - \frac{m}{2} v_1^2$ ;

$$2. A_T = mgZ_1 - mgZ_2; \quad 3. h_n = \frac{P}{\rho g}; \quad 4. \delta = \frac{\rho g H D}{2[\sigma_p]}; \quad 5. \Sigma A_\delta = P_1 \Delta F_1 \Delta S_1 - P_2 \Delta F_2 \Delta S_2 \quad 6.$$

$$W = \frac{\rho q \Delta T}{2} v_1^2 - \frac{\rho q \Delta T}{2} v_2^2; \quad 7. \frac{v^2}{2g} = \frac{g^2}{2g(\Delta F)^2}.$$

VI. Значение пьезометрического уклона определяется выражением:

$$1. \frac{\lambda \cdot v^2}{d \cdot 2g}; \quad 2. i_n = \frac{d \left( Z + \frac{P}{\rho g} \right)}{dL}; \quad 3. i_{n1-2} = \frac{\left( Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} \right) - \left( Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} \right)}{L_{1-2}}; \quad 4. \Theta_1 = gZ_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2}; \quad 5. i = \frac{dh_{1-2}}{dL}$$

VII. Существуют два режима движения жидкостей:

1. Жидкий и газообразный;
2. Ламинарный и турбулентный;
3. Прямой и обратный;
4. Вихревой и проточный;

VIII. По какой формуле вычисляются потери напора по длине:

$$1. h_{\text{от}} = \frac{d \cdot l \cdot v}{\lambda \cdot 2g}; \quad 2. h_{\text{от}} = \lambda \frac{d \cdot l \cdot v^2}{l \cdot 2g}; \quad 3. h_{\text{от}} = \frac{d \cdot v}{\lambda}; \quad 4. h_{\text{от}} = \frac{l \cdot v}{\lambda \cdot g}; \quad 5. h_e = \lambda \frac{l v^2}{d 2g},$$

IX. Коэффициент скорости струи определяется из формулы (опишите названия входивших в формулу величин и дайте им характеристики):

$$1. \varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}; \quad 2. v_c = \varphi \sqrt{2gH}; \quad 3. \varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}} \approx \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}}; \quad 4. \varphi = \frac{x_i}{2\sqrt{y_i H}}.$$

X. Скорость распространения ударной волны вычисляются по формуле:

$$1. C = \frac{\sqrt{E_{\text{жс}}}}{\sqrt{1 + \frac{E_{\text{жс}} d}{E_{\text{мп}} \delta}}}, \quad 2. \omega = \pi d^2 / 4 \quad 3. \varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}} \approx \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}} \quad 4. \varphi = \frac{x_i}{2\sqrt{y_i H}}$$



### XI. Идеальная (теоретическая) подача насоса это:

1. Сумма подачи насоса и объемных потерь;
2. Произведение подачи насоса и массовых потерь;
3. Подача насосом идеальной жидкости лишенной вязкостных свойств;
4. Подача насосом жидкости на расстояние более чем 1 км.

### XII. Величина $\eta_0$ выражающая отношение полезной мощности насоса к сумме полезной мощности и мощности, потерянной с утечками называется ..... и определяется уравнением

$$1. \eta = \frac{N - \Delta N_m}{N} = \frac{N_t}{N}; \quad 2. \eta = \frac{N_n}{N_n + \Delta N_r} = \frac{PQ}{PQ + \Delta P_r Q} = \frac{P}{P + \Delta P_r} = \frac{H}{H + \Delta H_r};$$

$$3. \eta = \frac{N_n}{N_n + \Delta N_y} = \frac{PQ}{PQ + P\Delta Q} = \frac{Q}{Q + \Delta Q} = \frac{Q}{Q_t}.$$

### Тесты по Модулю 2 раздел Гидродинамика

Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:

- A. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
- B. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
- C. Режимы движения жидкости.
- D. Движение твердых тел.

ANSWER: A

Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:

- A. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
- B. Режимы движения жидкости.
- C. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
- D. Также вопросы обтекания тел жидкостью;
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: C

Полный напор вдоль струйки не постоянен, а:

- A. Возрастает по направлению движения жидкости;
- B. Сначала убывает, а затем возрастает;
- C. Убывает по направлению движения жидкости.
- D. Нет правильных ответов.

ANSWER: C

Напорным называется:

- A. Поток жидкости, ограниченный поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину.
- B. Поток, частично ограниченный твердыми стенками и имеющий по всей длине свободную поверхность;
- C. Поток, ограниченный со всех сторон твердыми стенками;
- D. Нет правильного ответа.

ANSWER: C

Установившимся (стационарным) называют движение жидкости:

- A. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени изменяются;

- В. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени не изменяются;
- С. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- Д. При котором изменяется с течением времени скорость движения жидкости, а давление жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- Е. Установившееся движение — это движение, при котором скорость не изменяется во времени, а зависят только от положения в потоке, т. е. являются функциями координат.

ANSWER: В,Е

Неустановившимся (нестационарным) называют движение жидкости:

- А. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени не изменяются;
- В. Называют такое движение жидкости, при котором скорость и давление в каждой точке потока изменяются во времени, т. е. зависят не только от координат, но и от времени
- С. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- Д. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- Е. При котором изменяется с течением времени скорость движения жидкости, а давление жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;
- Ф. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени изменяются;

ANSWER: В, F

Равномерным называют движение:

- А. При котором скорости в сходственных точках двух смежных сечений потока жидкости равны между собой.
- В. При котором скорости в сходственных точках двух смежных сечений потока жидкости имеют разные значения;
- С. При котором скорости и температура в сходственных точках двух смежных сечений потока жидкости равны между собой, а объем жидкости отличен от начального.
- Д. При котором скорости и объем в отличны от начального.

ANSWER: А

Движение называется равномерным:

- А. Если движение жидкости идет с постоянным напором;
- В. Если движение жидкости неустановившееся, форма сечений вдоль потока изменяются, средние скорости во всех поперечных сечениях потока одинаковы;
- С. Если движение жидкости установившееся и одновременно с этим размеры и форма сечений вдоль потока не изменяются и, средние скорости во всех поперечных сечениях потока одинаковы;
- Д. Если движение жидкости идет с переменным напором;
- Е. Такое установившееся движение жидкости, при котором скорости частиц в сходственных точках двух смежных сечений потока жидкости равны между собой.
- Ф. Установившееся движение жидкости, когда по длине потока изменяются его поперечное сечение, а следовательно, и средняя скорость.

ANSWER: С, Е

Неравномерным движением называется:

- А. Если движение жидкости идет с постоянным напором;
- В. Если движение жидкости неустановившееся, форма сечений вдоль потока изменяются, средние скорости во всех поперечных сечениях потока одинаковы;
- С. Если движение жидкости установившееся и одновременно с этим размеры и форма сечений вдоль потока не изменяются и, средние скорости во всех поперечных сечениях потока одинаковы;

D. Это движение жидкости, при котором скорости частиц в соответствующих точках двух смежных сечений потока неодинаковы и меняются с изменением этих сечений.

E. Если движение жидкости идет с переменным напором;

F. Установившееся движение жидкости, когда по длине потока изменяются его поперечное сечение, а следовательно, и средняя скорость.

ANSWER: D, F

Напорное движение:

A. Движение жидкости в каналах, при котором поток имеет свободную поверхность и полностью не соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается от атмосферного.

B. Движение жидкости в трубах, при котором поток не имеет свободной поверхности и полностью соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается от атмосферного.

C. Движение жидкости, при котором поток имеет свободную поверхность, а давление на нее равно атмосферному.

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: B

Безнапорным называется:

A. Поток, частично ограниченный твердыми стенками и имеющий по всей длине свободную поверхность;

B. Поток жидкости, ограниченный поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;

C. Поток, ограниченный со всех сторон твердыми стенками;

D. Все варианты верны.

ANSWER: A

Поток называется безнапорным, если он:

A. Ограничен поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;

B. Ограничен со всех сторон твердыми стенками;

C. Ограничен твердыми стенками не со всех сторон и имеющий по всей длине свободную поверхность;

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: C

Поток называется напорным, если он:

A. Ограничен со всех сторон твердыми стенками;

B. Ограничен твердыми стенками не со всех сторон и имеющий по всей длине свободную поверхность;

C. Ограничен поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: A

Поток является струей, если он:

A. Ограничен твердыми стенками не со всех сторон и имеющий по всей длине свободную поверхность;

B. Ограничен поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину;

C. Ограничен со всех сторон твердыми стенками;

D. Неограничен со всех сторон твердыми стенками.

ANSWER: B

Безнапорное движение:

A. Движение жидкости, при котором поток имеет свободную поверхность, а давление на нее равно атмосферному.

B. Движение жидкости

в каналах, при котором поток имеет свободную поверхность и полностью не соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается от атмосферного.

C. Движение жидкости в трубах, при котором поток не имеет свободной поверхности и полностью соприкасается с ограничивающими его твердыми стенками, а давление отличается от атмосферного.

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: A

Движение жидкости можно считать полностью определенным:

A. Если известны величина и сила гидростатического давления, т. е. распределение давлений жидкости в потоке и зависимость этого распределения во времени;

B. Если известны величина объема и температуры жидкости, т. е. распределение температуры жидкости в потоке и зависимость этого распределения во времени;

C. Если известны величина и направление скорости, т. е. распределение скоростей жидкости в потоке и зависимость этого распределения во времени;

D. Нет верного ответа.

ANSWER: C

Линия тока это:

A. Кривая, проведенная внутри потока жидкости таким образом, что скорости всех частиц, находящихся на ней в данный момент времени, нормальны к этой кривой;

B. Линия, по которой распределен поток жидкости;

C. Воображаемая кривая, проведенная внутри потока жидкости таким образом, что скорости всех частиц, находящихся на ней в данный момент времени, касательны к этой кривой;

D. Кривая, проведенная снаружи потока жидкости таким образом, что скорости всех частиц, находящихся на ней в данный момент времени, параллельны этой кривой;

ANSWER: C

Расходом потока называется:

A. Масса жидкости потока жидкости в килограммах;

B. Количество жидкости, протекающей через поперечное сечение потока в единицу времени;

C. Объем жидкости составляющей поток в м<sup>3</sup>;

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: B

Расход жидкости, проходящей через поперечное сечение элементарной струйки равен:

A. Произведению площади поперечного сечения струйки на скорость в этом сечении;

B. Сумме площадей элементарных струек;

C. Сумме скоростей элементарных струек на периметр сечения;

D. Разности расходов между двумя однотипными сечениями.

ANSWER: A

Гидравлический радиус – это:

A. Отношение площади живого сечения к смоченному периметру;

B. Количество жидкости, проходящее через данное живое сечение в единицу времени;

C. Длина контура живого сечения по твердым стенкам русла;

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: A

Расход потока - это:

A) Вес жидкости, протекающий через сечение потока;

B) Объем или массу жидкости, протекающей через живое сечение потока в единицу времени;

C) Массу жидкости, протекающей через поперечное сечение потока;

D) Нет правильного ответа.

ANSWER: B

При неразрывности движения:

A. Средние скорости в поперечных сечениях потока обратно пропорциональны площади этих сечений;

B. Средние скорости в поперечных сечениях потока прямо пропорциональны площади этих сечений;

C. Средние скорости в поперечных сечениях потока не изменяются;

D. Средние скорости в поперечных сечениях потока обратно пропорциональны плотностям жидкости.

ANSWER: A

Смоченный периметр – это:

A. Поверхность в пределах потока, нормальная к каждой своей точке к проходящей через нее линии тока;

B. Длина контура живого сечения по твердым стенкам русла;

C. Отношение площади живого сечения к смоченному периметру;

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: B

Что представляет собой трубка Пито?

A. Конструктивно объединяющую пьезометрическую и скоростную трубку;

B. Скоростную трубку;

C. Стекланную трубку, верхний конец которой открыт в атмосферу, а нижний присоединен к сосуду;

D. Нет правильных ответов.

ANSWER: A

Сформулируйте теорему кинетической энергии (теорему живых сил):

A. Произведение кинетической энергии (живой силы) движущейся системы материальных, частиц равняется сумме всех сил, действующих на систему.

B. Кинетическая энергия (живой силы) движущейся системы материальных, частиц равняется произведению массы силы на ускорение свободного падения.

C. Приращение кинетической энергии (живой силы) движущейся системы материальных, частиц равняется сумме работ всех сил, действующих на систему.

D. Кинетическая энергия (живой силы) движущейся системы материальных частиц равняется произведению всех действующих на систему сил.

ANSWER: C

Гидравлический уклон – это:

A. Отношение потерь напора к длине потока, на котором эти потери произошли;

B. Отношение потерь напора к ширине потока, на котором эти потери произошли;

C. Отношение потерь напора к высоте потока, на котором эти потери произошли.

D. Все варианты верны.

ANSWER: A

Гидравлический уклон:

A. Представляет собой производную от потери напора по соответствующему расстоянию, отсчитываемому от начального сечения по оси струйки;

B. Представляет собой произведение давления на объем жидкости при прохождении ее смоченного периметра;

C. Представляет собой сумму геометрического пьезометрического и скоростного напоров жидкости при прохождении ее определенного сечения;

D. Равен постоянному напору жидкости при движении по наклонному трубопроводу;

E. Отношение потерь напора к длине потока (трубопровода).

ANSWER: E

Среднее значение гидравлического уклона на участке элементарной струйки между сечениями 1-1 и 2-2 определяется:

- A. Как потеря напора на единицу длины струйки;
- B. Как приращение напора на единицу длины струйки;
- C. Произведением напора на единицу массы жидкости;
- D. Алгебраической суммой объема и массы жидкости.

ANSWER: A

Существуют два режима движения жидкостей:

- A. Жидкий и газообразный;
- B. Ламинарный и турбулентный;
- C. Прямой и обратный;
- D. Вихревой и проточный.

ANSWER: B

Ламинарный режим движения жидкости - это:

- A. Режим, характеризующий движение частиц не только вдоль оси потока, но и в поперечном направлении, что способствует интенсивному перемешиванию частиц краски с частицами основного потока;
- B. Режим движения жидкости, при котором наблюдается частичное перемешивание частиц краски с частицами основного потока;
- C. Режим, характеризующий параллельно – струйное движение жидкости (струйки движутся, не перемешиваясь, друг с другом);
- D. Режим жидкости движущей параллельно потоку окрашенной струйки.

ANSWER: C

Число Рейнольдса является:

- A. Отношением объема жидкости на скорость и массу сечения через которое протекает жидкость
- B. Критерием, позволяющим судить о режиме движения жидкости в круглой трубе, работающей полным сечением;
- C. Отношением объема жидкости движения жидкости в круглой трубе к ее плотности;
- D. Критическим условием движения жидкости.
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: B

Режим движения жидкости в общем случае зависит:

- A. Давления температуры и объема жидкости;
- B. От скорости движения, размеров потока, плотности и вязкости жидкости;
- C. От скорости движения, мольного и удельного объемов жидкости;
- D. Коэффициента температурного и объемного расширения жидкости

ANSWER: B

Ламинарный режим движения жидкости - это:

- A. Режим, характеризующий движение частиц не только вдоль оси потока, но и в поперечном направлении, что способствует интенсивному перемешиванию частиц краски с частицами основного потока;
- B. Режим движения жидкости, при котором наблюдается частичное перемешивание частиц краски с частицами основного потока;
- C. Режим, характеризующий параллельно – струйное движение жидкости (струйки движутся, не перемешиваясь, друг с другом);
- D. Режим, характеризующий полное перемешивание частиц краски с частицами основного потока жидкости.

ANSWER: C

Коэффициент расхода отверстия учитывает:

- A. Влияние гидравлического сопротивления и сжатия струи на расход жидкости.
- B. Влияние плотности и вязкости жидкости
- C. Влияние температуры и скорости жидкости

D. Влияние объема жидкости.

ANSWER:

Насадкой называют:

A. Сгон, через который происходит истечение жидкости;

B. Трубу, вставленную в отверстие, через которую организуется поток жидкости длиной  $2d$ ;

C. Трубу, истечение из которой происходит при постоянном напоре, т.е. уровень жидкости в резервуаре остается неизменным -const;

D. Патрубок длиной  $2,5d$ ,  $LH$ ,  $5d$  присоединенный к малому отверстию в тонкой стенке с целью изменения гидравлических характеристик истечения - скорости, расхода жидкости, траектории струи.

ANSWER: D

Укажите виды насадок (что не является насадком):

A. Внешний цилиндрический;

B. Прямой и обратный

C. Внутренний цилиндрический;

D. Сходящийся конический;

E. Расходящийся конический;

F. Разводной;

G Рожковый;

I. Коноидальные, криволинейного очертания, имеющие форму сжатой струи.

ANSWER: F, G

Гидравлическим ударом называется:

A. Изменение давления в напорном трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости.

B. Повышение вакуумметрического давления в напорном трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости;

C. Понижение атмосферного давления в трубопроводе при резком изменении скорости движения жидкости.

D. Резкое изменение скорости движения жидкости.

ANSWER: A

Работа насоса характеризуется основными техническими показателями:

A. Плотностью, давлением, кинематической вязкостью, коэффициентом Шези;

B. Подачей, напором, мощностью, коэффициентом полезного действия, частотой вращения и допускаемым кавитационным запасом;

C. Частотой подачи, числом оборотов, плотностью и давлением жидкости;

D. Редукционным числом, ударной волной, изменением давления в напорном трубопроводе, числом Рейнольдса.

ANSWER: B

Подача насоса это:

A. Количество жидкости с определенной массой и вязкостью;

B. Объем жидкости, подаваемой насосом в резервуар;

C. Количество перекачиваемой жидкости;

D. Объем жидкости, перекачиваемый насосом в единицу времени;

ANSWER:

Идеальная (теоретическая) подача насоса это:

A. Сумма подачи насоса и объемных потерь;

B. Произведение подачи насоса и массовых потерь;

C. Подача насосом идеальной жидкости лишенной вязкостных свойств;

D. Подача насосом жидкости на расстояние более чем 1 км.

ANSWER: A

Объемные потери возникают:

A. В результате перепада давления в различных частях насоса и подающего трубопровода;

В. В результате перетекания (утечек) жидкости под действием перепада давления из напорной полости во всасывающую и изменяются при прочих равных условиях практически прямо пропорционально перепаду давления;

С. В результате утечек жидкости под действием перепада разности плотностей во всасывающей и напорной полости насоса.

Д. В результате утечек жидкости под действием вязкости и температуры жидкости во всасывающей и напорной полости насоса.

ANSWER: В

Подача насоса зависит от:

А. Геометрических размеров насоса, скорости движения рабочих органов и гидравлического сопротивления сети, на которую работает насос.

В. Геометрических размеров насоса, вязкости и плотности перекачиваемой жидкости и критического числа Рейнольдса жидкости.

С. Геометрических размеров насоса и его пьезометрических характеристик;

Д. Все ответы верны.

ANSWER: А

Напор насоса представляет собой:

А. Количество проходящей через насос жидкости;

В. Приращение полной удельной энергии жидкости, проходящей через насос;

С. Сила давления жидкости при поступлении ее в резервуар;

Д. Нет правильного ответа.

ANSWER: В

Потери энергии в насосе складываются:

А. Геометрических, пьезометрических и скоростных;

В. Потерь по длине и местных потерь;

С. Механических, гидравлических и объемных;

Д. Все ответы верны;

Е. Нет правильного ответа.

ANSWER: С

Механические потери в насосе это:

А. Потери на трение в подшипниках, сальниках, поршня о стенки цилиндра и т.д.

В. Связанные с преодолением гидравлических сопротивлений в рабочих органах насоса.

С. Обусловленные утечкой жидкости из напорной полости насоса во всасывающую через зазоры.

Д. Сумма указанных потерь

ANSWER: А

Гидравлические потери в насосе это:

А. Потери на трение в подшипниках, сальниках, поршня о стенки цилиндра и т.д.

В. Связанные с преодолением гидравлических сопротивлений в рабочих органах насоса.

С. Обусловленные утечкой жидкости из напорной полости насоса во всасывающую через зазоры.

Д. Сумма указанных потерь

ANSWER: В

Объемные потери в насосе это:

А. Потери на трение в подшипниках, сальниках, поршня о стенки цилиндра и т.д;

В. Связанные с преодолением гидравлических сопротивлений в рабочих органах насоса;

С. Обусловленные утечкой жидкости из напорной полости насоса во всасывающую через зазоры;

Д. Сумма указанных потерь.

ANSWER: С

Частная кавитационная характеристика- это:

А. Зависимость напора насоса от кавитационного запаса при постоянной частоте вращения, подаче и температуре жидкости;

В. Зависимость подачи насоса от давления, объема и температуры жидкости;



- C. Зависимость подачи и температуры жидкости от кавитационного запаса при постоянной частоте вращения насоса;  
D. Зависимость кавитационного запаса от постоянной частоты вращения, подачи насоса и температуры жидкости.

ANSWER: A

Вакуум на входе в насос зависит:

- A. От расположения насоса по трассе и гидростатического давления ;  
B. От расположения насоса по отношению к свободной поверхности жидкости в приемном резервуаре геометрической высоты всасывания, режима работы насосов и других факторов.  
C. От плотности и вязкости жидкости;  
D. Все ответы не правильные

ANSWER: B

### 5.3 Билеты к экзамену по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» (4 семестр)

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

#### **БИЛЕТ № 1**

1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение неразрывности.
2. Что такое подача насоса, идеальная подача и как она определяется при испытаниях? Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
3. Гидравлические потери. Каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

Семестр - 4

## БИЛЕТ № 2

1. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. Уравнение неразрывности.
2. 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?
3. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и Гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

28.01.

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина

**Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа

**НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

## БИЛЕТ № 3

1. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
2. 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?
3. Виды гидравлических потерь. Измерение расходов и скоростей жидкости. Определение расхода жидкости в расходомере Вентури.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

28.01.

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

### **БИЛЕТ № 4**

1. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка тока, гидравлический радиус, смоченный периметр.
2. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение? Как определяется коэффициент скорости, что он учитывает, Как определяется коэффициент расхода. Что он учитывает. Как определяется коэффициент сопротивления (отверстия, насадка).
3. Основы гидродинамики. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

### **БИЛЕТ № 5**

1. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
2. 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?

3. Режимы движения жидкости. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

### **БИЛЕТ № 6**

1. Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
2. Потери напора жидкости. Виды гидравлических потерь. Формула Шези, Дарси- Вейсбаха
3. Уравнение Бернулли и его вывод. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

### **БИЛЕТ № 7**

1. Что такое подача насоса, идеальная подача и как она определяется при испытаниях?  
Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов?  
Что такое мощность насоса и полезная мощность?

2. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.  
Уравнение расхода для элементарной струйки и потока.
3. Режимы движения жидкости. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит, и как её определяют?

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

### **БИЛЕТ № 8**

1. Прямой и не прямой гидравлический удар. Что такое фаза удара?  
Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
2. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре
3. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина **Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа **НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

### **БИЛЕТ № 9**

1. Гидравлические потери. Виды гидравлических потерь основные формулы и Определения.
2. Гидравлические элементы потока. Площадь живого сечения, смоченный периметр, гидравлический радиус.
3. Уравнение Д. Бернулли. Поясните геометрический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина

**Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа

**НБ-19, НР-19-1, НР-19-2**

**БИЛЕТ № 10**

1. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на  $90^0$ , 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.
2. Расход и средняя скорость. Уравнение неразрывности. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
3. Истечение жидкости из отверстий и насадков. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадков в атмосферу при постоянном напоре

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина

**Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Группа

**НБ-19, НР-19-1, НР-19-2****БИЛЕТ № 11**

1. 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
2. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
3. Гидравлические потери. Формула Дарси и Дарси-Вейсбаха.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и Гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина

**Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Семестр - 4

Группа

**НБ-19, НР-19-1, НР-19-2****БИЛЕТ № 12**

1. 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»?
2. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
3. Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение. Формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

