

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» *марта* 2023г., протокол № 550

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

«Механика жидкости и газов»

Направление подготовки: 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ОПК-1 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Согласно Рабочему учебному плану специальности, в формировании данной компетенции участвуют дисциплины и виды практик:

ОПК-1,
Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа
Математический анализ
Дифференциальные уравнения. Теория рядов
Теория вероятностей. Математическая статистика
Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики)
Общая физика (Электричество и магнетизм)
Общая физика (Волны и оптика)
Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и физики атомного ядра)
Химия
Техническая термодинамика
Теоретическая механика
Механика жидкости и газов
Тепломассообмен
Общая энергетика
Электротехника и электроника
Производственная практика (преддипломная)
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате освоения дисциплины студенты, для формирования данных компетенций студенты должны:

1) знать:

З1 - основные физические свойства жидкостей и газов.

З2 - общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов.

2) уметь:

У1-рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин.

У2-проводить гидравлический расчет трубопроводов.

3) Владеть:

В1-методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

Формами аттестации по дисциплине являются:

3 семестр- зачет с оценкой

Сформированность данных компетенций проверяется в итоговой аттестации при выполнении и защиты выпускной квалификационной работы.

1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции по этапам их формирования:

Контролируемые разделы дисциплины «Механика жидкости и газов»	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
		текущий	рубежный
3 семестр			
1. Гидростатика	ОПК-1	7-ЛР,КР	8-Т
2. Гидродинамика	ОПК-1	15-ЛР,КР	16-Т

Соотнесение формируемых компетенций со знаниями, умениями и навыками приведено в следующей таблице:

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Механика жидкости и газов» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)	
ОПК-1	31; 32;	У1, У2	В1	Т, ПР, ЛР, КР

Основные показатели оценивания знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, представлены в таблице:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели оценки результатов	Формируемые компетенции
З-1 - Основные физические свойства жидкостей и газов	Знать основные механические, физико-химические и уникальные свойства жидкостей, воды и аномальных жидкостей, динамику их свойств при изменении температуры и давления. Знать физические свойства газов. Причины возникновения потерь энергии при движении жидкости.	ОПК-1

3-2 - Общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов.	Знать дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их анализ в различных полях действия сил инерции. Относительный покой жидкости. Законы Паскаля и Архимеда. Условия плавания тел и их остойчивости. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли, его вывод, виды, интерпретация и условия применимости. Уравнение количества движения для установившегося потока, его применение для расчета силового воздействия жидкой и воздушной (паровой) струи на твердые препятствия (лопатки гидро-, газо-, и паротурбинных установок, ограничивающих стенок). Уравнение Бернулли для идеального и реальных газов.	ОПК-1
У-1 - Рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин.	Расчет величины повышения давления. Расчет потерь энергии на трение по длине и на участках местных сопротивлений. Расчет характеристик свободных и затопленных гидравлических струй. Безнапорное движение жидкости в водотоках различной формы. Виды, формы и режимы течения.	ОПК-1
У2 - проводить гидравлический расчет трубопроводов.	Гидравлический расчет трубопроводов. Расчет простых трубопроводов постоянного сечения. Расчет длинных и коротких, последовательных и параллельных трубопроводов.	ОПК-1
В1 - методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.	Методы борьбы с гидроударом. Расчет силового воздействия потока при обтекании твердых тел жидкой и воздушной (паровой) средой. Особенности истечения газов из отверстий.	ОПК-1

1.4. Перечень оценочных средств

Характеристика оценочных средств по дисциплине представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4

1	Контроль лабораторной работы	Предполагает оформление отчетов по выполненным работам и ответы на вопросы по теме работы	Вопросы по темам работ
2	Контроль практической работы	Предполагает владение алгоритмом решения задач по пройденным темам	Задачи по пройденным темам
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Домашнее задание (контрольная работа)	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления.	Задачи по разделам дисциплины по вариантам

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине

Типовые контрольные задания представлены в соответствии с перечнем оценочных средств по дисциплине в следующей структуре:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- сами оценочные средства с выделением правильных ответов (для тестов и контрольных работ);
- критерии и шкалы оценивания.

2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Контроль знаний, необходимых для успешного изучения дисциплины, проводится по результатам итоговой аттестации ранее изученных дисциплин.

Пример варианта (теста):

1. Жидкие тела бывают....
1) двух видов; 2) трех видов; 3) четырех видов.
2. Капельные жидкости называются...
1) несжимаемыми; 2) упругими; 3) сжимаемыми.
3. Масса единицы объема жидкости ...
1) плотность; 2) удельный вес; 3) вязкость.

4. Относительное изменение объема жидкости при изменении давления на единицу...

- 1) **коэффициент объемного сжатия;**
2) коэффициент температурного расширения;
3) коэффициент гидравлических сопротивлений.

5. Для воды при нормальных условиях коэффициент объемного сжатия равен...

- 1) **$5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$;** 2) $10 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$; 3) $1 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$.

6. Для воды при нормальных условиях коэффициент температурного расширения равен...

- 1) $1 \cdot 10^{-3} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$; 2) **$1 \cdot 10^{-4} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$;** 3) $10 \cdot 10^{-4} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$.

7. Свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее частиц и развивать при движении внутренние касательные напряжения называется ...

- 1) плотность; 2) **вязкость;** 3) удельный вес.

8. Коэффициент пропорциональности, называемый динамической вязкостью, обозначается буквой...

- 1) α ; 2) ρ ; 3) **μ .**

9. Кинематическая вязкость измеряется ...

1) в кубических метрах на секунду ($\text{м}^3/\text{с}$); 2) квадратных метрах на секунду в квадрате ($\text{м}^2/\text{с}^2$); 3) **в стоксах (Ст).**

10. На практике вязкость жидкостей определяется...

- 1) жидкостными манометрами; 2) **вискозиметрами;** 3) ртутными термометрами.

11. На практике вязкость жидкостей чаще всего выражается в градусах...

- 1) **Энглера ($^\circ\text{Е}$);** 2) Цельсия ($^\circ\text{C}$); 3) Кельвина (К).

12. $p_{нов} = p_{под} = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$ - это формула ...

- 1) **Лапласа;** 2) Альтшуля 3) Эйлера.

13. Высота капиллярного поднятия равна...

- 1) $h_{под} = 2 \cdot \sigma \cdot \rho / (g \cdot r)$; 2) $h_{под} = 2 \cdot \sigma \cdot \rho \cdot g / r$; 3) **$h_{под} = 2 \cdot \sigma / (\rho \cdot g \cdot r)$.**

14. Массовая сила, действующая на жидкость...

- 1) **сила тяжести;** 2) сила трения; 3). сила упругости.

15. Массовые силы для однородных жидкостей пропорциональны ...

- 1) **объему;** 2) весу; 3) давлению.

16. Раздел, в котором изучаются законы силового воздействия покоящейся жидкости на криволинейные поверхности называется...

- 1) гидродинамика; 2) аэродинамика; 3) **гидростатика.**

17. Предел отношения силы давления к элементарной площадке, бесконечно малых размеров, есть...

1) инерционное давление; 2) **гидростатическое давление;** 3) давление сил поверхностного натяжения.

18. Величина гидростатического давления зависит от ...

1) глубины погружения выбранной точки; 2) угла наклона площадки, содержащей выбранную точку; 3) вязкости.

19. Давление в 1 атм, соответствует ...

1) 10 м вод. ст; 2) 1 м вод. ст; 3) 8 м вод. ст.

20. Уравнение $dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz)$ называется

1) уравнением Бернулли;

2) основным дифференциальным уравнением гидростатики;

3) уравнением неразрывности.

2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Текущий контроль оценивается выполнением лабораторных работ и домашнего задания.

2.2.1 Лабораторные работы

Лабораторные работы проводятся по разделам и выполняются в течение всего семестра. Лабораторные работы выполняются на учебных стендах по методическим указаниям.

При выполнении лабораторных работ оцениваются:

- умение самостоятельно пользоваться справочной и методической литературой, лекционными материалами;
- умение пользоваться приборами;
- правильные ответы на контрольные вопросы при защите лабораторных работ;
- грамотное оформление отчета по лабораторным работам.

Раздел 1 Гидростатика

Лабораторная работа №1 «Приборы измерения давления. Поверка пружинных манометров»

Цель работы: Изучить прибор для измерения давления; определить относительную погрешность измерения при различных уровнях давления. Поверка пружинного манометра.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №1

1. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление.
2. Приборы для измерения давления.
3. Признаки классификации приборов для измерения давления.
4. Основные характеристики приборов для измерения давления.
5. Принцип действия различных приборов для измерения давления.
6. Приведенная, абсолютная и относительная погрешности.

Лабораторная работа №2 «Определение режимов движения жидкости»

Цель работы: Научиться определять режимы течения жидкости в трубопроводе двумя способами - путем визуального наблюдения и на основе обработки опытных данных.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2

1. Какие режимы течения жидкости вы знаете.
2. От чего зависит характер движения жидкости в трубах? Как определяется?
3. Критерий Рейнольдса при различных режимах течения жидкости.
4. Как определяется расход и скорость течения жидкости.
5. Как определить гидравлический радиус?
6. Критические числа Рейнольдса при различных условиях.

Лабораторная работа №3 «Изучение способа измерения расхода воды по величине падения давления на мерной диафрагме»

Цель работы: Изучение измерительной диафрагмы как прибора для измерения расхода жидкости, тарировка измерительной диафрагмы для жидкости, методы измерения расхода, определение погрешности измерения расхода с помощью диафрагмы.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №3

1. Дать определение расхода.
2. Что такое диафрагма?
3. Методы измерения расхода в трубах (по переменному перепаду давления на сужающем устройстве и объемный способ).
4. Нормальные сужающие устройства.
5. Достоинства и недостатки расходомеров с сужающими устройствами.
6. Зависимость для определения расхода через диафрагму.

Лабораторная работа №4 «Построение кривой свободной поверхности жидкости, находящейся в состоянии относительного покоя во вращающемся сосуде»

Цель работы:

1. Замерить координаты точек свободной поверхности жидкости при вращении сосуда.
2. Найти теоретические значения координат точек свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде.
3. Построить теоретическую кривую свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде и нанести опытные точки.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №4

1. Форма свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде.
2. Какие силы действуют на жидкость во вращающемся сосуде? Чему они равны?
3. Какие силы действуют на неподвижную жидкость?
4. Гидростатическое давление, основное уравнение гидростатики.
5. По какой формуле определяют угловую скорость вращения?

Критерии и шкалы оценивания

Максимальный балл _10_ по всем лабораторным работам

Объем выполненных работ	баллы
81 – 100 %	8-10
51 – 80 %	5-7
0 – 50 %	0-4

Раздел 2 Гидродинамика

Лабораторная работа №5 «Экспериментальное исследование течения по трубопроводу. Определение коэффициента гидравлического трения (коэффициент Дарси)»

Цель работы:

- 1) Экспериментальное определение расходно-перепадной характеристики трубопровода, определение зависимости потерь давления от скорости течения жидкости в трубе.
- 2) Определение зависимости коэффициента сопротивления трубопровода и коэффициента трения от числа Рейнольдса.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №5

1. Что такое коэффициент Дарси. От чего зависит?
2. Дать определение коэффициента сопротивления и коэффициента трения.
3. Скорость течения жидкости. Дать определение.
4. Потеря давления на трение. От чего зависит?
5. Зависимости для определения коэффициента гидравлического трения.

Лабораторная работа №6 «Построение напорной и пьезометрической линий трубопровода. Определение коэффициентов сопротивления сужения и расширения потоков»

Цель работы:

Изучение закона сохранения энергии при течении жидкости по гидросистеме или трубопроводу, изучение уравнения Бернулли и построение напорной и пьезометрической линий при течении жидкости по трубопроводу переменного сечения. Определение коэффициентов сопротивления сужения и расширения потоков.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №6

1. Напишите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
2. Что называется местным сопротивлением?
3. Как определяется расход объемным способом.
4. Что называется гидравлическим и пьезометрическим уклоном?
5. Напишите формулу определения потерь напора. От каких факторов зависят потери напора?

Лабораторная работа №7 «Определение коэффициентов местных гидравлических сопротивлений»

Цель работы:

Изучение методики экспериментального определения коэффициентов местных гидравлических сопротивлений. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений: колена К (поворота на 90°), внезапного сужения ВС и внезапного расширения ВР.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №7

1. Дать определение местного сопротивления, назвать основные виды местных сопротивлений.
2. Объяснить причины, вызывающие потери напора в местных сопротивлениях.
3. В чем заключается методика экспериментального определения ζ_m ?
4. С какой целью определяются гидравлические уклоны?
5. Какие факторы влияют на величину ζ_m при ламинарном и турбулентном режимах течения?
6. Назвать справочные значения ζ_m для исследуемых местных сопротивлений.

Лабораторная работа №8 «Определение коэффициента гидравлического трения»

Цель работы:

- изучение способов определения коэффициента гидравлического трения;
- определение коэффициента гидравлического трения стального трубопровода;
- построение графических зависимостей коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №8

1. Устройство лабораторного стенда.
2. Как определять потери на трение по длине трубопровода?
3. Методика экспериментального определения коэффициента гидравлического трения.
4. Методика расчетного определения коэффициента гидравлического трения.
5. Какие факторы влияют на величину потерь на трение по длине трубопровода?
6. Что такое гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые трубы?
7. Пояснить физический смысл эквивалентной шероховатости труб Δz .

Критерии и шкалы оценивания

Максимальный балл _10_ по всем лабораторным работам

Объем выполненных работ	баллы
81 – 100 %	8-10
51 – 80 %	5-7
0 – 50 %	0-4

2.2.2 Студентам выдается индивидуальное задание из литературы [8] рабочей программы.

При выполнении индивидуального задания оцениваются:
– знания теоретического материала по темам практических занятий;

– умение самостоятельно пользоваться справочной и методической литературой, лекционными материалами при решении задач.

Пример задач контрольной работы

Задача П1.

Цилиндрический сосуд диаметром $D = 0,2$ м, высотой $a = 0,4$ м, заполненный водой, опирается на плунжер диаметром $d = 0,1$ м и массами верхней крышки $m_1 = 300$ кг, обечайки $m_2 = 150$ кг, нижней крышки $m_3 = 120$ кг. Определить показания манометра.

Решение:

Атмосферное давление на верхнюю и нижнюю крышку сосуда взаимно скомпенсированы за исключением площадь торца плунжера. Вертикальная сила, действующая на плунжер, равна нулю

$$F = \Delta P \cdot S = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot d^2}{4} = \left(\frac{\rho \cdot \pi \cdot D^2}{4} \cdot a + m_1 + m_2 + m_3 \right) \cdot g = 0.$$

Следовательно, избыточное давление в сосуде равно

$$\Delta P = \left(\frac{\rho \cdot D^2}{d^2} \cdot a + \frac{4 \cdot (m_1 + m_2 + m_3)}{\pi \cdot d^2} \right) \cdot g = \left(\frac{1000 \cdot 0,2^2}{0,1^2} \cdot 0,4 + \frac{4 \cdot (300 + 150 + 120)}{\pi \cdot 0,1^2} \right) \cdot 9,8 =$$

= 740000 Па.

Ответ: $\Delta P = 0,74$ МПа.

Задача П2.

Квадратное отверстие размерами $B \times B = 1 \times 1$ м закрыто плоским поворотным щитом, который прижимается к стене угловым рычагом под действием груза m на плече $r = 1,5$ м. Найти массу m , необходимую для удержания воды на уровне $H = 2$ м, если $h = 0,3$ м.

Решение

Сила действующая на щит равна

$$F = P_{\text{ц}} \cdot S = 15000 \text{ Н},$$

где $P_{\text{ц}} = \rho \cdot g \cdot \left(H - \frac{B}{2} \right) = 15000$ Па – давление по центру щита;

$\rho = 1000$ кг/м³ – плотность воды;

$g = 9,806$ м/с² – ускорение свободного падения;

$H = 2$ м – уровень воды;

$B = 1$ м – длина щита;

$S = B^2 = 1$ м² – площадь щита.

Точка приложения силы находится ниже центра тяжести щита на

$$\Delta h = \frac{J_0}{\frac{B}{2} \cdot S} = \frac{2 \cdot J_0}{B^3} = \frac{B}{6} = 0,167 \text{ м,}$$

где $J_0 = \frac{B^4}{12}$ - момент инерции.

Вращающий момент относительно оси вращения равен

$$M = F \cdot \left(h + \frac{B}{2} + \Delta h \right) = 14500 \text{ Н·м,}$$

где $h = 0,3 \text{ м}$.

Масса противовеса равна

$$m = \frac{M}{r} = 9600 \text{ кг,}$$

где $r = 1,5 \text{ м}$.

Ответ: $m = 9600 \text{ кг}$.

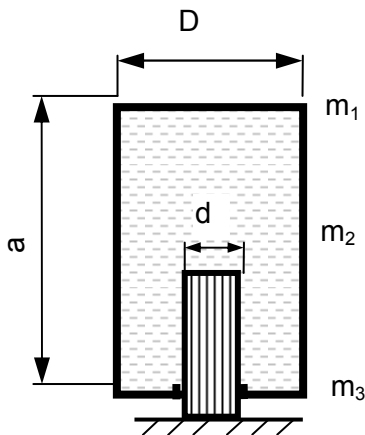


Рисунок к задаче П1

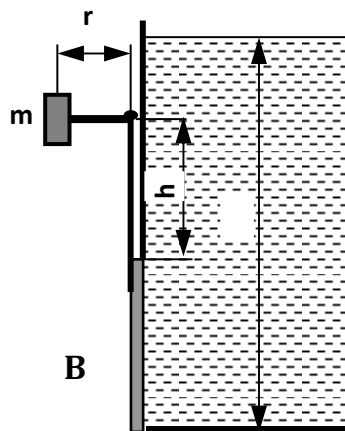


Рисунок к задаче П2

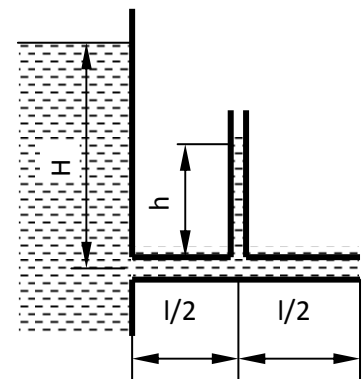


Рисунок к задаче П3

Задача П3.

При истечении воды из большого резервуара в атмосферу по горизонтальной трубе, диаметр которой $d = 25 \text{ мм}$ и длина $l = 5 \text{ м}$, при статическом напоре $H = 8 \text{ м}$ получено, что уровень в пьезометре, установленном на середине длины трубы, равен $h = 4,7 \text{ м}$. Определить расход воды Q и коэффициент сопротивления трения λ трубы.

Решение

Уравнение Бернулли запишем как равенство напора и гидравлического сопротивления

$$\rho \cdot g \cdot H = \Delta P_{\text{пот}}.$$

Гидравлические потери в трубе равны

$$\Delta P_{\text{пот}} = \left(\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{1}{d} \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}.$$

Следовательно
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{1}{d}}}.$$

Показания пьезометра равны давлению, создаваемому потоком в середине трубы

$$\rho \cdot g \cdot h = \left(\xi_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{1}{2 \cdot d} \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \frac{\rho \cdot v^2}{2}.$$

Следовательно
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{\xi_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{1}{2 \cdot d}}}.$$

и следовательно
$$\frac{H}{\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{1}{d}} = \frac{h}{\xi_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{1}{2 \cdot d}}.$$

Так как $\xi_{\text{вх}} = 0,5$ и $\xi_{\text{вых}} = 1$, то
$$\frac{8}{0,5 + \lambda \cdot 200 + 1} = \frac{4,7}{0,5 + \lambda \cdot 100}.$$

Решив уравнение получим $\lambda = 0,0354$.

Из формулы скорости определим $v = 4,28$ м/с.

Расход равен
$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,0021 \text{ м}^3/\text{с} = 2,1 \text{ л/с}.$$

Ответ: $\lambda = 0,0354$; $Q = 2,1$ л/с.

- максимальный балл 10.

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	8-10
51 – 80 %	5-7
0 – 50 %	0-4

2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Текущий контроль оценивается выполнением тестовых заданий и контрольных работ

2.3.1 Тест

Раздел 1 Гидростатика

1. Что такое жидкость?
 - а) физическое вещество, способное заполнять пустоты
 - б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил
 - в) физическое вещество, способное течь

2. Идеальная жидкость – это?
 - а) жидкость, способная сжиматься
 - б) жидкость, не существующая в природе
 - в) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение

3. Какие внешние силы действуют на жидкость?
 - а) силы тяжести и давления
 - б) внутренние и поверхностные
 - в) массовые и поверхностные

4. Какое давление обычно показывает манометр?
 - а) избыточное
 - б) атмосферное
 - в) давление вакуума

5. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?
 - а) 100 кПа
 - б) 1 МПа
 - в) 0,3 ГПа

6. Вес жидкости, приходящийся на единицу объема, называется?
 - а) плотностью
 - б) удельным весом
 - в) удельной плотностью

7. Как будет изменяться удельный вес жидкости при увеличении температуры?
 - а) не изменяется
 - б) сначала увеличивается, а затем уменьшается

- в) уменьшается
8. Вязкость жидкости – это?
- а) способность перетекать по поверхности за минимальное время
 - б) свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее частиц и развивать при движении внутренние касательные напряжения
 - в) способность не сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости
9. Гидростатическое давление присуще...
- а) покоящейся жидкости
 - б) жидкости, находящейся под избыточным давлением
 - в) жидкости, движущейся в резервуаре
10. Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема, называется
- а) основным уравнением гидродинамической теории
 - б) основным уравнением гидростатики
 - в) основным уравнением гидродинамики
11. "Давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково"
- а) закон Никурадзе
 - б) закон Жуковского
 - в) закон Паскаля
12. Как называется часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками?
- а) гидравлический периметр
 - б) периметр контакта
 - в) смоченный периметр
13. Движение, при котором скорость и давление зависят от координат пространства и от времени, называется
- а) неустановившимся
 - б) ламинарным
 - в) стационарным
14. Что является источником потерь энергии движущейся жидкости?
- а) расход жидкости
 - б) вязкость
 - в) изменение направления движения

Критерии и шкалы оценивания

- максимальный балл 10 за раздел

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	8-10
51 – 80 %	5-7
0 – 50 %	0-4

Раздел 2 Гидродинамика

2.3.2 Тест

1. Жидкие тела бывают....

1) двух видов; 2) трех видов; 3) четырех видов.

2. Капельные жидкости называются...

1) несжимаемыми; 2) упругими; 3) сжимаемыми.

3. Масса единицы объема жидкости ...

1) плотность; 2) удельный вес; 3) вязкость.

4. Относительное изменение объема жидкости при изменении давления на единицу...

1) коэффициент объемного сжатия;

2) коэффициент температурного расширения;

3) коэффициент гидравлических сопротивлений.

5. Для воды при нормальных условиях коэффициент объемного сжатия равен...

1) $5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$; 2) $10 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$; 3) $1 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$.

6. Для воды при нормальных условиях коэффициент температурного расширения равен...

1) $1 \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$; **2) $1 \cdot 10^{-4} (\text{°C})^{-1}$;** 3) $10 \cdot 10^{-4} (\text{°C})^{-1}$.

7. Свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее частиц и развивать при движении внутренние касательные напряжения называется

1) плотность; **2) вязкость;** 3) удельный вес.

8. Коэффициент пропорциональности, называемый динамической вязкостью, обозначается буквой...

1) α ; 2) ρ ; **3) μ .**

9. Кинематическая вязкость измеряется ...

1) в кубических метрах на секунду ($\text{м}^3/\text{с}$); 2) квадратных метрах на секунду в квадрате ($\text{м}^2/\text{с}^2$); **3) в стоксах (Ст).**

10. На практике вязкость жидкостей определяется...

1) жидкостными манометрами; **2) вискозиметрами**; 3) ртутными термометрами.

11. На практике вязкость жидкостей чаще всего выражается в градусах...

1) Энглера (°Е); 2) Цельсия (°С); 3) Кельвина (К).

12. $p_{нов} = p_{под} = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$ - это формула ...

1) Лапласа; 2) Альтшуля 3) Эйлера.

13. Высота капиллярного поднятия равна...

1) $h_{под} = 2 \cdot \sigma \cdot \rho / (g \cdot r)$; 2) $h_{под} = 2 \cdot \sigma \cdot \rho \cdot g / r$; **3) $h_{под} = 2 \cdot \sigma / (\rho \cdot g \cdot r)$** .

14. Массовая сила, действующая на жидкость...

1) сила тяжести; 2) сила трения; 3). сила упругости.

15. Массовые силы для однородных жидкостей пропорциональны ...

1) объему; 2) весу; 3) давлению.

16. Раздел, в котором изучаются законы силового воздействия покоящейся жидкости на криволинейные поверхности называется...

1) гидродинамика; 2) аэродинамика; **3) гидростатика**.

17. Предел отношения силы давления к элементарной площадке, бесконечно малых размеров, есть...

1) инерционное давление; **2) гидростатическое давление**; 3) давление сил поверхностного натяжения.

18. Величина гидростатического давления зависит от ...

1) глубины погружения выбранной точки; 2) угла наклона площадки, содержащей выбранную точку; 3) вязкости.

19. Давление в 1 атм, соответствует ...

1) 10 м вод. ст; 2) 1 м вод. ст; 3) 8 м вод. ст.

20. Уравнение $dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz)$ называется

1) уравнением Бернулли;

2) основным дифференциальным уравнением гидростатики;

3) уравнением неразрывности.

- максимальный балл 10 за раздел

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	8-10

51 – 80 %	5-7
0 – 50 %	0-4

Пример варианта домашнего задания

Задача П1.

Цилиндрический сосуд диаметром $D = 0,2$ м, высотой $a = 0,4$ м, заполненный водой, опирается на плунжер диаметром $d = 0,1$ м и массами верхней крышки $m_1 = 300$ кг, обечайки $m_2 = 150$ кг, нижней крышки $m_3 = 120$ кг. Определить показания манометра.

Решение:

Атмосферное давление на верхнюю и нижнюю крышку сосуда взаимно скомпенсированы за исключением площадь торца плунжера. Вертикальная сила, действующая на плунжер, равна нулю

$$F = \Delta P \cdot S = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot d^2}{4} = \left(\frac{\rho \cdot \pi \cdot D^2}{4} \cdot a + m_1 + m_2 + m_3 \right) \cdot g = 0.$$

Следовательно, избыточное давление в сосуде равно

$$\Delta P = \left(\frac{\rho \cdot D^2}{d^2} \cdot a + \frac{4 \cdot (m_1 + m_2 + m_3)}{\pi \cdot d^2} \right) \cdot g = \left(\frac{1000 \cdot 0,2^2}{0,1^2} \cdot 0,4 + \frac{4 \cdot (300 + 150 + 120)}{\pi \cdot 0,1^2} \right) \cdot 9,8 =$$

= 740000 Па.

Ответ: $\Delta P = 0,74$ МПа.

Задача П2.

Квадратное отверстие размерами $B \times B = 1 \times 1$ м закрыто плоским поворотным щитом, который прижимается к стене угловым рычагом под действием груза m на плече $r = 1,5$ м. Найти массу m , необходимую для удержания воды на уровне $H = 2$ м, если $h = 0,3$ м.

Решение

Сила действующая на щит равна

$$F = P_{ц} \cdot S = 15000 \text{ Н},$$

где $P_{ц} = \rho \cdot g \cdot \left(H - \frac{B}{2} \right) = 15000$ Па – давление по центру щита;

$\rho = 1000$ кг/м³ – плотность воды;

$g = 9,806$ м/с² – ускорение свободного падения;

$H = 2$ м – уровень воды;

$B = 1$ м – длина щита;

$S = B^2 = 1$ м² – площадь щита.

Точка приложения силы находится ниже центра тяжести щита на

$$\Delta h = \frac{J_0}{\frac{B}{2} \cdot S} = \frac{2 \cdot J_0}{B^3} = \frac{B}{6} = 0,167 \text{ м},$$

где $J_0 = \frac{B^4}{12}$ – момент инерции.

Вращающий момент относительно оси вращения равен

$$M = F \cdot \left(h + \frac{B}{2} + \Delta h \right) = 14500 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $h = 0,3$ м.

Масса противовеса равна

$$m = \frac{M}{r} = 9600 \text{ кг},$$

где $r = 1,5 \text{ м}$.

Ответ: $m = 9600 \text{ кг}$.

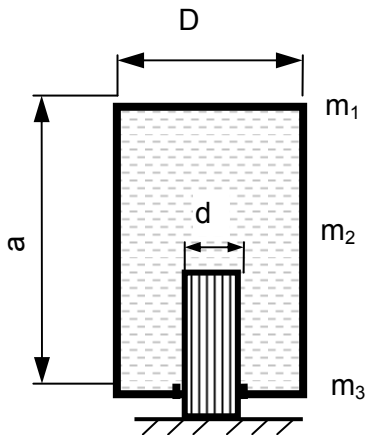


Рисунок к задаче П1
Задача П3.

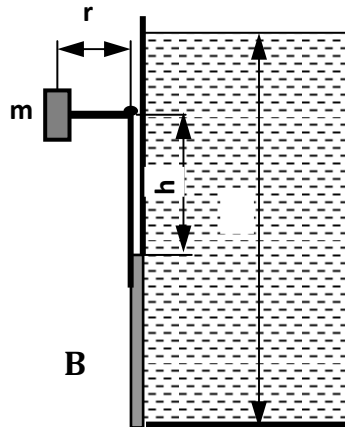


Рисунок к задаче П2

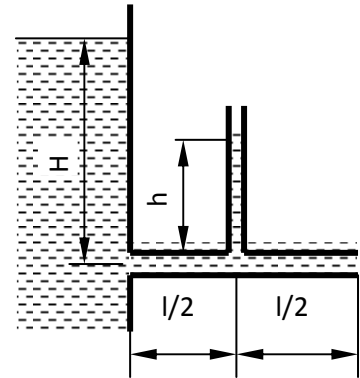


Рисунок к задаче П3

При истечении воды из большого резервуара в атмосферу по горизонтальной трубе, диаметр которой $d = 25 \text{ мм}$ и длина $l = 5 \text{ м}$, при статическом напоре $H = 8 \text{ м}$ получено, что уровень в пьезометре, установленном на середине длины трубы, равен $4,7 \text{ м}$. Определить расход воды Q и коэффициент сопротивления трения λ трубы.

Решение

Уравнение Бернулли запишем как равенство напора и гидравлического сопротивления

$$\rho \cdot g \cdot H = \Delta P_{\text{пот}}.$$

Гидравлические потери в трубе равны

$$\Delta P_{\text{пот}} = \left(\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{l}{d} \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}.$$

Следовательно
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{l}{d}}}.$$

Показания пьезометра равны давлению, создаваемому потоком в середине трубы

$$\rho \cdot g \cdot h = \left(\xi_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{l}{2 \cdot d} \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \frac{\rho \cdot v^2}{2}.$$

Следовательно
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{\xi_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{l}{2 \cdot d}}}.$$

и следовательно
$$\frac{H}{\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \cdot \frac{l}{d}} = \frac{h}{\xi_{\text{вх}} + \lambda \cdot \frac{l}{2 \cdot d}}.$$

Так как $\xi_{\text{вх}} = 0,5$ и $\xi_{\text{вых}} = 1$, то
$$\frac{8}{0,5 + \lambda \cdot 200 + 1} = \frac{4,7}{0,5 + \lambda \cdot 100}.$$

Решив уравнение получим $\lambda = 0,0354$.

Из формулы скорости определим $v = 4,28 \text{ м/с}$.

Расход равен
$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,0021 \text{ м}^3/\text{с} = 2,1 \text{ л/с}.$$

Ответ: $\lambda = 0,0354$; $Q = 2,1$ л/с.

2.3.5 Вопросы к зачету (3 семестр)

1. Основные физико-механические свойства воды.
2. Особые и уникальные свойства воды. Аномальные жидкости.
3. Силы, действующие на покоящуюся жидкость. Гидростатическое давление и его свойства.
4. Основная система дифференциальных уравнений равновесия жидкости. Поверхности равного давления.
5. Основное дифференциальное уравнение гидростатики и его анализ в различных полях действия сил инерции.
6. Закон Паскаля. Сообщающиеся сосуды. Гидравлические машины.
7. Основное уравнение гидростатики, его интерпретация. Потенциальная и удельная потенциальная энергия.
8. Способы измерения давления. Пьезометрическая высота, потенциальный напор.
9. Сила давления на плоские поверхности. Построение эпюр нормальных гидростатических напряжений. Определение местоположения центра давления.
10. Сила давления на криволинейные поверхности. Определение местоположения центра давления.
11. Относительное равновесие жидкости в поле силы тяжести.
12. Закон Архимеда. Плавание тел. Условия статической устойчивости плавающего тела.
13. Основные виды и формы движения жидкости. Способы изучения и описания движения жидкости. Поток жидкости и его основные элементы.
14. Модель движения идеальной жидкости. Обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнения Эйлера. Уравнение неразрывности.
15. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости из дифференциальных уравнений Эйлера. Интерпретация уравнения Бернулли.
16. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости из закона сохранения энергии. Формы представления уравнения Бернулли.
17. Вязкость жидкости. Характеристики вязкости. Динамическая и кинематическая вязкость. Способы определения вязкости. Формула Стокса.
18. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости, его интерпретация. Коэффициенты Кориолиса. Пьезометрический и гидравлический уклоны.
19. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критические значения.
20. Модель турбулентного потока, его характеристики. Различные теории описания движения турбулентного потока.
21. Характеристики ламинарного режима движения. Начальный участок течения. Распределение местных скоростей и касательных напряжений по сечению.
22. Причины возникновения гидравлических сопротивлений. Классификация потерь.

23. Определение потерь энергии по длине при ламинарном и турбулентном режимах движения. Коэффициент гидравлического трения.
24. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Области сопротивлений при напорном движении в трубах. Естественная техническая и эквивалентная шероховатость.
25. Влияние условий и длительности эксплуатации трубопроводов на гидравлические сопротивления. Способы снижения гидравлических сопротивлений.
26. Местные сопротивления. Причины возникновения, внутренние процессы, расчет.
27. Начальный участок течения в трубопроводах. Понятие о ламинарном и турбулентном пограничном слое. Участок стабилизации.
28. Взаимное влияние местных сопротивлений. Эквивалентная длина. Коэффициент сопротивления системы. Влияние степени турбулентности на местные сопротивления.
29. Напорные трубопроводы. Классификация. Расчет «коротких» и «длинных» трубопроводов.
30. Напорные трубопроводы. Расчет последовательных и параллельных трубопроводов.
31. Истечение жидкости из отверстий. Классификация отверстий. Расчет при постоянном напоре: свободное истечение и истечение под уровень. Инверсия струи.
32. Истечение жидкости через насадки. Классификация насадков. Расчет при постоянном напоре: свободное истечение и истечение под уровень. Анализ пропускной способности различных типов насадков.
33. Истечение жидкости из отверстий и насадков при переменном напоре. Полное опорожнение резервуаров. Выравнивание уровней при перетекании.
34. Гидравлические струи. Классификация. Расчет параметров затопленных струй и свободных струй.

Критерии оценки знаний по дисциплине:

Итоговая сумма баллов	Оценка по 4-бальной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS	Градация
90-100	отлично	зачтено	A	отлично
85-89	хорошо		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно
65-69	удовлетворительно		E	посредственно
60-64			F	неудовлетворительно
ниже 60	неудовлетворительно	не зачтено	F	неудовлетворительно

Зачтено «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены,

качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Зачтено «Удовлетворительно»- теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Зачтено «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Не зачтено «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.