

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 16.10.2023 12:52:29
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 29 » апреля 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Направление подготовки

08.03.01 Строительство

Направленность программы бакалавриата

Промышленное и гражданское строительство

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет механический

Кафедра инженерного проектирования

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. кафедрой инженерного проектирования		профессор Яблокова М.А.

Рабочая программа дисциплины «Механика жидкости и газа» обсуждена на заседании кафедры инженерного проектирования
протокол от « 22 » 04 2019 № _8_

Заведующий кафедрой

М.А.Яблокова

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от « 26 » 04 2019 № _9_

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Строительство»		М.А. Яблокова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	05
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	06
4.4. Занятия семинарского типа.....	07
4.4.1. Семинары, практические занятия	07
4.5. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.15 Представление характерных для профессиональной сферы гидродинамических процессов и явлений в виде математических уравнений	Знать: основные понятия, определения и уравнения механики жидкости и газа (ЗН-1); основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы (ЗН-2) Уметь: Составлять и решать уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред (У-1); Рассчитывать и выбирать перекачивающие и тягодутьевые устройства (У-2) Владеть: методами расчета характеристик трубопроводных сетей и выбора обслуживающих их насосов и компрессорных машин (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.26) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Водоснабжение и водоотведение», «Теплогасоснабжение», «Проектирование сооружений для очистки сточных вод и газовых выбросов», «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха».

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	14
занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	90
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	2 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (4)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы		
1	Основные понятия и уравнения механики жидкости и газа	1	-	-	15	ОПК-1
2	Гидростатика	1	2	-	15	ОПК-1
3	Общие закономерности гидродинамики	1	-	-	15	ОПК-1
4	Гидравлика	1	2	-	15	ОПК-1
5	Гидравлические машины	1	2	-	15	ОПК-1
6	Компрессорные машины.	1	2	-	15	ОПК-1

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ОПК-1.15	Основные понятия механики жидкости и газа
2	ОПК-1.15	Гидростатика
3	ОПК-1.15	Общие закономерности гидродинамики
4	ОПК-1.15	Гидравлика
5	ОПК-1.15	Гидравлические машины
6	ОПК-1.15	Компрессорные машины

4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Основные понятия и определения механики жидкости и газа Физические свойства жидкостей и газов. Гипотеза сплошности среды. Плотность, вязкость, сжимаемость, скорость звука. Скорость, ускорение, линия тока, трубка тока, живое сечение. Расход. Уравнение неразрывности. Скорость сдвига. Основные уравнения механики жидкости и газа.	1	
2	Гидростатика Основное равнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Равновесие жидкости в центробежном поле. Сообщающиеся сосуды. Сила давления на плоскую стенку. Сила давления на цилиндрическую поверхность тела. Закон Архимеда.	1	
3	Общие закономерности гидродинамики Уравнение движения идеальной жидкости. Интеграл Бернулли. Опыт Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Течение жидкости в каналах и трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Диаграмма Никурадзе.	1	
4	Гидравлика Одномерная модель реального потока. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические потери на местных сопротивлениях. Гидравлические потери по длине канала. Истечение жидкостей из отверстий.	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Гидравлические машины. Основные параметры насосов. Классификация насосов. Область применения. Кавитация. Центробежный насос. Принцип действия. Конструкция. Классификация. Маркировка. Производительность. Рабочие характеристики насоса. Область применения. Способы регулирования производительности. Насосы объемного действия. Поршневой насос. Средняя и мгновенная производительность. Коэффициент неравномерности подачи. Работа. Средняя мощность. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.	1	Просмотр учебного видеофильма, групповая дискуссия
6	Компрессорные машины. Классификация компрессорных машин. Поршневой компрессор Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Процессы сжатия газов: изотермический, адиабатический и политропический. Производительность и работа за цикл. Мощность. Факторы, влияющие на производительность реального компрессора. Многоступенчатое сжатие газа. Расчет оптимального промежуточного давления. Индикаторная диаграмма реального компрессора. Способы регулирования производительности поршневого компрессора.	1	Просмотр учебного видеофильма, групповая дискуссия

4.4. Занятия семинарского типа

4.4.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Основы гидростатики Основное уравнение гидростатики. Гидростатическое давление в точке, избыточное и вакуумметрическое давление. Поверхности равного давления. Эпюры избыточного давления. Гидростатический парадокс. Сила гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Истечение жидкости через отверстия и насадки Расчет гидравлических потерь напора. Местные сопротивления. Гидравлические потери по длине трубопровода. Диаграмма Никурадзе. Расчет простых трубопроводов	2	
5	Работа насосов на сеть Характеристика сети. Способы регулирования производительности. Расчет рабочих характеристик агрегата при параллельном соединении и последовательном соединении центробежных насосов. Определение к.п.д. системы.	2	Просмотр учебного видеofilmа, групповая дискуссия
6	Компрессоры Приближенный термодинамический расчет поршневого одноступенчатого компрессора	2	

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Силы, действующие в жидкости. Напряженное состояние жидкой среды. Скорость деформации. Уравнение движения в напряжениях. Давление в	15	Устный опрос
2	Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Равновесие жидкости в центробежном поле. Сообщающиеся сосуды. Сила давления на плоскую стенку. Сила давления на цилиндрическую поверхность тела. Закон Архимеда.	15	Контрольная работа № 1
3	Плоское потенциальное течение. Функция тока. Потенциал скорости. Обтекание цилиндра. Парадокс Даламбера. Безразмерная форма уравнения Навье-Стокса. Критерии подобия. Решение задач гидродинамики методом теории подобия. Уравнения пограничного слоя. Интегральное соотношение пограничного слоя. Продольное обтекание полу бесконечной пластины. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. "Ползучее" течение. Обтекание шара. Расчет силы сопротивления при обтекании тел.	15	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве. Вторичные токи в реальной жидкости. Сопротивление змеевика. Прямой гидравлический удар в трубах.	15	Устный опрос
5	Основные параметры насосов. Кавитация. Центробежный насос. Осевой насос. Уравнение Эйлера. Производительность. Рабочие характеристики насоса. Подобие центробежных насосов. Формулы пропорциональности. Парабола подобных режимов. Вихревой насос. Принцип действия. Принцип действия и рабочие характеристики шестеренных насосов. Область применения. Эрлифтные насосы и подъемники.	15	Контрольная работа № 2
6	Поршневой компрессор Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Процессы сжатия	15	Устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами для проверки знаний.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Основное уравнение гидростатики. Эпюра гидростатических давлений.
2. Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через отверстие с острой кромкой..
3. Рабочие характеристики центробежного насоса. Способы регулирования его производительности.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Кудинов, В. А. Гидравлика: учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 199 с.
2. Угинчус, А. А. Гидравлика и гидравлические машины : учебник для вузов / А. А. Угинчус. – 5-е изд., стер. – М.: Аз-book, 2009. – 395 с.
3. Крестин, Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : учебное пособие для студентов ВПО по направлению "Строительство" / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. - 3-е изд., доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. - 320 с.

б) электронные учебные издания:

1. Доманский, И.В. Основы гидромеханики: учебное пособие / И.В. Доманский, В.А. Некрасов. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2015. – 122 с. (ЭБ)
2. Лапшев, Н.Н. Гидравлика: учебник для вузов по направлению подготовки "Строительство" / Н. Н. Лапшев. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : Академия, 2012. - 272 с. (ЭБ).
3. Петров, С. И. Основы механики жидкости и газа: учебное пособие. Ч. 1. Основное уравнение гидростатики / С. И. Петров, Р. Ш. Абиев, И. В. Доманский. - СПб.: СПбГТИ(ТУ). -2013. - 52 с. (ЭБ)
4. Петров, С.И. Основы механики жидкости и газа. Ч. 2. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку: учебное пособие / С. И. Петров, И. В. Доманский, Р. Ш. Абиев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ). - 2013. - 74 с. (ЭБ)
5. Доманский, И. В. Приближенный термодинамический расчет двухступенчатого поршневого компрессора : методические указания / И. В. Доманский, В.А. Некрасов. –СПб. СПбГТИ(ТУ). - 2015. - 33 с. (ЭБ)
6. Тур, А.В. Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов: учебное пособие / А. В. Тур. - СПб. : СПбГТИ(ТУ). - 2014. - 193 с. (ЭБ)

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Механика жидкости и газа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше

всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel); MathCAD 14.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковые системы «Консультант-Плюс», «Техэксперт».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на тридцать посадочных мест.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный пятнадцатью персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Механика жидкости и газа»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ¹	Этап формирования ²
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	промежуточный

¹ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

² Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)*

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.15 Представление характерных для профессиональной сферы гидродинамических процессов и явлений в виде математических уравнений	Правильно дает определения основных понятий механики жидкости и газа, правильно называет и записывает основные уравнения гидромеханики (ЗН-1)	Ответы на вопросы № 1-8 к зачету	Даёт определения основных понятий механики жидкости и газа с ошибками; называет и разъясняет суть основных уравнений гидромеханики с ошибками	Даёт определения основных понятий механики жидкости и газа, называет и разъясняет суть основных уравнений гидромеханики, в целом, правильно, но нечетко.	Дает определения основных понятий механики жидкости и газа, перечисляет и записывает основные уравнения гидромеханики правильно, четко, без ошибок
	Правильно называет, классифицирует и описывает основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы (ЗН-2)	Ответы на вопросы № 24-37 к зачету	Имеет представление об основных разновидностях устройств для перемещения газов и жидкостей и принципах их работы	Называет, перечисляет и описывает с помощью наводящих вопросов основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы	Способен самостоятельно правильно классифицировать и описывать основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы

	<p>Демонстрирует умение составлять и решать уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред (У-1)</p>	<p>Ответы на вопросы № 9-36 к зачету</p>	<p>Составляет и решает уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред с ошибками</p>	<p>Составляет и решает уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред с небольшими подсказками преподавателя</p>	<p>Самостоятельно правильно составляет и решает уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред</p>
	<p>Демонстрирует умение рассчитывать и выбирать перекачивающие и тягодутьевые устройства (У-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 42-50 к зачету</p>	<p>Рассчитывает и выбирает перекачивающие и тягодутьевые устройства с ошибками</p>	<p>Рассчитывает и выбирает перекачивающие и тягодутьевые устройства с наводящими вопросами и подсказками преподавателя</p>	<p>Самостоятельно правильно рассчитывает и выбирает перекачивающие и тягодутьевые устройства для решения конкретных технических задач отрасли</p>

	<p>Демонстрирует навыки расчета характеристик трубопроводных сетей и выбора обслуживающих их насосов и компрессорных машин (Н-1)</p>	<p>Ответы на вопросы № 24-27 и 37-41 к зачету</p>	<p>Рассчитывает характеристики трубопроводных сетей и выбирает обслуживающие их насосы и компрессорные машины с ошибками</p>	<p>Рассчитывает характеристики трубопроводных сетей и выбирает обслуживающие их насосы и компрессорные машины, опираясь на наводящие вопросы и подсказки преподавателя</p>	<p>Самостоятельно правильно рассчитывает характеристики трубопроводных сетей и выбирает требуемые для их обслуживания насосы и компрессорные машины</p>
--	---	---	--	--	---

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено», «не зачтено».

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
3.1 Контрольные работы (примеры заданий)

Контрольная работа № 1

Задание

1.1

Задача 1.1. Определить плотность жидкости, полученной смешиванием жидкости объемом V_1 , плотностью ρ_1 и жидкости объемом V_2 , плотностью ρ_2 . Исходные данные представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_1 , л	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
V_2 , л	95	85	75	65	55	45	35	25	15	5
ρ_1 , кг/м ³	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905
ρ_2 , кг/м ³	910	905	900	895	890	880	875	870	865	860

Задание 1.2

Задача 1.13. В отопительной системе (котел, радиаторы и трубопроводы) небольшого дома содержится V м³ воды. Сколько воды дополнительно войдет в расширительный сосуд при нагревании от T_1 до T_2 °С? Исходные данные представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V , м ³	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
T_1 , °С	20	30	40	30	20	40	30	20	40	50
T_2 , °С	95	60	88	70	55	75	70	65	85	90

Задание 1.3

Задача 1.16. В отопительный котел поступает вода в количестве Q , м³/ч, при температуре воды T_1 °С. На сколько увеличится расход вытекающей из котла воды, если она прогревается в нем до температуры T_2 °С? Исходные данные представлены в таблице 1.16.

Таблица 1.16

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , м ³ /ч	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	6,0
T_1 , °С	60	65	70	55	50	65	60	55	50	45
T_2 , °С	100	95	105	110	95	120	110	100	95	85

Задание 1.4

Задача 2.21. Закрытый сосуд, указанный на рисунке 2.12, наполнен водой на глубину H . Давление на свободной поверхности p_0 . Определить уровень жидкости в открытой трубке над уровнем воды в сосуде h_p . Определить полное и избыточное давление у дна сосуда. Построить эпюру гидростатического давления воды на плоскую стенку AB . Исходные данные приведены в таблице 2.21.

Таблица 2.21

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
H , м	2,4	2,5	2,6	2,8	2,0	2,7
p_0 , МПа	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,12

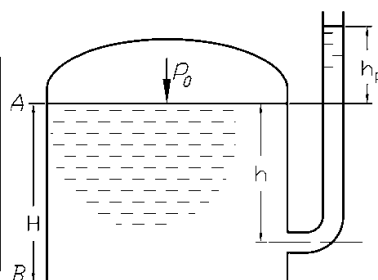


Рис. 2.12

Задание 1.5

Задача 2.24. На какой высоте h над точкой A стенки резервуара (рис. 2.13) находится свободная поверхность воды, если манометр показывает давление p_m ? Давление на свободной поверхности воды p_0 . Построить эпюру гидростатического давления воды на плоскую поверхность BC . Исходные данные приведены в таблице 2.24.

Таблица 2.24

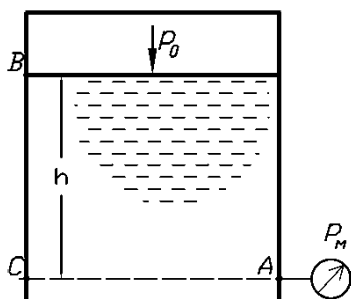


Рис. 2.13

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
p_m , МПа	12,4	12,45	12,5	10,55	12,6
p_0 , МПа	7,5	8,45	6,4	4,35	9,3

Задание 1.6

Задача 2.136. Определить значение силы, действующей на перегородку, которая разделяет бак (рис. 2.113), если ее диаметр D , показания вакуумметра $p_{\text{вак}}$, манометра $p_{\text{м}}$. Исходные данные приведены в таблице 2.136.

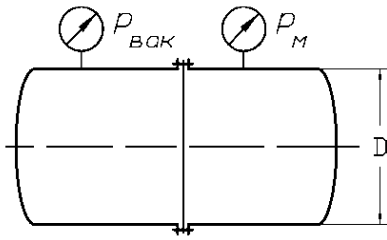


Рис. 2.113

Таблица 2.136

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
D , м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$p_{\text{вак}}$, МПа	0,08	0,09	0,07	0,06	0,08	0,07
$p_{\text{м}}$, МПа	0,1	0,2	0,15	0,18	0,12	0,14

Задание 1.7

Задача 2.44. Определить величину давления p_0 на поверхности воды в сосуде, если в трубке ртутного манометра жидкость поднялась на высоту h , поверхность воды в сосуде находится на расстоянии H от нижнего уровня ртути в колене манометра (рис. 2.23). Исходные данные приведены в таблице 2.44.

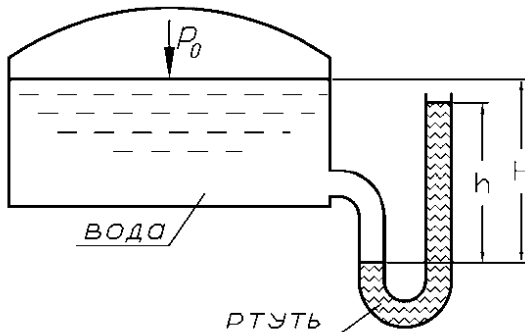


Рис. 2.23

Таблица 2.44

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
h , м	0,28	0,2	0,3	0,4	0,5
H , м	1,6	1,5	1,8	2,0	3,0

Задание 1.8

Задача 2.54. Круглое отверстие диаметром d в вертикальной стенке резервуара с водой перекрыто плоским клапаном (рис. 2.33). Найти величину и точку приложения силы, прижимающей клапан к стенке, если центр отверстия находится ниже свободной поверхности жидкости на величину h . Исходные данные приведены в таблице 2.54.

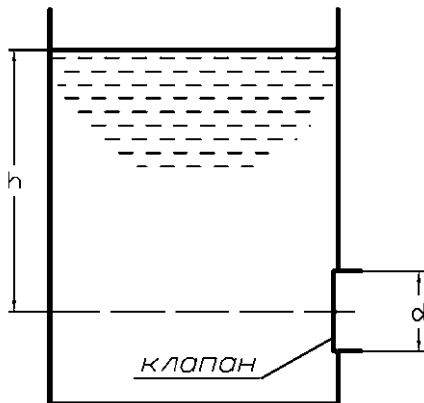


Рис. 2.33

Таблица 2.54

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
d , см	50	45	30	55	60	35
h , м	1,2	1,8	2,0	2,5	3,0	2,0

Задание 1.9

Задача 2.76. Определить усилие T , необходимое для открытия прямоугольного затвора размером $b \times h$, шарнирно прикрепленного своей верхней кромкой, если известны глубина воды перед плотиной H , расстояние a , угол $\alpha = 45^\circ$ (рис. 2.58). Исходные данные приведены в таблице 2.76.

Таблица 2.76

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
H , м	3	4	4,5	3,5	4
h , м	1	1,1	1,2	1	1,2
a , м	0,8	0,9	1	0,8	1
b , м	2,2	2,4	2,5	2,3	2,6

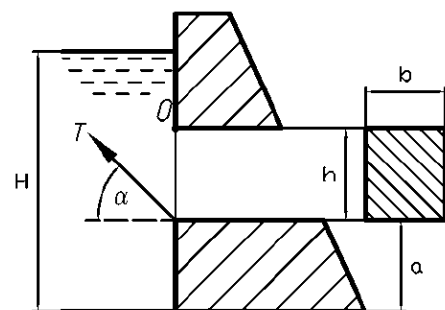


Рис. 2.58

Задание 1.10

Задача 2.82. Определить усилие T , необходимое для подъема щита, находящегося под давлением воды (рис. 2.64), если глубина воды перед щитом h , масса щита $m = 300$ кг, ширина b , коэффициент трения $f = 0,3$ (по направляющим). Найти точку приложения силы давления воды на щит. Построить эпюру гидростатического давления на OA . Исходные данные приведены в таблице 2.82.

Таблица 2.82

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
h , м	3	4	3,5	2	5
b , м	1	1,5	2	1	2

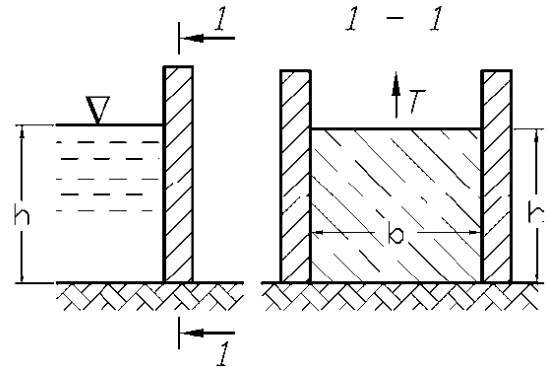


Рис. 2.64

Контрольная работа № 2

Задание 2.1

Задача 3.67. Из резервуара при постоянном манометрическом давлении $p_m = 20$ кПа и постоянном уровне вытекает вода по вертикальной трубе переменного сечения, нижний конец которой погружен в открытый резервуар (рис. 3.47). Определить при $H = 1,0$ м расход воды Q в трубе и полное давление p_2 в сечении 2–2, расположенном на высоте $h = 0,5$ м от свободной поверхности воды в нижнем резервуаре, если заданы d_1 и d_2 . Указание: при решении задачи учитывать потери энергии только на преодоление местных сопротивлений. Исходные данные приведены в таблице 3.67.

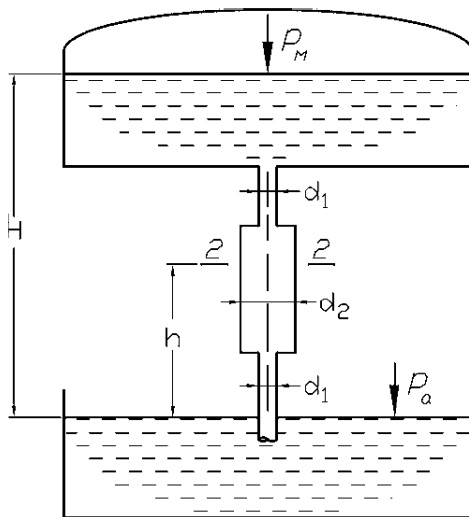


Рис. 3.47

Таблица 3.67

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
d_1 , мм	50	40	30	55	60	100
d_2 , мм	75	80	40	85	90	150

Задание 2.2

Задача 3.70. Из резервуара вытекает вода по трубопроводу переменного сечения с диаметрами d_1, d_2, d_3 при уровне воды над осью входа в трубу $H = 5$ м (рис. 3.50). Длина участков трубопроводов $l_1, l_2 = l_1/2, l_3 = l_1/6$. Определить скорость движения воды в выходном сечении трубопровода и построить пьезометрическую линию. Исходные данные приведены в таблице 3.70.

Таблица 3.70

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
d_1 , см	1,5	2	2	3	4	5
d_2 , см	2	3	5	5	7,5	7,5
d_3 , см	1	1	1,5	2	3	3
l_1 , м	6	10	20	30	40	50

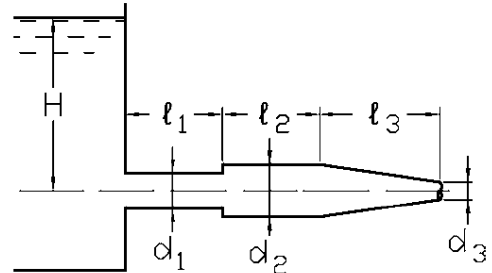


Рис. 3.50

Задание 2.3

Задача 3.78. Из открытого резервуара по сифонному трубопроводу вытекает вода с расходом Q (рис. 3.55). При заданных расстояниях Z_1 и Z_2 и длине трубопровода ℓ расстояние от начала трубопровода до сечения $X-X$ составляет ℓ_x , а коэффициент трения $\lambda = 0,03$. Определить диаметр трубопровода. Исходные данные приведены в таблице 3.78.

Таблица 3.78

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Q , л/с	16	18	20	24	26	30
Z_1 , м	3,5	4	4,5	3,5	3	2,5
Z_2 , м	2	1,5	1,8	2	1,6	2,2
ℓ_x , м	8	7	6	9	10	12
ℓ , м	20	22	24	26	20	22

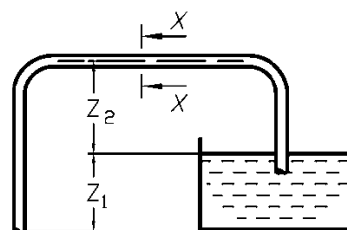


Рис. 3.55

Задание 2.4

Задача 3.95. При закрытом пробковом кране в трубе диаметром D избыточное давление составляет $p_{изб}/(\rho g)$ (рис. 3.61). Определить, на какой угол ϕ нужно повернуть пробковый кран, чтобы получить расход Q . Исходные данные приведены в таблице 3.95.

Таблица 3.95

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
D , мм	15	17	19	21	23	25
$p_{изб}/(\rho g)$, м вод. ст.	16	17	18	19	20	21
Q , л/с	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

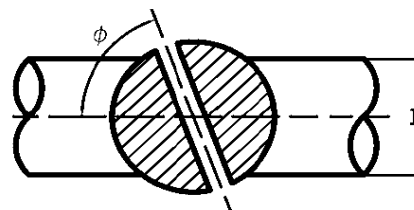


Рис. 3.61

Задание 2.5

Задача 3.97. Из реки в колодец поступает вода с расходом Q по трубе длиной ℓ , имеющей сетку с обратным клапаном (рис. 3.62). Приняв коэффициент трения $\lambda = 0,022$, определить разность уровней H в реке и в колодце при диаметре трубы d . Исходные данные приведены в таблице 3.97.

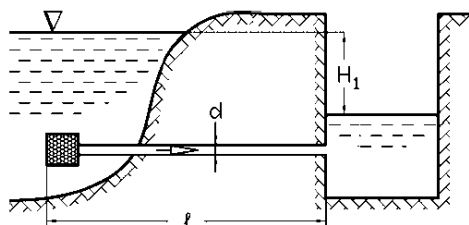


Рис. 3.62

Таблица 3.97

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Q , л/с	50	60	70	80	90	100
ℓ , м	120	130	140	150	160	170
d , мм	100	110	120	130	140	150

Задание 2.6

Задача 3.125. Определить максимально допустимую высоту установки насоса h над уровнем воды в бассейне (рис. 3.78) при следующих данных: производительность насоса Q , допустимый вакуум во всасывающей патрубке $p_{\text{вак}}$, длина всасывающей трубы l , диаметр d . Всасывающая труба снабжена приемным клапаном с сеткой ($\zeta_{\text{кл}} = 6$) и имеет одно сварное колено ($\zeta_{\text{кол}} = 1,2$). Коэффициент сопротивления трения определить по эквивалентной шероховатости $\Delta = 0,2$ мм, предполагая наличие квадратичной зоны сопротивления. Исходные данные приведены в таблице 3.125.

Таблица 3.125

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Q , дм ³ /с	30	15	45	15	45
$p_{\text{вак}}$, кПа	60	65	60	65	60
l , м	10	15	20	10	15
d , мм	200	150	250	150	250

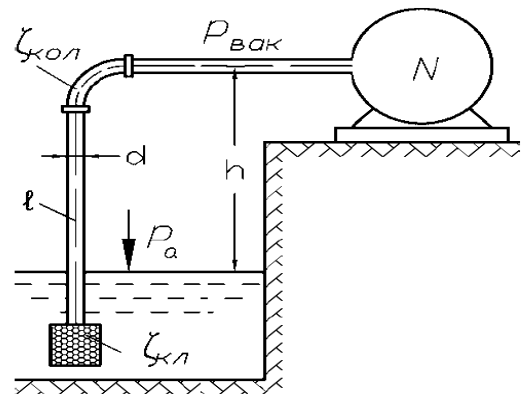


Рис. 3.78

Задание 2.7

Задача 3.136. Определить расход воды Q , подаваемой насосом в водонапорный бак (рис. 3.83), при следующих данных: высота расположения центробежного насоса над уровнем воды в водоеме — h_n , вакуум во всасывающей трубе насоса равен $p_{\text{вак}}$, длина всасывающей трубы ℓ и диаметр d . Для определения потерь напора принять сопротивление на входе (сетки) $\zeta_c = 6,0$; сопротивление в колене $\zeta_k = 0,6$; коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,03$. Исходные данные приведены в таблице 3.136.

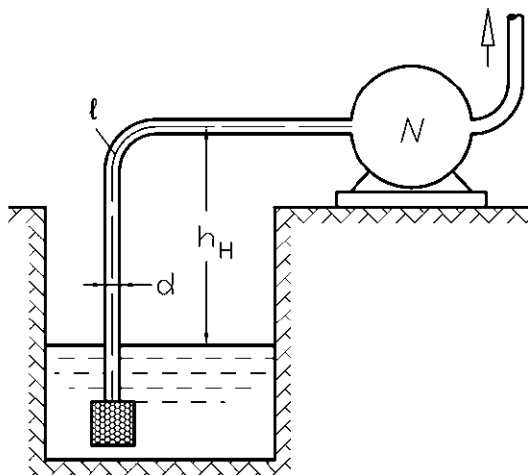


Рис. 3.83

Таблица 3.136

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
h_n , м	3,5	3,4	3,6	3,8	4
$p_{\text{вак}}$, кПа	50	60	60	60	50
ℓ , м	10	8	8	9	10
d , см	10	8	8	10	10

Задание 2.8

Задача 3.146. Определить расход воды Q , протекающей из бака A в бак B по системе труб, и расходы Q_1 , Q_2 , Q_3 , если известны длины и диаметры труб (рис. 3.91). Исходные данные приведены в таблице 3.146.

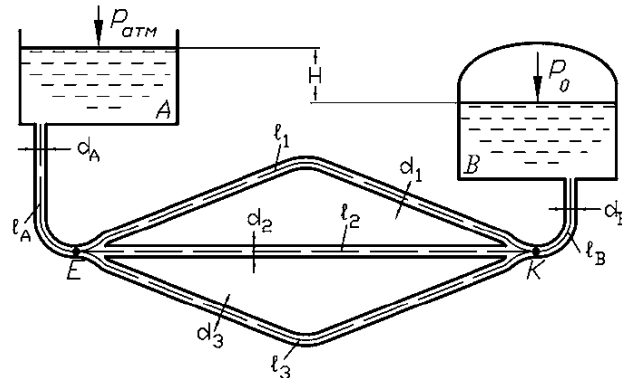


Рис. 3.91

Таблица 3.146

Параметр	Вариант					Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
H , м	4	5	6	4	5	l_1 , м	10	15	10	10	20
d_A , мм	50	150	100	50	150	d_2 , мм	75	100	50	100	150
l_A , м	5	4	6	4	4,5	l_2 , м	8	10	8	9	15
d_B , мм	50	150	100	50	150	d_3 , мм	50	50	100	150	100
l_B , м	10	15	10	15	10	l_3 , м	15	10	20	12	15
d_1 , мм	50	100	100	50	150						

Задание 2.9

Задача 4.23. Определить время t опорожнения цилиндрического резервуара, заполненного водой и имеющего диаметр D и высоту H (рис. 4.21), если отверстие в дне имеет площадь $S = 0,0176 \text{ м}^2$. Исходные данные представлены в таблице 4.23.

Таблица 4.23

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
D , м	2,4	2,6	2,8	2,9	2,3
H , м	6,0	6,1	6,2	6,6	5,0

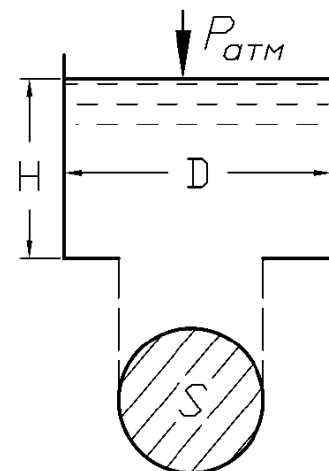


Рис. 4.21

3.2 Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

- 1 Основные физические характеристики жидкостей и газов.
- 2 Понятия плотности, вязкости, текучести, сжимаемости газов и жидкостей.
- 3 Уравнение неразрывности в интегральной форме. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости в трубке тока.
- 4 Кинематический смысл производных $\partial u_x/\partial x$, $\partial u_x/\partial y$, $\partial u_y/\partial x$ и др. Тензор скоростей деформаций и его свойства.
- 5 Основные компоненты напряжений. Тензор напряжений и его свойства. Давление.
- 6 Закон внутреннего трения Ньютона в обобщенной форме.
- 7 Вывод уравнения движения в интегральной форме.
- 8 Вывод уравнения энергии в интегральной форме.
- 9 Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Эпюра гидростатических давлений.
- 10 Равновесие жидкости в центробежном поле.
- 11 Расчет силы давления на плоскую стенку. Линия действия равнодействующей силы.
- 12 Расчет силы давления на криволинейную цилиндрическую поверхность тела. Объем тела давления.
- 13 Закон Архимеда. Вывод расчетной формулы.
- 14 Уравнение движения идеальной жидкости. Связь его с уравнением Навье-Стокса.
- 15 Интеграл Бернулли для плоского установившегося течения идеальной жидкости. Условия применимости интеграла Бернулли. Энергетический смысл слагаемых.
- 16 Режимы течения жидкости в каналах. Опыт Рейнольдса. Эквивалентный диаметр канала.
- 17 Представление уравнения движения в случае турбулентного течения через осредненные параметры. Уравнение Рейнольдса. Турбулентные напряжения.
- 18 Преобразование уравнения Навье-Стокса к безразмерному виду. Числа подобия. Условия гидродинамического подобия.
- 19 Ламинарное течение жидкости в плоскопараллельном канале. Вывод уравнения для расчета потерь давления и коэффициента гидравлического трения.
- 20 Турбулентное течение жидкости в канале Куэтта. Полуэмпирическая модель Прандтля для расчета турбулентных напряжений в уравнении Рейнольдса. Универсальный профиль скоростей.
- 21 Ламинарное обтекание шара. Математическая постановка задачи при ползучем течении. Уравнение для расчета силы сопротивления и коэффициента сопротивления.
- 22 Понятие о пограничном слое. Уравнения пограничного слоя, его связь с уравнением Навье-Стокса.
- 23 Ламинарный пограничный слой на полубесконечной пластине. Вывод уравнения для расчета силы сопротивления на основе интегрального соотношения.
- 24 Уравнение Бернулли. Гидравлические потери и диссипация энергии.
- 25 Уравнение Бернулли для трубопровода с насосом. Характеристика сети.

- 26 Гидравлические потери по длине трубопровода. Вид зависимости для расчета коэффициента гидравлического трения. Диаграмма Никурадзе.
- 27 Местные гидравлические сопротивления. Гидравлические потери при внезапном расширении. Вывод расчетной формулы.
- 28 Измерение локальных скоростей. Трубка Пито, плоский и шаровой зонды.
- 29 Вывод градуировочной характеристики расходомера с соплом Вентури.
- 30 Вывод градуировочной характеристики расходомера с диафрагмой.
- 31 Ротаметр. Вывод градуировочной характеристики.
- 32 Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через отверстие с острой кромкой.
- 33 Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через цилиндрический насадок.
- 34 Расчет расхода жидкости при переливе ее через водослив.
- 35 Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве.
- 36 Расчет давления при прямом гидравлическом ударе. Способы снижения давления.
- 37 Расчет высоты всасывания центробежного насоса. Кавитационная характеристика.
- 38 Расчет высоты всасывания поршневого насоса. Влияние воздушных колпаков на высоту всасывания.
- 39 Вторичные токи в реальной жидкости. Влияние их на режим течения жидкости и сопротивление каналов.
- 40 Вывод основного уравнения идеального центробежного насоса.
- 41 Выбор оптимальных углов β_1 и β_2 для лопастей центробежных насоса.
- 42 Регулирование производительности центробежного насоса методом дросселирования и байпасирования. Определение к.п.д. насоса.
- 43 Рабочие характеристики поршневого насоса. Способы регулирования производительности
- 44 Вихревой насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
- 45 Шестеренный насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
- 46 Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Работа за цикл при адиабатическом сжатии. Средняя мощность.
- 47 Центробежный вентилятор. Выбор угла β_2 . Рабочие характеристики.
- 48 Поршневой вакуум-насос. Особенности расчета мощности привода.
- 49 Роторный пластинчатый компрессор. Принцип действия. Индикаторная диаграмма.
- 50 Водокольцевой вакуум-насос. Принцип действия. Индикаторная диаграмма.

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.