

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

В. А. Наумов

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

Калининград
ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной безопасности и природообустройства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Н. Р. Ахмедова

Наумов, В. А.

Механика жидкости и газа: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / В. А. Наумов. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 13 с.

Учебно-методическое пособие содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля по темам, оценочные средства и критерии оценивания.

Список лит. – 7 наименований

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 28.10.2022 г., протокол № 02

УДК 532

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Наумов В. А., 2022 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Тематический план занятий.....	5
Тема 1. Введение. Модель сплошной текучей среды.....	5
Тема 2. Теорема и уравнение Бернулли	7
Тема 3. Методы гидравлического расчета	8
Тема 4. Уравнения Навье-Стокса	9
Тема 5. Насосы и насосные установки	10
2 Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов.....	11
Библиографический список.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «**Механика жидкости и газа**» входит в состав основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Целью дисциплины является приобретение знаний, умений и навыков решения задач в области механики жидкости и газа, являющихся основой для решения профессиональных задач строительства.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные физические свойства жидкостей и газов, протекающих на объекте профессиональной деятельности;

уметь: использовать физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов при определении характеристик физического процесса на объектах профессиональной деятельности;

владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования физических свойств объекта профессиональной деятельности.

Дисциплина опирается на компетенции, знания, умения и навыки студентов, полученные при изучении *математики, физики*.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания и вопросы для практических работ;
- тестовые задания по дисциплине.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Механика жидкости и газа» предусмотрено выполнение практических работ. Перед началом выполнения практической работы обучающиеся изучают задание, и после методических указаний преподавателя приступают к его выполнению. Защита работы проводится либо на очередном практическом занятии, либо в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Обучающийся,

защитивший работу с ответами на вопросы, получает оценку «зачтено» за данную практическую работу.

Тестовые задания по дисциплине используются для текущего контроля освоения дисциплины. Тестирование студентов проводится на практических занятиях. Каждый вариант теста включает в себя 10 вопросов, на каждый из которых приведены 4 варианта ответов, в том числе один правильный. Оценивание осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – 50-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 50 % правильных ответов.

Промежуточная аттестация по дисциплине *Механика жидкости и газа* проводится в форме зачета.

Промежуточная аттестация проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости (тестирование, защита практических работ)

Условия сдачи зачета для студентов:

1. Выполненные и защищенные в полном объеме практические работы, предусмотренные программой.
2. Выполненный на оценку «зачтено» тест.

Порядок и правила текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

1 Тематический план занятий

Тема 1. Введение. Модель сплошной текучей среды

Ключевые вопросы темы

1. Цель и задачи, планируемые результаты освоения дисциплины.
2. Модель сплошной текучей среды.
3. Основные свойства жидкости и газа.
4. Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.

Измерение давления.

5. Силы, действующие в жидкости на твердую стенку (поверхность).

6. Закон Архимеда. Плавание тел.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

Тема практической работы 1. Решение задач на законы гидростатики.

Цель работы: научиться решать задачи на законы гидростатики.

Тема практической работы 2. Расчет гидростатических сил, действующих на твердые поверхности.

Цель работы: научиться рассчитывать гидростатические силы, действующие на твердые поверхности.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Как связаны коэффициенты динамической и кинематической вязкости?
2. Напишите уравнение состояния совершенного газа.
3. Назовите единицы измерения давления в СИ и технические.
4. Что такое избыточное и вакуумметрическое давление?
5. Какие составляющие напряжения действуют в покоящейся жидкости?
6. Как изменяется давление жидкости с глубиной?
7. Запишите формулу для гидростатической силы на плоскую наклонную стенку.
8. Как найти горизонтальную гидростатическую силу на криволинейную стенку?
9. Как найти вертикальную гидростатическую силу на криволинейную стенку?
10. Как построить тело давления?
11. Сформулируйте закон Архимеда.

Тема 2. Теорема и уравнение Бернулли

Ключевые вопросы темы

1. Элементы кинематики в МЖГ.
2. Объемный и массовый расход жидкости. Средняя скорость.
3. Постоянство расхода по трубопроводу без ветвлений и утечек.
4. Режимы течения жидкости. Турбулентность. Число Рейнольдса.
5. Идеальная жидкость. Теорема Бернулли.
6. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
7. Форма уравнения Бернулли для газов при небольших скоростях.
8. Потери напора по длине трубопровода.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

Тема практической работы 3. Расчет гидравлических потерь напора по длине трубопровода.

Цель работы: научиться рассчитывать гидравлические потери напора по длине трубопровода.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Как связаны объемный и массовый расход жидкости?
2. Как найти среднюю скорость по объемному расходу?
3. Если в простом трубопроводе диаметр уменьшится в 2 раза, как изменится средняя скорость?
4. Какой режим течения жидкости называется ламинарным?
5. Какой режим течения жидкости называется турбулентным?
6. Напишите формулу для расчета числа Рейнольдса.
7. Как по числу Рейнольдса определить режим течения в трубопроводе?
8. Какая жидкость называется идеальной?
9. Сформулируйте теорему Бернулли для идеальной жидкости.
10. В чем отличия уравнения Бернулли для реальной жидкости?
11. Какой физический смысл имеют слагаемые в уравнении Бернулли?
12. Запишите формулу Дарси для потерь напора по длине трубопровода.
13. Назовите области гидравлического сопротивления в трубопроводе.

14. Напишите формулу для коэффициента потери напора по длине трубопровода.

Тема 3. Методы гидравлического расчета

Ключевые вопросы темы

1. Местные потери гидравлического напора.
2. Прямой и обратный гидравлический расчет течений в трубопроводе.
3. Напорные и безнапорные течения.
4. Особенности гидравлического расчета при ламинарном режиме.
5. Особенности гидравлического расчета течения газа.
6. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке.
7. Истечение жидкости через насадки.
8. Истечение жидкости при переменном уровне.
9. Гидравлический удар в трубопроводе.

Тема практической работы 4. Гидравлический расчет течения в простом трубопроводе. Прямая задача.

Цель работы: научиться решать прямую задачу расчета течения в простом трубопроводе.

Тема практической работы 5. Гидравлический расчет течения в простом трубопроводе. Обратная задача.

Цель работы: научиться решать обратную задачу расчета течения в простом трубопроводе.

Тема практической работы 6. Гидравлический расчет течения в трубопроводе с ветвлением.

Цель работы: научиться выполнять гидравлический расчет течения в трубопроводе с ветвлением.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Запишите уравнение Бернулли для реальной жидкости.
2. Как рассчитать потери напора в местном сопротивлении?
3. Приведите примеры местных гидравлических сопротивлений.

4. Что задано, что нужно найти в прямой задаче гидравлического расчета?
5. Как определить геометрический напор в сечении по гидравлической схеме?
6. Как найти число Рейнольдса, зная расход воды в трубе?
7. Что задано, что требуется найти в обратной задаче гидравлического расчета?
8. Какие необходимы гипотезы при решении обратной задачи гидравлического расчета?
9. Как найти коэффициента потери напора на трение по длине трубопровода в квадратичной области сопротивления?
10. Чем отличается уравнение Бернулли для газа?
11. Назовите основные типы трубопроводов с ветвлением.
12. Как записать уравнение расхода для трубопровода с ветвлением?
13. Какое свойство имеют гидравлические сопротивления в параллельных ветвях?
14. Приведите пример гидравлической схемы трубопровода с кольцевым участком.

Тема 4. Уравнения Навье-Стокса

Ключевые вопросы темы

1. Уравнения Навье-Стокса для несжимаемой жидкости.
2. Граничные и начальные условия к уравнениям Навье-Стокса.
3. Уравнения Навье-Стокса в безразмерной форме.
4. Критерии и числа подобия. Условия гидромеханического подобия.
5. Понятие о газодинамике.
6. Понятие о неньютоновских жидкостях.
7. Свойства смесей газов.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

Тема практической работы 7. Решение задач на свойства смесей газов.

Цель работы: научиться решать задачи на свойства смесей газов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Из каких фундаментальных физических законов выводятся уравнения Навье-Стокса?
2. Перечислите аргументы в уравнениях Навье-Стокса.
3. Назовите неизвестные функции в уравнениях Навье-Стокса.
4. Какие граничные и начальные условия нужно задать к уравнениям Навье-Стокса?
5. Как упростятся уравнения Навье-Стокса для стационарного течения?
6. В чем разница понятий критерии и числа подобия?
7. Напишите формулу для числа Фруда.
8. Назовите условия гидромеханического подобия.
9. Как найти число Маха?
10. Какие жидкости называют ньютоновскими?
11. Приведите примеры неньютоновских жидкостей.
12. Запишите уравнение состояния совершенного газа.
13. Как найти постоянную газовой смеси?
14. Что такое объемные доли компонент? Чему равна их сумма?
15. Как найти плотность газовой смеси?

Тема 5. Насосы и насосные установки

Ключевые вопросы темы

1. Гидромашины. Насосы. Гидродвигатели. Технические параметры.
2. Классификация насосов. Динамические и объемные.
3. Принцип действия центробежных насосов.
4. Рабочие характеристики центробежных насосов.
5. Рабочая точка насосной установки.
6. Методы регулирования работы насоса.
7. Поршневые насосы.

8. Шестеренные и винтовые насосы.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) типа.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Дайте определение насоса.
2. В чем отличие динамических и объемных насосов?
3. Назовите основные технические параметры насосов.
4. Что такое подача насоса?
5. Каков физический смысл напора насоса?
6. Поясните принцип действия центробежных насосов.
7. Что такое рабочие характеристики центробежных насосов?
8. Как зависит КПД центробежного насоса от подачи?
9. Что такое рабочая точка насосной установки?
10. Назовите методы регулирования работы насосной установки.
11. Что такое дросселирование?
12. Поясните устройство поршневых насосов.
13. Поясните устройство шестеренных насосов.
14. Поясните устройство винтовых насосов.

2 Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса. Наряду с изучением лекционного материала необходимо самостоятельно более подробно рассмотреть указанные в данном пособии темы. Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретического материала с использованием учебно-методических пособий, нормативной документации в области механики жидкости и газа. Только после этого можно приступать к выполнению практических работ.

После проработки теоретического материала, выполнения практической работы нужно ответить на вопросы для самоконтроля. Ответы должны быть

развернутыми, опираться на данные из нормативной документации, дополнительной литературы, материалов исследований и своего опыта.

При освоении данной дисциплины студент должен пройти тестирование.

Тестирование проводится на практических занятиях, каждый вариант теста включает в себя 10 вопросов.

Библиографический список

1. ГОСТ ISO 17769-1-2014. Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 69 с.

2. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: учеб. / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Наука, 1978. – 736 с.

3. Зезин, В. Г. Механика жидкости и газа: учеб. пособие / В. Г. Зезин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2016. – 250 с.

4. Гусев, А. А. Механика жидкости и газа: учеб. для академ. бакалавриата / А. А. Гусев. – Москва: Изд-во ЮРАЙТ, 2018. – 232 с.

5. Новикова, А. М. Механика жидкости и газа: учеб. пособие для студентов, обучающихся в бакалавриате по напр. Строительство / А. М. Новикова, А. В. Кудрявцев, И. И. Иваненко. – Санкт-Петербург: Изд-во Санкт_Петербургского гос. архитектур.-строит. ун-та, 2014. – 139 с.

6. Наумов, В. А. Гидравлика: учеб. пособие по решению задач / В. А. Наумов. - Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 80 с.

7. Наумов, В. А. Основы механики жидкости и газа: учеб.-метод. пособие для студентов, обучающихся в бакалавриате по напр. Строительство / В. А. Наумов, Н. Р. Ахмедова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – 49 с.

Локальный электронный методический материал

Владимир Аркадьевич Наумов

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Редактор Э. С. Круглова

Уч.-изд. л. 1,0. Печ. л. 0,8

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1