

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 19.12.2024 15:35:26
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
« ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Направление подготовки
16.03.01 Техническая физика
Направленность программы бакалавриата
Цифровая физика материалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет механический

Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

Санкт-Петербург

2024

Б1.О.23

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 5 |
| 3. Объем дисциплины..... | 5 |
| 4. Содержание дисциплины..... | 6 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий..... | 6 |
| 4.2. Занятия лекционного типа..... | 7 |
| 4.2. Занятия семинарского типа..... | 9 |
| 4.3. Лабораторные занятия..... | 10 |
| 4.4. Самостоятельная работа обучающихся..... | 11 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине..... | 11 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..... | 11 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины..... | 12 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины..... | 13 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 13 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине..... | 14 |
| 10.1. Информационные технологии..... | 14 |
| 10.2. Программное обеспечение..... | 14 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы..... | 14 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы..... | 15 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья..... | 15 |

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

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

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 использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. | ОПК-1.3 Представление характерных для профессиональной сферы гидродинамических процессов и явлений в виде математических уравнений. | Знать: Современные подходы к описанию ламинарного и турбулентного течения жидкости и газа в областях с различной геометрией (ЗН-1). Основные методы экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в технологических аппаратах (ЗН-2) Уметь: Моделировать движение газовых и жидкостных потоков в широком диапазоне скоростей (У-1). Обрабатывать и анализировать полученные результаты экспериментального исследования, готовить данные для составления отчетов и презентаций (У-2). Владеть: Методами расчета основных параметров технологических потоков в промышленных аппаратах (Н-1). Методами экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в технологических аппаратах (Н-2). |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.О.23) и изучается на 2 курсе в 4 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Введение в инженерную деятельность», «Математика», «Физика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Защита от коррозии», «Автоматизированное проектирование», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы | Всего, ЗЕ/академ. часов |
|--|----------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов) | 3/108 |
| Контактная работа с преподавателем: | 98 |
| занятия лекционного типа | 36 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 54 |
| семинары и/или практические занятия | 18 |
| лабораторные работы | 36 |
| курсовое проектирование (КР или КП) | 8 |
| КСР | - |
| другие виды контактной работы | - |
| Самостоятельная работа | 10 |
| Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе) | |
| Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен) | КР, Зачет |

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

| № п/ п | Наименование раздела дисциплины | Занятия лекционного типа, акад. часы | Занятия семинарского типа, акад. часы | | Самостоятельная работа, акад. часы | Формируемые компетенции | Формируемые индикаторы |
|--------------|------------------------------------|---|--|---------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | | |
| 1 | Основные уравнения гидромеханики | 5 | | 7 | 3 | ОПК-1 | ОПК-1.3 |
| 2 | Гидростатика | 2 | 2 | | 3 | ОПК-1 | ОПК-1.3 |
| 3 | Общие закономерности гидродинамики | 8 | 4 | 3 | 2 | ОПК-1 | ОПК-1.3 |
| 4 | Гидравлика | 3 | 4 | 16 | 2 | ОПК-1 | ОПК-1.3 |
| 5 | Гидравлические машины | 10 | 6 | 6 | | ОПК-1 | ОПК-1.3 |
| 6 | Компрессорные машины | 8 | 2 | 4 | | ОПК-1 | ОПК-1.3 |
| | ИТОГО | 36 | 18 | 36 | 10 | - | - |

4.2 Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 1 | Основные уравнения гидромеханики Физические свойства жидкостей и газов. Гипотеза сплошности. Плотность, вязкость, сжимаемость, скорость звука. Скорость, ускорение, линия тока, трубка тока, живое сечение. Расход. Уравнение неразрывности. Скорость сдвига. | 2 | ЛВ |
| 1 | Основные уравнения гидромеханики Силы, действующие в жидкости. Напряженное состояние жидкой среды. Скорость деформации. Уравнение движения в напряжениях. Давление в жидкости. Уравнение Навье-Стокса для реальной несжимаемой жидкости. Уравнение энергии. Функция диссипации. | 3 | ЛВ |
| 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. | 2 | ЛВ |
| 3 | Общие закономерности гидродинамики Уравнение движения идеальной жидкости. Интеграл Бернулли. Плоское потенциальное течение. Функция тока. Потенциал скорости. Обтекание цилиндра. Парадокс Даламбера | 2 | Л |
| 3 | Общие закономерности гидродинамики Опыт Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Уравнение Рейнольдса. Турбулентные напряжения. Динамическая скорость. Понятие турбулентной вязкости. Универсальный профиль скоростей | 2 | Л |
| 3 | Общие закономерности гидродинамики Безразмерная форма уравнения Навье-Стокса. Критерии подобия. Решение задач гидродинамики методом теории подобия. Течение жидкости в каналах и трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения. равнение Дарси-Вейсбаха. Диаграмма Никурадзе. | 2 | ПЛ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 3 | Общие закономерности гидродинамики. 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 | 2 | ЛВ |
| 4 | Гидравлика. Одномерная модель реального потока. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические потери на местных сопротивлениях. Теорема Борда-Карно. Гидравлические потери по длине канала. Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве. Вторичные токи в реальной жидкости. Сопротивление змеевика. Прямой гидравлический удар в трубах. Уравнение акустики. | 3 | ЛВ |
| 5 | Гидравлические машины. Основные параметры насосов. Классификация насосов. Область применения. Кавитация. Центробежный насос. Принцип действия. Конструкция. Классификация. Маркировка. Уравнение Эйлера. Производительность. Рабочие характеристики насоса. Подобие центробежных насосов. Формулы пропорциональности. Парабола подобных режимов. Вихревой насос. Принцип действия. Конструкция. | 6 | ЛВ |
| 5 | Гидравлические машины. Объемные насосы Поршневой насос. Принцип действия. Классификация. Средняя и мгновенная производительность. Коэффициент неравномерности подачи. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы. Работа. Средняя мощность. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности. Основы теории воздушных колпаков. Основы теории клапанов. Принцип действия и рабочие характеристики шестеренных насосов. Область применения. Эрлифтный насос. Принцип действия и рабочие характеристики. Область применения | 4 | ЛВ |
| 5 | 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. | 4 | ЛВ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 6 | Компрессорные машины. Поршневой вакуум-насос. Производительность. Расчет мощности привода. Работа с перепуском. Пластинчатая ротационная компрессорная машина. Принцип действия. Производительность. Индикаторная диаграмма. Водокольцевой вакуум-насос. Принцип действия, преимущества и недостатки. Область применения. Центробежный вентилятор. Классификация. Рабочие характеристики. | 4 | ЛВ |

4.2. Занятия семинарского типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|---|-------------------|------------|
| 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 | КтСм |
| 3 | Динамика вязкой жидкости Уравнения Навье-Стокса. Моделирование в гидромеханике. Одномерная модель потока сплошной среды и гидравлические сопротивления | 2 | КОП |
| 3 | Ротационные компрессорные машины. Индикаторные диаграммы при различных степенях сжатия | 2 | КОП |
| 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 | 4 | КОП |
| 5 | Работа насосов на сеть. Характеристика сети. Способы регулирования производительности. Расчет рабочих характеристик агрегата при параллельном соединении и последовательном соединении центробежных насосов | 2 | КтСм |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|---|-------------------|------------|
| 5 | Расчет рабочих характеристик центробежных насосов при изменении частоты вращения рабочего колеса. Определение к.п.д. системы – 2 ч. | 2 | КОП |
| 5 | Насосы. Рабочие характеристики поршневого насоса. Расчет объема воздушных колпаков | 2 | КОП |
| 6 | Компрессоры. Приближенный термодинамический расчет поршневого одноступенчатого компрессора | 2 | КОП |

4.3 Лабораторные занятия

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 3,4,5,6 | Введение в лабораторный практикум. Техника безопасности при выполнении исследований. Основные требования. Обработка опытных данных | 2 | |
| 3,4 | Определение коэффициента гидравлического трения | 2 | МГ |
| 4 | Исследование трубчатых оросительных устройств | 2 | МГ |
| 4 | Сопротивление змеевика | 2 | МГ |
| 4 | Сопротивление кольцевого канала | 2 | МГ |
| 4 | Измерение расхода трубкой Пито | 2 | МГ |
| 4 | Градуировка трубки Пито. | 2 | МГ |
| 4 | Градуировка расходомера с соплом Вентури | 2 | МГ |
| 4 | Определение коэффициентов истечения | 2 | МГ |
| 4 | Определение коэффициентов местных сопротивлений | 2 | МГ |
| 1 | Измерение вязкости на капиллярном вискозиметре – | 2 | МГ |
| 1 | Измерение вязкости на ротационном вискозиметре | 2 | МГ |
| 3 | Измерение поля скоростей и давлений в циклонном устройстве | 2 | МГ |
| 6 | Испытания водокольцевого вакуум-насоса | 2 | МГ |
| 6 | Аэродинамические испытания центробежного вентилятора | 2 | МГ |
| 5 | Рабочие характеристики центробежного насоса | 2 | МГ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|---|-------------------|------------|
| 5 | Универсальные характеристики центробежного насоса | 2 | МГ |
| 5 | Испытания поршневого насоса | 2 | МГ |

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 1 | Испаряемость, давление насыщенных паров, кавитация, формула Лапласа, скорость звука в неоднородной среде | 3 | Устный опрос |
| 2 | Плоскопараллельное движение идеальной несжимаемой жидкости. Парадокс Даламбера | 3 | Устный опрос |
| 3 | Метод размерностей в моделировании гидродинамических процессов | 2 | Устный опрос |
| 4 | Элементы гидроаппаратуры и гидропривода | 2 | 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: <https://media.spbti.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и защиты курсовой работы. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Вывод уравнения неразрывности в интегральной форме. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости в трубке тока.
2. Вихревой насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
3. Гидравлические потери по длине трубопровода. Вид зависимости для расчета коэффициента гидравлического трения. Диаграмма Никурадзе.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Печатные издания:

1. Кудинов, В.А. Гидравлика: учебное пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. – 3-е изд., – Москва: Высшая школа, 2008. – 199 с.
2. Угинчус, А.А. Гидравлика и гидравлические машины : учебник для вузов / А. А. Угинчус. – 5-е изд., – М.: Аз-book, 2009. – 395 с.
3. Гидравлика в машиностроении: учебник для вузов: в 2 ч. / А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ. – 2008. – Ч. 1. – 392 с. – Ч. 2. – 496 с.
4. Черкасский, В.М. Насосы. Вентиляторы. Компрессоры. / В.М. Черкасский – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 415 с.
5. Сборник задач по машиностроительной гидравлике / Д. А. Бутаев, З. А. Калмыкова, Л. Г. Подвидз [и др.], под ред. И.И. Куколевского и Л.Г. Подвиза. – Москва: Машиностроение, 1981. – 484 с.
6. Абиев, Р.Ш. Термодинамический расчет парокompрессионного теплового насоса : учебное пособие / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов // // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2016. - 83 с.
7. Емцев, Б.Т. Техническая гидромеханика. / Б.Т. Емцев – Москва: Машиностроение, 1987. – 440 с.
8. Доманский, И.В. Насосы и компрессоры: учебное пособие / И. В. Доманский, В.А Некрасов ЛТИ им. Ленсовета, Кафедра оптимизации хим. биотехнол. аппаратуры. – Ленинград: ЛТИ им. Ленсовета, 1984. – 60 с.
8. Доманский, И.В. Основы гидромеханики: учеб. пособие / И.В. Доманский, В. А. Некрасов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 122 с.
9. Абиев, Р.Ш. Сборник задач по гидравлике и гидравлическим машинам, ч. 1 – 7 / Р.Ш. Абиев, И. В. Доманский, С.И. Петров // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 1996 – 1998.
10. Доманский, И.В. Выполнение расчетно-графической работы «Приближенный термодинамический расчет двухступенчатого поршневого компрессора». Методические указания / И.В. Доманский, М.В. Крылов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 33 с.

б) электронные издания

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач : учебное пособие для вузов по спец. направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" / Т.В. Артемьева, Т.М. Лысенко, А.Н. Румянцева; под ред. С. П. Стесина. – 2-е изд., стер. – Электронные текстовые данные – Москва: Академия, 2013. – 208 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Доманский, И.В. Основы гидромеханики: учеб. пособие / И.В. Доманский, В. А. Некрасов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 122 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <https://media.spbti.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.tti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

www.i-exam.ru.

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 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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 информационно-образовательной среды.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional;

Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;

- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;

- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0);

- РТС Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

2. <http://borovic.ru> - база патентов России.

3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.

11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.

12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.

13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.

14. Информационные справочные системы. Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы – 15 шт.; стулья - 29 шт.;

маркерная доска, демонстрационный экран, проектор, компьютер.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические и лабораторные):

Основное оборудование: Специализированная мебель (25 посадочных мест), демонстрационный экран, видеопроекционная система, пластиковая доска; лабораторные установки с контрольно-измерительной аппаратурой, шаровым зондом для проведения 19 лабораторных работ, в том числе по испытанию центробежных вентилятора и насоса, поршневого насоса с механическим индикатором, ротационного вакуум-насоса.

Помещение для самостоятельной работы.

Основное оборудование: столы – 54 шт.; стулья - 54 шт.;

маркерная доска, проектор, демонстрационный экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» – 24 шт.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 г.

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

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Индекс компетенции | Содержание | Этап формирования |
|--------------------|--|-------------------|
| ОПК-1 | Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. | промежуточный |

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-1.3 Представление характерных для профессиональной сферы гидродинамических процессов и явлений в виде математических уравнений. | Знает современные подходы к описанию ламинарного и турбулентного течения жидкости и газа в областях с различной геометрией (ЗН-1) | Ответы на вопросы №1-7, 14-21 к зачету. Защита курсовой работы | Знает основные характеристики ламинарного и турбулентного режимов течения жидкости и газа | Знает основные принципы влияния областей с различной геометрией на режимы течения жидкости и газа | Способен определить характеристики режима течения жидкости и газа для областей с различной геометрией |
| | Знает основные методы экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в технологических аппаратах (ЗН-2) | Ответы на вопросы №22-29, 39-49 к зачету | Имеет представление об основных методах исследования газовых и жидкостных потоков в технологических аппаратах | Знает методы экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в модельных системах | Способен применять основные методы экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в конкретных технологических аппаратах |
| | Умеет моделировать движение газовых и жидкостных потоков в широком диапазоне скоростей (У-1) | Ответы на вопросы №1-25 к зачету. Защита курсовой работы | Имеет представление о методах моделирования движения газовых и жидкостных потоков в зависимости от скорости потока | Умеет осуществлять количественную оценку влияния скорости газовых и жидкостных потоков на их основные характеристики | Способен моделировать движение газовых и жидкостных потоков в зависимости от скорости потока при решении конкретных практических задач |
| | Умеет обрабатывать и анализировать полученные результаты экспериментального исследования, | Ответы на вопросы №1-7, 30-38 к зачету | Имеет представление о методах обработки и анализа экспериментальных данных, структуре и правилах | Способен обрабатывать и анализировать полученные ре- | Способен обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных исследо- |

| | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|
| | готовить данные для составления отчетов и презентаций (У-2) | | оформления отчетов и презентаций | зультаты готовить отчеты при выполнении типовых учебных заданий | ваний, составлять отчеты и презентации при решении конкретных практических задач |
| | Владеет методами расчета основных параметров технологических потоков в промышленных аппаратах (Н-1) | Ответы на вопросы №30-39 к зачету. Защита курсовой работы | Имеет представление о методах расчета основных параметров технологических потоков | Способен выполнять расчеты основных параметров технологических потоков при решении типовых учебных заданий | Способен выполнять расчеты основных параметров технологических потоков при решении конкретных практических задач |
| | Владеет методами экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в технологических аппаратах (Н-2) | Ответы на вопросы №30-39 к зачету. Защита курсовой работы | Имеет представление о методах экспериментального исследования газовых и жидкостных потоков в технологических аппаратах | Способен выполнять экспериментальные исследования газовых и жидкостных потоков при решении типовых учебных заданий | Способен выполнять экспериментальные исследования газовых и жидкостных потоков при решении конкретных практических задач |

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

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

1. Вывод уравнения неразрывности в интегральной форме. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости в трубке тока.

2. Кинематический смысл производных $\frac{\partial u_x}{\partial x}$, $\frac{\partial u_x}{\partial y}$, $\frac{\partial u_y}{\partial x}$ и др. Тензор скоростей деформаций и его свойства.

3. Основные компоненты напряжений. Тензор напряжений и его свойства. Давление.

4. Закон внутреннего трения Ньютона в обобщенной форме.

5. Вывод уравнения движения в интегральной форме.

6. Вывод уравнения энергии в интегральной форме.

7. Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Эпюра гидростатических давлений.

8. Равновесие жидкости в центробежном поле.

9. Расчет силы давления на плоскую стенку. Линия действия равнодействующей силы.

10. Расчет силы давления на криволинейную цилиндрическую поверхность тела. Объем тела давления.

11. Закон Архимеда. Вывод расчетной формулы.

12. Уравнение движения идеальной жидкости. Связь его с уравнением Навье-Стокса.

13. Интеграл Бернулли для плоского установившегося течения идеальной жидкости. Условия применимости интеграла Бернулли. Энергетический смысл слагаемых.

14. Режимы течения жидкости в каналах. Опыт Рейнольдса. Эквивалентный диаметр канала.

15. Представление уравнения движения в случае турбулентного течения через осредненные параметры. Уравнение Рейнольдса. Турбулентные напряжения.

16. Преобразование уравнения Навье-Стокса к безразмерному виду. Числа подобия. Условия гидродинамического подобия.

17. Ламинарное течение жидкости в плоскопараллельном канале. Вывод уравнения для расчета потерь давления и коэффициента гидравлического трения.

18. Турбулентное течение жидкости в канале Куэтта. Полуэмпирическая модель Прандтля для расчета турбулентных напряжений в уравнении Рейнольдса. Универсальный профиль скоростей.

19. Ламинарное обтекание шара. Математическая постановка задачи при ползучем течении. Уравнение для расчета силы сопротивления и коэффициента сопротивления.

20. Понятие о пограничном слое. Уравнения пограничного слоя, его связь с уравнением Навье-Стокса.

21. Ламинарный пограничный слой на полубесконечной пластине. Вывод уравнения для расчета силы сопротивления на основе интегрального соотношения.

22. Уравнение Бернулли. Гидравлические потери и диссипация энергии.

23. Уравнение Бернулли для трубопровода с насосом. Характеристика сети.

24. Гидравлические потери по длине трубопровода. Вид зависимости для расчета коэффициента гидравлического трения. Диаграмма Никурадзе.

25. Местные гидравлические сопротивления. Гидравлические потери при внезапном расширении. Вывод расчетной формулы.

26. Измерение локальных скоростей. Трубка Пито, плоский и шаровой зонды.

27. Вывод градуировочной характеристики расходомера с соплом Вентури.

28. Вывод градуировочной характеристики расходомера с диафрагмой.

29. Ротамер. Вывод градуировочной характеристики.

30. Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через отверстие с острой кромкой.
31. Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через цилиндрический насадок.
32. Расчет расхода жидкости при переливе ее через водослив.
33. Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве.
34. Расчет давления при прямом гидравлическом ударе. Способы снижения давления.
35. Расчет высоты всасывания центробежного насоса. Кавитационная характеристика.
36. Расчет высоты всасывания поршневого насоса. Влияние воздушных колпаков на высоту всасывания.
37. Вторичные токи в реальной жидкости. Влияние их на режим течения жидкости и сопротивление каналов.
38. Вывод основного уравнения идеального центробежного насоса.
39. Выбор оптимальных углов β_1 и β_2 .
40. Регулирование производительности центробежного насоса методом дросселирования и байпасирования. Определение к.п.д. насоса.
41. Рабочие характеристики поршневого насоса. Способы регулирования производительности
42. Вихревой насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
43. Шестеренный насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
44. Эрлифтный насос. Принцип действия. Характеристики.
45. Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Работа за цикл при адиабатическом сжатии. Средняя мощность.
46. Центробежный вентилятор. Выбор угла β_2 . Рабочие характеристики.
47. Поршневой вакуум-насос. Особенности расчета мощности привода. (работа за цикл при одноступенчатом сжатии).
48. Роторный пластинчатый компрессор. Принцип действия. Индикаторная диаграмма.
49. 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 30 мин.

4 Курсовая работа

Курсовая работа заключается в выполнении расчетов, необходимых для выбора насоса или в определении условий работы поршневого компрессора. Результаты выполненных расчетов представляются в виде расчетно-пояснительной записки (объемом 20-25 страниц машинописного текста), которая содержит выполненные расчеты, необходимые графики и диаграммы.

Примерные темы курсовых работ

| № | Тема | Цели и задачи работы |
|---|----------------------|--|
| | Центробежный насос | Спроектировать сеть и подобрать центробежный насос для перекачивания бензола в количестве 30 м ³ /час. Перепад высот между исходной и приемной емкостями 25 м. Давление в исходной емкости 0.1 МПа, в приемной – 2.2 МПа. Температура бензола 40°С. Найти наилучший способ регулирования. |
| | Поршневой компрессор | Выполнить приближенный расчет поршневого двухступенчатого компрессора. Перекачиваемый газ – азот, начальное давление 80 кПа, конечное 0.35 МПа, производительность 0.8 |

| | | |
|--|--|--|
| | | м ³ /с. Схема компрессора – вертикальный двухрядный простого действия. Начальная температура газа 30°С , температура охлаждающей воды 20°С, При выполнении расчетов принять, что коэффициент мертвого пространства 1-ой ступени сжатия равен 5%, второй – 7%. |
|--|--|--|

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 СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта и защиты курсовой работы.

Шкала оценивания на зачёте – «зачтено», «не зачтено». При этом «зачтено» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции, при защите курсовой работы – балльная.