


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ
Декан мореходного факультета

Труднев С.Ю.
« 18 » 03 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидрогазодинамика низкотемпературных установок»

Направление:

16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»
(уровень бакалавриата)

профиль:

«Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский
2021

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» и учебного плана подготовки бакалавров, принятого на заседании Ученого Совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 17.03.2021г., протокол № 7.

Составитель рабочей программы

Доцент, к.т.н.



В. А. Иодис

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» «18» марта 2021 г. протокол №6.

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

«18» марта 2021 г.



А. В. Костенко

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок» состоит в изучении основ гидростатики, кинематики, гидродинамики, газостатики и газодинамики, ознакомить с основными свойствами жидкостей и газов; получить представление о закономерностях равновесия и движения жидкости и газов; освоить методы расчета и анализа процессов течения; приобретение навыков проектирования гидравлических, газовых машин, аппаратов, систем.

Знания и умения, полученные в процессе изучения данного курса, способствуют более глубокому освоению специальных дисциплин.

Задачи изучения дисциплины:

- дать студентам глубокие знания о сущности и закономерности процессов гидро- и газостатики, а также процессов, протекающих в гидравлических и газодинамических системах;

- дать студентам глубокие знания о назначении, устройстве и принципе действия гидравлических и компрессорных машин;

- приобретение необходимых знания о назначении, устройстве и принципе действия гидравлических и компрессорных машин;

- сформировать у студентов навыки расчета и проектирования гидравлических, компрессорных машин, аппаратов, гидравлических и газовых систем при обеспечении эффективности их работы, высокой производительности, прочности, долговечности и безопасности работы.

В процессе изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- правила оформления проектной и рабочей документаций, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения;

- технические решения для создания систем холодоснабжения;

- методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения;

- методики расчета показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения;

- нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения;

- примеры, варианты размещения и планы расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.

Уметь:

- оформлять проектную и рабочую документацию, графические материалы, ведомости и спецификации оборудования, текстовую документацию по системе холодоснабжения;

- предлагать технические решения для создания систем холодоснабжения;

- использовать методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения;

- производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения;

- использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения;
- разрабатывать варианты размещения и план расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.

Владеть:

- правилами оформления проектной и рабочей документаций, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения;
- правилами для технических решений при создании систем холодоснабжения;
- методиками проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения;
- методиками расчета показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения;
- нормативной и технической документацией для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения;
- правилами и вариантами размещения, планами расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции:

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК – 4		ИД ₁ ПК-4 Знает правила оформления проектной и рабочей документации, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения. ИД ₂ ПК-4 Знает технические решения для создания систем холодоснабжения. ИД ₃ ПК-4 Знает методики	Знать: - правила оформления проектной и рабочей документаций, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения; - технические решения для создания систем холодоснабжения; - методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения; - методики расчета показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения; - нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения; - примеры, варианты размещения и планы расположения основного и вспомогательного	3(ПК-4)1 3(ПК-4)2 3(ПК-4)3 3(ПК-4)4 3(ПК-4)5 3(ПК-4)6

Способен формировать основные технические решения по проектированию и подбору оборудования систем холодоснабжения	проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения. ИД ₄ ПК-4 Умеет производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения. ИД ₅ ПК-4 Умеет использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения. ИД ₆ ПК-4 Умеет разрабатывать варианты размещения и план расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.	оборудования систем холодоснабжения.	
		Уметь: - оформлять проектную и рабочую документацию, графические материалы, ведомости и спецификации оборудования, текстовую документацию по системе холодоснабжения; - предлагать технические решения для создания систем холодоснабжения; - использовать методики проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения; - производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения; - использовать нормативную и техническую документацию для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения; - разрабатывать варианты размещения и план расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.	У(ПК-4)1 У(ПК-4)2 У(ПК-4)3 У(ПК-4)4 У(ПК-4)5 У(ПК-4)6
		Владеть: - правилами оформления проектной и рабочей документаций, графических материалов, ведомостей и спецификаций оборудования, текстовой документации по системе холодоснабжения; - правилами для технических решений при создании систем холодоснабжения; - методиками проектирования инженерных сооружений и их конструктивных элементов для систем холодоснабжения; - методиками расчета показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения; - нормативной и технической документацией для определения необходимого основного и вспомогательного технического и технологического оборудования систем холодоснабжения; - правилами и вариантами размещения, планами расположения основного и вспомогательного оборудования систем холодоснабжения.	В(ПК-4)1 В(ПК-4)2 В(ПК-4)3 В(ПК-4)4 В(ПК-4)5 В(ПК-4)6

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.02 «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок» является дисциплиной вариативной части в структуре образовательной программы, непосредственно связана с такими дисциплинами, как «Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок», «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха», «Холодильные машины и установки».

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок», необходимы для подготовки и сдачи государственного экзамена, а также для подготовки выпускной квалификационной работы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1. Гидростатика, кинематика, гидродинамика	78	46	18	18	10	30	Опрос, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Введение в гидрогазодинамику низкотемпературных установок. Свойства жидкостей	9	4	2	2	-	5	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 2: Гидростатика	8	6	2	2	2	2	Опрос, РЗ*	
Тема 3: Закон Архимеда. Закон Паскаля	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Кинематика жидкости	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 5: Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкой жидкости	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 6: Режимы течения жидкостей	10	6	2	2	2	4	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 7: Ламинарный и турбулентный режимы течения. Потери напора	8	4	2	2	-	4	Опрос, ЛБ*, РЗ*	
Тема 8: Кавитация и гидравлический удар	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 9: Насосы	17	10	2	2	6	7	Опрос, ЛБ*, РЗ*, Тест*	
Раздел 2. Газостатика, кинематика, газодинамика	66	39	16	16	7	29	Опрос, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Физические свойства газов. Газостатика	10	4	2	2	-	6	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 2: Кинематика газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 3: Газодинамика, режимы течения газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Потери давления в газопроводах	12	8	2	2	4	4	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 5: Аэродинамика инженерных сетей	11	7	2	2	3	4	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 6: Изопротексы идеального газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 7: Вентиляторы	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	

Тема 8: Газовые компрессора	11	4	2	2	-	7	Опрос, РЗ*, Тест*	
Контроль 36 ч.								
Экзамен 5 сем.								
Итого	180	85	34	34	17	59		

* РЗ – решение задач, РФ – подготовка реферата; ЛБ – подготовка лабораторной работы; Тест – подготовка к тестированию.

4.2 Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Распределение учебных часов по разделам дисциплины в таблице 1.

Таблица 1

Распределение учебных часов по разделам дисциплин

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2
Лекционные занятия	18	16
Лабораторные занятия	10	7
Практические занятия	18	16
СРС	30	29
Контроль	36	
Экзамен	5 сем.	
Всего часов	180	

5. ОПИСАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ

Раздел 1.

Продолжительность изучения раздела 8 недель.

Лекция 1.1. Тема: Введение в Гидрогазодинамику низкотемпературных установок. Свойства жидкостей

Рассматриваемые вопросы.

- Предмет и метод механики жидкости и газа;
- Идеальная и реальная жидкость;
- Основные физические свойства жидкости: плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение;

Лекция 1.2. Тема: Гидростатика

Рассматриваемые вопросы.

- Силы, действующие в жидкостях;
- Гидростатическое давление и его свойства;
- Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости;
- Основное уравнение гидростатики.

Лекция 1.3. Тема: Закон Архимеда. Закон Паскаля

Рассматриваемые вопросы.

- Закон Архимеда;
- Гидравлические машины.

Лекция 1.4. Тема: Кинематика жидкости

Рассматриваемые вопросы.

- Основные определения кинематики: траектория движения частицы

жидкости, линия тока, трубка тока, элементарная струя, поток, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус;

- Расход жидкости (объемный и массовый). Уравнение неразрывности потока жидкости.

Лекция 1.5. Тема: Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкой жидкости

Рассматриваемые вопросы.

- Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости;
- Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока;
- Энергетический смысл уравнения Бернулли;
- Пьезометрический, скоростной, геометрический и полный напоры.
- Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости;
- Коэффициент Кориолиса;
- Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.

Лекция 1.6. Тема: Режимы течения жидкостей

Рассматриваемые вопросы.

- Опыт Рейнольдса, критерий (число) Рейнольдса;
- Режимы движения жидкости;
- Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений;
- Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.
- Потери напора при движении жидкости.

Лекция 1.7. Тема: Ламинарный и турбулентный режимы течения. Потери напора

Рассматриваемые вопросы.

- Основные закономерности ламинарного режима течения;
- Потери напора при ламинарном режиме течения (формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха, Дарси);
- Основные закономерности турбулентного режима течения;
- Потери напора при турбулентном режиме течения (формулы Альтшуля, Блазиуса, Кольбрука, Прандля – Никурадзе, Конакова, Шифринсона);
- Коэффициент местного сопротивления.

Лекция 1.8. Тема: Кавитация и гидравлический удар

Рассматриваемые вопросы.

- Физическая природа кавитации;
- Гидравлический удар (прямой гидравлический удар, не прямой);
- Формула Жуковского;
- Способы борьбы с гидроударами.

Лекция 1.9. Тема: Насосы

Рассматриваемые вопросы.

- Классификация насосов (центробежный, шестеренчатый, винтовой и др.);
- Особенности работы, конструкции, преимущества и недостатки;

- Основные параметры работы насосов и их характеристики: подача и напор, мощность и КПД, высота всасывания;
- Совместная работа насосов.

Тематика лабораторных работ раздела 1:

Лабораторная работа 1.1. Тема: «Изучение относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде».

Содержание занятия.

Экспериментальное исследование формы свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде. Расчет координат по теоретической зависимости. Построение и сравнение экспериментальных и теоретических графиков координат кривой свободной поверхности как функции расстояния до оси вращения.

Лабораторная работа 1.2. Тема: «Изучение режимов движения жидкости».

Содержание занятия.

Визуальное наблюдение устойчивых ламинарного и турбулентного режимов движения воды. Определение критериев Рейнольдса, соответствующих указанным режимам движения.

Лабораторная работа 1.3. Тема: «Изучение конструкции и принципа действия винтовых насосов».

Содержание занятия.

Изучение принципа действия винтовых насосов и особенностей их устройства. Расчет основных параметров работы насоса.

Тематика практических работ раздела 1:

Практическое занятие (ПЗ) 1.1. Тема: Решение задач по теме «Свойства жидкостей» [10, стр. 14-19]

Рассматриваемые вопросы.

Определение плотности, удельного объема, удельного веса, вязкости, сжимаемости, температурного расширения жидкостей при различных температурах и давлениях.

Практическое занятие (ПЗ) 1.2. Тема: Решение задач по теме «Основное уравнение гидростатики» [10, стр. 17-19]

- Определение абсолютного, избыточного и вакуумметрического давлений жидкости, используя основное уравнение гидростатики.

Практическое занятие (ПЗ) 1.3. Тема: Решение задач по теме «Закон Архимеда. Закон Паскаля» [10, стр. 21-32, 41-51, 61-76, 92-103]

- Расчет силы Архимеда в различных средах;
- Расчет полезного усилия гидравлического пресса.

Практическое занятие (ПЗ) 1.4. Тема: Решение задач по теме «Кинематика жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости» [11, стр. 14-16]

Рассматриваемые вопросы

- Определение параметров потока жидкости (гидравлический радиус, расход, средняя скорость), используя уравнение неразрывности.

Практическое занятие (ПЗ) 1.5. Тема: Решение задач по теме «Уравнение Бернулли невязкой и вязкой жидкостей» [12, стр. 31-32]

Рассматриваемые вопросы

- Определение геометрического, пьезометрического и скоростного напоров при использовании уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей.

Практическое занятие (ПЗ) 1.6. Тема: Решение задач по теме «Режимы течения жидкости» [2, стр. 62-64]

Рассматриваемые вопросы

- Определение критерия Рейнольдса для ламинарного и турбулентного режимов течения жидкостей.

Практическое занятие (ПЗ) 1.7. Решение задач по теме «Потери напора на гидравлических сопротивлениях» [10, стр. 161-185]

Рассматриваемые вопросы

- Определение потерь напора на линейных и местных сопротивлениях (формула Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха);

- Определение коэффициента линейного сопротивления жидкостей по формулам Альтшуля, Блазиуса, Кольбука, Прандля – Никурадзе, Конакова, Шифринсона.

Практическое занятие (ПЗ) 1.8. Тема: Решение задач по теме «Гидравлический удар» [16, стр. 364-369]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет фазы гидравлического удара, скорости распространения ударной волны, ударного повышения давления.

Практическое занятие (ПЗ) 1.9. Тема: Решение задач по теме «Насосы» [16, стр. 369-405]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет напоров, расходов, давлений на всасывании и нагнетании различных типов насосов.

Самостоятельная работа студента по разделу 1

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
Подготовка к лекциям		
Лекции 1 – 9 раздела 1		11

Подготовка к лабораторным занятиям		
1. Изучение относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.	Оформление работы	1
2. Изучение режимов движения жидкости.		1
3. Изучение конструкции и принципа действия винтовых насосов.		1
Подготовка к практическим занятиям		
Решение задач по теме «Свойства жидкостей»	Решение задач	1
Решение задач по теме «Основное уравнение гидростатики»		1
Решение задач по теме «Закон Архимеда. Закон Паскаля»		1
Решение задач по теме «Кинематика жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости»		1
Решение задач по теме «Уравнение Бернулли невязкой и вязкой жидкостей»		1
Решение задач по теме «Режимы течения жидкости»		1
Решение задач по теме «Потери напора на гидравлических сопротивлениях»		1
Решение задач по теме «Гидравлический удар»		1
Решение задач по теме «Насосы»		1
Подготовка реферата (объем 6 - 7 листов)	доклад	5
Подготовка к написанию Теста №1	Тест	2
Итого:		30

Темы рефератов (объем 6 - 7 листов).

1. Приборы для измерения плотности жидкости (принцип действия, отличия).
2. Приборы для измерения вязкости жидкости (принцип действия, отличия).
3. Назначение, устройство и принцип работы пикнометра и ареометра.
4. Сила трения (сила лобового сопротивления).
5. Назначение, устройство и принцип работы капиллярного вискозиметра, вискозиметра с падающим шариком.
6. Результирующая скорость (Стокса).
7. Назначение, устройство и принцип работы вискозиметра истечения, ротационного вискозиметра.
8. Силы, действующие на сферические объекты с малыми числами Рейнольдса.
9. Назначение, устройство и принцип работы торсионного вискозиметра, вискозиметра Энглера.
10. Приборы для измерения давления (принципы действия, отличия).

11. Приборы для измерения расхода жидкости (принцип действия, отличия).
12. Расходомер Вентури.
13. Мощность потока жидкости.
14. Принцип работы, устройство эжекторов.
15. Пульсация скоростей, неизотропная турбулентность.
16. Рабочая схема при исследовании турбулентного режима у стенок.
17. Формула и коэффициент Шези, гидравлический уклон.
18. Способы снижения потерь напора.
19. Классификация отверстий и насадок при истечении жидкости.
20. Истечение жидкости из отверстий насадок при переменном уровне жидкости.

Раздел 2.

Продолжительность изучения раздел 2 ___9___ недель.

Лекция 2.1. Тема: Физические свойства газов. Газостатика

Рассматриваемые вопросы.

- Плотность, удельный объем, удельный вес, вязкость, коэффициент объемного расширения, коэффициент дросселирования, влажность;
- Основное уравнение газостатики.

Лекция 2.2. Тема: Кинематика газа

Рассматриваемые вопросы.

- Основные понятия кинематики газов;
- Уравнение неразрывности газов.

Лекция 2.3. Тема: Газодинамика, режимы течения газа

Рассматриваемые вопросы.

- Уравнение Бернулли для идеального газа;
- Уравнение Бернулли для реального газа;
- Энергетический смысл уравнения Бернулли для газа;
- Статическое, динамическое давления газа;
- Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений;
- Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.

Лекция 2.4. Тема: Потери давления в газопроводах

Рассматриваемые вопросы.

- Потери давления на линейных сопротивлениях (ламинарный режим);
- Формулы Дарси-Вейсбаха, Дарси (ламинарный режим);
- Потери напора на линейных сопротивлениях (турбулентный режим);
- Формулы Дарси-Вейсбаха, Альтшуля, Блазиуса;
- Виды местных сопротивлений;
- Формула Вейсбаха;
- Определение коэффициента местного сопротивления для вентилей, конусов, сужений, расширений и т.д.

Лекция 2.5. Тема: Аэродинамика инженерных сетей

Рассматриваемые вопросы.

- Классификация газовых сетей;
- Последовательность аэро(газо)динамического расчета;
- Пример построения характеристики(кривой) вентилятора.

Лекция 2.6. Тема: Изопроцессы идеального газа

Рассматриваемые вопросы.

- Изотермический (Закон Бойля – Мариотта);
- Изобарный (Закон Гей-Люссака);
- Изохорный (Закон Шарля).

Лекция 2.7. Тема: Вентиляторы

Рассматриваемые вопросы.

- Типы, виды вентиляторов (центробежный, осевой), особенности конструкции и работы;
- Параллельная и последовательная работа вентиляторов;
- Основные рабочие параметры вентиляторов и их характеристики: объемный расход и давление, мощность и КПД.

Лекция 2.8. Тема: Газовые компрессора

Рассматриваемые вопросы.

- Типы, виды компрессоров (центробежный, поршневой, винтовой, роторный);
- Особенности конструкции, работы.

Тематика лабораторных работ раздела 2:

Лабораторная работа 2.1. Тема: «Изучение потерь давления на местных сопротивлениях в воздуховодах».

Содержание занятия.

Изучение потерь давления на местных сопротивлениях в воздуховодах. Расчет коэффициентов местного сопротивления при внезапном расширении потока газа, при его внезапном сужении, при прохождении потоком воздуха вентиля. Расчет скоростей воздуха на различных участках аэродинамической трубы. Замер и расчет потери давления при течении воздуха на местных сопротивлениях.

Лабораторная работа 2.2. Тема: «Изучение потерь давления на линейных сопротивлениях в воздуховодах».

Содержание занятия.

Изучение потерь давления на линейных сопротивлениях в воздуховодах. Расчет коэффициентов линейных сопротивлений при внезапном расширении потока газа, при его внезапном сужении, при прохождении потоком воздуха вентиля. Расчет скоростей воздуха на различных участках аэродинамической трубы. Замер и расчет потерь давления при течении воздуха на линейных сопротивлениях.

Тематика практических занятий раздела 2:

Практическое занятие (ПЗ) 2.1. Тема: Решение задач по теме «Физические свойства газов. Газостатика» [7, стр. 13-15]

Рассматриваемые вопросы

- Определение плотности, вязкости, удельного веса газов;
- Определение абсолютного давления газа, используя основное уравнение газостатики;

Практическое занятие (ПЗ) 2.2. Тема: Решение задач по теме «Кинематика газа» [6, стр. 14-16]

Рассматриваемые вопросы

- Определение параметров потока газа, используя уравнение неразрывности для газа.

Практическое занятие (ПЗ) 2.3. Тема: Решение задач по теме «Газодинамика, режимы течения газов» [6, стр. 28-31]

Рассматриваемые вопросы

- Определение давлений при использовании уравнения Бернулли идеального и реального газов;
- Определение верхнего и нижнего критических чисел Рейнольдса для различных типов потоков газа.

Практическое занятие (ПЗ) 2.4. Тема: Решение задач по теме «Потери давления в газопроводах» [6, стр. 82-84]

Рассматриваемые вопросы

- Определение потерь давления на линейных сопротивлениях, числа Рейнольдса, коэффициента линейного сопротивления (ламинарный режим течения газа);
- Определение потерь давления на линейных сопротивлениях при турбулентном режиме (формула Дарси-Вейсбаха);
- Определение коэффициента линейного сопротивления газа по формулам Альтшуля, Блазиуса;
- Определение коэффициента местного сопротивления для вентиля, конусов, сужений, расширений и потерь давления газа (формула Вейсбаха).

Практическое занятие (ПЗ) 2.5. Решение задач по теме «Аэродинамика инженерных сетей» [18]

Рассматриваемые вопросы

- Расчет потерь давлений, естественно тяги и давления систем естественной циркуляции.

Практическое занятие (ПЗ) 2.6. Тема: Решение задач по теме: «Изопроцессы идеального газа» [7 стр. 28]

Рассматриваемые вопросы

- Расчет давления, температуры, объема газов для изотермического, изобарного и изохорного процессов;

- Расчет давления, температуры, объема газов для адиабатного и политропного процессов.

Практическое занятие (ПЗ) 2.7. Тема: Решение задач по теме: «Вентиляторы» [18]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет основных характеристик различных типов вентиляторов.

Практическое занятие (ПЗ) 2.8. Тема: Решение задач по теме: «Газовые компрессора» [19]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет основных характеристик различных типов газовых компрессоров.

Самостоятельная работа студента по разделу 2

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
Подготовка к лекциям		
Лекции 1 – 8 раздела 2		10
Подготовка к лабораторным занятиям		
1. Изучение потерь давления на местных сопротивлениях в воздуховодах.	Оформлен ие работы	1
2. Изучение потерь давления на линейных сопротивлениях в воздуховодах.		1
Подготовка к практическим занятиям		
Решение задач по теме «Физические свойства газов. Газостатика»	Решение задач	1
Решение задач по теме «Кинематика газа»		1
Решение задач по теме «Газодинамика, режимы течения газов»		1
Решение задач по теме «Потери давления в газоведах»		1
Решение задач по теме «Аэродинамика инженерных сетей»		1
Решение задач по теме: «Изопроецессы идеального газа»		1
Решение задач по теме: «Вентиляторы»		1
Решение задач по теме: «Газовые компрессора»		1

Подготовка реферата (объем 3 - 4 листа)	доклад	7
Подготовка к написанию Теста №2	Тест	2
Итого:		50

Темы рефератов (объем 6 - 7 листов).

1. Законы гидродинамического подобия потоков
2. Геометрическое подобие напорных потоков.
3. Кинематическое подобие напорных потоков.
4. Динамическое подобие напорных потоков.
5. Критерий Ньютона.
6. Критерий Фруда.
7. Критерий Вебера.
8. Эмпирические зависимости для определения физических свойств газов.
9. Зависимость плотности газов от давления и температуры.
10. Зависимость вязкости газов от давления и температуры.
11. Зависимость коэффициента температурного расширения газов от температуры.
12. Приборы для измерения плотности газов (принцип действия, отличия).
13. Приборы для измерения вязкости газов (принцип действия, отличия).
14. Совершенствование методики экспериментального определения чисел Рейнольдса газа.
15. Отличия уравнения Бернулли для газов от уравнения Бернулли для жидкостей.
16. Молекулярный режим газового потока.
17. Влияние шероховатости стенок газопровода на потери давления газа.
18. Влияние резкого расширения газопровода на потери давления газа.
19. Влияние резкого сужения газопровода на потери давления газа.
20. Влияние подогрева газа на энергозатраты при транспортировке газов.
21. Физическая сущность коэффициента сжатия струи газа.
22. Физическая сущность коэффициента скорости.
23. Физическая сущность коэффициента расхода
24. Применение пневмопривода в различных областях техники.
25. Движение газа в сложных газопроводах.
26. Центральные системы СКВ (примеры расчетов).
27. Центральные-местные СКВ (примеры расчетов).
28. Построение эпюр давления газов.
29. Примеры изотермического, изобарного и изохорного процессов в промышленности.
30. Примеры адиабатных процессов в промышленности.
31. Примеры политропных процессов в промышленности.

6. РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Итоговая оценка по дисциплине в 5 семестре определяется по результатам сдачи экзамена с учетом суммарного рейтинга. Для заочной формы обучения по результатам сдачи экзамена на 3 курсе.

Количество набранных баллов	Оценка
76-100	Отлично
61-75	Хорошо
46-60	Удовлетворительно
менее 45	Неудовлетворительно

Суммарный рейтинг по дисциплине

Очная форма обучения				
Семестр	Раздел 1	Раздел 2	Промежуточная аттестация	Итого
5	30	45	25	100

7. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Введение в Гидрогазодинамику низкотемпературных установок (предмет и ее метод).

2. Основные свойства жидкостей.

3. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики.

4. Закон Архимеда (плавание тел, остойчивость). Закон Паскаля (гидравлические машины).

5. Основные понятия кинематики жидкости (линия тока, трубка тока, струйка тока, поток, гидравлический радиус).

6. Расход жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости.

7. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока идеальной жидкости.

8. Уравнение Бернулли для потока вязкой (реальной жидкости) жидкости.

9. Линейные и местные потери напора. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.

10. Измерение расхода и скорости движения жидкостей. Типы расходомеров.

11. Режимы движения жидкости (число Рейнольдса).

12. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Особенности смены режимов течения, критические значения критерия Рейнольдса.

13. Ламинарный режим течения.

14. Турбулентный режим течения. Механизм турбулентного потока.

15. Потери напора при ламинарном, турбулентном режиме течения.

16. Коэффициент линейного сопротивления, шероховатость.

17. Определение потерь напора для труб некруглого сечения.

18. Местные потери напора.

19. Гидродинамическое подобие и моделирование потоков. Критерии

подобия.

20. Истечение жидкости из отверстий и насадок.
21. Прямой и непрямо́й гидравлический удар.
22. Кавитация.
23. Гидравлические машины. Насосы. Гидравлические системы.
24. Приборы для измерения плотности и вязкости жидкости.
25. Основные свойства газов.
26. Основные величины статики газа, их свойства и определения. Основное уравнение газостатики.
27. Основные понятия кинематики газов. Уравнение неразрывности газов.
28. Уравнение Бернулли для реального идеального газа, отличия.
29. Энергетический смысл уравнения Бернулли для газа.
30. Режимы течения газа. Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.
31. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений.
32. Основные закономерности ламинарного режима течения газа. Энергетические потери при ламинарном режиме течения газа.
33. Основные закономерности турбулентного режима течения. Энергетические потери при турбулентном режиме течения газа.
34. Потери давления на линейных сопротивлениях (ламинарный режим);
35. Потери напора на линейных сопротивлениях (турбулентный режим);
36. Виды местных сопротивлений. Определение коэффициента местного сопротивления для вентиляй, конусов, сужений, расширений и т.д.
37. Истечение газа из отверстий. Скорость истечения газов (формула Сен-Венана).
38. Суммарные потери давления газа. Пример расчета вентиляционных систем с естественной тягой и систем с естественной циркуляцией.
39. Виды и типы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Основные задачи расчета систем кондиционирования.
40. Изопроцессы идеального газа.
41. Адиабатный и политропный процессы.
42. Типы, виды вентиляторов (центробежный, осевой, диаметральный и др.);
43. Особенности конструкции, работы вентиляторов;
44. Основные параметры работы вентиляторов и их характеристики.
45. Типы, виды компрессоров (газовый, воздушный, поршневые, роторно-винтовые и др.);
46. Особенности конструкции, работы;
47. Основные параметры работы компрессоров и их характеристики.

8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.1. Основная литература

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика. - 3-е изд., – М.: Высшая школа, 2008 г. – 199 с.
2. Иодис В.А. Гидравлика. Учебное пособие для студентов морских специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.

3. Триандафилов, А. Ф. Гидравлика и гидравлические машины: учебное пособие / А. Ф. Триандафилов, С. Г. Ефимова; Сыкт. лесн. ин-т. – Сыктывкар: СЛИ, 2012. – 212 с.

4. Аржаников Н.С. Аэродинамика: учебник / Н.С. Аржаников, В.Н. Мальцев. – 2-е изд. / Репринтное воспроизведение издания 1956 г. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 488 с.

5. Механика жидкости и газа: учеб.-метод. пособие / В.К. Аргучинцев, А.В. Аргучинцева. — Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 61 с.

6. Евдокимов О.А., Веретенников С.В. Механика жидкости и газа. Учебное пособие с указаниями к решению задач. Часть 1 Гидрогазодинамика Под общей редакцией д.т.н., профессора Ш.А. Пиралишвили / Рыбинск, 2017. – 138 с.

7. Меньщиков В.М., Тешуков В.М. Газовая динамика. Задачи и упражнения. – 2-е изд. / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2012. – 132 с.

8. Ларионов В.М. Филипов С.Е. Введение в гидродинамику. Учебное пособие: курс лекций, решение задач. – Казань: КГУ, 2010. – 108 с.

9. Сборник задач по газовой динамике. Часть 1. Одномерные течения: учебное пособие / Сост. Е.И.Филатов, Г.Н. Чукурумова. Казань: Казанский государственный университет. 2005. – 51 с.

8.2. Дополнительная литература

10. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2006 г. – 656 с.

11. Лепешкин А.В., Шейнак А.А., Михайлин А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие. - 3-е изд., – М.: МГИУ, 2005 г. – 352 с.

12. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М: Изд-во «Наука», 1972. – 720 с. с илл.

13. Справочник по гидравлическим расчетам/ Под ред. П.Г. Киселева. – 4 изд. – М.: Энергия, 1977 – 312 с.

14. Григорьев Н.Г. Основы аэродинамики и динамики полета: Учебник для курсантов средних летних учебных заведений гражданской авиации. – М.: Машиностроение, 1995. – 400 с.: ил.

15. Поляков В.В., Скворцов Л.С. Насосы и вентиляторы: учеб. для вузов. – Мл Стройиздат, 1990. – 336 с: ил.

16. Жабо В.В. Гидравлика и насосы: Учеб. для техникумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 328 с., ил.

17. Бутаев Д.А., Калмыкова З.А., Подвидз Л.Г., Попов К.Н., Рождественский С.Н., Яньшин Б.И. Задачник по гидравлике для машиностроительных вузов. Под ред. Куколевского И. И. и Подвидза Л. Г. – 2-е изд. перераб. и допол. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1960. – 440 с.

18. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с.

19. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. / Под общей редакцией Сакуна И.А./ Учеб. пособие для вузов по специальности "Холодильные и компрессорные машины и установки". Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1987. – 423 с., ил.

8.3. Перечень методических указаний по изучению дисциплины.

Иодис В.А. Механика жидкости и газа. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», профиля «Холодильная техника и технологии». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 77 с.

Иодис В.А. Механика жидкости и газа. Методические указания по проведению практических занятий для студентов направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», профиля «Холодильная техника и технологии». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 11 с.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. ГД2. Установка для изучения относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.

2. ГД4. Установка для изучения режимов движения жидкости (Прибор Рейнольдса).

3. ГД7. Установка для изучения процессов истечения жидкости через отверстия и насадки.

4. ГД8. Установка для исследования коэффициента гидравлического трения при истечении жидкости через цилиндрическую трубку.

5. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия центробежных насосов.

6. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением.

7. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия винтовых насосов.

8. Установка для изучения потерь давления на местных и линейных сопротивлениях в воздухопроводах.

8.5. Интернет ресурсы

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать:

1. [http:// www.techgidravlika.ru/](http://www.techgidravlika.ru/)

2. [http:// www.gidrostanok.ru](http://www.gidrostanok.ru)

3. [http:// hydmarket.ru](http://hydmarket.ru)

4. [http:// www.hydronehanika.ru](http://www.hydronehanika.ru)

8.6. Раздаточный материал

Номограммы Прандтля-Никурадзе, диаграммы зависимости физических свойств жидкостей от температуры, схемы гидравлических систем, каталоги гидравлического оборудования, эскизы насосов.

8.7. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических (семинарских) занятий, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (зачет, экзамен).

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: о свойствах жидкостей и газов, законах гидростатики и газостатики, кинематики и гидро-газодинамики, о режимах течения жидкостей и газов, о потерях напора при движении жидкости или газа, о расчетах и подборе гидравлического оборудования и гидравлических систем. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном или на практическом занятии.

Целью проведения практических (семинарских) занятий является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях, лабораторных занятиях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме решения типовых задач дисциплины.

Целью лабораторного занятия является приобретение обучающимися опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала; экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, умение решать практические задачи.

Дополнения и изменения в рабочей программе на _____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок» для направления подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО _____

«__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)