



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП Строительство
уникальных зданий и сооружений

Т.Э. Уварова
(подпись) Т.Э. Уварова

« 31 » мая 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой инженерных систем
зданий и сооружений

А.В. Кобзарь
(подпись) А.В. Кобзарь

« 31 » мая 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая теплотехника

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки: очная

курс - 2 семестр - 4

лекции - 18 час.

практические занятия - 36 час.

лабораторные работы - 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 14 / пр. 6 / лаб. 6 час

всего часов аудиторной нагрузки - 72 час.

в том числе с использованием МАО - 26 час.

самостоятельная работа - 72 час.

контрольная работа не предусмотрено

курсовая работа/курсовой проект не предусмотрена

зачет - 4 семестр

экзамен - не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. №1030 и приказа ректора ДВФУ №12-13-1282 от 07 июля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры инженерных систем зданий и сооружений, протокол № 9 от « 31 » мая 2016 г.

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент А.В. Кобзарь

Составитель: старший преподаватель А. А. Еськин.

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Техническая теплотехника»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности», входит в базовую часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.23).

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов), практические занятия (36 часов) и самостоятельная работа студента (72 часа), Форма контроля – зачет. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Физика», «Химия» «Теоретическая механика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Информационные технологии в строительстве». В свою очередь дисциплина является «фундаментом» для изучения дисциплин «Инженерные системы высотных и большепролетных зданий и сооружений», «Механика жидкости и газа».

Дисциплина охватывает следующий круг вопросов: основы технической термодинамики, основы теории тепломассообмена, основы теплоэнергетики.

Цель дисциплины «Техническая теплотехника» - формирование базовых знаний о фундаментальных законах существования тепловых процессов и понятий термодинамики, механизмов энергопревращений и реализации их в циклах энергоустановок, методах передачи тепловой энергии.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о различных видах энергии, способах их превращения друг в друга и передаче тепловой энергии;
- формирование навыков оценки энергетической эффективности различных процессов в строительстве и энергетике.

Для успешного изучения дисциплины «Техническая теплотехника» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК – 6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК–6 использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии
	Умеет	применять физические законы для решения задач по расчету систем производства и передачи тепловой и механической энергии
	Владеет	методами теоретического и экспериментального исследования термодинамических и теплофизических параметров реальных систем
ПК–1 знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знает	существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы
	Умеет	оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений
	Владеет	навыками проектирования инженерных систем производства и передачи тепловой энергии

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Техническая теплотехника» применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «проблемная лекция».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Техническая термодинамика (18 часов).

Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики (2 часа)

Предмет дисциплины «Техническая теплотехника». Предмет технической термодинамики. Строение материи. Фазовые состояния веществ. Термодинамическая система. Термодинамический процесс.

Тема 2. Основные параметры состояния рабочего тела. (2 часа)

Рабочее тело. Идеальный газ. Температура. Давление. Объем. Количество вещества. Внутренняя энергия.

Тема 3. Уравнения состояния (2 часа)

Закон Бойля-Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Уравнение состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Тема 4. Теплоемкость (2 часа)

Истинная и средняя теплоемкость. Массовая, объемная и мольная теплоемкость.

Тема 5. Первый закон термодинамики (2 часа)

Теплота. Работа. Внутренняя энергия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Термодинамический цикл. Энтальпия.

Тема 6. Второй закон термодинамики (2 часа)

Тепловой двигатель. Энтропия. Прямой цикл Карно в P-V диаграмме. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.

Тема 7. Цикл Карно (2 часа)

Термодинамический КПД. КПД цикла Карно. Обратный цикл Карно.

Тема 8. Двигатели внутреннего сгорания. (2 часа)

Принципиальное устройство поршневых двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Цикл Тринклера. Идеальный цикл газотурбинной установки.

Тема 9. Идеальные циклы паросиловых установок (2 часа)

Парообразование. Цикл Карно с влажным паром. Цикл Ренкина. Теплофикационный цикл.

Раздел 2. Тепломассообмен (12 часов).

Тема 1. Основы теплообмена (2 часа)

Виды теплообмена и основные тепловые характеристики. Основные понятия и определения процессов теплообмена: теплопроводность, конвективный теплообмен, теплообмен излучением, сложный теплообмен. Температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока, внутренние источники теплоты.

Тема 2. Теплопроводность (2 часа)

Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Граничные условия 1, 2 и 3 рода.

Тема 3. Конвективный теплообмен (2 часа)

Основные понятия. Факторы, определяющие значение конвективного теплообмена, свободная и вынужденная конвекция. Гидродинамическая структура потока. Режимы течения. Теплоотдача. Дифференциальное уравнение теплоотдачи на границе стенка-среда.

Тема 4. Теория подобия в конвективном теплообмене (2 часа)

Теоремы подобия, числа подобия, уравнения подобия. Принципы теплового моделирования. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном режимах течения.

Гидродинамическая структура потока. Пограничный слой и его характеристики. Влияние гидродинамической структуры потока на теплоотдачу.

Тема 5. Тепловое излучение. (2 часа)

Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта. Серое тело и степень черноты. Теплообмен излучением в системах тел: параллельные поверхности, тело в оболочке, система с экранами.

Тема 6. Теплообменные аппараты (2 часа)

Теплопередача. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубные теплообменные аппараты. Пластинчатые теплообменные аппараты.

Раздел 3. Теплоснабжение и теплоэнергетика (6 часов)

Тема 1. Системы теплоснабжения (2 часа).

Получение тепловой и электрической энергии. Закрытые и открытые системы теплоснабжения. Зависимые и независимые системы теплоснабжения. Тепловые сети.

Тема 2. Принципиальная схема ТЭЦ (2 часа).

Принципиальная схема ТЭЦ. Основное оборудование ТЭЦ – паровые турбины, котлы, насосное и теплообменное оборудование, деаэрация, водоподготовка.

Тема 3. Альтернативная энергетика (2 часа).

Структура энергетических ресурсов, потребляемых в мире. Солнечная электро- и теплоэнергетика. Геотермальная энергетика. Энергия ветра. Малая гидроэнергетика.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1-2. Рабочее тело и параметры его характеризующие. Уравнение состояния термодинамического идеального газа. Смеси газов (4 час.)

План занятия.

1. Термодинамические параметры состояния. Давление. Температура. Удельный объем.
2. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная. Уравнение состояния идеального газа Клапейрона-Менделеева.
3. Уравнение состояния смеси газов. Массовый или объемный состав смеси газов. Закон Дальтона. Реальные газы.

Занятие 3. Теплота и теплоемкость. Работа в термодинамических процессах и внутренняя энергия (2 час.)

План занятия.

1. Теплоемкость. Теплоемкость массовая. Теплоемкость мольная. Теплоемкость объёмная. Вычисление теплоты и теплоемкости.
2. Вычисление работы. Вычисление dU в любом элементарном процессе. Определение внутренней энергии газа в конечном процессе 1-2.

Занятие 4-5. Термодинамические газовые процессы (4 час.)

План занятия.

1. Изохорный процесс.
2. Изобарный процесс.
3. Изотермический процесс.
4. Адиабатный процесс.
5. Политропный процесс.

Занятие 6. Передача теплоты через плоскую стенку (2 час.)

План занятия.

1. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоских стенках.
2. Термическое сопротивление теплопередачи для плоской стенки.
3. Коэффициент теплопередачи.

Занятие 7. Конвективный теплообмен в однофазной среде. Теплообмен при течении среды в трубах и каналах (2 час.)

План занятия.

1. Гидродинамическая структура потока. Режимы течения. Условия однозначности.
2. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
3. Теплоотдача при различных режимах течения. Влияние гидродинамической структуры потока на коэффициент теплоотдачи.

Занятие 8. Теплообмен излучением (2 час.)

План занятия.

1. Расчет интегральной плотности теплового потока. Расчет степени черноты продуктов сгорания в топке котла.

Занятие 9. Теплообменные аппараты. (2 час.)

План занятия.

1. Расчет массовых потоков греющего и нагреваемого потоков. Разбивка трубной доски.
2. Расчет коэффициента теплопередачи теплообменника и площади поверхности теплопередачи.

Лабораторные работы (18 час.)

1. Лабораторная работа № 1. Уравнение состояния реальных газов (4 часа).
2. Лабораторная работа № 2. Определение показателя адиабаты воздуха (2 часа).
3. Лабораторная работа №3. Изучение работы теплового насоса (4 часа).
4. Лабораторная работа №4. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы (4 час.)
5. Лабораторная работа № 5. Определение передаваемой тепловой мощности кожухотрубного теплообменного аппарата. (4 часа).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Техническая теплотехника» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Техническая теплотехника»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Техническая термодинамика	ОПК-6	Знает основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 1-9
			Умеет применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету и систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 10-16, 21
			Владеет методами расчета термодинамических параметров реальных физических систем	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 17-20
		ПК-1	Знает существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 27-30
			Умеет оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 21-26
			Владеет навыками расчета основных технических параметров систем производства и передачи тепловой энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 21-31
2	Раздел 2. Тепломассообмен	ОПК-6	Знает основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопрос 32
			Умеет применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету и систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 21-31
			Владеет методами расчета термодинамических параметров реальных физических систем	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 32-40
		ПК-1	Знает существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 32-40
			Умеет оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 32-40
			Владеет навыками расчета основных технических параметров систем производства и передачи тепловой энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 32-40
3	Раздел 3. Теплоснабжение и теплоэнергетика	ОПК-6	Знает основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Умеет применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету и систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Владеет методами расчета термодинамических параметров реальных физических систем	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45

		ПК-1	Знает существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Умеет оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Владет навыками расчета основных технических параметров систем производства и передачи тепловой энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3900>
2. Ю.П.Семенов. Теплотехника /Ю.П.Семенов, А.Б.Левин // М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/470503>
3. Герцык С.И. Теплотехника [Электронный ресурс] : тепловой расчет камерных печей. Учебное пособие / С.И. Герцык, В.В. Чернов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2014. — 93 с. — 978-5-87623-769-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56583.html>
4. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93718>
5. Примеры и задачи по тепломассообмену : учебное пособие / [В. С. Логинов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов и др.] Санкт-Петербург : Лань, 2011. 255 с
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:822464&theme=FEFU> (6 экз.)
6. Тепломассообмен : методические указания к курсовому проектированию / Дальневосточный федеральный университет ; [сост. : Г. А. Захаров, К. В. Цыганкова, А. А. Еськин]. Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2011. 28 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:674119&theme=FEFU> (4 экз.)
7. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев - М. : Издательский дом МЭИ, 2011. –
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785383005637.html>
8. **Тепломассообмен**: Учебник / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 464 с. <http://znanium.com/catalog/product/258657>
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:849212&theme=FEFU> (1 экз.)
2013 - <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:703400&theme=FEFU> (1 экз.)
9. Техническая термодинамика : учебное пособие / А. С. Штым ; Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2010. 98 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:685967&theme=FEFU> (35 экз.)
10. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для бакалавров : учебник для вузов по техническим направлениям и специальностям / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. Москва : Юрайт, 2013. 566 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:693700&theme=FEFU> (3 экз.)
11. Цветков О.Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ширяев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 64 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68191.html>

Дополнительная литература

Тема 1. Основы технической термодинамики и теплопередачи

1. Амирханов Д.Г. Теплопередача [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Амирханов Д.Г.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008.— 119 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63482.html>
2. Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011.— 230 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62530.html>
3. Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63714.html>
4. Епифанов В.С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Епифанов В.С., Степанов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015.— 65 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47961.html>
5. Епифанов В.С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Епифанов В.С., Степанов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2013.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46860.html>
6. Ильина Т.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ильина Т.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28350.html>
7. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение : учебник для вузов / В. Н. Богословский, О. Я. Кокорин, Л. В. Петров ; под ред. В. Н. Богословского. Москва : Интеграл, 2014. 367 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:813523&theme=FEFU> (9 экз.)
8. Меденцова Н.Л. Отопление [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Меденцова Н.Л.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013.— 129 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68812.html>
9. Отопление [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / Махов Л.М. - М. : Издательство АСВ, 2014. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930939613.html>
10. Отопление [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Сканава А.Н., Махов Л.М. - М. : Издательство АСВ, 2008. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930931615.html>
11. Сборник задач по технической термодинамике : учебное пособие для техникумов / О. М. Рабинович. Москва : Альянс, 2015. 344 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:837472&theme=FEFU> (9 экз.)
12. Термодинамика : учебное пособие для вузов: [в 2 ч.] Ч. 1 . Основной курс / [В. П. Бурдаков, Б. В. Дзюбенко, С. Ю. Меснянкин и др.] Москва : Дрофа, 2009. 479 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:357468&theme=FEFU> (24 экз.)
Ч.2 - <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:357467&theme=FEFU> (24 экз.)

Электронные ресурсы:

1. Научная библиотека ДВФУ - <https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?theme=FEFU>
2. Электронно-библиотечная система - <http://znanium.com/>
3. Сайт Центральной библиотеки образовательных ресурсов - www.edulib.ru
4. Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>
5. Сетевая библиотека - <http://www.netlibrary.com>
6. Российская Государственная библиотека - <http://www.rsl.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Лекции и практические занятия по теплотехнике проводятся в мультимедийных аудиториях, оснащенных соответствующим современным мультимедийным оборудованием, перечисленным в разделе VII.

Кроме того, применяются такие современные информационные технологии, как электронная почта, интернет. Также используются такие ресурсы, как база данных библиотеки ДВФУ и база данных научно-учебных изданий инженерной школы ДВФУ.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения материала учебного курса предполагаются разнообразные формы работ: лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа.

Лекции проводятся как в виде презентации, так и традиционным способом. В них освещаются вопросы, соответствующие тематике лекций. Цель лекционного курса – дать знания студентам в области термодинамики, тепломассообмена и теплоснабжения.

Рекомендации по работе с литературой: прослушанный материал лекции студент должен проработать. Для этого в процессе освоения теоретического материала дисциплины студенту необходимо вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы или интернет источников.

Конспект лекций рекомендуется начинать с плана излагаемого материала, чтобы для себя структурировать соответствующую тему лекции. Конспект не должен быть дословным. Желательно записывать лекционный материал кратко, только самое существенное. Рекомендовано использовать поля для заметок или вопросов, которые студент не понял во время лекции, для того, чтобы их уточнить у преподавателя, но предварительно попытавшись найти ответ самостоятельно.

К лекциям необходимо готовиться. Для этого студент должен просмотреть материал будущей лекции заранее, отметить для себя наиболее сложные или непонятные материалы лекции, с тем, чтобы задать во время лекции соответствующие вопросы преподавателю. Такой подход позволит легче и более детально усвоить данную дисциплину.

Практические занятия нацелены на закрепление лекционного материала. К ним студент должен готовиться заранее самостоятельно, изучив план занятия, соответствующую тему лекции, рекомендованную преподавателем литературу и вопросы для подготовки. Проведение практического занятия в аудитории начинается с устного опроса, такой подход дает возможность преподавателю оценить готовность студента к выполнению поставленных задач в соответствующей практической работе, а самому студенту подойти ответственно к подготовке к занятию, что способствует лучшему усвоению изучаемого материала.

Внеаудиторная самостоятельная работа нацелена на углубление и закрепление знаний студентов по данной дисциплине. Самостоятельная работа опирается на лекционный материал, материал практических занятий, курсовой работы, кроме того дополнительно студент должен изучать соответствующую литературу по дисциплине «Теплотехника», рекомендованную преподавателем. Вид самостоятельной работы: подготовка к лекциям, к практическим занятиям и к выполнению лабораторных работ.

Рекомендации по подготовке к зачёту На зачётной неделе необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Перечень вопросов к зачёту помещён в фонде оценочных средств (приложение 2). Готовиться к сдаче зачёта лучше систематически:

прослушивая очередную лекцию, проработав очередное практическое занятие, выполнив и защитив лабораторные работы.

Требования к допуску на зачет/экзамен

Для допуска к зачету/экзамену студент должен:

- обязательно посещать занятия (для очной формы обучения);
- иметь конспект лекций;
- иметь материалы по практическим занятиям,
- иметь материалы выполнения лабораторных работ (при наличии в учебном плане);
- выполнить в полном объеме задания к практическим занятиям (например, решенные задач, реферат, доклад изученного материала, представленный в виде презентации и прочие задания, предусмотренные рабочей учебной программой дисциплины в рамках практических занятий);
- защитить контрольные работы и тесты (при наличии в учебном плане);
- защитить расчетно-графические работы (при наличии в учебном плане);
- защитить курсовую работу или курсовой проект (при наличии в учебном плане);

Студент обязан не только представить комплект выполненных заданий и прочих материалов, необходимых для допуска к зачету/экзамену по изучаемой дисциплине, но и уметь ответить на вопросы преподавателя, касающиеся решения конкретной задачи или выполненного студентом задания.

В случае невыполнения выше изложенных требований студент *не допускается* к сдаче зачета или экзамена.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса данной дисциплины лекции и практические занятия проводятся в мультимедийных аудиториях. В мультимедийных аудиториях установлено следующее оборудование: проектор, стационарный компьютер, экран, телевизор, документ-камера.

Также студенты имеют доступ в читальные залы библиотеки ДВФУ, которые оснащены компьютерами с безлимитным доступом в интернет, и на которых установлено все необходимое для освоения курса программное обеспечение.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
по дисциплине «Техническая теплотехника»

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки очная

Владивосток

2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Работа с теоретическим материалом	18 часов	УО-1
2	В течении семестра	Работа с теоретическим материалом	36 часов	ПР-2
3	В течении семестра	Подготовка к зачёту	18 часов	зачёт

Рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

1. Работа с теоретическим материалом.

Цель: получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

Задачи:

- приобретение навыков самостоятельной работы с лекционным материалом;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и уметь работать с ним.

Работа с литературой предполагает самостоятельную работу с учебниками, книгами, учебными пособиями, учебно-методическими пособиями по выполнению курсовой работы и выпускной квалификационной работы, с нормативно-правовыми источниками. Перечень литературы: основной, дополнительной, нормативной и интернет-ресурсов приведен в разделе V «Учебно-методическое обеспечение дисциплины» настоящей рабочей программы.

Умение самостоятельно работать с литературой является одним из важнейших условий освоения дисциплины. Поиск, изучение и проработка литературных источников формирует у студентов научный способ познания, вырабатывает навыки умения учиться, позволяет в дальнейшем в практической работе после окончания университета продолжать повышать самостоятельно свою квалификацию и приобретать нужные компетенции для дальнейшего роста в профессии.

Самостоятельная работа с литературными источниками требует от студента усидчивости, терпения и сосредоточенности. Чтобы лучше понять существо вопроса, желательно законспектировать изучаемый материал, сделать нужные пометки, отметить вопросы для консультации с преподавателем.

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.

Студенты в течение семестра на практических занятиях и на консультациях отвечают на вопросы. На практических занятиях для этого выделяется 10 минут.

Студент должен квалифицированно, грамотно ответить на поставленные вопросы. Кроме этого, студенты пишут контрольную работу в конце первой половины семестра по разделу «Термодинамика» и конце второй половины семестра по разделам «Тепломассообмен» и «Теплоснабжение».

Для подготовки к контрольным работам студент должен самостоятельно решить ряд задач. Студент должен оформить и защитить все лабораторные работы выполненные в течении семестра.

Задачи для самостоятельного решения

Раздел 1. Термодинамика.

1. Присоединенный к газоходу парового котла тягомер показывает разрежение, равное 780 Па (80 мм вод. ст.). Определить абсолютное давление дымовых газов, если показание барометра $B=102658$ Па (770 мм рт.ст.) при $t=00^{\circ}\text{C}$.

Ответ: $P_{\text{абс}} = 101870$ Па (764.1 мм рт. ст.).

2. Тягомер показывает разрежение в газоходе, равное 412 Па (42 мм вод. ст.). Атмосферное давление по ртутному барометру $B=100925$ Па (757 мм рт. ст.) при $t=00^{\circ}\text{C}$. Определить абсолютное давление дымовых газов.

Ответ: $P_{\text{абс}} = 100250$ Па (751.96 мм рт.ст.).

3. Температура пара, выходящего из перегревателя парового котла, равна 950°F . Перевести эту температуру в $^{\circ}\text{C}$.

Ответ: $t=510^{\circ}\text{C}$.

4. В цилиндре диаметром 0.6 м содержится 0.41 м^3 воздуха при $P=0.25$ МПа и $t_1=35^{\circ}\text{C}$.

До какой температуры должен нагреваться воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на 0.4 м?

Ответ: $t_2=117.6^{\circ}\text{C}$.

5. В цилиндрическом сосуде, имеющем $d=0.6$ м и высоту $h=2.4$ м, находится воздух при температуре 18°C . Давление воздуха составляет 0.765 МПа. Барометрическое давление (приведенное к нулю) равно 101858 Па. Определить массу воздуха в сосуде.

Ответ: $M=7.04$ кг.

6. Резервуар объемом 4 м^3 заполнен углекислым газом. Найти массу и силу тяжести (вес) газа в резервуаре, если избыточное давление газа $P_{\text{ман}}=40$ кПа, температура его $t=80^{\circ}\text{C}$, а барометрическое давление воздуха $B=102.4$ кПа.

Ответ: $M=8.64$ кг; $G=84.8$ Н.

7. Объемный состав сухих продуктов сгорания топлива (не содержащих водяных паров) следующий: $\text{CO}_2=12.3\%$; $\text{O}_2=7.2\%$; $\text{N}_2=80.5\%$. Найти кажущуюся молекулярную массу и газовую постоянную, а также плотность и удельный объем продуктов сгорания при $B=100$ кПа и $t=800^{\circ}\text{C}$.

Ответ: $\mu_{\text{см}}=30.3$; $R_{\text{см}}=274$ Дж/кгК; $v=2.94\text{ м}^3/\text{кг}$; $\rho_{\text{см}}=0.34$ кг/м³.

8. Найти газовую постоянную, удельный объем газовой смеси и парциальные давления ее составляющих, если объемный состав смеси следующий: $\text{CO}_2=12\%$; $\text{CO}=1\%$; $\text{H}_2\text{O}=6\%$; $\text{O}_2=7\%$; $\text{N}_2=74\%$; а общее давление ее $p=100$ кПа.

Ответ: $R_{\text{см}}=281$ Дж/(кг К); $v=0.76\text{ м}^3/\text{кг}$; $p_{\text{CO}_2}=12000$ Па.

9. Найти среднюю теплоемкость C_{pm} и C_{vm} для воздуха в пределах $400-1200^{\circ}\text{C}$, считая зависимость теплоемкости от температуры нелинейной.

Ответ: $C_{pm}=1.4846$ кДж/(м³ К); $C_{vm}=1.1137$ кДж/(м³ К).

10. В закрытом сосуде объемом $V=300$ л находится воздух при давлении $p_1=0.8$ МПа и температуре $t_1=20^{\circ}\text{C}$. Какое количество теплоты необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до $t_2=120^{\circ}\text{C}$? Задачу решить, принимая теплоемкость воздуха постоянной, а также учитывая зависимость теплоемкости от температуры. Определить относительную ошибку, получаемую в первом случае.

Ответ: $Q=77.3$ кДж. Относительная ошибка $\varepsilon \approx 0.25\%$.

11. Воздух охлаждается от 1000°C до 100°C в процессе с постоянным давлением. Какое количество теплоты теряет 1 кг воздуха? Задачу решить, принимая теплоемкость воздуха постоянной, а также учитывая зависимость теплоемкости от температуры. Определить относительную ошибку, получаемую в первом случае.

Ответ: 1). $q_{cp}=\text{const}=-911.9$ кДж/кг;

2). $q_{cp}=f(t)=-990.1$ кДж/кг; $\varepsilon \approx 8\%$.

12. Найти изменение внутренней энергии 2 м^3 воздуха, если температура его понижается от $t_1=250^{\circ}\text{C}$ до $t_2=70^{\circ}\text{C}$. Зависимость теплоемкости от температуры принять линейной. Начальное давление воздуха $P_1=0.6$ МПа.

Ответ: $\Delta U=-1063$ кДж.

13. К газу, заключенному в цилиндре с подвижным поршнем, подводится извне 100 кДж теплоты. Величина произведенной работы при этом составляет 115 кДж. Определить изменение внутренней энергии газа, если количество его равно 0.8 кг.

Ответ: $\Delta U = -18.2$ кДж.

14. В газоходе смешиваются три газовых потока, имеющих одинаковое давление, равное 0.2 МПа. Первый поток представляет собой азот с объемным расходом $V_1=8200$ м³/ч при температуре 200 °С, второй поток - двуокись углерода с расходом 7600 м³/ч при температуре 500 °С и третий поток - воздух с расходом 6400 м³/ч при температуре 800 °С. Найти температуру газов после смешения и их объемный расход в общем газопроводе.

Ответ: $t_1=423$ °С; $V=23000$ м³/ч.

15. Продукты сгорания из газохода парового котла в количестве 400 кг/ч при температуре 900 °С должны быть охлаждены до 500 °С и направлены в сушильную установку. Газы охлаждаются смешением газового потока с потоком воздуха при температуре 20 °С. Давление в обоих газовых потоках одинаковое. Определить часовой расход воздуха, если известно, что $R_{\text{газ}} = R_{\text{возд}}$. Теплоемкость продуктов сгорания принять равной теплоемкости воздуха.

Ответ: $M_{\text{возд}} = 366$ кг/ч.

16. В закрытом сосуде емкостью $V=0.5$ м³ содержится двуокись углерода при $p_1=0.6$ МПа и температуре $t_1=527$ °С. Как изменится давление газа, если от него отнять 420 кДж? Принять зависимость $C=f(t)$ линейной.

Ответ: $p_2=0.42$ МПа.

17. 2 м³ воздуха с начальной температурой $t_1=15$ °С расширяются при постоянном давлении до 3 м³ вследствие сообщения газу 837 кДж теплоты. Определить конечную температуру, давление газа в процессе и работу расширения.

Ответ: $t_2=159$ °С, $P=0.24$ МПа, $L=239$ кДж.

18. 8 м³ воздуха при $p_1=0.09$ МПа и $t_1=20$ °С сжимаются при постоянной температуре до 0.81 МПа.

Определить конечный объем, затраченную работу и количество теплоты, которое необходимо отвести от газа.

Ответ: $V_2=0.889$ м³, $L=Q=-1581$ кДж.

19. При изотермическом сжатии 0.3 м³ воздуха с начальными параметрами $p_1=1$ МПа и $t_1=300$ °С отводится 500 кДж теплоты.

Определить конечный объем V_2 и конечное давление p_2 .

Ответ: $V_2=0.057$ м³, $p_2=5.26$ МПа.

20. 1 м³ воздуха при давлении 0,095 МПа и начальной температуре 10 °С сжимается по адиабате до 0,38 МПа.

Определить температуру и объем воздуха в конце сжатия и работу, затраченную на сжатие.

Ответ: $t_2=148$ °С, $V_2=0.373$ м³, $L=-117$ кДж.

21. 1 кг воздуха при температуре $t_1=17$ °С сжимается адиабатно до объема, составляющего 1/5 начального, а затем расширяется изотермически до первоначального объема.

Определить работу, произведенную воздухом в результате обоих процессов.

Ответ: $L=67$ кДж/кг.

22. В процессе политропного сжатия затрачивается работа, равная 195 кДж, причем в одном случае от газа отводится 250 кДж, а в другом - газу сообщается 42 кДж.

Определить показатели обеих политроп.

Ответ: 1). $m=0.9$, 2). $m=1.49$.

23. 1.5 м³ воздуха сжимаются от 0.1 МПа и 17 °С до 0.7 МПа, конечная температура при этом равна 100 °С.

Какое количество теплоты требуется отвести, какую работу затратить и каков показатель политропы?

Ответ: $Q=-183$ кДж, $L=-290$ кДж, $m=1.147$.

24. Компрессор аммиачной холодильной установки всасывает пар аммиака при температуре $t_1 = -10^\circ \text{C}$ и степени сухости $x_1 = 0,92$ и сжимает его адиабатно до давления, при котором его температура $t_2 = 20^\circ \text{C}$ и степень сухости $x_2 = 1$. Из компрессора пар аммиака поступает в конденсатор, в котором охлаждающая вода имеет на входе температуру $t_{\text{в}} = 12^\circ \text{C}$, а на выходе $t''_{\text{в}} = 20^\circ$.

В редукционном (регулирующем) вентиле жидкий аммиак подвергается дросселированию до 0,3 МПа, после чего направляется в испаритель, из которого выходит со степенью сухости $x = 0,92$ и снова поступает в компрессор. Теплота, необходимая для испарения аммиака, заимствуется из рассола, имеющего на входе в испаритель, температуру $t'_p = -2^\circ \text{C}$, а на выходе из него температуру $t''_p = -5^\circ \text{C}$.

Определить теоретическую мощность двигателя холодильной машины и часовой расход аммиака, рассола и охлаждающей воды, если холодопроизводительность установки $Q_0 = 58,15$ кДж/с. Теплоемкость рассола принять, равной 4,19 кДж/(кг К).

25. Найти приращение энтропии 3 кг воздуха) при нагревании его по изобаре от 0 до 400°C ; б) при нагревании его по изохоре от 0 до 880°C ; в) при изотермическом расширении с увеличением объема в 16 раз. Теплоемкость считать постоянной.

Ответ: а) $\Delta s_p = 2,74$; б) $\Delta s_v = 3,13$; в) $\Delta s_t = 2,36$ кДж/К.

Раздел 2. Тепломассообмен

1. Стенка холодильника, состоящая из наружного слоя изоляционного кирпича толщиной $\delta_1 = 250$ мм и внутреннего слоя совелита толщиной $\delta_2 = 200$ мм, имеет температуру наружной поверхности t_1^{CT} и внутренней t_3^{CT} . Коэффициенты теплопроводности материала слоев соответственно равны: $\lambda_1 = 0,24$ Вт/(м·К) и $\lambda_2 = 0,09$ Вт/(м·К). Определить плотность теплового потока через стенку и температурные градиенты в отдельных слоях. Представить графически распределение температуры по толщине стенки. Исходные данные в табл.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_1^{\text{CT}}, ^\circ \text{C}$	29	21	25	29	28	26	27	24	25	30
$t_3^{\text{CT}}, ^\circ \text{C}$	-8	-4	-7	-5	-3	-6	-2	-3	-1	0

2. Для отопления гаража используют трубу, по которой протекает горячая вода. Рассчитать конвективный коэффициент теплоотдачи и конвективный тепловой поток от трубы к воздуху в гараже, если наружный диаметр и длина трубы соответственно равны d_n и l . Температура поверхности трубы t_c , при этом температура воздуха в гараже должна составлять $t_{\text{в}}$. Данные для расчета принять по табл. 2.1. Теплофизические свойства воздуха определить по табл. 2.2.

Данные к задаче № 1

Вариант	$d_n, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$t_c, ^\circ \text{C}$	$t_{\text{в}}, ^\circ \text{C}$
1	0,10	10	70	15
2	0,15	9	75	16
3	0,20	8	80	17
4	0,15	7	85	18
5	0,10	6	90	19
6	0,12	7	85	20
7	0,14	8	80	19
8	0,16	9	75	18
9	0,18	10	70	17
10	0,20	9	75	16
11	0,18	8	80	15
12	0,16	7	85	14
13	0,14	6	90	15
14	0,12	7	85	16
15	0,10	8	80	17
16	0,12	9	75	18
17	0,14	10	70	19
18	0,16	9	75	20
19	0,18	8	80	21
20	0,20	7	85	22

3. По цилиндрическому каналу диаметром $d = 14$ мм движется вода. Расход воды G , ее температура на входе t' . На каком расстоянии от входа средняя по сечению температура воды достигнет t'' , если температура внутренней поверхности канала $t_{ст} = 100^0$ С постоянна? Исходные данные в табл.

Величина	Вариант									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G , кг/ч	400	420	500	550	460	580	600	700	750	800
t' , °С	20	35	15	10	35	25	20	30	40	45
t'' , °С	70	60	65	55	75	80	85	90	65	75

4. Определить величину плотности лучистого теплового потока q между двумя параллельно расположенными плоскими стенками, имеющими температуры $t_1 = 200$ °С и $t_2 = 50$ °С, а также степени черноты ϵ_1 и ϵ_2 , если между ними нет экрана. Определить то же самое при наличии экрана со степенью черноты ϵ_3 с обеих сторон. Исходные данные в табл.10.

Величина	Вариант									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ϵ_1	0.5	0.45	0.3	0.35	0.22	0.7	0.6	0.75	0.55	0.4
ϵ_2	70	0.55	0.65	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.75
ϵ_3	0.05	0.04	0.08	0.05	0.07	0.08	0.10	0.06	0.03	0.07

5. В трубчатом калорифере воздух нагревается насыщенным водяным паром давлением $P=0,1$ Мпа. Температура воздуха на входе $t'_в = 20^0$ С.Площадь теплообменной поверхности $F = 1$ м². Определить температуру воздуха на выходе из калорифера $t''_в$, если его расход составляет $G_в = 0,1$ кг/с, а коэффициент теплопередачи равен k , Вт/м²МК. Исходные данные в табл.

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k , Вт/м ² МК	29	21	25	29	28	26	27	24	25	30

Рекомендации по подготовке к зачету

На зачётной неделе необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Допуск к зачету осуществляется после сдачи всех контрольных работ и при наличии конспекта лекций с решенными задачами. Перечень вопросов к зачету помещены в фонд оценочных средств (приложение 2). Готовиться к сдаче зачета лучше систематически: прослушивая очередную лекцию, проработав очередное практическое занятие.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Техническая теплотехника»

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки очная

Владивосток

2016

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК–6, использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии
	Умеет	применять физические законы для решения задач по расчету систем производства и передачи тепловой и механической энергии
	Владеет	методами теоретического и экспериментального исследования термодинамических и теплофизических параметров реальных систем
ПК–1, знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знает	существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы
	Умеет	оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений
	Владеет	навыками проектирования инженерных систем производства и передачи тепловой энергии

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Техническая теплотехника»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Техническая термодинамика	ОПК-6	Знает основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 1-9
			Умеет применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету и систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 10-16, 21
			Владеет методами расчета термодинамических параметров реальных физических систем	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 17-20
		ПК-1	Знает существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 27-30
			Умеет оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 21-26
			Владеет навыками расчета основных технических параметров систем производства и передачи тепловой энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 21-31
2	Раздел 2. Тепломассообен	ОПК-6	Знает основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопрос 32
			Умеет применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету и систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 21-31

			Владеет методами расчета термодинамических параметров реальных физических систем	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 32-40
		ПК-1	Знает существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 32-40
			Умеет оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 32-40
			Владеет навыками расчета основных технических параметров систем производства и передачи тепловой энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 32-40
3	Раздел 3. Теплоснабжение и теплоэнергетика	ОПК-6	Знает основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Умеет применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету и систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Владеет методами расчета термодинамических параметров реальных физических систем	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
		ПК-1	Знает существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Умеет оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45
			Владеет навыками расчета основных технических параметров систем производства и передачи тепловой энергии	Контрольная работа (ПР-2) Лабораторные работы (ПР-6)	Зачет Вопросы 29, 30, 41-45

Шкала оценивания уровня сформированности компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК–6 использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает (пороговый уровень)	основные законы производства и передачи тепловой и механической энергии	Знание основных понятий и законов теплотехники	-Способность описать процесс получения тепловой и механической энергии. -Способность объяснить основные способы передачи тепловой энергии
	Умеет (продвинутый уровень)	применять физические законы для решения задач по расчету систем производства и передачи тепловой и механической энергии	Умение решать задачи по определению основных параметров термодинамических систем при производстве и передаче тепловой и механической энергии.	- Способность вывести расчетные формулы для определения теплотехнических параметров -Способность сопоставить энергетическую эффективность различных термодинамических систем
	Владеет (высокий уровень)	методами теоретического и экспериментального исследования	Владение терминологией предметной области знаний. Владение способностью	- способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования в устных ответах на

		термодинамических и теплофизических параметров реальных систем	теоретического и экспериментального определения термодинамических и теплотехнических параметров систем	вопросы и в письменных работах, -способность проводить самостоятельные исследования термодинамических систем
ПК-1 знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знает (пороговый уровень)	существующие способы получения электрической и тепловой энергии, энергии холода, а также механической работы	Знание основных принципов получения тепловой и электрической энергии	-Способность описать принципиальную схему производства тепловой и электрической энергии. -Способность объяснить основные термодинамические процессы, позволяющие получать механическую работу
	Умеет (продвинутый уровень)	оценивать энергоэффективность принимаемых проектных решений	Умение оценить возможные потери тепловой энергии при проектировании и эксплуатации инженерных систем и оборудования	-Способность провести анализ энергоэффективности решений принимаемых при проектировании зданий, сооружений и инженерных систем. - Способность исследовать процесс передачи тепловой энергии -Способность выделить основные физические законы передачи тепловой энергии при эксплуатации инженерных систем
	Владеет (высокий уровень)	навыками проектирования инженерных систем производства и передачи тепловой энергии	Владение навыками проектирования систем передачи и использования тепловой энергии.	-Способность конструировать энергоэффективные системы передачи и использования тепловой энергии -Способность найти технические решения повышающие энергоэффективность эксплуатации зданий, сооружений, инженерных систем.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Техническая теплотехника»

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Техническая теплотехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» проводится в форме контрольных мероприятий: *Собеседование (УО-1), контрольной работы по разделу «Термодинамика» (ПР-2), контрольной работы по разделам «Тепломасообмен» и «Теплоснабжение» (ПР-2), Лабораторные работы (ПР-6)* по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины «Техническая теплотехника» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость практических занятий и написание контрольных работ, защита лабораторных работ фиксируются преподавателем.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос и, частично выполнением контрольных работ.

Уровень овладения практическими навыками и умениями, результаты самостоятельной работы оцениваются решением задач контрольных работ и защитой лабораторных работ.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Техническая теплотехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, профиль «Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений» видом промежуточной аттестации студентов в процессе изучения дисциплины «Техническая теплотехника» является зачет (4 семестр).

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Техническая теплотехника»

Вопросы к зачету

1. Что изучает теплотехника? Тепловой двигатель. Теплообмен.
2. Что изучает термодинамика? Основные определения – термодинамическая система (открытая, закрытая, изолированная, адиабатная), рабочее тело.
3. Строение материи. Фазовые состояния вещества, отличие жидкости от твердого тела и газа.
4. Параметры рабочего тела – давление, температура, удельный объем, количество вещества.
5. Основные газовые законы. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная.
6. Равновесное и неравновесное состояние рабочего тела. Термодинамический процесс (квазистатичность, обратимость).
7. Нулевое начало термодинамики.

8. Теплоемкость – определение, виды теплоемкости, теплоемкости смеси.
 9. Внутренняя энергия. Связь внутренней энергии с температурой.
 10. Работа. Работа перемещения. Работа в P-V диаграмме. Как определяется работа, совершаемая над системой или системой?
 11. Теплота. Отличие теплоты от температуры.
 12. Первый закон термодинамики. Формулировка Джоуля. Аналитическая запись. Формулировка через вечный двигатель 1-ого рода.
 13. Энтальпия. Энтальпия в изобарном процессе.
 14. Частные случаи первого закона термодинамики для адиабатного, изохорного, изотермического и изобарного процессов.
 15. Термодинамический цикл. Термический КПД цикла.
 16. Второй закон термодинамики. Формулировка через вечный двигатель 2-ого рода.
- Определение через энтропию.
17. Прямой цикл Карно. Теорема Карно.
 18. Энтропия в термодинамике и энтропия термодинамической системы.
 19. Холодильная установка. Обратный цикл Карно.
 20. Доказательство того, что у цикла Карно максимальный КПД.
 21. Газовые процессы – изобарный, изотермический, изохорный, адиабатный.
 22. Двигатель внутреннего сгорания, определение, назначение, схема, виды.
 23. Цикл Отто.
 24. Цикл Дизеля.
 25. Цикл Тринклера.
 26. Газотурбинная установка. Цикл ГТУ.
 27. Виды парообразования. Парообразование в P-V, P-T диаграмме.
 28. Парообразование в T-S диаграмме. Скрытая теплота парообразования.
 29. Цикл Карно с влажным паром.
 30. Цикл Ренкина.
 31. Цикл парокompрессионной холодильной установки.
 32. Виды теплообмена. Температурное поле, градиент температуры. Тепловой поток.
- Плотность теплового потока.
33. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
 34. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана.
 35. Режимы течения жидкости. Число Рейнольдса.
 36. Коэффициент теплоотдачи. Зависимость коэффициента теплоотдачи от режима течения жидкости. Число Нуссельта.
 37. Теплообмен излучением. Тела с точки зрения восприятия излучения.
 38. Основные законы излучения. Закон Планка, Закон Вина.
 39. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта.
 40. Теплопередача. Сопротивление теплопередаче.
 41. Назначение теплообменного аппарата. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты.
 42. Кожухотрубный теплообменный аппарат.
 43. Пластинчатый теплообменный аппарат.
 44. Роторный регенеративный теплообменный аппарат.
 45. Альтернативные источники энергии

Критерии выставления оценки студенту на зачете

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-76 баллов	«Зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

75-0 баллов	«Не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
-------------	--------------	---

**Оценочные средства для текущей аттестации
по дисциплине «Техническая теплотехника»**

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	ПР-2	Контрольная работа «Термодинамика»	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	ПР-2	Контрольная работа «Тепломассообмен»	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
4	ПР-6	Лабораторная работа	Средство для закрепления и освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий.

Вопросы для собеседования

Раздел 1. «Термодинамика»

1. Что такое термодинамическая система? Чем отличаются друг от друга открытые, закрытые, изолированные и теплоизолированные системы?
2. Строение материи. Фазовые состояния вещества.
3. Что такое состояние равновесия?
4. Назовите основные термодинамические параметры и укажите их размерности.
5. Запишите уравнение Менделеева-Клапейрона и Клапейрона. Чем они отличаются?
6. Что такое газовая смесь? Каким образом можно задать газовую смесь?
7. Сформулируйте закон Дальтона.
8. Сформулируйте первый закон термодинамики, запишите его выражение для произвольной массы и для 1 кг рабочего тела в конечной и дифференциальной форме.
9. Работа и ее аналитическое выражение.
10. Определение теплоемкости, теплоемкость в различных процессах. Истинная и средняя теплоемкость.
11. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.
12. Какие процессы называются политропными? Запишите уравнение политропного процесса.
13. Что такое термодинамический цикл?
14. Термический КПД прямого цикла.
15. Две формулировки второго закона термодинамики.
16. Из каких процессов состоит цикл Карно? Чему равен термический КПД цикла Карно?

17. Энтропия как функция состояния.
18. Основные отличия реального газа от идеального.
19. Уравнение состояния реального газа по Ван-дер-Ваальсу
20. Теплота фазового превращения
21. Сухой насыщенный, влажный насыщенный, перегретый пар.
22. Что такое степень сухости влажного насыщенного пара?
23. Первый закон термодинамики для потока.
24. Тепловой двигатель. Цикл Карно.
25. Цикл Карно с влажным паром.
26. Цикл Ренкина.

Раздел 2. «Тепломассообмен»

1. Условия возникновения теплообмена. Формы распространения теплоты.
2. Температурное поле: стационарное и нестационарное, трехмерное, двухмерное, одномерно.
3. Физическая сущность конвективного теплообмена при естественной и вынужденной конвекции. Пример передачи теплоты конвективным теплообменом.
4. Физическая сущность теплопроводности. Пример передачи теплоты теплопроводностью.
5. Физическая сущность теплообмена излучением. Диапазон длин волн электромагнитного теплового излучения.
6. Понятия изотермической поверхности и градиента температур.
7. Чем отличается тепловой поток от плотности теплового потока.
8. Закон теплопроводности, коэффициент теплопроводности, размерность, факторы влияющие на его величину.
9. Почему пористые материалы имеют низкую теплопроводность?
10. Величина коэффициента теплопроводности различных веществ.
11. Как определяется тепловой поток конвективного теплообмена? Уравнение Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи.
12. Является ли коэффициент теплоотдачи физическим параметром вещества? От каких факторов он зависит при естественной и вынужденной конвекции?
13. Как разделяется энергия лучистого теплового потока, падающего на поверхность тела?
14. Что понимается по отражательной, поглощательной и пропускательной способностью тела? Абсолютно черное, белое, серое тела, примеры.
15. Спектральное и интегральное излучение.
16. Собственное и эффективное излучение.
17. Законы Планка и Вина.
18. Закон Стефана-Больцмана для абсолютно черных и серых тел.
19. Сущность и следствия закона Кирхгофа.
20. Как уменьшить потери теплоты излучением от теплообменного аппарата.
21. Сущность закона Ламберта.
22. Какие физические свойства жидкостей влияют на конвективный теплообмен.
23. Особенности ламинарного и турбулентного режима течения.
24. Как влияет вязкость жидкости на течении жидкости возле стенки.
25. Понятие о константах подобия физических процессов. Вывод чисел подобия.
26. Теоремы подобия их значения для конвективного теплообмена.
27. Числа подобия: Рейнольдса, Нуссельта, Прандтля.
28. Порядок определения коэффициента теплоотдачи с помощью уравнения подобия.
29. Закон молекулярной диффузии Фика. Коэффициент диффузии.
30. Особенности теплообмена при конденсации пара.
31. Особенности теплообмена при кипении, пленочное и пузырьковое кипение.
32. Уравнение теплопередачи. Коэффициент сопротивления теплопередачи.
33. Критический диаметр изоляции труб.
34. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов.

Раздел 3. «Теплоснабжение»

1. Система теплоснабжения, назначения, состав.
2. Открытые и закрытые системы теплоснабжения.
3. Зависимые и независимые системы теплоснабжения.
4. Распределение энергетических ресурсов в мире.
5. Основные элементы тепловой электростанции.
6. Отличие солнечного коллектора от солнечной батареи.
7. Каким образом обеспечивается естественная циркуляция в водогрейных котлах.
8. Комбинированная и раздельная выработка тепловой и электрической энергии.
9. Назначение паровой турбины.

Критерии оценки (устный ответ) при собеседовании

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

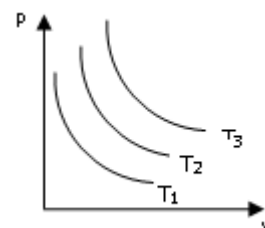
75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Контрольная работа по разделу термодинамика

Вариант № 1 ФИО _____

1. При очень быстром сжатии газа в цилиндре под поршнем параметры газа в разных точках объема различны. Такой термодинамический процесс носит название:
А) Неоднородного; Б) Неравновесного; В) Нелинейного; Г) Равновесного.
2. На диаграмме p - V изображены линии постоянной температуры – изотермы. Отнесите друг к другу температуры T_1 , T_2 , T_3 .
А) $T_1 > T_2 > T_3$; Б) $T_1 < T_2 < T_3$; В) $T_1 = T_2 = T_3$.
3. Газ нагревают от температуры T_1 до температуры T_2 изохорно, и такой же объем газа нагревают до такой же температуры изобарно. В каком процессе затрачено больше теплоты?



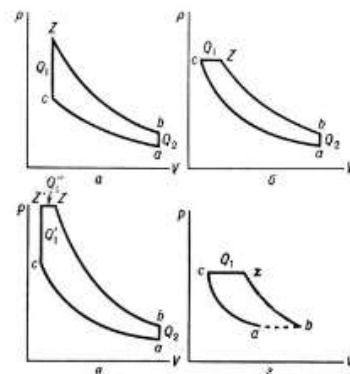
А) Изохорном; Б) Изобарном; В) Теплота процессов одинакова; Г) Изотермическом.

4. Укажите формулы для удельной теплоты q и удельной работы ℓ изотермического процесса идеального газа.

$$q = c_v \cdot (T_2 - T_1) \quad \ell = 0$$

$$q = 0 \quad \ell = [R/(K-1)] \cdot (T_2 - T_1)$$

$$q = RT \cdot \ln(p_1/p_2) \quad \ell = q$$



5. На какой диаграмме изображен цикл Дизеля?

А) а; Б) б; В) в; Г) г.

Задача 1. В баллоне емкостью 50 л находится кислород при давлении 11,2 бар по манометру; температура его 30 °С, атмосферное давление равно 760 мм.рт.ст. Определить массу кислорода и его плотность.

Задача 2. Смесь CO₂ и N₂ находится в резервуаре при температуре 37 °С и давлении 140 кПа. Парциальное давление углекислоты равно 35 кПа. Найти массовый и объемный состав смеси

Задача 3. 0,5 м³ кислорода при давлении 1 МПа и температуре 30 °С сжимаются изотермически до объема в 5 раз меньше начального. Определить объем и давление кислорода после сжатия, работу, затраченную на сжатие, и количество отведенной от газа теплоты.

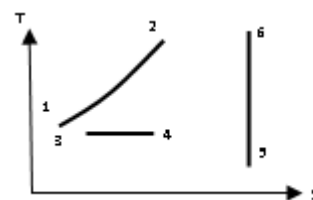
Вариант № 2 ФИО _____

1. В сосуде объемом 0.75 м³ находится 2.5 кг углекислого газа. Найти удельный объем газа.

А) 3.33 кг/м³. Б) 1.875 кг·м³. В) 0.3 м³/кг. Г) 1,37 кг/м³.

2. В каком из процессов теплота, подведенная к газу, больше?

А) В процессе 1-2; Б) В процессе 3-4;
В) В процессе 5-6; Г) В процессе 4-3;



3. Газ с начальными параметрами p_1, v_1, T_1 расширяется до объема v_2 изотермически. Газ с начальными параметрами p_1, v_1, T_1 расширяется до одинакового объема v_2 адиабатно. Укажите в каком процессе больше работа газа.

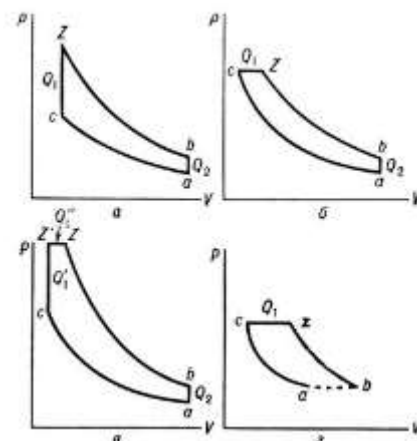
А) В изотермическом; Б) В адиабатном; В) Работа одинакова.
Г) Работа не совершается.

4. Укажите формулы для определения удельной теплоты q и удельной работы ℓ для изобарного процесса идеального газа.

$$q = c_v(T_2 - T_1) \quad \ell = 0.$$

$$q = c_p(T_2 - T_1) \quad \ell = R(T_2 - T_1).$$

$$q = R \cdot \ln(p_1/p_2) \quad \ell = q.$$



5. На какой диаграмме изображен цикл Отто?

А) а; Б) б; В) в; Г) г.

Задача 1. В баллоне емкостью 40 л находится азот при абсолютном давлении 10 бар; температура его 200 °F. Определить массу азота и его плотность.

Задача 2. Массовый состав смеси следующий: $\text{CO}_2=18\%$; $\text{O}_2=12\%$; $\text{N}_2=70\%$. До какого давления нужно сжать 8 кг этой смеси, находящейся при нормальных условиях, чтобы при $t=180^\circ\text{C}$ она занимала объем, равный 4 м^3 .

Задача 3. $0,2\text{ м}^3$ воздуха с начальной температурой 18°C подогревают в цилиндре диаметром $0,5\text{ м}$ при постоянном давлении $0,2\text{ МПа}$ до температуры 200°C . Определить работу расширения.

Вариант № 3 ФИО _____

1. Энтальпия (H) термодинамической системы равна:

А) $H = U + pV$; Б) $H = cv + R$; В) $H = U + TS$; Г) $H=U+Q$.

2. Термический коэффициент полезного действия равен:

А) Отношению теплоты, подведенной к рабочему телу, к работе цикла.

Б) Отношению теплоты, отнятой у рабочего тела, к работе цикла.

В) Отношению работы цикла к теплоте, подведенной в цикле к рабочему телу.

Г) Отношение работы цикла к теплоте, отведенной от рабочего тела.

3. При увеличении энтропии ($S_2 > S_1$):

А) Теплота не подводится и не отводится; Б) Теплота отводится; В) Теплота подводится;

Г) Энтропию нельзя увеличить т.к. она всегда уменьшается.

4. Укажите формулы для определения удельной теплоты q и удельной работы ℓ для адиабатного процесса идеального газа.

$$q = 0;$$

$$q = c_v \cdot (T_2 - T_1);$$

$$q = RT \cdot \ln(p_1/p_2);$$

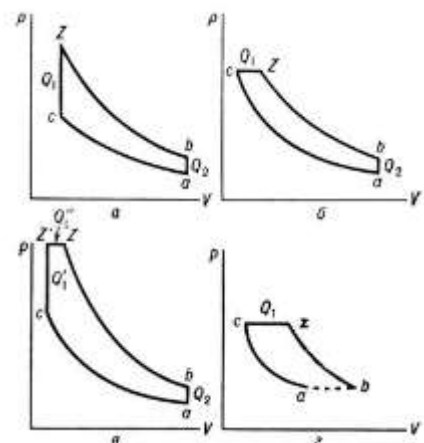
$$\ell = [R/(K-1)] \cdot (T_2 - T_1).$$

$$\ell = 0$$

$$\ell = q$$

5. На какой диаграмме изображен цикл Тринклера

А) а; Б) б; В) в; Г) г.



Задача 1. Предельно допустимое давление газа в баллоне во избежание взрыва равно 150 бар. В этом баллоне находится газ с давлением 13,5 МПа и температурой $+18^\circ\text{C}$. До какой температуры допустим нагрев газа?

Задача 2. Смесь CO_2 и N_2 140 находится в резервуаре при температуре 37°C и давлении 140 кПа. Парциальное давление углекислоты равно 35 кПа. Найти массовый и объемный состав смеси.

Задача 3. Воздух при давлении $P_1=0.45\text{ МПа}$, расширяясь адиабатно до 0.12 МПа , охлаждается до $t_2=-45^\circ\text{C}$. Определить начальную температуру и работу, совершенную 10 кг воздуха.

Вариант № 4 ФИО _____

1. Теплоемкость какого процесса равна нулю.

А) Изотермического; Б) Изохорного; В) Адиабатного;

Г) Теплоемкость не может быть равна нулю.

2. Для изотермического процесса уравнение первого закона термодинамики имеет вид:

А) $Q = H_2 - H_1$; Б) $Q = U_2 - U_1$; В) $Q = L$; Г) $Q = H_2 - H_1 + L$

3. На диаграмме $T - s$ изображены два прямых цикла Карно. Для обоих циклов разность температур источников теплоты одна та же:

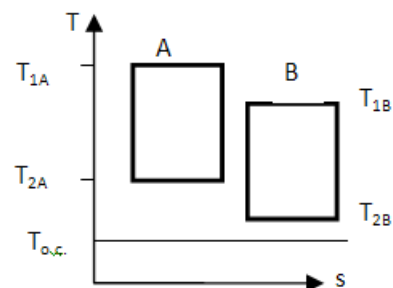
$$(T_{1A} - T_{2A}) = (T_{1B} - T_{2B}).$$

Укажите термический коэффициент полезного действия какого из циклов выше.

А) Цикла А.

Б) Цикла В.

В) Термические коэффициенты полезного действия циклов одинаковы.



4. Укажите формулы для определения удельной теплоты q и удельной работы ℓ для изобарного процесса идеального газа.

$$q = cv(T_2 - T_1)$$

$$\ell = 0.$$

$$q = cp(T_2 - T_1)$$

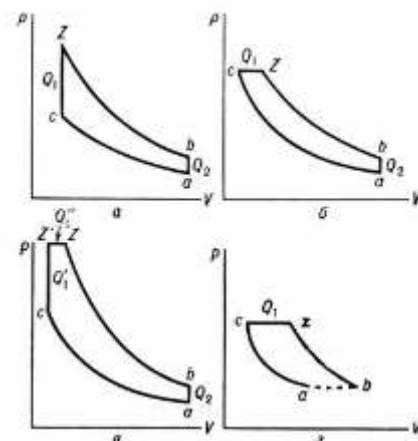
$$\ell = R(T_2 - T_1).$$

$$q = R \cdot \ln(p_1/p_2)$$

$$\ell = q.$$

5. На какой диаграмме изображен цикл газотурбинной установки.

А) а; Б) б; В) в; Г) г.



Задача 1. Определить температуру газа, если при абсолютном давлении 5,5 бар объем 1 кмоль равен 15 м^3 .

Задача 2. Смесь газов состоит из водорода и окиси углерода CO. Массовая доля водорода $g_{\text{H}_2} = 0.067\%$. Найти газовую постоянную смеси и ее удельный объем при нормальных условиях.

Задача 3. 1 кг воздуха при температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$ и начальном давлении $P_1 = 0.1 \text{ МПа}$ адиабатно сжимается до 0.8 МПа. Найти работу, конечный объем и конечную температуру.

Контрольная работа по разделам «Тепломассообмен», «Теплоснабжение».

Вариант 1 ФИО _____

1. У какого вещества наибольший коэффициент теплопроводности?

А) Вода Б) Кирпич В) Воздух Г) Сталь Д) Медь

2. Тепловой поток сильнее зависит от температуры при теплообмене:

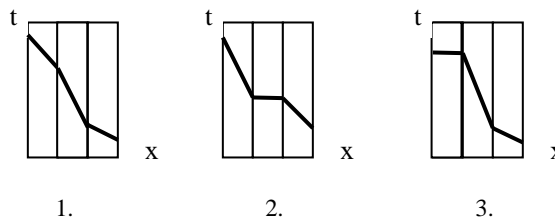
А) В процессе конвекции; Б) В процессе излучения; В) В процессе теплопроводности.

3. С повышением температуры максимум интенсивности излучения:

А) Смещается в сторону более длинных волн. Б) Смещается в сторону более коротких волн. В) Не изменяется.

4. Какой из температурных графиков соответствует случаю: стальная стенка, с одной стороны покрыта слоем сажи с теплопроводностью $0,09 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, с другой слоем накипи с теплопроводностью $1,75 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

А) 1. Б) 2. В) 3.



5. Укажите уравнение теплопередачи в рекуперативном теплообменнике.
 А) $Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$ Б) $Q = \alpha \cdot F \cdot (t_{ж} - t_{ст})$ В) $Q = G (h'_1 - h''_1)$ Г) $Q = R \cdot F \cdot (t_{ст} - t_{ж})$

6. Для чего предназначена линия непрерывной продувки парового котла?
 А) Для отделения от пара капель воды; Б) Для подачи в паровой котел сжатого газа;
 В) Для удаления из котла солевого осадка; Г) Для непрерывного удаления из воды растворенного воздуха.

7. Стенка сосуда имеет температуру поверхности $125 \text{ }^\circ\text{C}$. Температура воздуха в цехе $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи поверхности равен $6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Определите толщину слоя изоляции сосуда минеральной ватой с $\lambda = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, чтобы тепловой поток не изменился, а температура на поверхности изоляции не превышала $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

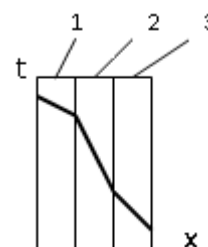
8. В трубопроводе с внутренним диаметром $d = 125 \text{ мм}$ и длиной $l = 10 \text{ м}$ течет горячая вода. Расход воды через трубу $30 \text{ л}/\text{с}$; температура воды на входе $70 \text{ }^\circ\text{C}$; температура воды на выходе $30 \text{ }^\circ\text{C}$, вязкость воды равна $0,556 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Если режим течения жидкости в трубе турбулентный, то число Нуссельта равно 20, если режим течения жидкости ламинарный, то число Нуссельта равно 8. Чему равен коэффициент теплоотдачи от движущейся жидкости трубе, если теплопроводность воды равна $0,64 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$?

Вариант 2 ФИО _____

1. Меньше какого значения должен быть коэффициент теплопроводности чтобы материал считался теплоизоляционным?

А) $0,01 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ Б) $0,02 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ В) $0,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ Г) $0,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ Д) $2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

2. Какой слой многослойной стенки имеет наименьший коэффициент теплопроводности.



А) Слой 1.
 Б) Слой 3.
 В) Слой 2.

3. Назовите вид теплообмена, который возможен в условиях отсутствия вещества между телами (в вакууме).

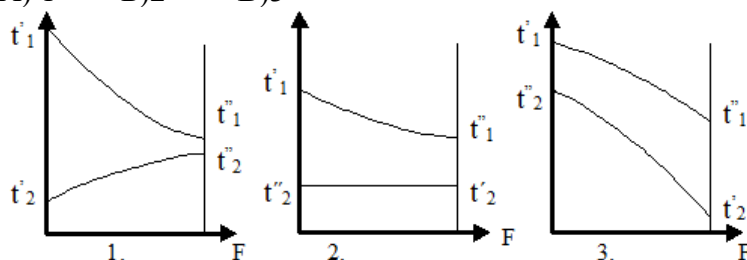
А) Теплопроводность. Б) Конвекция. В) Излучение. Г) Все виды теплообмена возможны
 Д) Возможны только теплопроводность и излучение.

4. Стальной трубопровод проложен на открытом воздухе. Как изменится коэффициент теплопередачи, если трубопровод обдувать потоком воздуха?

А) Практически не изменится. Б) Уменьшится. В) Увеличится.

5. Как изменяются температуры в рекуперативном теплообменнике при прямотоке.

А) 1 Б) 2 В) 3



6. Вторая ступень химводоподготовки предназначена для

А) Удаления из воды растворенных газов Б) Удаления из воды механических загрязнений
 В) Удаления из воды растворенных солей Г) Удаления из воды хлора.

7. Определите толщину слоя изоляции плоской поверхности с температурой $225\text{ }^{\circ}\text{C}$, отдающей теплоту в воздух с температурой $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, (коэффициент теплоотдачи $10\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$), чтобы тепловой поток от стенки уменьшился в 4 раза, а температура на поверхности изоляции была равна температуре воздуха. Материал изоляции – кирпич с $\lambda = 0,8\text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

8. В трубопроводе с внутренним диаметром $d = 125\text{ мм}$ и длиной $l = 10\text{ м}$ течет горячая вода. Расход воды через трубу $30\text{ л}/\text{с}$; температура воды на входе $70\text{ }^{\circ}\text{C}$; температура воды на выходе $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, вязкость воды равна $0,556 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$. Если режим течения жидкости в трубе турбулентный, то число Нуссельта равно 20, если режим течения жидкости ламинарный, то число Нуссельта равно 8. Чему равен коэффициент теплоотдачи от движущейся жидкости трубе, если теплопроводность воды равна $0,64\text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$?

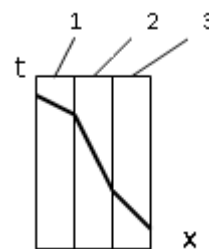
Вариант 3 ФИО _____

1. У какого вещества наименьший коэффициент теплопроводности?

А) Вода Б) Дерево В) Воздух Г) Пенопласт Д) Минеральная вата

2. Какой слой многослойной стенки имеет наибольший коэффициент теплопроводности.

- А) Слой 1.
Б) Слой 3.
В) Слой 2.



3. Как изменится степень черноты, если трубу покрыть алюминиевой краской?

А) Увеличиться Б) Уменьшиться В) Не изменится.

4. Твердая поверхность охлаждается в потоке жидкости. Укажите изменение температуры поверхности при уменьшении коэффициента теплоотдачи.

А) Температура поверхности увеличится. Б) Температура поверхности уменьшится.
В) Температура поверхности не изменится.

5. Регенераторы – это:

- А) Теплообменные аппараты, в которых передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку.
Б) Теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей.
В) Теплообменные аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью.

6. Подпиточная линия в тепловой схеме ТЭЦ предназначена для

А) Восполнения утечек теплоносителя из тепловой сети Б) Поддачи воды в паровой котел
В) Поддачи свежей воды в деаэрактор Г) Подпитки электричеством аккумулятора

7. Плоскую поверхность с температурой $340\text{ }^{\circ}\text{C}$ надо изолировать так, чтобы потери тепла не превышали $300\text{ Вт}/\text{м}^2$. Температура на внешней поверхности изоляции $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найти толщину изоляции. $\lambda_{из} = 0,05\text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Чему будет равен тепловой поток от изоляции, если коэффициент теплоотдачи равен $23\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а температура окружающей среды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

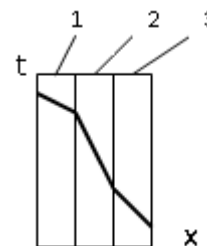
8. В трубопроводе с внутренним диаметром $d = 125\text{ мм}$ и длиной $l = 10\text{ м}$ течет горячая вода. Расход воды через трубу $30\text{ л}/\text{с}$; температура воды на входе $70\text{ }^{\circ}\text{C}$; температура воды на выходе $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, вязкость воды равна $0,556 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$. Если режим течения жидкости в трубе турбулентный, то число Нуссельта равно 20, если режим течения жидкости ламинарный, то число Нуссельта равно 8. Чему равен коэффициент теплоотдачи от движущейся жидкости трубе, если теплопроводность воды равна $0,64\text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$?

Вариант 4 ФИО _____

1. Как измениться коэффициент теплопроводности при увеличении влажности материала?

- А) Увеличиться Б) Уменьшиться В) Не изменится.

2. Какой слой многослойной стенки имеет наибольший коэффициент теплопроводности.



- А) Слой 1.
Б) Слой 3.
В) Слой 2.

3. Закон Кирхгофа для теплового излучения:

- А) Определяет суммарное излучение поверхности тела по всем направлениям полупространства.
Б) Устанавливает количественную связь между излучательной и поглощательной способностями тела.
В) Устанавливает распределение энергии излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны.

4. Теплоотдача при омывании поверхности водой, по сравнению с теплоотдачей в воздухе, как правило:

- А) Гораздо выше. Б) Гораздо ниже. В) Одного порядка.

5. У какого теплообменного аппарата больше эффективность?

- А) Кожухотрубного Б) Пластинчатого В) Роторного регенератора Г) Регенератора Каупера.

6. Питательная линия в тепловой схеме ТЭЦ предназначена для

- А) Восполнения утечек теплоносителя из тепловой сети Б) Поддачи воды в паровой котел
В) Для подачи свежей воды в деаэратор Г) Для выработки электрической энергии

7. Чугунная стенка толщиной 10 мм, с $\lambda_{ч} = 90 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, покрыта слоем изоляции из пенопласта с $\lambda_{п} = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Коэффициенты теплоотдачи $\alpha_1 = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ и $\alpha_2 = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$. Коэффициент теплопередачи равен $1,96 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$. Определить толщину изоляции.

8. В трубопроводе с внутренним диаметром $d = 125 \text{ мм}$ и длиной $l = 10 \text{ м}$ течет горячая вода. Расход воды через трубу 30 л/с; температура воды на входе $70 \text{ }^\circ\text{C}$; температура воды на выходе $30 \text{ }^\circ\text{C}$, вязкость воды равна $0,556 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Если режим течения жидкости в трубе турбулентный, то число Нуссельта равно 20, если режим течения жидкости ламинарный, то число Нуссельта равно 8. Чему равен коэффициент теплоотдачи от движущейся жидкости трубе, если теплопроводность воды равна $0,64 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$?

Комплект лабораторных заданий

Лабораторная работа №1

Уравнение состояния реальных газов

Цель работы

Изучение поведения реального газа (этана) и представление результатов исследования в PV-диаграмме.

Контрольные вопросы.

1. Взаимодействие молекул реального газа?
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ?
3. Критическая температура?
4. Схема экспериментальной установки.
5. Принцип работы поршневого компрессора

Лабораторная работа №2

Определение показателя адиабаты воздуха

Цель работы.

Целью работы является углубление знаний в теории исследования термодинамических процессов, ознакомление с методикой опытного определения показателя адиабаты реальных газов, получения навыков в проведении теплотехнического эксперимента и его статистической обработки.

При выполнении работы производится экспериментальное определение численного значения показателя адиабаты воздуха и ознакомление со статистическими методами обработки результатов эксперимента.

Контрольные вопросы.

При допуске к работе:

1. Что является целью лабораторной работы?
2. Объясните устройство лабораторного стенда и назначение каждого элемента установки.
3. Что необходимо проверить перед началом работы?
4. Расскажите порядок включения и выключения электродвигателя компрессора.
5. Когда и какие положения должен занимать трехходовой кран?
6. Для чего необходимо производить выдержку времени?
7. Каковы требования к скорости открытия выпускного крана?
8. Измерение каких параметров необходимо для определения показателя адиабаты k в опыте?
9. Как можно определить, что температура сжатого воздуха стала равной температуре окружающей среды?
10. Какие процессы имеют место в опыте?

При защите работы:

1. Чему равен показатель адиабаты?
2. Каковы численные значения k для газов различной атомности?
3. От каких параметров состояния идеального и реального газов зависит k ?
4. Как влияет температура на значение k идеального и реального газов?
5. Давление в каких точках необходимо знать, чтобы определить k ?
6. Какими зависимостями связаны между собой k , C_p , C_v .
7. Каким газом - реальным или идеальным полагается воздух в расчетных соотношениях?
8. Охарактеризуйте процессы, протекающие в опыте?

Лабораторная работа №3

Изучение работы теплового насоса

Цель работы

Исследование работы теплового насоса. Определение холодильного коэффициента цикла ε .

Контрольные вопросы

1. Принципиальная схема теплового насоса.
2. Цикл теплового насоса в T-S диаграмме
3. Как определить работу поршневого компрессора?
4. Как определить количество теплоты, отданное нагреваемой жидкостью?
5. Удельное количество низкопотенциальной теплоты отведенное от охлаждаемого резервуара?
6. Уравнение теплового баланса?
7. Сравнение холодильного коэффициента ε и $\varepsilon^{\text{карно}}$

Лабораторная работа №4.

Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы

Цель работы.

Целью работы является углубление знаний в области теории теплопроводности, изучение методики экспериментального определения коэффициента теплопроводности изоляционных материалов, исследование эффективности тепловой изоляции и получение навыков в проведении экспериментальных работ.

В процессе подготовки и при проведении лабораторной работы, студенту необходимо ознакомиться с теоретическими положениями, являющимися основой метода трубы; ознакомиться с составом оборудования и принципом действия экспериментальной установки; определить значение коэффициента теплопроводности исследуемого материала; определить эффективность применения изоляционных материалов для снижения тепловых потерь при изоляции труб.

Контрольные вопросы.

1. Как осуществляется передача тепловой энергии в твердых телах?
2. Чем определяется интенсивность переноса тепловой энергии в твердых телах?
3. Объясните действие основного закона теплопроводности.
4. Дайте определение коэффициента теплопроводности.
5. От чего зависит величина коэффициента теплопроводности?
6. Что такое тепловая изоляция?
7. В каких случаях обычно применяют тепловую изоляцию?
8. Приведите пример теплового изолятора.
9. Что такое термическое сопротивление?
10. Определите условие эффективности применения изоляции на трубопроводе.
11. Объясните изменение тепловых потерь на рис.5.3.
12. Что такое критический диаметр изоляции?
13. Почему, как правило, трубопроводы малых диаметров не изолируют?
14. Объясните назначение основных элементов экспериментальной установки (рис.5.4).
15. Какие устройства применяются для измерения температуры в данной лабораторной работе?
16. Как определить класс точности прибора экспериментальной установки?

Лабораторная работа № 5.

Определение передаваемой тепловой мощности кожухотрубного теплообменного аппарата

Цель работы

Исследовать тепловые процессы, происходящие в кожухотрубном теплообменном аппарате.

Контрольные вопросы.

1. Конструкции теплообменных аппаратов?
2. Отличие рекуперативного теплообменного аппарата от регенеративного?
3. Уравнение теплопередачи?
4. Средний температурный напор между жидкостями, разделенными стенкой?
5. Теплоемкость воды?
6. Режимы течения жидкости?
7. Коэффициент теплопередачи?