



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет

Кафедра «Сварочное производство и технология конструкционных материалов»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

_____ Н. В. Лобов
«___» _____ 2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА»**

Основная образовательная программа подготовки бакалавров
Направление **240100.62 «Химическая технология»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Профиль подготовки бакалавра

**«Химическая технология переработки
древесины»**

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Специальное звание выпускника

бакалавр-инженер

Выпускающая кафедра:

«Химические технологии»

Форма обучения:

очная

Курс: **3.**

Семестр(ы): **6**

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану: **3 ЗЕ**
- часов по рабочему учебному плану: **108 ч**

Виды контроля:

Экзамен: - Зачёт: **6 семестр** Курсовой проект: - Курсовая работа: -

**Пермь
2015**

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Основные законы термодинамики.

Раздел 1. Основные законы термодинамики.

Л – 7 ч, ПЗ – 5 ч, СРС – 29 ч.

Тема 1. **Рабочее тело и его параметры.** Предмет и задачи курса термодинамики и ее метод. Исторические сведения о развитии термодинамики. Законы термодинамики. Термодинамическая система, окружающая среда и взаимодействие между ними. Термодинамическое равновесие и термодинамический процесс. Рабочее тело. Реальный газ и модель идеального газа. Основные параметры состояния. Законы идеального газа. Уравнения состояния для идеального и реального газов (Клапейрона-Клаузиуса и Ван-Дер-Ваальса). Тепловые свойства рабочих тел, газовая постоянная. Теплоемкость газов, ее виды и взаимосвязь между ними. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Истинная и средняя теплоемкости. Теплоемкость как функция процесса. Изохорная и изобарная теплоемкости, уравнение Майера. Внутренняя энергия и энтальпия газа. Смеси идеальных газов. Способы задания смеси газов, закон Дальтона. Определение плотности смеси, кажущейся относительной молярной массы и газовой постоянной. Теплоемкость смеси газов.

Тема 2. **Первый закон термодинамики.** Сущность и уравнение первого закона термодинамики. Слагаемые первого закона: внутренняя энергия, работа и теплота. Определение работы для газового потока и неподвижного газа. Математическая формулировка первого закона для газового потока и неподвижного газа, правило знаков. Равновесные термодинамические процессы и их графическое изображение в P-V диаграмме. Работа расширения-сжатия. Обратимые и необратимые процессы. Круговые термодинамические процессы (циклы). Первый закон термодинамики для цикла. Применение первого закона термодинамики для анализа политропных процессов. Уравнение политропы, показатель политропы, определение работы и теплоты. Теплоемкость процесса. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. P-V диаграмма политропных процессов.

Тема 3. **Второй закон термодинамики.** Различные формулировки второго закона термодинамики. Прямые и обратные циклы и их эффективность. Идеальный термодинамический цикл Карно и его к.п.д. Теорема Карно. Абсолютная температура. Отрицательные абсолютные температуры и их получение. Энтропия - параметр состояния. Энтропия - мера беспорядка и мера качества энергии. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии и физический смысл второго закона термодинамики. Эксергия и максимальная работа. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Фундаментальный характер второго закона термодинамики. Иллюстрация второго закона термодинамики на примерах. Тепловые диаграммы T-S и I-S. Изображение процессов на тепловых диаграммах.

Модуль 2. Теплосиловые установки и другие теплотехнические устройства.

Раздел 2. Теплосиловые установки и другие теплотехнические устройства.

Л – 10 ч, ПЗ – 10 ч, СРС – 45 ч.

Тема 4. **Компрессоры.** Классификация компрессоров и их применение. Рабочие процессы в одноступенчатом поршневом компрессоре и их изображение на индикаторной диаграмме. Работа идеального компрессора. Изображение процессов сжатия на термодинамических диаграммах. Реальный компрессор. Вредный объем и объемный к.п.д. компрессора. Многоступенчатое сжатие газа в компрессоре.

Тема 5. **Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.** Индикаторная диаграмма ДВС и переход к идеальному циклу. Цикл Тринклера. Параметры цикла и его термодинамическое исследование. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Определение параметров состояния рабочего тела, термического к.п.д. циклов. Сравнение циклов при различных условиях. Эффективный к.п.д.

Тема 6. **Циклы газотурбинных установок.** Схемы газотурбинных установок. Замкнутые и разомкнутые циклы. Циклы с изобарным (цикл Брайтона) и изохорным подводом теплоты. Определение параметров состояния рабочего тела. Расчет термического к.п.д. циклов. Анализ эффективности ГТУ. Оптимальная степень повышения давления для получения максимальной цикловой работы. Регенерация теплоты. Циклы с многоступенчатым подводом и отводом теплоты.

Тема 7. **Циклы паросиловых установок.** Водяной пар. Основные параметры воды и водяного пара. Теплота парообразования. Диаграммы состояния водяного пара $P - V$, $T - S$, $I - S$. Таблицы водяного пара. Цикл Ренкина. Определение термического к.п.д. и работы цикла. Регенеративный цикл ПСУ. Анализ эффективности циклов. Бинарные процессы и бинарные циклы. Схема установки и тепловая диаграмма цикла. Кратность рабочего тела. Определение термического к.п.д. цикла. Парогазовые установки (ПГУ). Изображение циклов ПГУ на тепловой диаграмме. Цикл МГД-генератора.

Тема 8. **Идеальные обратные циклы.** Цикл воздушной холодильной установки. Определение холодильного коэффициента. Цикл паровой компрессорной холодильной установки. Тепловой насос и его отопительный коэффициент.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	Тема 1	Расчет газовых постоянных, теплоемкостей и параметров состояния идеальных газов
2	Тема 1	Расчет газовых смесей
3	Тема 2	Расчет термодинамических процессов с применением первого закона термодинамики
4	Тема 2	Термодинамический анализ политропных процессов
5	Тема 3	Расчет прямых и обратных циклов, изображение циклов на термодинамических диаграммах
6	Тема 4	Расчет одноступенчатого и многоступенчатого компрессоров
7	Тема 5	Расчет циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания
8	Тема 6	Расчет циклов газотурбинных установок
9	Тема 7	Расчет циклов паросиловых установок
10	Тема 8	Расчет идеальных обратных циклов

4.4 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	2
2	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	9
3	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	9
4	Подготовка к практическим занятиям	3

	Изучение теоретического материала	7
5	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	7
6	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	7
7	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	7
8	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	2
	Итого: в ч / в ЗЕ	74 / 2,05

4.4.1 Вопросы для самостоятельного изучения:

Вопросы для самостоятельного изучения:

Тема 1. Уравнения состояния для реального газа (Клапейрона-Клаузиуса и Ван-Дер-Ваальса). Смеси идеальных газов. Способы задания смеси газов, закон Дальтона. Определение плотности смеси, кажущейся относительной молярной массы и газовой постоянной. Теплоемкость смеси газов.

Тема 2. Определение работы для газового потока и неподвижного газа. Математическая формулировка первого закона для газового потока и неподвижного газа, правило знаков. Теплоемкость процесса. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. P-V диаграмма политропных процессов.

Тема 3. Эксергия и максимальная работа. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Фундаментальный характер второго закона термодинамики. Иллюстрация второго закона термодинамики на примерах. Тепловые диаграммы T-S и I-S. Изображение процессов на тепловых диаграммах.

Тема 4. Реальный компрессор. Вредный объем и объемный к.п.д. компрессора. Многоступенчатое сжатие газа в компрессоре.

Тема 5. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Определение параметров состояния рабочего тела, термического к.п.д. циклов. Сравнение циклов при различных условиях. Эффективный к.п.д.

Тема 6. Анализ эффективности ГТУ. Оптимальная степень повышения давления для получения максимальной цикловой работы. Регенерация теплоты. Циклы с многоступенчатым подводом и отводом теплоты.

Тема 7. Регенеративный цикл ПСУ. Анализ эффективности циклов. Бинарные процессы и бинарные циклы. Схема установки и тепловая диаграмма цикла. Кратность рабочего тела. Определение термического к.п.д. цикла. Парогазовые установки (ПГУ). Изображение циклов ПГУ на тепловой диаграмме. Цикл МГД-генератора.

Тема 8. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и промежуточного контроля, при защите всех тем, предусмотренных для самостоятельной работы студентов.

2) Экзамен

Не предусмотрен.