

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- **ОПК-2** – способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- **ПК-4** – способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;
- **ПК-10** – готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- естественную сущность проблем, возникающих при протекании термодинамических процессов, основных законов естествознания и методов математического анализа и моделирования явлений (циклов), теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов (ОПК-2).
- обработку и анализ полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4).
- работы по освоению и доводке термодинамических процессов, установок (ПК-10).

Уметь:

- демонстрировать базовые знания в области технической термодинамики, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при протекании термодинамических процессов, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).
- проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4);
- участвовать в работах по освоению и доводке термодинамических процессов, установок (ПК-10).

Владеть:

- методологией демонстрации базовых знаний в области технической термодинамики, выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих при протекании термодинамических процессов, применения для их разрешения основных законов есте-

ствознания, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-2).

- методикой проведения экспериментов по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующих математических аппаратов (ПК-4).
- навыками проведения работ по освоению и доводке термодинамических процессов, установок (ПК-10).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части дисциплин Б1.Б.9 цикла Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по бакалаврской программе «Энергообеспечение предприятий», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Техническая термодинамика» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.4 Математика;

Б1.Б.5 Физика;

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Техническая термодинамика» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с ФГОС по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин

Б1.В.ДВ.5.1 Основы трансформации тепла

Б1.В.ДВ.7.1. Теплогенерирующие установки промышленных предприятий.

Знания, полученные студентами в результате изучения дисциплины необходимы при написании выпускной бакалаврской работы и дальнейшего обучения по программе магистратуры.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

| | | |
|---|-----------------|-------------|
| Цикл: | Б1 | Семестр |
| Часть цикла: | базовая | |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Б.9 | |
| Часов (всего) по учебному плану: | 360 | 3,4 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ) | 10 | 3,4 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов) | 0,5; 54 1,0; 36 | 3,4 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов) | 1,0; 36 1,0; 36 | 3,4 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов) | 0,5; 18 0,5; 18 | 3,4 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 2,0; 72 1,5; 54 | 3,4 семестр |
| Экзамен (ЗЕТ, часов) | 1.25; 45 | 4 семестр |

Самостоятельная работа студентов

| | |
|--|------------------------|
| Вид работ | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
| Изучение материалов лекций (лк) | 0,5; 18 0,5; 18 |
| Подготовка к практическим занятиям (пз) | 0,5; 18 0,5; 18 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб) | 0,5; 18 0,5; 18 |

| | | |
|---|----------|---------|
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата) | 0,5; 18 | 0,5; 18 |
| Выполнение курсового проекта (работы) | - | |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | - | |
| Подготовка к контрольным работам | - | |
| Подготовка к тестированию | - | |
| Подготовка к зачету | - | |
| Всего: | 3,5; 126 | |
| Подготовка к экзамену | 1,25; 45 | |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий

| № п/п | Темы дисциплины | Всего часов на тему | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) | | | | |
|-------|--|---------------------|--|----|-----|-----|------------------|
| | | | лк | пр | лаб | СРС | в т.ч. интеракт. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики. | 40 | 18 | 4 | - | 18 | 4 |
| 2 | Тема 2. Идеальные газы. | 58 | 18 | 20 | - | 20 | 4 |
| 3 | Тема 3. Реальные газы | 42 | 8 | 10 | 8 | 16 | 8 |
| 4 | Тема 4. Процессы течения газов и жидкостей | 22 | 6 | 2 | 4 | 10 | 4 |
| 5 | Тема 5. Термодинамические циклы. | 190 | 38 | 36 | 24 | 92 | 14 |
| 6 | Тема 6. Основы химической термодинамики. | 8 | 2 | - | - | 6 | - |
| | Всего 405 часов (включая 45 часов на подготовку к экзамену) | 360 | 90 | 72 | 36 | 162 | 34 |

Содержание по видам учебных занятий

Лекции 3 семестр

Лекция 1. Предмет термодинамики; уравнения состояния идеального и реального газа. (2 часа).

Лекция 2. Газовые смеси; способы задания состава смесей. Расчет термодинамических свойств идеальных газов по свойствам компонентов. (2 часа).

Лекция 3. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. (2 часа).

Лекция 4. Теплоемкость газов. Энтальпия идеального газа. (2 часа).

Лекция 5. Первый закон термодинамики для стационарного равномерного потока. (2 часа).

Лекция 6. Второй закон термодинамики. (2 часа).

Лекция 7. Термодинамические циклы. (2 часа).

Лекция 8. Цикл Карно и его разновидности. (2 часа).

Лекция 9. Теорема Карно. (2 часа).

Лекция 10. Эксергия как мера работоспособности системы. Эксергия теплоты. (2 часа).

Лекция 11. Примеры определения эксергии. (2 часа).

Лекция 12. Статистический смысл второго закона термодинамики. (2 часа).

Лекция 13,14. Основные термодинамические процессы идеальных газов и их характеристики. (4 часа).

Лекция 15. Дифференциальные уравнения термодинамики. Термодинамические потенциалы. (2 часа).

Лекция 16. Методы расчета энтропии. Третий закон термодинамики. (2 часа).

Лекция 17. Термодинамическое равновесие. Фазовое равновесие. (2 часа).

Лекция 18. Фазовые переходы. (2 часа).

Лекция 19,20,21. Термодинамические свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Водяной пар. Параметры водяного пара. TS и hS-диаграммы водяного пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. (6 часов).

Лекция 22. Влажный воздух. h-d-диаграмма влажного воздуха. Термодинамические процессы с влажным воздухом. (2 часа).

Лекция 23-24. Процессы течения газов и жидкостей. Дросселирование. Уравнения процессов течения. Истечение из суживающихся сопел. (4 часа).

Лекции 4 семестр

Лекция 25. Сопло Лавая. Истечение с учетом необратимости. Необратимое адиабатное течение. (2 часа).

Лекция 26. Методы анализа циклов. Методы сравнения КПД. Эксергетический метод анализа эффективности. (2 часа).

Лекция 27. Циклы компрессорных машин. Одноступенчатый поршневой компрессор. Многоступенчатые компрессоры. (2 часа).

Лекция 28,29. Циклы поршневых ДВС. КПД циклов и их термодинамический анализ. (4 часа).

Лекция 30,31. Циклы ГТУ. Термодинамический КПД циклов ГТУ Циклы реактивных двигателей. Схема и цикл ракетного двигателя. (4 часа).

Лекция 32,33. Паросиловой цикл Карно. Цикл Ренкина с перегревом пара. (4 часа).

Лекция 34. Регенеративный подогрев питательной воды. (2 часа).

Лекция 35. Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара. (2 часа).

Лекция 36. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. (2 часа).

Лекция 37. Циклы атомных станций. (2 часа).

Лекция 38. Комбинированная выработка электроэнергии и тепла. (2 часа).

Лекция 39. Теплофикационные циклы.

Лекция 40. Бинарные циклы.

Лекция 41, 42. Парогазовый цикл. Цикл МГД генератора. (4 часа).

Лекция 43, 44. Схема и цикл парокомпрессионной холодильной установки. Тепловой насос. (4 часа).

Лекция 45. Основы химической термодинамики. (2 часа).

Практические занятия.

3 семестр

Занятия 1, 2 Уравнение состояния идеального газа.

Занятие 3. Смеси идеальных газов.

Занятия 4, 5. Первый закон термодинамики.

Занятия 6,7. Теплоемкость, энтальпия, внутренняя энергия.

Занятие 8. Процессы изменения состояния идеального газа.

Занятия 11, 12. Второй закон термодинамики.

Занятие 13. Реальные газы.

Занятие 14. Водяной пар.

Изменение и дополнение к рабочей программе дисциплины

Старый шифр: Б1.Б.13

Новый шифр: Б1.Б.9

«Техническая термодинамика»

Занятия 15, 16. hS и TS – диаграммы водяного пара.

Занятие 17. Влажный воздух.

Занятие 18. Процессы течения газов и жидкостей.

4 семестр.

Занятия 19, 20. Компрессоры.

Занятия 21, 22, 23. Циклы ДВС.

Занятия 24, 25, 26. Циклы ГТУ и РД

Занятия 27-30. Теплосиловые паровые циклы.

Занятия 31, 32. Парогазовые циклы.

Занятие 33. Бинарные циклы.

Занятие 34. Теплофикационные циклы.

Занятия 35, 36. Циклы холодильных установок.

Лабораторные работы

№1. Исследование процессов во влажном воздухе. (6 часов).

№ 2. Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло. (6 часов).

№ 3 . Изохорное нагревание воды. (6 часов).

№ 4. Изучение работы холодильной установки. (6 часов).

№ 5. Исследование цикла Ренкина с перегретым паром. (6 часов).

№ 6. Исследование цикла ПТУ с промперегревом пара. (6 часов).

Расчетно-графические работы (РГР).

РГР заключаются в выполнении расчетных заданий в каждом семестре:

3 семестр:

1. Расчет газовых смесей.

2. 2 Расчет газовых циклов.

4 семестр

1. Термодинамический расчет цикла паросиловой установки.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Не оснащенная аудитория.

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, не оснащенной мультимедийной техникой.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебно-научно-исследовательской лаб.№ 424 «Теоретические основы теплотехники».

Автор к.ф.-м.н., доцент



Любов С.К.

Зав. кафедрой ПТЭ к.т.н., доцент



Михайлов В.А.

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ПТЭ от 29 августа 2016 г., протокол № 1.