

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Томский государственный педагогический университет»  
(ТГПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета



Е. В. Колесникова

« 3 » 09 2013 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б.2.В.05. ТЕПЛОТЕХНИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 6

Направление подготовки 051000.62 Профессиональное обучение (по отраслям)

Отрасль Транспорт

Квалификация (Степень) выпускника Бакалавр

Томск 2013

## **1. Цели изучения дисциплины.**

Цель дисциплины: сформировать у студентов знания в области теплотехники и термодинамики а также навыки в решении простых задач термодинамики и теплопередачи. Задачи дисциплины:

- усвоение теоретических основ термодинамики и теплопередачи, термодинамических параметров и законов, изучение передачи теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением и основных закономерностей теплопередачи;

-изучение назначения, конструкций и принципов работы тепловых машин и теплообменных аппаратов. Закрепление полученных знаний при решении простых задач по расчётам термодинамических процессов, теплообменных аппаратов и тепловых машин;

- изучение основ теплоэнергетики, назначения, состава и порядка работы тепловых и атомных электростанций, обоснование необходимости развития атомной энергетики.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина «Теплотехника и термодинамика» является дисциплиной математического и естественнонаучного (общенаучного) цикла вариативной части программы бакалавриата по направлению подготовки 051000.62 Профессиональное обучение. Примерным учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. Виды учебной работы: лекции (38 часов), практические занятия (19 часов), лабораторные занятия (19 часов), занятия в интерактивной форме (24 часа), самостоятельная работа студентов (113 часов).

Изучению курса предшествуют дисциплины общенаучного и профессионального циклов: математика, физика, информатика, теоретическая механика, гидравлика и гидропривод, материаловедение.

## **3. Требования к уровню освоения программы:**

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны:

а) знать:

- термодинамические параметры состояния и типовые процессы;
- первый и второй газовые законы, понятие вечного двигателя второго рода, цикл Корно;
- основные понятия теплопередачи, закономерности передачи теплоты теплопроводность, конвекцией и излучением;
- назначение, устройство и принципы работы рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов;
- методы расчёта рекуперативных теплообменников;
- основы теплоэнергетики;
- назначение, состав и порядок работы тепловых и атомных электростанций.

б) уметь:

- решать простые задачи по расчёту технических характеристик тепловых машин и теплообменных аппаратов;
- выбирать теплотехническое оборудование по его техническим характеристикам;
- выдавать рекомендации по повышению эффективности работы теплотехнического оборудования.

в) владеть:

- навыками выполнения типовых термодинамических процессов, проведения энергетического расчета термодинамического циклов двигателей внутреннего и внешнего сгорания.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих

общекультурных, профессиональных и специальных компетенций:

- способность проектировать и осуществлять индивидуально-личностные концепции профессионально-педагогической деятельности (ОК-5);
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессионально-педагогической деятельности (ОК-16);
- способность обосновать профессионально-педагогические действия (ОК-25);
- готовность анализировать информацию для решения проблем, возникающих в профессионально-педагогической деятельности (ОК-27);
- способность анализировать профессионально-педагогические ситуации (ПК-5);
- способность прогнозировать результаты профессионально-педагогической деятельности (ПК-15);
- способность использовать передовые отраслевые технологии в процессе обучения рабочей профессии (специальности) (ПК-31);
- готовность к производительному труду (ПК-36).

#### 4. Общая трудоемкость дисциплины **б** зачетных единиц и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                | Трудоемкость<br>(в соответствии с<br>учебным планом)<br>(час) | Распределение по<br>семестрам (в<br>соответствии с<br>учебным планом)<br>(час) |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | Всего<br>216                                                  | 5 семестр                                                                      |
| Аудиторные занятия                                                | 76                                                            | 76                                                                             |
| Лекции                                                            | 38                                                            | 38                                                                             |
| Практические занятия                                              | 19                                                            | 19                                                                             |
| Семинары                                                          |                                                               |                                                                                |
| Лабораторные работы                                               | 19                                                            | 19                                                                             |
| Другие виды аудиторных работ                                      |                                                               |                                                                                |
| Другие виды работ (в том числе<br>занятия в интерактивной форме)  | 24                                                            | 24                                                                             |
| Самостоятельная работа                                            | 113                                                           | 113                                                                            |
| Курсовой проект (работа)                                          |                                                               |                                                                                |
| Реферат                                                           |                                                               |                                                                                |
| Расчетно-графические работы                                       |                                                               |                                                                                |
| Формы текущего контроля                                           |                                                               | тестирование                                                                   |
| Формы промежуточной аттестации в<br>соответствии с учебным планом | 27                                                            | Экзамен                                                                        |

#### 5. Содержание учебной дисциплины.

##### 5.1. Разделы учебной дисциплины.

| №<br>п/<br>п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины (темы) | Аудиторные часы |            |                             |                             |                                               | Самостоятель<br>ная работа<br>(час) |
|--------------|----------------------------------------------|-----------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
|              |                                              | ВСЕГО           | Лекци<br>и | Практич<br>еские<br>занятия | Лаборат<br>орные<br>занятия | В т.ч.<br>интерактив<br>ные формы<br>обучения |                                     |
|              |                                              |                 |            |                             |                             |                                               |                                     |

|   |                                                                                 |    |    |    |    |           |     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----------|-----|
| 1 | История развития теплотехники. Роль русских ученых в развитии теплотехники.     | 4  | 4  |    |    |           |     |
| 2 | Понятие теплотехники как науки. Термические и калорические параметры состояния. | 12 | 4  | 2  | 6  | 3         | 20  |
| 3 | Газовые законы. Управление состоянием рабочего тела.                            | 6  | 4  | 2  |    | 3         | 20  |
| 4 | Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы в газах.                 | 17 | 6  | 4  | 7  | 3         | 20  |
| 5 | Второй закон термодинамики. Цикл Карно.                                         | 7  | 4  | 3  |    | 3         | 20  |
| 6 | Основы теплопередачи, виды теплообмена. Управление теплопередачей.              | 12 | 4  | 2  | 6  | 3         | 20  |
| 7 | Тепловые машины и аппараты. Основы расчета теплообменных аппаратов.             | 6  | 4  | 2  |    | 3         | 13  |
| 8 | Парогенераторы малой мощности.                                                  | 6  | 4  | 2  |    | 3         |     |
| 9 | Тепловые и атомные электростанции                                               | 6  | 4  | 2  |    | 3         |     |
|   | <b>Итого<br/>189/6 зач. ед.</b>                                                 | 76 | 38 | 19 | 19 | 24час/45% | 113 |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины.

**Раздел 1.** История развития теплотехники. Роль русских ученых в развитии теплотехники.

Теплотехника как общетехническая дисциплина. Роль теплоэнергетики в экономике государства. История развития теплотехники и теплоэнергетики. Роль русских ученых в развитии теплотехники и теплоэнергетики.

**Раздел 2.** Понятие теплотехники как науки. Термические и калорические параметры состояния рабочего тела.

Термодинамика и теплопередача как составные части теоретической теплотехники. Термические параметры состояния: температура, давление, удельный объем. Калорические параметры состояния: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия. Способы и средства

измерения температуры. Решение задач на расчет калорических параметров состояния.

### **Раздел 3. Газовые законы. Уравнение состояния рабочего тела.**

Газовые законы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный. Графики этих законов в  $p - v$  и  $T - s$  координатах. Уравнение состояния рабочего тела Менделеева - Клайперона. Решение задач на газовые законы и типовые термодинамические процессы в газах. Расчёт газозаправочной станции.

### **Раздел 4. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы в газах.**

Первый закон термодинамики как частный случай закона сохранения энергии. Аналитические выражения первого закона термодинамики. Использование этого закона для анализа типовых термодинамических процессов в газах. Термодинамические процессы в логарифмических координатах. Практическое занятие «Моделирование процессов паросиловых установок с помощью  $i - S$  диаграммы водяного пара». Решение задач на первый закон термодинамики. Процесс сушки пиломатериала в сушильной камере.

### **Раздел 5. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.**

Второй закон термодинамики. Понятие вечного двигателя второго рода. Принцип Больцмана. Построение циклов тепловых машин  $p - v$  и  $T - s$  координатах. Цикл Карно, термический коэффициент полезного действия. Решение задач на второй закон термодинамики.

### **Раздел 6. Основы теплопередачи, виды теплообмена. Уравнение теплопередачи.**

Понятия температурного поля и вектора плотности теплового потока. Передача теплоты теплопроводностью, конвекцией, излучением. Уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи.

Практические занятия. Расчёт технических характеристик теплообменных аппаратов. Определение влияния загрязнения стенки теплообменного аппарата на тепловой поток.

### **Раздел 7. Тепловые машины и аппараты. Основы расчёта теплообменных аппаратов.**

Рекуперативные и регенеративные тепло-массообменные аппараты, их назначение, технические характеристики и методика расчета. Определение среднего температурного напора и площади поверхности теплопередачи рекуперативного теплообменника.

Практические занятия. Передача теплоты через ребристую стенку теплообменника. Определение технических характеристик теплообменных аппаратов при заданных значениях температур теплоносителя и нагреваемой среды.

### **Раздел 8. Парогенераторы малой мощности.**

Классификация и технические характеристики парогенераторов малой мощности. Назначение, состав и порядок работы парового котла ДКВР. Схема естественной циркуляции пароводяной смеси. Способы повышения эффективности работы парогенераторов.

Практические занятия. Расчет литровой мощности и индикаторного расхода топлива карбюраторного двигателя внутреннего сгорания.

### **Раздел 9. Тепловые и атомные электростанции.**

Классификация тепловых электрических станций (ТЭС) по назначению. Состав и порядок работы конденсационной электростанции, её технические характеристики. Одноконтурные и двухконтурные атомные электростанции (АЭС). Экологические проблемы тепловых и атомных электростанций.

## **5. 3. Лабораторный практикум**

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ |
|-------|----------------------|---------------------------------|
|-------|----------------------|---------------------------------|

|   |   |                                                                               |
|---|---|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | Эффект Джоуля–Томпсона (6 ч)                                                  |
| 2 | 4 | Определение средней теплоемкости воздуха при постоянном давлении (7 ч)        |
| 3 | 6 | Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити (6 ч) |

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Бандаевский, Г. И. Машиноведение. Теплотехника : учебное пособие / Г.И. Бандаевский. – Томск : ТГПУ, 2008. – 95 с.
2. Теплотехника: учебник для втузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; под ред. В.Н. Луканина. -Изд. 6-е, стереотип. -М.: Высшая школа, 2008. - 671 с.
3. Азоркина, О.Д. Статистическая физика и термодинамика. Элементы термодинамики: методическое пособие для вузов/ О.Д. Азоркина; МОиН, ГОУ ВПО ТГПУ. - Томск: Издательство ТГПУ. Ч. 1:Элементы термодинамики. -2011. - 71 с.

### 6.2. Дополнительная литература:

1. Трофимова, Т.И. Краткий курс физики с примерами решения задач: учебное пособие/Т.И. Трофимова. - Москва: КНОРУС, 2010.-279 с.
2. Борисов, Б.В. Практикум по технической термодинамике и тепломассообмену: учебное пособие / Б.В. Борисов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 141 с.
3. Брюханов, О.Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник для среднего профессионального образования / О.Н. Брюханов, А.Т. Мелик-Аракелян, В.И. Коробко. -2-е изд., стереотип. -М.: Академия, 2006. -239 с.
4. Новикова, О. Л. Избранные разделы курса общей физики: учебное пособие для подготовки к государственному экзамену/ О.Л. Новикова, В.Г. Тютчев; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО ТГПУ. -Томск: Издательство ТГПУ, 2010. - 134 с.
5. Атомная энергетика сегодня и завтра / Т.Х.Маргулов и др. - М.: Высшая школа, 1989. – 321 с.
6. Ларикиов, Н.Н. Теплотехника / Н. Н. Ларикиов. - М.: Стройиздат, 1985. – 417 с.
7. Никифорова, Н.М. Теплотехника и теплотехническое оборудование предприятий промышленности строительных материалов. - М.: Высшая школа, 1981. – 456 с.
8. Промышленные тепловые насосы / Е. И. Антоковский и др. - М.: Энергоиздат, 1989. – 320 с.
9. Теплотехника / А. П. Беспалов и др. - М.: Энергоиздат, 1982. – 432 с.
10. Теплотехника / А.В. Четкин и др. - М.: Высшая школа, 1986. – 439 с.
11. Теплотехника / И. Т. Швеи и др. - Киев: Высшая школа, 1984. – 378 с.
12. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий / Б.Н. Голубков и др. - М.: Энергия, 1987. – 395 с.

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

Учебно-методический комплекс, включающий: программу курса, методические указания к практическим занятиям, задания для самостоятельной работы, примеры компьютерных программ на языке Турбо Паскаль, компьютерные тестовые задания и ответы.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать Интернет-ресурсы электронно-библиотечной системы КнигаФонд <http://www.knigafund.ru>:

1. Теплотехника; 2. Термодинамика и теплопередача; 3. Теоретические основы теплотехники; 4. Гидравлика и теплотехника: методическое руководство к выполнению лабораторных работ, Авторы: Мальцев А.И., Дробкин Л.М., Серебряков Р.А., Дробкина Е.В. Издательство: РГОТУПС, 2006 г.– 41 с.

2. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. В 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. Автор: Сивухин Д.В. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2006 г.–550 с.

#### 6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории по теплотехнике ТПУ (ауд 27, к. 4), оснащенной необходимыми экспериментальными установками и кабинете ФТП ТГПУ «Технология конструкционных материалов» (ауд. 231, копр. 8), оснащенных мультимедийными средствами (компьютер, проектор, экран).

Учебная лаборатория по теплотехнике ТПУ располагает специализированными экспериментальными установками для выполнения лабораторных работ:

- Эффект Джоуля–Томпсона;
- Определение средней теплоемкости воздуха при постоянном давлении;
- Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.

| №п/п | Наименование раздела (темы) учебной дисциплины                                  | Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения          | Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Понятие теплотехники как науки. Термические и калорические параметры состояния. | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |
| 2    | Газовые законы. Управление состоянием рабочего тела.                            | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |
| 3    | Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы в газах.                 | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |
| 4    | Второй закон термодинамики. Цикл Карно.                                         | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |
| 5    | Основы теплопередачи, виды теплообмена. Управление теплопередачи.               | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |
| 6    | Тепловые машины и аппараты. Основы расчета теплообменных аппаратов.             | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |
| 7    | Парогенераторы малой мощности.                                                  | Презентация Power Point. Лекции                                             | Видеопроектор, экран, персональный компьютер                                                     |

|   |                                   |                                                                             |                                              |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|   |                                   | «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске                                 |                                              |
| 8 | Тепловые и атомные электростанции | Презентация Power Point. Лекции «Теплотехника и термодинамика» на DVD–диске | Видеопроектор, экран, персональный компьютер |

## 7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

### 7.1. Методические рекомендации (материалы) преподавателю

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 051000.62 Профессиональное обучение реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

#### *Перечень тем занятий, реализуемых в активной и интерактивной формах*

| № | Содержание дисциплины                                                          | Формы обучения                                                                       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Понятие теплотехники как науки. Термические и калорические параметры состояния | Семинар с элементами проблемности                                                    |
| 2 | Газовые законы. Управление состоянием рабочего тела.                           | Практика-исследование                                                                |
| 3 | Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы в газах.                | Использование творческих заданий (различных подходов к решению)                      |
| 4 | Второй закон термодинамики. Цикл Карно.                                        | Обсуждение вариантов решения задач, выполненных самостоятельно различными студентами |
| 5 | Основы теплопередачи, виды теплообмена. Управление теплопередачей.             | Семинар с использованием метода «круглого стола».                                    |
| 6 | Тепловые машины и аппараты. Основы расчета теплообменных аппаратов.            | Тренинг. Групповая дискуссия.                                                        |
| 7 | Тепловые и атомные электростанции                                              | Дискуссия на тему «Наиболее перспективный тип электростанции».                       |

Данную дисциплину студенты изучают в 5 семестре, после чего они сдают экзамен. Аудиторные занятия включают лекции, практические занятия и лабораторный практикум. Для допуска к экзамену студент должен сдать отчет по лабораторному практикуму, выполнить самостоятельную работу (см. п. 8.2) и пройти тестирование.

Для изучения дисциплины «Теплотехника и термодинамика» используются традиционные формы обучения (лекции, практические занятия, выполнение лабораторных работ). Во время практических занятий студенты решают типовые задачи по темам курса, закрепляя теоретический материал, полученный во время лекций. Самостоятельная работа по дисциплине «Теплотехника и термодинамика» составляет 113 часов. Самостоятельная

работа студента предполагает самостоятельное решение задач, оформление отчетов по лабораторным работам. Результаты индивидуальных заданий для самостоятельной работы сдаются на проверку преподавателю по мере выполнения.

Во время лекционных занятий рекомендуется использовать проблемный метод обучения в сочетании с методом мозгового штурма в форме диспута. На практических занятиях целесообразно применять преимущественно проектный метод обучения с выполнением как индивидуальных, так и групповых проектов. Для решения сложных задач теплофизики и термодинамики рекомендуется использовать электронные таблицы, используя при этом умения и навыки, полученные при изучении курса «Информационные технологии».

## 7.2. Методические рекомендации для студентов

Занятия проводятся в соответствии с учебным планом и расписанием, при этом на самостоятельную подготовку программой дисциплины отводится 113 часов. Данное время студенты планируют по индивидуальному плану, ориентируясь на перечень контрольных вопросов (п. 8.1.), заданий для самостоятельной работы (п. 8.2.) и список учебной литературы, рекомендуемый студентам в качестве основной и дополнительной по соответствующей дисциплине (п. 6.1., п. 6.2.). Самостоятельная работа студента предполагает самостоятельное решение задач, оформление отчетов по лабораторным работам. Результаты индивидуальных заданий для самостоятельной работы сдаются на проверку преподавателю по мере выполнения.

Отчеты по лабораторным работам должны быть оформлены в текстовом редакторе Word и содержать титульный лист, задание к лабораторной работе, описание экспериментальной установки и методики расчета, таблицу измерений, анализ результатов и выводы. Рисунки, таблицы и графики должны быть выполнены с соблюдением правил, принятых в учебной технической литературе.

Отчет по самостоятельной работе (п. 8.2) должен содержать условие каждой задачи, подробное описание решения с рисунками, графиками.

Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине

| № п/п | Вид самостоятельной работы<br>(детализация)     | Контроль выполнения работы      |
|-------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1     | Подготовка к тестовому контролю по разделам 1-8 | Контроль теста                  |
| 2     | Решение задач (п.8.2.)                          | Проверка решенных задач         |
| 3     | Самостоятельное изучение тем п.8.1.             | Опрос на практических занятиях. |
| 4     | Выполнение отчетов по лабораторным работам      | Проверка лабораторных работ     |
| 5     | Подготовка к устному экзамену                   | Сдача экзамена                  |

## 8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

### 8.1. Перечень контрольных вопросов.

1. История развития теплотехники как науки.
2. Роль русских ученых в развитии теплотехники и тепловых машин.
3. Задачи и пути развития теплотехники в России.
4. Понятие теплотехники как науки, её составные части.
5. Давление как параметр состояния рабочего тела. Абсолютное и избыточное давление.
6. Температура как параметр состояния рабочего тела. Температурные шкалы.
7. Удельный объем как параметр состояния. Понятие идеального и реального газа.
8. Закон Бойля-Мариотта для идеального газа.
9. Закон Гей-Люссака для идеального газа.
10. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).

11. Уравнение состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса).
12. Первый закон термодинамики для конечного процесса, его аналитическое выражение.
13. Основные термодинамические процессы в газах. Изохорный процесс.
14. Политропные процессы. Графики политропных процессов в  $p$ - $V$  и  $T$ - $s$  координатах.
15. Политропные процессы. Графики политропных процессов в логарифмических координатах.
16. Второй закон термодинамики. Понятие горячего и холодного источников теплоты.
17. Понятие вечного двигателя второго рода.
18. Цикл Карно. Изображение цикла Карно в  $p$ - $V$  и  $T$ - $s$  координатах.
19. Виды теплообмена. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье.
20. Теплообмен между жидкостью и твердой стенкой. Закон Ньютона-Рихтона
21. Передача тепла через твердую стенку. Уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи.
22. Теплообмен излучением. Понятие абсолютно чёрного тела. Закон Стефана-Больцмана.
23. Принципы работы и основы расчета теплообменных аппаратов. Расчет площади теплообменника.
24. Устройство и принцип работы рекуператоров для подогрева воздуха.
25. Назначение, устройство и принцип работы регенеративного теплообменника.
26. Назначение, устройство и принцип работы скрубберов.
27. Котельные агрегаты малой мощности. Их назначение, компоновка и порядок работы.
28. Способы циркуляции пароводяной смеси в котельных агрегатах. Схема естественной циркуляции.
29. Назначение, состав и порядок работы парового котла ДКВР.
30. Способы повышения эффективности работы парогенераторов.
31. Классификация тепловых электрических станций в зависимости от назначения.
32. Состав и порядок работы конденсационной тепловой электростанции.
33. Одноконтурные и двухконтурные атомные электростанции.
34. Экологические проблемы тепловых и атомных электростанций.

## 8.2. Перечень заданий для самостоятельной работы

### Задача 1.

Определить на сколько зарядов хватит кислорода в баллоне объемом  $V_1$ , находящемся при избыточном давлении  $P_{u1}$  и температуре  $t$ , если им заряжается калориметрическая бомба объемом  $V_2$  при постоянной температуре и избыточном давлении  $P_{u2}$ . Газовая постоянная кислорода  $R_{O_2} = 259,8 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ , температура  $t = 27^\circ\text{C}$  [7].

Значения параметров для различных вариантов приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

| № вар.               | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Пар.                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $V_1, \text{дм}^3$   | 4,0  | 4,0  | 5,0  | 5,0  | 6,0  | 6,0  | 6,0  | 7,0  | 7,0  | 7,0  |
| $P_{u1}, \text{МПа}$ | 12,3 | 12,2 | 12,1 | 12,0 | 11,9 | 12,0 | 12,1 | 12,2 | 12,3 | 12,3 |
| $V_2, \text{дм}^3$   | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,5  | 0,5  | 0,5  |
| $P_{u2}, \text{МПа}$ | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 2,0  | 2,1  | 2,0  | 1,9  | 1,8  | 1,7  | 1,6  |

### Задача 2.

$m$  кг воздуха при абсолютном давлении  $P_1$  и температуре  $t = 27^\circ\text{C}$  расширяется изотермиче-

ски (при постоянной температуре). В этом процессе объём воздуха увеличился в  $n$  раз. Определить конечные параметры, количество подведенной теплоты  $Q$  и работу расширения  $L$ . Газовая постоянная воздуха  $R_g = 287 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ .

Значения параметров для различных вариантов приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

| № вар.<br>Пар.    | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10   |
|-------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| $m, \text{кг}$    | 16  | 15   | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   | 9    | 8   | 7    |
| $P_1, \text{МПа}$ | 0,8 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,8 | 0,85 |
| $n$               | 3   | 3    | 4    | 4    | 4    | 5    | 5    | 6    | 6   | 6    |

### Задача 3

Определить коэффициент теплопередачи  $k$  и плотность теплового потока  $q$ , проходящего через плоскую стальную стенку толщиной  $\delta_1$  с коэффициентом теплопроводности

$$\lambda_{CT} = 50 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}} \text{ для двух случаев:}$$

В первом случае: температура газов  $t_1$ , температура кипящей воды  $t_2$ , коэффициент теплоотдачи от газов к стенке

$$\alpha_1 = 100 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}} \text{ и от стенки к кипящей воде } \alpha_2 = 5000 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}.$$

Во втором случае: поверхность нагрева в процессе эксплуатации покрылась слоем сажи толщиной  $\delta_2$  с  $\lambda = 0,09 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$ . Температуры газов и воды остаются без изменения.

Значения параметров для различных вариантов приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

| № вар.<br>Пар.        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\delta_1, \text{мм}$ | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| $t_1, ^\circ\text{C}$ | 1000 | 1120 | 1120 | 1130 | 1130 | 1130 | 1140 | 1140 | 1120 | 1120 |
| $t_2, ^\circ\text{C}$ | 250  | 250  | 245  | 240  | 227  | 230  | 240  | 250  | 255  | 260  |
| $\delta_2, \text{мм}$ | 0,5  | 0,6  | 1,0  | 1,5  | 2,0  | 2,2  | 2,4  | 2,6  | 2,8  | 3,0  |

### Задача 4.

Определить во сколько раз увеличится количество теплоты, передаваемое через  $1 \text{ м}^2$  поверхности стенки после её оребрения. Стенка выполнена из чугуна с коэффициентом теплопроводности  $\lambda = 63 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$ , толщина стенки  $\delta$ , коэффициент оребрения  $F_2 F_1$ . Температура теплоносителя  $t_1$ , а температура воздуха  $t_2$ . Коэффициент теплоотдачи от рабочего тела к стенке  $\alpha_1 = 250 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$ , а от стенки к воздуху  $\alpha_2 = 12 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$ .

Значения параметров для различных вариантов приведены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

| № вар.<br>Пар. | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\delta$ , мм  | 2   | 3   | 4   | 5   | 12  | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| $F_2 F_1$      | 8   | 8   | 14  | 13  | 12  | 13  | 14  | 12  | 10  | 10  |
| $t_1$ , °C     | 160 | 150 | 140 | 130 | 117 | 130 | 150 | 170 | 190 | 220 |
| $t_2$ , °C     | 25  | 25  | 20  | 20  | 17  | 20  | 20  | 25  | 25  | 20  |

**Задача 5.**

Определить массовый расход нагреваемой воды  $W_2$  и поверхность нагрева  $F$  прямоточного водоводяного теплообменника, если расход нагреваемой воды  $W$ , и даны температуры нагревающей и нагреваемой воды на входах и выходах:

$t_1'$  - температура нагревающей воды на входе в теплообменник;

$t_1''$  - температура нагревающей воды на выходе из теплообменника;

$t_2'$  - температура нагреваемой воды на входе в теплообменник;

$t_2''$  - температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника.

Коэффициент теплопередачи  $\kappa = 1,9 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \text{К}}$ , термический КПД теплообменника  $\eta =$

98%. Теплоёмкость воды при постоянном давлении  $c_p = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ .

Значения параметров для различных вариантов приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5

| № вар.<br>Пар.                       | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $W_1$ , $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ | 10  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| $t_1'$ , °C                          | 110 | 120 | 130 | 130 | 120 | 130 | 140 | 120 | 140 | 120 |
| $t_1''$ , °C                         | 80  | 80  | 85  | 90  | 80  | 90  | 90  | 85  | 95  | 85  |
| $t_2'$ , °C                          | 10  | 15  | 15  | 10  | 10  | 10  | 15  | 15  | 20  | 20  |
| $t_2''$ , °C                         | 60  | 60  | 65  | 65  | 60  | 70  | 70  | 60  | 50  | 50  |

**Задача 6.**

Определить литровую мощность и удельный индикаторный расход топлива восьмицилиндрового 4-х тактного карбюраторного двигателя, если известны: среднее индикаторное давление  $P_i$ , диаметр цилиндра  $D$ , ход поршня  $S$ , угловая скорость вращения коленчатого вала  $\omega$ , механический КПД  $\eta_m$  и расход топлива  $B$ .

Таблица 7.6

| № вар.           | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Пар.             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $p_i$ , МПа      | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,8  | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| $D$ , см         | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   |
| $S$ , см         | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
| $\varpi$ , рад/с | 395  | 395  | 391  | 385  | 377  | 385  | 391  | 395  | 395  | 395  |
| $\eta_M$         | 0,75 | 0,8  | 0,85 | 0,75 | 0,8  | 0,75 | 0,85 | 0,8  | 0,75 | 0,8  |
| $B$ , з/с        | 17   | 16   | 19   | 18   | 17   | 16   | 17   | 18   | 16   | 17   |

**Задача 7.**

Определить экономию топлива в процентах, которую даёт замена восьмицилиндрового 4-х тактного карбюраторного двигателя дизелем, при одинаковой эффективной мощности, если у карбюраторного двигателя известны: эффективное давление  $p_e$ , рабочий объём цилиндра  $V_h$ , частота вращения коленчатого вала  $n$ , эффективный КПД  $\eta_{el}$ , низшая теплота сгорания бензина  $Q_{H1}^p$ . У дизельного двигателя эффективный КПД  $\eta_{e2}$ , низшая теплота сгорания дизельного топлива  $Q_{H2}^p$ .

Значения параметров для различных вариантов приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

[illegible]

### 8.3. Перечень вопросов к экзамену:

1. История развития теплотехники как науки. Роль русских ученых в развитии теплотехники и тепловых машин.
2. Задачи и пути развития теплотехники в России
3. Давление как параметр состояния рабочего тела. Абсолютное и избыточное давление.
4. Температура как параметр состояния рабочего тела. Температурные шкалы.
5. Удельный объем как параметр состояния. Понятие идеального и реального газа.
6. Закон Бойля-Мариотта для идеального газа.
7. Закон Гей-Люссака для идеального газа.
8. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).
9. Уравнение состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса).
10. Внутренняя энергия как параметр состояния рабочего тела.
11. Энтальпия как параметр состояния рабочего тела. Удельная энтальпия.
12. Первый закон термодинамики для конечного процесса, его аналитическое выражение.
13. Понятие энтропии. Удельная энтропия.
14. Основные термодинамические процессы в газах. Изохорный процесс.
15. Изобарный процесс. Графики изобарного процесса в  $p-V$  и  $T-s$  координатах.
16. Изотермический процесс. Графики изотермического процесса в  $p-V$  и  $T-s$  координатах.
17. Адиабатный процесс. Графики адиабатного процесса в  $p-V$  и  $T-s$  координатах.
18. Политропные процессы. Графики политропных процессов в  $p-V$  и  $T-s$  координатах.
19. Политропные процессы. Графики политропных процессов в логарифмических координатах.
20. Второй закон термодинамики. Понятие горячего и холодного источников теплоты.
21. Понятие вечного двигателя второго рода.
22. Цикл Карно. Изображение цикла Карно в  $p-V$  и  $T-s$  координатах.
23. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье.
24. Передача тепла через твердую стенку. Уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи.
25. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Понятие абсолютно черного тела.
26. Теплообмен между жидкостью и твердой стенкой. Закон Ньютона-Рихтона
27. Принципы работы и основы расчета теплообменных аппаратов. Расчет площади теплообменника.
28. Назначение, принцип работы и устройство газовых калориферов.
29. Устройство и принцип работы рекуператоров для подогрева воздуха.
30. Назначение, устройство и принцип работы регенеративного теплообменника.
31. Назначение, устройство и принцип работы скрубберов.
32. Котельные агрегаты малой мощности. Их назначение, компоновка и порядок работы.
33. Способы циркуляции пароводяной смеси в котельных агрегатах. Схема естественной циркуляции.
34. Рекуперативные теплообменники, их конструкции и принципы работы.
35. Регенеративные теплообменники, их конструкции и принципы работы.
36. Классификация и технические характеристики парогенераторов малой мощности.
37. Назначение, состав и порядок работы парового котла ДКВР.
38. Схема естественной циркуляции пароводяной смеси в паровом котле.
39. Способы повышения эффективности работы парогенераторов.
40. Классификация тепловых электрических станций по назначению.
41. Состав и порядок работы конденсационной тепловой электростанции.
42. Одноконтурные и двухконтурные атомные электростанции.
43. Экологические проблемы тепловых и атомных электростанций.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 051000.62 Профессиональное обучение (по отраслям) отрасль: Транспорт.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена:  
д.ф-м.н., профессор А. С. Ткаченко

Программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной механики,  
протокол № 1 от «30» 08 2013 г.

Зав. кафедрой ПМ Шереметьева У.М.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией факультета  
Технологии и предпринимательства ТГПУ

протокол № 2 от «2» 09 2013 г.

Председатель методической комиссии  
факультета Технологии и предпринимательства Е.С. Синогина