**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное Государственное бюджетное образовательное**

**учреждение высшего профессионального образования**

**«Тульский государственный университет»**

Кафедра *Санитарно-технических систем*

##### Методические указания по выполнению курсовой работы

дисциплины

##### Термодинамические процессы в системах ТГВ

Направление подготовки: *270800 - СТРОИТЕЛЬСТВО*

Профиль подготовки: *Теплогазоснабжение и вентиляция*

Квалификация (степень) выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная и сокращенная*

Тула 2014 г.

Методические указания по выполнению курсового работы составлены доцентом кафедры СТС Марковой Т.А.и обсуждены на заседании кафедры СТС Горно-строительного факультета

протокол №\_\_\_ от "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Р.А. Ковалев

Методические указания по выполнению курсового работы пересмотрены и утверждены на заседании кафедры СТС Горно-строительногофакультета

протокол №\_\_\_ от "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Р.А. Ковалев

**Содержание**

[ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ 4](#_Toc380518603)

[Часть курсовой работы№ 1. Расчет параметров и процессов изменения состояния идеального газа 5](#_Toc380518604)

[Часть курсовой работы №2. Расчет параметров и процессов изменения состояния водяного пара 7](#_Toc380518605)

[Часть курсовой работы №3 Компрессорные установки. 9](#_Toc380518606)

[Часть курсовой работы №4 Расчет циклов паротурбинной установки. 11](#_Toc380518607)

[4.1. Исходные данные 11](#_Toc380518608)

[4.2. Методические указания по выполнению 4 части курсовой работы 12](#_Toc380518609)

[4.2.1. Простой цикл ПТУ 12](#_Toc380518610)

[4.2.2. Цикл ПТУ с вторичным перегревом пара 13](#_Toc380518611)

[4.2.3. Цикл ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды в смешивающих подогревателях 14](#_Toc380518612)

[4.2.4. Анализ влияния вторичного перегрева и регенерации на тепловую экономичность циклов ПТУ 15](#_Toc380518613)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 16](#_Toc380518614)

[Основная литература 16](#_Toc380518615)

[Дополнительная литература 17](#_Toc380518616)

# ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Студент, руководствуясь программой курса и методическими указаниями, изучает материалы учебника и учебных пособий и выполняет курсовую работу.

Курс "Термодинамические процессы в системах ТГВ" является базовым для студентов направления СТРОИТЕЛЬСТВО профиля Теплогазоснабжение и вентиляция. Необходимо разобраться в основных понятиях и определениях, понять ход математических выводов той или иной формулы, разобраться в физической сущности процесса.

При изучении теоретического материала и при решении задач необходимо обращать особое внимание на размерности величин, подставляемых в формулы. Следует помнить, что проверка размерностей в математических выкладках помогает выявить возможные ошибки, а размерность всякой величины отражает ее физический смысл.

При выполнении курсовой работы студенты должны научиться правильно пользоваться справочной литературой, как то: таблицами теплофизических свойств веществ, термодинамических свойств воды и водяного пара; различными диаграммами, например hs-диаграммой водяного пара, которая широко применяется в расчетах процессов в паровых котлах и турбинах.

Для лучшего усвоения материала курса рекомендуется составлять конспект по каждой теме.

Согласно учебному плану студент выполняет курсовую работу, которая состоит из четырех частей. Первые две состоят из одной задачи, третья из двух задач по разным темам дисциплины, четвертая состоит из трех задач по одной теме дисциплины (Паротурбинные установки), исходные данные выбираются из таблиц для двух первых частей по списку, а по третьей и четвертой частям по последним двум цифрам шифра студента.

При решении задач необходимо придерживаться следующих правил:

- выписывать условие задачи и исходные данные;

- решения сопровождать краткими пояснениями;

- вычисления выполнять в международной системе единиц СИ;

- в конце курсовой работы привести список использованной литературы и поставить свою подпись;

- на титульном листе курсовой работы указать название предмета, фамилию, имя, отчество, свой шифр и кафедру.

# Часть курсовой работы№ 1. Расчет параметров и процессов изменения состояния идеального газа

Для процесса изменения состояния идеального газа 1-2 рассчитать:

1. термические параметры р, , Т в начальном и конечном состояниях;
2. изменение калорических параметров u, h, s;
3. теплоту (q) и работу процесса *(w, I ).*
4. привести значения истинных и средних теплоемкостей для линейной и нелинейной зависимости. Для двух-, трех- и многоатомных газов теплоемкость принять постоян­ной: для воздуха и азота (N2) сv=20,8 кДж/кмоль·К, для углекислого газа (СО2) и метана (СН4) cv=29,1 кДж/кмоль·К.

Результаты расчета представить в виде табл. 1.2 и 1.3. Показать процессы в р-υ- и T-s- диаграммах.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Газ | кг/кмоль | Процесс | Параметры |
| 1 | воз­дух | 29 | изобарный | р=2бар, t1=30°C, t2=160°C |
| 2 | С02 | 44 | изохорный | р1=5бар, υ =0,111 м3/кг, t2=180°C |
| 3 | Не | 4 | политр.  N=1,3 | р1=106ap, t1=10°C, р2=30бар |
| 4 | СН4 | 16 | изотерм. | р1=l бар, υ1=1,834м3/кг, р2=20бар |
| 5 | N2 | 28 | адиа­батный | υ1=0,32 м3/кг, р1=3 бар, р2=18 бар |
| 6 | воз­дух | 29 | изобар­ный | υ1=0,434 м3/кг, р=2бар, υ2=0,621 м3/кг |
| 7 | С02 | 44 | изохорный | р1= 5бар, t1= 200C, р2=7,71бар |
| 8 | Не | 4 | политр.  N=1,75 | υ1=0,588 м3/кг, t1=10°C, υ2=0,314м3/кг |
| 9 | СН4 | 16 | изотерм. | р1=1бар, t=80°C, р2=20бар |
| 10 | N2 | 28 | адиабатный | t1=50°C, p1=3 бар, t2=265,9°C |
| 11 | воз­дух | 29 | изобарный | t1=160°C, р=2бар, υ2=0,434 м3/кг |
| 12 | С02 | 44 | изохорный | t1=20 °С, υ =0, 1 1 1 м3/кг, р2=7,7 1 бар |
| 13 | Не | 4 | политр. n=0,8 | p1=10бар, t1=10°C, р2=30бар |
| 14 | СH4 | 16 | изотерм. | υ1=1,834м3/кг, t=80°C, υ2=0,0917м3/кг |
| 15 | N2 | 28 | адиабатный | υ1=0,32 м3/кг, t1=50°C, t2==265,9°C |
| 16 | воз­дух | 29 | изобарный | υ1=0,434 м3/кг, t1=30°C, t2=160°C |

**Окончание табл. 1.1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Газ | кг/кмоль | Процесс | Параметры |
| 17 | СО2 | 44 | изохорный | p1=7,71 бар, t1=180°C, t2=20°C |
| 18 | Не | 4 | политр. *n* =1,3 | p1,=30бар, υ1=0,253 м3/кг, t2=10°C |
| 19 | СН4 | 16 | изотерм. | p1=20бар, t=80°C, p2=l бар |
| 20 | N2 | 28 | адиабатный | υ1=0,62 1 м3/кг, t1=160°C, υ2=0,434 м3/кг |
| 21 | воз­дух | 29 | изобарный | υ1=0,621 м3/кг, t1=160°C, υ2=0,434 м3/кг |
| 22 | С02 | 44 | изохорный | t1=180 °С, υ =0, 111 м3/кг, t2=20 °C |
| 23 | Не | 4 | политроп.  *n* =1,75 | p1=30бар, t1=180°C, υ2=0,588м3/кг |
| 24 | СН4 | 16 | изотерм. | υ1= 0,09 1 7м3/кг t = 180 oС, р2= 1 бар |
| 25 | N2 | 28 | адиабат. | p1=18бар, υ1=0,0889 м3/кг, р2=3 бар |

таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точки | | р, бар | | | υ, м3 /кг | | Т, К | | | |
| 1 | |  | | |  | |  | | | |
| 2 | |  | | |  | |  | | | |
| Таблица 1.3 | | | | | | | | | | |
| сp | cv | | u | h | | s | | *w*  q |  | q |
| кДж/кг- К | | | кДж/кг | | | кДж/кг · К | | кДж/кг | | |
|  |  | |  |  | |  | |  |  |  |

# Часть курсовой работы №2. Расчет параметров и процессов изменения состояния водяного пара

Для процесса изменения состояния водяного пара 1-2 (исходные данные приведены в табл. 1 по вариантам) рассчитать:

1. параметры р,υ, t, u, h, s, x в начальном и конечном состояниях;
2. изменение калорических параметров u, h, s;
3. теплоту (q) и работу(*w*,) процесса.

Для решения задачи использовать таблицы воды и водяного пара [3]. Результаты расчёта представить в виде табл. 2.2 и 2.3. Процесс показать в р-υ, T-s, и h-s- диаграммах.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | Процесс | Дано | | |
| 1 | Адиабатный | р1=50 бар, | t1=440°C, | x2=l |
| 2 | Изобарный | p1=20 бар, | x1=0,8, | x2=l |
| 3 | Изотермический | t1=180°C, | x1=0, | x2=l |
| 4 | Изохорный | p1=0,06 бар, | υ1=2,733, | x2=l |
| 5 | Испарение | p1=l бар | x1=0, | x2=l |
| 6 | Адиабатный | p1=5,5 бар, | x1=l, | p2=3 бар |
| 7 | Изобарный | p1=20 бар, | x1=l, | t2=400°C |
| 8 | Изотермический | t1=180°C, | x1=l, | p2=5 бар |
| 9 изохорный изохорный | Изохорный | x1=1, | p1 =0,6 бар, | t2=320°C |
| 10 | Испарение | p1=l бар, | x1=0, | x2=0,9 |
| 11 | Адиабатный | p1=50 бар, | h1=3293,2 кДж/к | р2=3 бар |
| 12 | Изобарный | p1=20 бар, | x1=0,8, | t2=400°C |
| 13 | Изотермический | t1=180°C, | x1=0, | p2=5 бар |
| 14 | Изохорный | p1=0,06 бар, | x1=0,115, | p2=l бар |
| 15 | Конденсация | p1=1 | x1=l, | x2=0 |
| 16 | Адиабатный | x1=l, | t1=155,5°C, | p2=50 бар |
| 17  Изобарный | изобарный | p1=20 бар, | t1=400°C, | x2=1 |
| 18  изотермический | изотермич. | t1=180 oC oooo…………. | x1=l, | x2=0 |
| 19 | изохорный  бар. | p1=l | t1=320°C, | x2=l |
| 20 | Конденсация | p1=l бар, | x1=0,9, | x2=0 |
| 21 | Адиабатный | p1=3 бар, | x1=0,961, | p2=50 бар |
| 22 | Изобарный | p1=20 бар, | t1=400°C, | x2=0,8 |
| 23 | Изотермический | p1=5 бар, | t1=180°C, | x2=0 |
| 24 | Изохорный | p1=l бар, | υ1=2,732 m3/kг, | t2=36,18°C |
| 25 | Испарение | t1=99,63°C, | x1=0, | x2=l |

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точки | р, бар | υ, м3/кг | t, °C | u, кДж/кг | h, кДж/кг | s, кДж/кг· К | x |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2.3 | | | | | |
| u | h | s | q | *w* | *ℓ* |
| кДж/кг | | кДж/кг·К | кДж/кг | | |
|  |  |  |  |  |  |

# Часть курсовой работы №3 Компрессорные установки.

Воздух, имеющий начальное давление  и температуру , сжимается в одноступенчатом поршневом компрессоре до давления . Сжатие может быть изотермическим, адиабатным или политропным с показателем политропы . Определить для каждого процесса сжатия все начальные и конечные параметры воздуха, считая его идеальным газом; отведенную от воздуха теплоту кВт, и теоретическую мощность привода компрессора , кВт, если производительность компрессора , кг/с, дать сводную таблицу и изображение процессов сжатия в р-υ, T-s диаграммах. исходные данные выбрать из таблицы 3.1.

Таблица 3.1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра шифра |  | Предпоследняя цифра шифра | , МПа | , кг/с |
| 0 | 1,10 | 0 | 0,8 | 0,1 |
| 1 | 1,12 | 1 | 0,9 | 0,2 |
| 2 | 1,14 | 2 | 1,0 | 0,3 |
| 3 | 1,16 | 3 | 1,1 | 0,4 |
| 4 | 1,18 | 4 | 1,2 | 0,5 |
| 5 | 1,20 | 5 | 1,3 | 0,6 |
| 6 | 1,22 | 6 | 1,4 | 0,7 |
| 7 | 1,24 | 7 | 1,5 | 0,8 |
| 8 | 1,26 | 8 | 1,6 | 0,9 |
| 9 | 1,28 | 9 | 1,7 | 1,0 |

*Задача №2*

Определить эффективную мощность  газотурбинной установки (ГТУ) без регенерации теплоты и ее эффективный КПД по заданной степени повышения давления , известным адиабатным КПД турбины  и компрессора , температуре воздуха перед компрессором , температуре газа перед турбинной  и по расходу воздуха через ГТУ . Изобразить цикл ГТУ в  и диаграммах. Показать как зависит термический КПД ГТУ от степени повышения давления . Исходные данные выбрать из таблицы 3.3.

Таблица 3.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра шифра |  |  |  | Предпоследняя цифра шифра |  |  |  |
| 0 | 30 | 850 | 7,2 | 0 | 0,82 | 0,89 | 57 |
| 1 | 27 | 830 | 9,0 | 1 | 0,81 | 0,88 | 55 |
| 2 | 24 | 880 | 8,8 | 2 | 0,79 | 0,85 | 52 |
| 3 | 20 | 900 | 8,5 | 3 | 0,82 | 0,87 | 50 |
| 4 | 17 | 920 | 8,2 | 4 | 0,81 | 0,86 | 48 |
| 5 | 14 | 860 | 8,0 | 5 | 0,80 | 0,84 | 45 |
| 6 | 12 | 840 | 7,5 | 6 | 0,79 | 0,82 | 42 |
| 7 | 10 | 820 | 7,0 | 7 | 0,78 | 0,86 | 40 |
| 8 | 7 | 800 | 6,5 | 8 | 0,77 | 0,83 | 38 |
| 9 | 6 | 780 | 6,2 | 9 | 0,76 | 0,85 | 35 |