**Областное государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**(ОГБПОУ «ТПТ»)**

**термодинамика**

**Задания к контрольной работе**

**и методические указания по их выполнению**

**для студентов специальностей 21.02.01 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» и 21.02.02 «Бурение нефтяных и газовых скважин» заочной формы обучения**

**Автор: А.В.Ти**

**2015 г.**

**Пояснительная записка**

Дисциплина «Термодинамика» входит в состав профессиональных модулей: ПМ.02 «Обслуживание и эксплуатация бурового оборудования», МДК.02.01 «Эксплуатация бурового оборудования» для специальности 21.02.02 и ПМ.02 «Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования», МДК.02.01 «Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования» для специальности 21.02.01.

В результате изучения дисциплины студенты ***должны знать:***

- основные понятия, законы и процессы термодинамики и теплопередачи;

- методы расчета термодинамических и тепловых процессов;

- классификацию, особенности конструкции, действия и эксплуатации котельных установок, поршневых двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и теплосиловых установок.

Студенты ***должны уметь:***

- производить расчеты требуемых физических величин в соответствии с законами и уравнениями термодинамики и теплопередачи.

Изучение дисциплины базируется на знании материала дисциплин: «Физика», «Химия», «Математика», «Гидравлика», «Инженерная графика», «Метрология, стандартизация и сертификация».

Настоящие методические указания ставят целью:

* Приобретение практических навыков и умений в выполнении термодинамических и теплотехнических расчетов;
* Закрепление теоретических знаний по содержанию учебной дисциплины;
* Развитие навыков творческой самостоятельной деятельности.

Методические указания составлены в соответствии с рабочими программами по профессиональным модулям для специальностей 21.02.01 и 21.02.02, утвержденными в Томском политехническом техникуме.

Для выполнения контрольной работы в методических указаниях приведены:

* Теоретические вопросы и задачи;
* Основные формулы для решения задач.

**Правила выполнения контрольных работ**

Контрольная работа по термодинамике выполняется либо в отдельной тетради, либо на листах ф.А4, которые должны быть сшиты. Ответы на вопросы должны быть немногословными и конкретными, отражать суть вопроса и сопровождаться необходимыми формулами, таблицами, схемами, рисунками и графиками. Необходимые рисунки, схемы и графики должны быть выполнены карандашом, с указанием элементов или величин, входящих в них.

При решении задач необходимо последовательно излагать весь ход расчетов со ссылкой на соответствующие формулы. Все расчеты производятся в единицах измерений в системе СИ.

Образец заполнения обложки тетради (титульного листа ф.А4)

ТЕТРАДЬ

для контрольных работ

по термодинамике

студента(ки) 2 курса гр.\_\_\_\_

ФИО студента

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

**Вариант-1**

1. Основные параметры состояния: наименование, обозначение, определение, единицы измерения.
2. От каких параметров зависит теплоемкость идеального и реального газа?
3. Понятие коэффициента теплопроводности: обозначение, определение, единицы измерения.
4. Цикл ДВС с подводом тепла при постоянном объеме: pV-диаграмма цикла, процессы, формулы расчета подведенного и отведенного тепла, КПД цикла.
5. **Задача**. Определите массу воздуха, содержащегося в открытой двухлитровой банке при *t* = 20 0C, *p =* 1 бар.

**Вариант-2**

1. Понятие идеального газа. Законы идеальных газов: формулировки, основные уравнения.
2. Изобарный процесс: определение, основная формула, взаимосвязь между остальными параметрами, изображение в pV- и Ts-диаграммах.
3. Закон Фурье: определение, формула.
4. Цикл ДВС с подводом тепла при постоянном давлении: pV-диаграмма цикла, процессы, формулы расчета подведенного и отведенного тепла, КПД цикла.
5. **Задача**. В смеси 2 кг азота и 0,5 кг водорода. Рассчитайте газовую постоянную смеси *R*.

**Вариант-3**

1. Уравнение состояния идеального газа. Физический смысл газовой постоянной вещества.
2. Изохорный процесс: определение, основная формула, взаимосвязь между остальными параметрами, изображение в pV- и Ts-диаграммах.
3. Коэффициент теплоотдачи: определение, физический смысл, единицы измерения.
4. Цикл ДВС со смешанным подводом тепла: pV-диаграмма цикла, процессы, формулы расчета подведенного и отведенного тепла, КПД цикла.
5. **Задача**. Углекислый газ (СО2) охлаждается при постоянном объеме до 5 °С. Найти начальную температуру газа, если известны: масса газа 800 г, отведенное тепло 2 кДж. Теплоемкость считать постоянной.

**Вариант-4**

1. Понятие о массовой, объемной и киломольной теплоемкостях: обозначение, определение, единицы измерения.
2. Изотермический процесс: определение, основная формула, взаимосвязь между остальными параметрами, изображение в pV- и Ts-диаграммах.
3. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку: схема передачи тепла, основные расчетные формулы.
4. Цикл Карно: основные процессы; формулы для определения подведенного и отведенного тепла, термического КПД цикла; изображение в pV- и Ts-диаграммах.
5. **Задача**. Определить массу метана при давлении р=2 атм и температуре 17 °С, если он занимает объем 100 л.

**Вариант-5**

1. Первый закон термодинамики: определение, формула и область применения.
2. Адиабатный процесс: определение, основная формула, взаимосвязь между остальными параметрами, изображение в pV- и Ts-диаграммах.
3. Критерии подобия: наименование, обозначение, расчетные формулы.
4. Цикл многоступенчатого компрессора: основные процессы; формулы для определения работы компрессора и мощности двигателя, КПД компрессора; изображение в pV- и Ts-диаграммах.
5. **Задача**. Какое количество тепла необходимо подвести к 10 кг азота, чтобы нагреть его при постоянном давлении от 15 до 55 °С. Теплоемкость азота считать постоянной.

**Вариант-6**

1. Энтальпия: определение, обозначение, единицы измерения, основные свойства.
2. Политропный процесс: определение, основная формула, взаимосвязь между остальными параметрами, изображение в pV- и Ts-диаграммах.
3. Теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку: схема передачи тепла, основные расчетные формулы.
4. Цикл Ренкина насыщенного пара: основные процессы; формулы для определения подведенного и отведенного тепла, термического КПД цикла; изображение в pV- и Ts-диаграммах.
5. **Задача**. Определить газовую постоянную пропан-бутановой смеси, состоящей из 60% пропана (С3Н8) и 40% бутана (С4Н10). Состав смеси указан в процентах от объема.

**Вариант-7**

1. Второй закон термодинамики: формулировка, основная формула, область применения.
2. Теплоемкость газовой смеси: определение, обозначение, единицы измерения, способы расчета.
3. Теплопередача через многослойную плоскую стенку: схема передачи тепла, основные расчетные формулы.
4. Цикл Ренкина перегретого пара: основные процессы; формулы для определения подведенного и отведенного тепла, термического КПД цикла; изображение в pV- и Ts-диаграммах.
5. **Задача**. Температура внутренней поверхности кирпичной стенки – 600 °С, наружной – 80 °С. Толщина стенки – 0,6 м. удельный тепловой поток, проходящий через стенку, равен 580 Вт/м2. Определить коэффициент теплопроводности кирпича.

**Вариант-8**

1. Процессы парообразования в pV- и Ts-диаграммах.
2. Уравнение Майера.
3. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку: схема передачи тепла, основные расчетные формулы.
4. Схема и цикл ГТУ со сгоранием топлива при постоянном давлении.
5. **Задача.** Воздух при давлении 1 бар и температуре 10 °С занимает объем 0,2 м3. До какой температуры нагреется газ, если к нему подвести 1 кДж теплоты при р=const. Теплоемкость воздуха считать постоянной.

**Вариант-9**

1. Закон Дальтона. Способы получения смесей.
2. hS- диаграмма водяного пара.
3. Основные законы теплообмена излучением.
4. Схема и цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара.
5. **Задача**. Температура внутренней поверхности стенки – 600 °С, наружной – 60 °С. Коэффициент теплопроводности – 0,7 Вт/(м·К). Толщина стенки – 400 мм. Определить удельный тепловой поток

**Вариант-10**

1. Понятие истинной и средней теплоемкостей. Способы определения теплоемкости.
2. Дросселирование газов и паров.
3. Состав и основные характеристики топлива.
4. Котельные установки: классификация, конструкция, принцип действия, область применения в нефтегазовой промышленности.
5. **Задача.** Температура внутренней поверхности стенки – 800 °С, наружной – 80 °С. Удельный тепловой поток, проходящий через стенку, равен 550 Вт/м2. Коэффициент теплопроводности – 0,7 Вт/(м·К). Определить толщину стенки.

***Методические указания***

Для решения задач необходимо предварительное изучение теоретического материала по этой теме.

Особенно следует помнить, что в термодинамических расчетах, все вычисления производятся в единицах системы СИ: давление – в паскалях (Па), объем – в кубических метрах (м3), удельный объем – в кубических метрах на килограмм (м3/кг) и температура – в градусах Кельвина (К). Для перевода величин из внесистемных единиц измерения в единицы системы СИ использовать таблицу 1.

1. *уравнение состояния идеального газа:*

а) для 1 кг газа $p∙v=R∙T;$

б) для m кг газа $p∙V=m∙R∙T.$

*Газовая постоянная* определяется по формуле $R=\frac{R\_{y}}{μ},$

Где $R\_{y}$ - универсальная газовая постоянная ($R\_{y}$=8314 Дж/(кмоль·К); $μ$ - молярная масса газа (определяется по таблице Менделеева).

***При расчетах газовых смесей*** необходимо знать, что методика расчета зависит от ***способа задания*** газовой смеси.

При задании смеси через массовые доли (gi), газовая постоянная смеси находится по формуле

$$R\_{см}=R\_{1}∙g\_{1}+R\_{2}∙g\_{2}+…+R\_{n}∙g\_{n},$$

Где $R\_{1}, R\_{2},…R\_{n}$ - газовые постоянные компонентов смеси; $g\_{1},g\_{2}…g\_{n}$ - массовые доли компонентов.

При задании смеси через объемные доли (ri), газовая постоянная смеси находится по формуле

$$R\_{см}=\frac{R\_{y}}{μ\_{см}},$$

Где $μ\_{см}$ - молярная масса смеси, определяющаяся по формуле

$$μ\_{см}=μ\_{1}∙r\_{1}+μ\_{2}∙r\_{2}+…+μ\_{n}∙r\_{n},$$

Где $μ\_{1}, μ\_{2},…μ\_{n}$ - молярные массы компонентов смеси; $r\_{1},r\_{2},…r\_{n}$ - объемные доли компонентов смеси.

*Массовая доля компонента*

$$g\_{i}=\frac{m\_{i}}{m\_{см}},$$

$m\_{i}$ - масса компонента, кг; $m\_{см}$ - масса компонента, кг.

*Объемная доля компонента*

$$r\_{i}=\frac{V\_{i}}{V\_{см}},$$

***Количество подведенного или отведенного тепла Q, кДж***, рассчитывается в зависимости от вида процесса, в котором участвует газ (смесь).

***При p=const*** применяется формула $Q=m∙c\_{p}∙∆T,$

Где $m$ - масса газа (смеси), кг; $c\_{p}$ - массовая изобарная теплоемкость, кДж/(кг·К); $∆T$ - разность между конечной и начальной температурой нагрева (охлаждения) рабочего тела, ºС.

***При v=const*** применяется формула $Q=m∙c\_{v}∙∆T,$

Где $m$ - масса газа (смеси), кг; $c\_{v}$ - массовая изохорная теплоемкость, кДж/(кг·К); $∆T$ - разность между конечной и начальной температурой нагрева (охлаждения) рабочего тела, ºС.

В том случае, когда теплоемкость ***считается постоянной***, для ее вычисления можно использовать соотношения между массовой и киломольной теплоемкостями и между объемной и киломольной теплоемкостями (см.табл.2).

***При расчете теплопроводности*** используется формула закона Фурье в следующем виде:

$$q=\frac{t\_{1}-t\_{2}}{^{δ}/\_{λ}},$$

Где $q$ - удельный тепловой поток, Вт/м2; $t\_{1},t\_{2}$ - температуры на поверхности стенки, °С; $δ$ - толщина стенки, м; $λ$ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С).

Таблица 1

***Перевод внесистемных единиц измерения физических величин в единицы системы СИ***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование единицы** | **Обозначение**  | **Система СИ** |
| **Давление**  |
| Техническая атмосфера | 1 ат | 9,8·104 Па |
| Физическая атмосфера | 1 атм | 1,01·105 Па |
| Бар  | 1 бар | 105 Па |
| **Объем**  |
| Литр  | 1 л | 0,001 м3 |
| Кубический сантиметр | 1 см3 | 10-6 м3 |
| **Температура**  |
| Градус Цельсия | t, °С | T=t+273, K |

Таблица 2

Между теплоемкостями существуют следующие зависимости:



 - между массовой и киломольной



 - между объемной и киломольной

Киломольные теплоемкости определяются в зависимости от атомности газа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Атомность | μсv | μср |
| КДж (Кмоль⋅К) |
| 2-х атомные | 20,9 | 29,3 |
| 3-х атомные | 29,3 | 37,7 |