

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «физики»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б14 Теплофизика

Направление подготовки (специальность) 20.03.01 "Техносферная безопасность"

Профиль образовательной программы "Безопасность жизнедеятельности в
техносфере"

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций.....	3
1.1 Лекция № 1 Введение. Предмет теплофизики.....	3
1.2 Лекция № 2 Законы термодинамики.....	3
1.3 Лекция № 3 Термодинамические процессы и циклы.....	4
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	5
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении.....	5
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении жидкого олова.....	5
3. Методические указания по проведению практических занятий.....	6
3.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Реальные газы и пары.....	6
3.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Течение и дросселирование газов и паров.....	6
3.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Тепловые машины и их циклы.....	7

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа)

Тема: «Введение. Предмет теплофизики»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Предмет теплофизики
2. Термодинамическая система
3. Виды термодинамических систем
4. Термодинамическое состояние

1.1.2 Краткое содержание вопросов

1. Предмет теплофизики

Теплофизика – общетехническая дисциплина, изучающая методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принцип действия и конструктивные особенности тепло- и парогенераторов тепловых машин, агрегатов и устройств. Теоретическими разделами теплофизики, в которых исследуются законы превращения и свойства тепловой энергии, а также процессы распространения теплоты являются техническая термодинамика и теория теплообмена.

2. Термодинамическая система

Термодинамическая система – тело или система тел, отделенные от других объектов либо реальными стенками, либо мысленно и являющиеся объектом анализа в данном конкретном случае.

3. Виды термодинамических систем

- Открытые – могут обмениваться с объектами окружающей среды веществом и энергией
- Закрытые – могут обмениваться с объектами окружающей среды только энергией
- Изолированные – не могут обмениваться с объектами окружающей среды ни веществом, ни энергией (идеализация)
- Проточные – в одном направлении могут обмениваться с объектами окружающей среды веществом и энергией, в другом направлении – только энергией (трубы, каналы)

4. Термодинамическое состояние

Совокупность физических величин, по которым можно отличить данную систему от других, а также проследить за изменениями, возникающими в системе при ее взаимодействии с окружающей средой, характеризует состояние термодинамической системы.

Если на термодинамическую систему не действуют объекты окружающей среды, то она самопроизвольно переходит в состояние, которое называется равновесным. В этом состоянии система может находиться сколь угодно долго. Самопроизвольно система из равновесного состояния выйти не может, для этого необходимо внешнее воздействие. В этом состоянии в системе отсутствуют какие-либо процессы, неоднородности. Происходят только флуктуации – микроскопические отклонения от состояния равновесия.

Если состояние системы поддерживается посредством внешних воздействий, то такое состояние называется неравновесным. При прекращении воздействия на систему она самопроизвольно выходит из неравновесного состояния.

Если значения параметров состояния системы с течением времени не изменяются и при этом в ней протекают различные процессы, то такое состояние называется стационарным.

1.2 Лекция № 2 (2 часа)

Тема: «Законы термодинамики»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Внутренняя энергия
2. Теплота
3. Работа
4. Первый закон термодинамики
5. Второй закон термодинамики

1.2.2 Краткое содержание вопросов

1. Внутренняя энергия

Внутренняя энергия – та часть полного запаса энергии термодинамической системы, которая не связана с положением системы в поле внешних сил и с ее движением относительно тел окружающей среды.

Внутренняя энергия системы включает в себя:

- кинетическую энергию поступательного, вращательного и колебательного движения частиц;
- потенциальную энергию взаимодействия частиц;
- энергию электронных оболочек атомов;
- внутриядерную энергию.

В большинстве тепловых энергетических процессов две последние составляющие остаются неизменными. Поэтому под внутренней энергией обычно понимают энергию хаотического движения молекул и атомов, включающую энергию поступательного, вращательного и колебательного движений как молекулярного, так и внутримолекулярного, а также потенциальную энергию сил взаимодействия между молекулами.

2. Теплота

Теплота – энергия, передаваемая в форме тепловой энергии.

3. Работа

Работа – количество энергии, переданной от системы к окружающей среде, или наоборот, определенным способом.

4. Первый закон термодинамики

Первый закон термодинамики: изменение внутренней энергии термодинамической системы равно алгебраической сумме внешних воздействий.

5. Второй закон термодинамики

Второй закон термодинамики говорит о направлении протекания процессов в природе

- Теплота не может самопроизвольно переходить от менее нагретого тела к более нагретому (Клаузиус).

- Осуществление вечного двигателя второго рода невозможно (Оствальд).

Работа самопроизвольно, полностью превращается в теплоту. Превращение теплоты в работу самопроизвольно невозможно; при этом в работу всегда переходит только часть тепловой энергии.

1.3 Лекция № 3 (2 часа)

Тема: «Термодинамические процессы и циклы»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Термодинамический процесс
2. Виды термодинамических процессов
3. Термодинамические циклы
4. Виды термодинамических циклов
5. Цикл Карно
6. Теоремы Карно

1.3.2 Краткое содержание вопросов

1. Термодинамический процесс

Термодинамический процесс – изменение значения хотя бы одного параметра состояния системы.

2. Виды термодинамических процессов

Термодинамический процесс, протекающий с бесконечно малым отклонением системы от равновесного состояния, называется равновесным (идеализация).

При этом система проходит ряд бесконечно близких состояний, каждое из которых является равновесным. Поэтому равновесные процессы также называют квазистатическими.

Равновесными процессами можно считать медленно протекающие процессы.

Обратимым называется такой процесс, при котором после его окончания как систему, так и окружающую среду можно вернуть в исходное состояние через те же промежуточные равновесные состояния, что и при прямом ходе.

3. Термодинамические циклы

Цикл (круговой процесс) – последовательность процессов, в результате которых система, пройдя через ряд состояний, возвращается в исходное состояние.

4. Виды термодинамических циклов

Прямые циклы:

- в результате цикла система совершает полезную работу
- на диаграмме идут по часовой стрелке
- работа расширения больше работы сжатия
- по прямым циклам работают тепловые машины

Обратные циклы:

- для совершения цикла необходима работа внешних сил
- на диаграмме идут против часовой стрелки
- работа расширения меньше работы сжатия
- по обратным циклам работают холодильные установки

5. Цикл Карно

Цикл Карно – цикл, состоящий из двух изотермических и двух адиабатических процессов.

6. Теоремы Карно

Теоремы Карно:

1. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины не зависит от свойств рабочего тела.

2. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины определяется только температурами нагревателя и охладителя.
3. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины больше коэффициента полезного действия реальной тепловой машины, работающей в тех же условиях.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении»

2.1.1 Цель работы: определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении

2.1.2 Задачи работы:

1. Освоить методику экспериментального определения теплоемкости веществ
2. Оценить погрешность результатов измерений

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная установка для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении

2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Убедиться, что регулятор напряжения блока питания повернут против часовой стрелки до упора.
2. Включить питание установки тумблером «Сеть», измеритель температуры тумблером 6, компрессор тумблером 2.
3. Включить питание нагревателя источником питания 3 и установить значение напряжения $U_n = 3$ В.
4. Через 4-5 минут (по достижении стационарного режима, т.е. когда показания приборов не будут меняться значительно) произвести отсчет температур t_1 и t_2 по измерителю ТРМ200, снять показания ротаметра 4, а также значения напряжения и тока на источнике питания. Результаты занести в таблицу измеренных величин.
5. Повторить измерения не менее пяти раз, установив другие значения напряжения на нагревателе (но не более 7 В).
6. Выключить приборы и установку, повернуть регулятор напряжения блока питания против часовой стрелки до упора.

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: «Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении жидкого олова»

2.2.1 Цель работы: определение изменения энтропии при фазовом переходе первого рода на примере кристаллизации олова из расплава при его охлаждении. Определение теплоты кристаллизации олова из закона сохранения энергии.

2.2.2 Задачи работы:

1. Изучить методику экспериментального определения удельной теплоты кристаллизации веществ
2. Изучить методику экспериментального определения изменения энтропии

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная установка для определения удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении жидкого олова

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. С помощью подъемного устройства опустить ампулу с оловом в электрическую печь.
2. Включить питание установки.
3. Включить питание печи. Включить регулятор температуры. Ручку регулятора температуры повернуть по часовой стрелке на половину оборота.
4. Тумблером включить измеритель температуры.
5. При достижении температуры ампулы 240-250 °С поднять ампулу из печи и зафиксировать ее крепежным винтом подъемного устройства.
6. Выключить питание печи.
7. Для увеличения темпа остывания образца включить вентилятор.
8. Включить секундомер и произвести измерения температуры олова при его охлаждении до $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ через равные промежутки времени (10 сек.).
9. Выключить приборы и установку.
10. Построить график $\ln \theta = f(\tau)$.
11. Определить по графику время кристаллизации (горизонтальный участок).
12. Определить по графику температуру кристаллизации (горизонтальный участок).
13. Определить по графику темп охлаждения (находится как модуль тангенса угла наклона прямой на участке охлаждения после кристаллизации).
14. Произвести необходимые вычисления.
15. Сделать вывод.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3.1 Практическое занятие № 1 (2 часа).

Тема: «Реальные газы и пары»

3.1.1 Задание для работы:

1. Реальный газ
2. Свойства реальных газов
3. Уравнение Ван-дер-Ваальса
4. Изотермы Ван-дер-Ваальса
5. Анализ уравнения Ван-дер-Ваальса
6. Водяной пар
7. Параметры водяного пара
8. Диаграммы водяного пара
9. Таблица водяного пара

3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

Беседа по вопросам занятия; решение задач по теме занятия.

3.1.3 Результаты и выводы:

Усвоены свойства реальных газов и водяных паров.

3.2 Практическое занятие № 2 (2 часа).

Тема: «Течение и дросселирование газов и паров»

3.2.1 Задание для работы:

1. Истечение
2. Первый закон термодинамики в применении к потоку движущегося газа
3. Работа проталкивания, располагаемая работа

4. Сопла, диффузоры
5. Сопло Лаваля
6. Дросселирование
7. Эффект Джоуля-Томсона
8. Дросселирование идеального и реального газов

3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Беседа по вопросам занятия; решение задач по теме занятия.

3.2.3 Результаты и выводы:

Усвоены закономерности течения газов и паров по различным каналам. Рассмотрен процесс дросселирования и его практическое использование.

3.3 Практическое занятие № 3 (2 часа).

Тема: «Тепловые машины и их циклы»

3.3.1 Задание для работы:

1. Двигатели внутреннего сгорания
2. Газотурбинные установки
3. Паросиловые установки
4. Атомные силовые установки
5. Методы безмашинного преобразования энергии

3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Беседа по вопросам занятия; решение задач по теме занятия.

3.3.3 Результаты и выводы:

Изучены конструкция, принцип действия, преимущества и недостатки различных типов тепловых машин.