Документ подписан квалифицированной электронной подписью
Сертификат: 034A87BD00F2AB49B2458B5B3B04ABE36
Владелец: "АНО ВО «РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»"
Действителен: с 02.12.2021 по 02.12.2022

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Российский новый университет»
(АНО ВО «Российский новый университет»)

Елецкий филиал

Отделение среднего профессионального образования

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для оценки результатов освоения учебной дисциплины
ОП. 05 Теплотехника

основной профессиональной образовательной программы
по специальности 08.02.04 «Водоснабжение и водоотведение»

Программа подготовки специалистов среднего звена
(базовая подготовка)

Елец
2022 год

Одобрена
предметной (цикловой)
комиссией информационных и технических дисциплин

Рабочая программа учебного модуля разработана на основе ФГОС СПО 08.02.04 «Водоснабжение и водоотведение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 3 от 10.01.2018 г.

Протокол №__1__
от «10» 11 2022 г.
Председатель предметной
(цикловой) комиссии
_____/А.С. Лабузов

Начальник отделения СПО
_____/ О.В. Рыжкова

Составитель (автор): И.В. Дарда, д.т.н., профессор.

ПАСПОРТ
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Область применения фондов оценочных средств

Фонды оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины «Теплотехника» основной профессиональной образовательной программы по специальности 08.02.04 «Водоснабжение и водоотведение».

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01. - ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.1, ПК 2.2.	У1 - рассчитывать теплообменные процессы; У2 - производить расчеты нагрева и теплообмена в камерах построения установок для аддитивного производства	З1 - основные законы теплообмена и термодинамики; З2 - методы получения, преобразования и использования тепловой энергии; З3 - способы переноса теплоты, устройство и принципы действия теплообменных аппаратов, силовых установок и других теплотехнических устройств; З4 - тепловые процессы, происходящие в аппаратах и машинах; З5 - устройство и принцип действия камер построения тепловых установок; З6 - закономерности процессов теплообмена.

1.2 Система контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины

1.2.1. Формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине

Учебная дисциплина	Формы промежуточной аттестации
Теплотехника	Дифференцированный зачет

1.2.2. Организация текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения программы учебной дисциплины.

Текущий контроль знаний и умений осуществляется по результатам устных ответов обучающегося, тестирования, выполнения практических заданий.

Дифференцированный зачет проводится согласно графику учебного процесса. Материалы составляются на основе рабочей программы учебной дисциплины и охватывают его наиболее актуальные разделы и темы, изученные учащимися.

Форма проведения дифференцированного зачета по дисциплине – устная.

В основные критерии оценки уровня подготовки студента входят: уровень освоения материала, предусмотренного учебной программой по дисциплине; умения использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Уровень подготовки оценивается в баллах (критерии оценки прилагаются): 5 (отлично); 4 (хорошо); 3 (удовлетворительно); 2 (неудовлетворительно).

Оценка, полученная на экзамене, заносится преподавателем в зачетную книжку.

Критерии оценивания:

Предлагаемые критерии носят рекомендательный характер:

Оценка *«отлично»* ставится студентам, которые:

-демонстрируют высокий уровень усвоения материала, предусмотренного учебной программой дисциплины;

- показывают усвоение основной учебной литературы по всем разделам программы;

- демонстрируют уровень знаний и умений, позволяющих студенту решать типовые ситуационные задачи;

- владеют научной терминологией согласно темам;

-обоснованно, четко, полно излагают ответ;

- отвечают на дополнительные вопросы;

- обладают достаточно высоким уровнем информационно - коммуникативной культуры;

- при ответе на вопросы по экзаменационной теме не допускают ошибок и неточностей в изложении материала;

- не допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы билета.

Оценка *«хорошо»* ставится студентам, которые:

- показывают прочные знания материала, предусмотренного учебной программой дисциплины;

- показывают усвоение основной учебной литературы по всем разделам программы;

- допускает неточности в обоснованности ответа при решении типовых ситуационных задач;

- владеют научной терминологией согласно темам;

- отвечают на дополнительные вопросы;

- при ответе на вопросы по экзаменационной теме допускают неточности в изложении материала;

- не допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы билета.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится студентам, которые:

- показывают знания только основного программного материала по дисциплине;

- в научной терминологии согласно темам допускают ошибки;

- допускают ошибки в обоснованности ответа при решении ситуационных задач;

- при ответе на дополнительные вопросы допускают неточности.

- допускают не принципиальные ошибки в ответе на вопросы билета.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые:

- показывают фрагментарные знания основного программного материала;

- не владеют всей научной терминологией по дисциплине;

-демонстрируют обрывочные знания теории и практики по предмету;

- не могут решить знакомую проблемную ситуацию даже при помощи преподавателя;

-допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы билета.

1.3. Комплект материалов для оценки сформированности освоения умений и усвоения знаний

Задания включают перечень вопросов, охватывающих весь период изученного материала, включая задания самостоятельной работы.

1.4. Контроль и оценка освоения учебой дисциплины по разделам

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые У, З	Форма контроля	Проверяемые компетенции
Раздел 1. Основы технической термодинамики				
Тема 1.1. Основные сведения по оформлению чертежей	Тестирование	З2, З3, У1	Дифференцированный зачет	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.1, ПК 2.2.
Тема 1.2. Первый закон термодинамики	Тестирование, практическая работа 1	З2, З3, З4, У1		
Тема 1.3. Основные термодинамические процессы и параметры состояния	Тестирование, практическая работа 2	З2 – З6, У1, У2		
Тема 1.4. Термодинамические процессы водяного пара.	Тестирование	З1, З2, З3, З4, У1, У2		
Тема 1.5. Второй закон термодинамики	Тестирование, практические работы 3, 4	З2 – З6, У1, У2		
Тема 1.6. Термодинамика газовых теплосиловых установок.	Тестирование	З2, З3, У1, У2		
Тема 1.7. Термодинамика паровых теплосиловых установок	Тестирование	З1, З2, З3, З4, У1, У2		
Тема 1.8. Термодинамика холодильных установок	Тестирование	З1, З2, З3, У1, У2		
Раздел 2. Основы теплообмена				
Тема 2.1. Конвективный теплообмен	Тестирование, практическая работа 2	З2 – З6, У1 У2,	Дифференцированный зачет	ОК 01 - ОК 09, ПК 1.1, ПК 2.1,

Тема 2.2. Перенос теплоты теплопроводностью	Тестирование	З1, З2, З3, У1, У2	ПК 2.2.
Тема 2.3. Основы теории подобия	Тестирование	З2 – З4, У1, У2	
Тема 2.4. Теплофизические основы теплообмена излучением	Тестирование	З3, З4, У1, У2	

2. Задания для контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины

3.2.1 Типовые задания для оценки умений У1, У2, знаний З1, З2, З3, З4, З5, З6 (текущий контроль)

1) Задания в тестовой форме (пример) 1. Назовите термические параметры состояния

1. масса, плотность, удельный вес
2. давление, удельный объем, температура
3. работа, теплоемкость, теплота
4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная

Правильный ответ: 2

2. Уравнение состояния идеального газа

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$PV = mRT$$

$$L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

1.
2.
3.
4.

Правильный ответ: 3

2) Индивидуальные задания (пример)

1. Установите соответствие между процессом и показателем политропы

Процесс	Показатель политропы
1. Изохорный	А. n = к
2. Изобарный	Б. n = 1
3. Изотермный	В. n = 0
	Г. n = ± ∞

2. Соответствие между видом теплообмена и законом

Вид теплообмена	Закон
1. Теплопроводность	А.Закон Стефана-Больцмана
2. Теплоотдача	Б. Закон Фурье
3.Излучательная способность абсолютно черного тела	В. Закон Кирхгофа
	Г. Закон Ньютона - Рихмана

3) Устный зачет по теме (пример)

1. Дать понятие идеальный газ, реальный газ.
2. Параметры состояния газа.
3. Виды давлений.
4. Абсолютное давление. Абсолютное давление в сосуде, если оно превышает атмосферное.
5. Абсолютное давление. Абсолютное давление в сосуде, если оно ниже атмосферного.
6. Ввести основные понятия – газовых законов.
7. Закон Бойля-Мариотта.
8. Закон Гей-Люссака.
9. Закон Шарля.
10. Закон Авогадро.
11. Следствия закона Авогадро.
12. Уравнение состояния идеального газа.
13. Универсальная газовая постоянная. Газовая постоянная.
14. Газовые смеси.
15. Способы задания смесей.
16. Плотность газовой смеси.
17. Кажущаяся молекулярная масса смеси.
18. Парциальное давление смеси.
19. Газовая постоянная смеси.
20. Первый закон термодинамики.
21. Термодинамический процесс.
22. Внутренняя энергия.
23. Работа процесса.
24. Теплота процесса.

4) Выполнение самостоятельной работы (решение задач) (пример)

1. Задача.
   Найти абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает P = 0,13 МПа. Атмосферное давление по показаниям ртутного барометра составляет B = 680 мм рт. ст. (90660 Па) при t = 25 0C.
2. Задача.
   Газовая смесь общей массой m=17 кг, состоящая из кислорода m_1=10 кг, μ_1=32 кг/(кмоль); и азота m_2=7 кг, μ_2=28 кг/(кмоль).
   Определить:
   - массовые доли
   - кажущуюся молярную массу
   - газовую постоянную смеси

- удельный объем газовой смеси при давлении $P=10^5$Па и температуре T=273 К

3. Задача.

Дана газовая смесь следующего состава:

- $r_{CO2}=0,1$
- $r_{N2}=0,8$
- $r_{H2O}=0,1$

Определить среднюю объемную теплоемкость заданной смеси при изобарном нагревании ее от от $t_1=200^0$C до $t_2=1200^0$C. Зависимость теплоемкости от температуры нелинейная.

3.2.2 Типовые задания для оценки умений У1, У3, знаний З1, З2

1) Практическая работа №1

Тема: «Основные параметры состояния рабочего тела»

1. Цель работы

1.1. Закрепление теоретических знаний по теме «Параметры состояния рабочего тела»;

1.2. Закрепление практических навыков по расчету основных параметров состояния рабочего тела;

1.3. Получение и закрепление практических навыков работы со справочными материалами.

2. Теоретическая часть

Техническая термодинамика изучает процессы взаимного преобразования теплоты и работы в тепловых двигателях и установках при помощи вещества (газа, пара), называемого рабочим телом. Физическое состояние рабочего тела характеризуется величинами, которые называются термодинамическими параметрами.

Термодинамической системой называют тело или совокупность тел, свойства которых являются объектом исследования. Все тела, находящиеся вне границ рассматриваемого тела, или их совокупности называют окружающей средой.

Система, которая не может обмениваться энергией с окружающей средой, называется энергетически изолированной. Если же система не может обмениваться только теплотой, она называется адиабатно изолированной.

Под влиянием различного рода энергетических воздействий окружающей среды в термодинамической системе происходит изменение термодинамического состояния тел, например, температуры, давления и др., т.е. происходит термодинамический процесс.

В качестве основных термодинамических параметров принимают удельный объем, абсолютное давление и абсолютную температуру.

2.1 Удельный объем

Удельный объем (v) тела представляет собой объем единицы массы, $м^3$/ кг.

$$v = V / m, \quad (1)$$

где V - объем, занимаемый телом, $м^3$; m – масса тела, кг.

Плотность (ρ) - величина, обратная удельному объему, представляет собой массу единицы объема, кг /$м^3$.

$$\rho = m / V \quad (2)$$

2.2 Давление и разрежение

Давление газа обусловливается совокупностью ударов беспорядочно движущихся молекул о стенки сосуда, в котором заключен газ, и представляет собой нормальную составляющую силы F, действующей на единицу площади поверхности S стенки:

$$P = F / S \quad (3)$$

В Международной системе единиц (СИ) давление (Р) измеряют в паскалях (Па). Паскаль равен давлению, вызываемому силой 1 ньютон (Н), равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью 1 м^2.

$$1\ \text{Па} = 1\ \frac{H}{M^2}$$

Эта единица очень мала. Для практических целей удобнее использовать более крупные величины:

1 кПа = 10^3 Па; 1 МПа = 10^6 Па; 1 ГПа = 10^9 Па; 1 бар = 10^5 Па.

На практике часто используют внесистемные единицы:

1 ат = 1 кгс/см^2 = 735,6 мм рт. ст. = 10 000 мм вод. ст.= 98,0665 кПа;

1 атм = 760 мм рт. ст. = 10 332 мм вод. ст. = 101,325 кПа;

1 мм вод. ст. = 1 кгс/м^2 = 9,81 Па;

1 мм рт. ст. = 133,3 Па

Для измерения давления используют следующие средства измерений: атмосферного – барометры, выше атмосферного – манометры, ниже атмосферного – вакуумметры.

Давление, превышающее атмосферное, называют избыточным $P_{изб}$. Действительное давление рабочего тела в сосуде называется абсолютным $P_{абс}$.

Абсолютное давление подсчитывают по формулам:

$$P_{абс} = P_{изб} + P_{атм}, \quad (4)$$

$$P_{абс} = P_{атм} - P_{вак}, \quad (5)$$

где $P_{атм}$ — атмосферное или барометрическое давление, измеряемое барометром;

$P_{изб}$ – избыточное давление, измеряемое манометром;

Рвак – вакуумметрическое давление (разряжение), измеряемое вакуумметром.

При измерении давления высотой ртутного столба следует иметь в виду, что показание прибора зависит от температуры. Это учитывается приведением высоты столба ртути к 0°С по следующему соотношению:

$$P_0 = P_t\ (1—0{,}000172\ t), \quad (6),$$

где P_0 - показание прибора, приведенное к 0°С, мм рт. ст.;

P_t - действительная высота ртутного столба при температуре воздуха t °С, мм рт. ст.;

0,000172 - коэффициент объемного расширения ртути.

2.3 Температура

Температура характеризует степень нагретости тела и является количественной мерой интенсивности теплового движения молекул. Ее измеряют либо по термодинамической температурной шкале, либо по международной практической температурной шкале. В качестве точки отсчета взята тройная точка воды (температура, при которой все три фазы воды - твердая, жидкая и газообразная находятся в равновесии), которой присвоены значения 273,16 К и 0,01°С. Нижним пределом шкалы является абсолютный нуль (температура, при которой прекращается тепловое движение молекул).

Температуру по международной практической температурной шкале, отсчитываемую от 0°С, обозначают через t (единица измерения – градус Цельсия), а температуру по абсолютной шкале, отсчитываемую от температуры абсолютного нуля, обозначают через Т и называют абсолютной температурой (единица измерения - Кельвин).

Зависимость между абсолютной температурой и температурой по шкале Цельсия следующая:

$$T = t + 273{,}16 \quad (7)$$

Для измерения температуры применяют также шкалу Фаренгейта (°F), Реомюра (°R), Ренкина (°Ra). Соотношения между ними:

$$t\ ^\circ F = 1{,}8\ t\ ^\circ C + 32; \quad t\ ^\circ R = 0{,}8\ t\ ^\circ C; \quad t\ ^\circ Ra = 1{,}8\ t\ ^\circ C + 273{,}16 \quad (8)$$

Под нормальными физическими условиями понимается состояние рабочего вещества при давлении $P_{абс}$ = 760 мм рт. ст. и температуре 0°С. Если объем газа приведен к нормальным условиям, то его принято обозначать Vн.

3. Задания для дифференцированного зачета.

Задача 3.1

Давление воздуха по ртутному барометру равно 770 мм при 0°С. Выразить это давление в барах и паскалях.

Решение:

1мм рт. ст. = 133,3 Па; 770 мм рт. ст. =102700 Па = 1,027 бар.

Ответ: 133,3 Па; 1,027 бар.

Задача 3.2

Определить абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает Р=1,3 бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 680 мм при t = 25°С.

Решение:

Показание барометра получено при температуре t = 25°С. Это показание необходимо привести к 0 ºС по уравнению (5):

$$P_o = P_t (1 - 0{,}000172\ t) = 680 - 0{,}9957 = 677{,}1 \text{ мм рт. ст.}$$

Абсолютное давление пара в котле по формуле (4)

$P_{абс} = 130000 + 677{,}1 \cdot 133{,}3 = 0{,}22$ МПа.

Ответ: $P_{абс}$ =0,22 МПа.

Задача 3.3

Давление в паровом котле Р = 0,4 бар при барометрическом давлении 725 мм рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до 785 мм рт. ст., а состояние пара в котле останется прежним?

Барометрическое давление приведено к 0 °С.

Решение:

Абсолютное давление в котле:

$$P_{абс} = 400000 + 725 \cdot 133{,}3 = 136642 \text{ Па.}$$

Избыточное давление при показании барометра 785 мм рт. ст.

$$P_{изб} = 136642 - 785 \cdot 133{,}3 = 32000 \text{ Па} = 32 \text{кПа}$$

Ответ: $P_{изб}$ =32кПа.

Задача 3.4

Ртутный вакуумметр, присоединенный к сосуду, показывает разрежение 420 мм при температуре ртути в вакуумметре t = 20 °С. Давление атмосферы по ртутному барометру 768 мм при температуре t = 18 °С. Определить абсолютное давление в сосуде.

Решение:

Приводим показания вакуумметра и барометра к температуре ртути 0 °С по уравнению (5):

$$P_{вак} = 420\ (1—0{,}000172 \cdot 20) = 418{,}5 \text{ мм рт. ст.}$$

$$P_{атм} = 768\ (1—0{,}000172 \cdot 18) = 765{,}6 \text{ мм рт. ст.}$$

Абсолютное давление в сосуде по формуле (4)

$$P_{абс} = 765{,}6 - 418{,}5 = 347{,}1 \text{ мм рт. ст.} = 46{,}3 \text{ кПа.}$$

Ответ: $P_{абс}$ =46,3 кПа.

Задача 3.5

Водяной пар перегрет на 45°С. Чему соответствует этот перегрев по термометру Фаренгейта?

Решение:

При переводе разности температур, выраженной градусами шкалы Цельсия, в градусы Фаренгейта и наоборот надо исходить только из цены деления того и другого термометров. Поэтому формула (7) принимает следующий вид:

$$\Delta t\ ^oF = 8{,}1 \cdot \Delta t\ ^oC + 32.$$

Следовательно, для нашего случая

$$\Delta t\ ^oF = 8{,}1 \cdot 45 + 32 = 113^oF$$

Ответ: $\Delta t\ ^oF = 113\ ^oF$

Задача 3.6

Определите абсолютное давление в конденсаторе, если вакуумметр, установленный на нем, показывает разрежение $P_{разр}$=660 мм рт. ст. Показание барометра $P_{атм}$=744 мм рт. ст.

Решение.

Абсолютное давление находим по формуле (4):

$$P_{абс} = P_{атм} - P_{вак.}$$

Таким образом, $P_{абс} = \frac{744-660}{7{,}5024 * 10^{-3}} = 11196\ (Па) \approx 12\ кПа.$

Ответ: $P_{абс} \approx 12$ кПа.

Задача 3.7

Определите массу воздуха в баллоне V=10л, если его плотность составляет ρ=2,56 кг/м^3.

Решение.

Массу воздуха находим по формуле (2):

$$M = V * \rho = 0{,}010 * 2{,}56 = 0{,}0256 \text{ кг}.$$

Ответ: M = 0,0256 кг.

Задача 3.8

Масса 1 м^3 метана при определенных условиях составляет 0,7 кг. Определить плотность и удельный объем метана при этих условиях.

Ответ: ρ = 0,7 кг/м^3; v = 1,429 м^3/кг.

Задача 3.9

Плотность воздуха при определенных условиях равна 1,293 кг/м^3.
Определить удельный объем воздуха при этих условиях.

Ответ: v = 0,773 м^3/кг.

Задача 3.10

В сосуде объемом 0,9 м^3 находится 1,5 кг окиси углерода. Определить удельный объем и плотность окиси углерода при указанных условиях.

Ответ: ν = 0,6 м^3/кг; ρ = 1,67 кг/м^3.

Задача 3.11

Давление воздуха, измеренное ртутным барометром, равно 765 мм при температуре ртути 20°С. Выразить давление в барах.

Ответ: P = 1,02 бар.

Задача 3.12

Определить абсолютное давление газа в сосуде, если показание ртутного манометра равно 500 мм рт. ст., а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 750 мм. Температура воздуха в месте установки приборов равна 0°С.

Ответ: $P_{абс}$ = 1,667 бар = 0,1667 МПа.

Задача 3.13

Определить абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает 2,45 бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 700 мм при t = 20 ºС.

Ответ: P = 3,38 бар.

Задача 3.14

Какой высоте водяного столба соответствует 1 мм рт. ст.?

Ответ: h = 13,6 мм вод. ст.

Задача 3.15

Какой высоте водяного столба соответствует давление равное 1 кгс/м^2?

Ответ: h = 1 мм вод. ст.

Задача 3.16

Определить абсолютное давление в конденсаторе паровой турбины, если показание присоединенного к нему ртутного вакуумметра равно 705 мм рт. ст., а показание ртутного барометра, приведенное к 0°С, 747 мм. Температура воздуха в месте установки приборов t = 20°С.

Ответ: P = 5900 Па.

Задача 3.17

Разрежение в газоходе парового котла измеряется тягомером с наклонной трубкой. Угол наклона трубки α = 30°. Длина столба воды, отсчитанная по шкале, 160 мм. Определить абсолютное давление газов, если показание ртутного барометра, приведенное к 0ºС составляет, 740 мм.

Ответ: P = 734,1 мм рт. ст.

Задача 3.18

Для предупреждения испарения ртути, пары которой оказывают вредное действие на человеческий организм, обычно при пользовании ртутными манометрами над уровнем ртути наливают слой воды. Определить абсолютное давление в сосуде, если разность столбов ртути в U-образном манометре составляет 580 мм при температуре ртути 25°С, а высота столба воды над ртутью - 150 мм. Атмосферное давление по ртутному барометру равно 770 мм при температуре 25°С.

Ответ: P = 1,81 бар.

Задача 3.19

В трубке вакуумметра высота столбика ртути составляет 570 мм при температуре ртути 20°С. Над ртутью находится столбик воды высотой 37 мм. Барометрическое давление воздуха составляет 728 мм рт. ст. при 15°С.

Определить абсолютное давление в сосуде.

Ответ: P = 155,4 мм рт. ст.

Задача 3.20

Для измерения расхода жидкостей и газов используют дроссельные диафрагмы. Вследствие дросселирования жидкости при прохождении через диафрагму давление ее за диафрагмой всегда меньше, чем перед ней. По разности давлений перед и за диафрагмой, измеряемой дифференциальным U-образным манометром, можно определить массовый расход жидкости (килограмм в секунду) по формуле:

$$G = a\, f\, \sqrt{2\,(P_1 - P_2)\,\rho},$$

где a - коэффициент расхода, определяемый экспериментально: при ламинарном режиме - a = 0,5; при турбулентном – a = 0,5 - 0,82; f - площадь входного отверстия диафрагмы, м^2;

P_1 - P2 - перепад давления на диафрагме, Па; ρ - плотность жидкости, протекающей по трубе, кг/м^3.

Определить массовый расход воды, измеренный при помощи дроссельного устройства, если а = 0,8; показание дифференциального манометра 84 мм рт. ст.; ρ = 1000 кг/м^3, а диаметр входного отверстия диафрагмы 10 мм.

Ответ: G = 1,89 кг/с.

Задача 3.21

Присоединенный к газоходу парового котла тягомер показывает разрежение, равное 80 мм вод. ст. Определить абсолютное давление дымовых газов, если показание барометра при температуре 0°С равно 770 мм рт. ст.

Ответ: Р = 764,1 мм рт. ст.

Задача 3.22

Тягомер показывает разрежение в газоходе, равное 42 мм вод. ст. Атмосферное давление по ртутному барометру 757 мм рт. ст. при t = 15°С.

Определить абсолютное давление дымовых газов.

Ответ: Р = 751,95 мм рт. ст.

Задача 3.23

Определить абсолютное давление в газоходе котельного агрегата при помощи тягомера с наклонной трубкой. Жидкость, используемая в тягомере, спирт с плотностью ρ = 800 кг/м3. Отсчет по наклонной шкале 200 мм. Угол наклона трубки α = 30°. Барометрическое давление 745 мм рт. ст. (приведено к 0°С).

Ответ: Р = 739 мм рт. ст.

Задача 3.24

Температура пара, выходящего из перегревателя парового котла, равна 950°F. Перевести эту температуру в °С.

Ответ: t = 510°С.

Задача 3.25

Какая температура в градусах Фаренгейта соответствует абсолютному нулю?

Ответ: t = - 459°F.

Задача 3.26

Определить барометрическое давление на высоте 9500 м, если известно, что давление на уровне моря составляет 740 мм рт. ст. при 15°С.

Ответ: Р = 0,276·105 Па.

Задача 3.27

Манометр показывает, что давление в баллоне, заполненном кислородом, составляет 40 ат. Определить избыточное давление кислорода в баллоне при подъеме его на высоту 6000 м, если барометрическое давление на уровне моря 770 мм рт. ст. при температуре окружающей среды 30°С.

Ответ: Р = 3,97 МПа.

Задача 3.28

В помещении, где установлена барокамера, давление по водяному манометру 50 мм вод. ст. Барометр, установленный вне помещения, показывает 750 мм рт. ст. при 30°С. В барокамере создан вакуум 180 мм рт. ст. Найти абсолютное давление в барокамере.

Ответ: Р = 76 кПа.

Задача 3.29

Определите абсолютное давление в конденсаторе паровой турбины, если показание присоединенного к нему ртутного вакуумметра 94 кПа (705 мм рт. ст.), а показание ртутного барометра, приведенное к температуре 0^0С составляет 99,6 кПа (747 мм рт. ст.). Температура в месте установки прибора 20^0С.

Ответ: 60 кПа.

Задача 3.30

Определите абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает 0,245 МПа, а атмосферное давление по ртутному барометру 700 мм рт. ст. (93325 Па) при температуре ртути 20^0С.

Ответ: 0,338 МПа.

Задача 3.31

Определите массу воздуха, заключенного в баллоне емкостью 400 л, если плотность воздуха при некоторых давлении и температуре ρ=28,6 кг/м^3.

Ответ: m=11,44 кг.

Задача 3.32

Манометр показывает давление 800 мм вод. ст. при барометрическом давлении 780 мм рт. ст. При другом наблюдении показания приборов оказались соответственно 600 мм вод. ст. и 795 мм рт. ст. Как изменилось абсолютное давление?

Ответ: $P_{абс}$=0,112 МПа. Не изменилось.

Задача 3.33

Определите силу, действующую на поршень диаметром d=150мм, если давление в цилиндре P=49*10^5 Па.

Ответ: F=9 т.

Задача 3.34

Определите вакуум в конденсаторе, если абсолютное давление 0,049 МПа, а барометрическое 750 мм рт. ст.

Ответ: $P_{разр}$=0,051 МПа.

Задача 3.35

Определите какой объем занимает 1,3 кг воздуха при давлении P=1*10^5Па и температуре 373 К, если при P=1*10^5Па и T=288 К плотность воздуха ρ=1,19 кг/м^3.

Ответ: V=1,415 м^3.

Задача 3.36

Воздух массой 5 кг занимает объем V=2,7 м^3. Определите удельный объем и плотность воздуха в этом состоянии.

Ответ: ν = 0,54 м^3/кг; ρ = 1,85 кг/м^3.

4. Контрольные вопросы к дифференцированному зачету

1. Принципиальный путь получения работы в тепловых двигателях. Коэффициент полезного действия.
2. Рабочее тело и его основные параметры. Связь между ними. Диаграммы состояния.
3. Термодинамический процесс. Уравнение процесса и способы его задания.
4. Работа деформационная и техническая. Связь с процессами и состояниями.

5. Теплота. Физическое содержание. Способы определения. Связь с процессами и состояниями. Изображение в диаграммах состояния.

6. Теплоёмкость. Физический смысл. Способы определения. Связь с процессами и состоянием. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости.

7. Рабочая диаграмма состояний. Циклы прямой и обратный. Показатели их эффективности.

8. Первый закон термодинамики. Внутренняя Энергия физический смысл и способы определения.

9. Энтальпия, физический смысл и способы определения.

10. Закон сохранения энергии. Уравнение термодинамики для потока. Располагаемая работа.

11. Второй закон термодинамики, его физическое содержание и математическое следствие.

12. Энтропия, физический смысл, способ определения.

13. Тепловая диаграмма состояний, её особенности. Средне планиметрическая температура процесса.

14. Понятие об идеальном газе. Уравнение состояния. Газовые постоянные.

15. Смеси газов. Способы их задания. Определение термодинамических свойств смесей. Молекулярный вес смеси.

16. Калорические свойства идеального газа. Законы Джоуля и Майера.

17. Изохорный и изобарный процессы с идеальным газом.

18. Изотермический процесс с идеальным газом.

19. Адиабатный процесс с идеальным газом.

20. Политропные процессы. Уравнения процессов и соотношения параметров.

21. Работа и теплота в политропных процессах.

22. Исследование политропных процессов с помощью диаграмм состояния.

23. Особенности термодинамического поведения реальных газов и паров. Диаграмма - pV для водяного пара.

24. Критическое состояние вещества. Стабильные и метастабильные состояния вещества. Степень сухости влажного насыщенного пара.

25. Калорические свойства паров. Определение свойств влажного насыщенного пара.

26. TS - диаграмма состояний водяного пара.

27. Диаграмма состояний hs-водяного пара и её сокращённый вариант.

28. Изобарный процесс с водяным паром.

29. Адиабатный процесс с водяным паром.

30. Процесс дросселирования газов и паров.

31. Истечение газов и паров. Сопло и диффузор. Скорость истечения.

32. Профиль канала при истечении.

33. Расчёт сопла при адиабатном истечении.

34. Критическое отношение давлений при истечении.

35. Зависимость скорости и расхода от отношения давлений на канал разного профиля.

36. Циклы Карно: прямой, обратный, эквивалентный, регенеративный.

37. Сжатие газов и паров. Одноступенчатое сжатие.

38. Многоступенчатое сжатие. Выбор степени повышения давления на ступень.

39. Пароэнергетические установки, принцип действия. Преимущества. Цикл Карно на водяном пара и его недостатки.

40. Простейшая ПТУ, схема, принцип действия и цикл Ренкина.

41. Изображение цикла Ренкина в диаграммах состояния и удельный расход пара.

42. Термический КПД цикла Ренкина. Работа и тепловая нагрузка элементов схемы ПТУ.

43. Действительный цикл ПТУ. Внутренний относительный КПД.

44. Недостатки цикла Ренкина. Основные способы их ослабления Коэффициент использования теплоты.

45. Схема, принцип действия и условный цикл ПТУ с отборами пара для подогрева питательной воды. Сопоставление с циклом Ренкина.

46. Двигатели внутреннего сгорания. Классификация. Индикаторные диаграммы.

47. Условия получения теоретических циклов. Изображения и задания циклов ДВС в основных диаграммах состояния. Основное преимущество ДВС.

48. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты и его термический КПД.

49. Циклы Отто и Дизеля. Анализ циклов ДВС при одинаковой степени сжатия.

50. Недостатки циклов ДВС. Способы их ослабления.

51. Комбинированный цикл ДВС. Утилизация энергии отработавших газов.

52. Схема, принцип действия и цикл простейшей газотурбинной установки. Преимущества и недостатки цикла.

53. Термический КПД простейшей ГТУ. Влияние максимальной температуры цикла и утилизация теплоты отработавших газов.

54. Регенерация теплоты в ГТУ. Цикл и термический КПД регенеративной ГТУ.

55. Парогазовые смеси. Влажный воздух и его основные свойства. Приборы для их определения.

56. На" - диаграмма состояний влажного воздуха и решение основных задач на процессы с ним.

57. Термодинамические основы получения холода. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент.

58. Схема, принцип действия и цикл простейшей парокомпрессорной установки. Требования к хладогентам.

59. Холодопроизводительность и холодильный коэффициент парокомпрессорной установки. Мощность на привод компрессора.

60. Тепловой насос, схема, принцип действия и цикл. Динамическое отопление.

61. Теплоперенос и его простейшие виды, показатели эффективности.

62. Тепловая нагрузка поверхности и плотность теплового потока.

63. Основное уравнение теплопереноса. Температурный напор и термическое сопротивление.

64. Теплопроводность, схема переноса теплоты теплопроводностью.

65. Коэффициент теплопроводности, связь его с родом тела и параметрами. Теплоизоляторы.

66. Закон Фурье. Температурное поле и его характеристики.

67. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку. Многослойная стенка.

68. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи.

69. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия. Решение для одномерной плоской стенки.

70. Конвективный теплоперенос и теплоотдача соприкосновением. Формула Ньютона-Рихмана.

71. Коэффициент теплоотдачи и основные факторы, влияющие на его величину.

72. Пограничный слой среды и его влияние на коэффициент теплоотдачи.

73. Элементы теории теплового подобия. Моделирование. Условия подобия при стационарной теплоотдаче.

74. Критерии подобия для стационарной теплоотдачи. Условия однозначности.

75. Критериальное уравнение теплоотдачи. Порядок составления по экспериментальным данным.

76. Определение коэффициента теплоотдачи с помощью теории теплового подобия.

77. Теплоотдача при свободной конвекции в неограниченном объёме.

78. Теплоперенос через зазоры и щели.

79. Теплоотдача при движении среды в трубах и каналах.

80. Теплоотдача при поперечном обтекании труб и в их пучках.

81. Теплоотдача при кипении.

82. Теплоотдача при конденсации.

83. Теплообменные аппараты. Элементы теплового расчёта.

84. Расчётная разность температур. Схемы движения теплоносителей.

85. Интенсификация теплопередачи. Изоляция

86. Тепловое излучение. Схема переноса теплоты. Основные законы излучения. Степень черноты.

87. Лучистый теплообмен между твёрдыми телами. Приведенный коэффициент излучения.

88. Тепловой и парогенерирующий экраны.

89. Особенности излучения газов и паров. Спектр излучения.

90. Сложный теплообмен. Коэффициент сложной теплоотдачи.