Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волхонов Михаил Станиславович
Должность: Врио ректора
Дата подписания: 02.09.2024 15:14:31
Уникальный программный ключ:
b2dc75470204bc2bfec58d577a1b985ee223ea27559d43aa8c272df0610c6c81

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Утверждаю:
декан электроэнергетического факультета

Николай Александрович Климов
Подписано цифровой подписью: Николай Александрович Климов
Дата: 2024.06.14 15:57:19 +04'00'
_____ /А.В. Рожнов/

14 июня 2024 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Теплотехника»

Направление подготовки	35.03.06 Агроинженерия
Направленность (профиль)	Электрооборудование и электротехнологии
Квалификация выпускника	бакалавр
Формы обучения	очная, заочная
Сроки освоения ОПОП ВО	4 года, 4 г. 7 мес.

Караваево 2024

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Теплотехника».

Разработчик:
доцент кафедры экономики, управления и техносферной безопасности Смирнов А. Н._____

Алексей Николаевич Смирнов
Подписано цифровой подписью: Алексей Николаевич Смирнов
Дата: 2024.04.24 13:56:20 +03'00'

Утвержден на заседании кафедры экономики, управления и техносферной безопасности, протокол №8 от 24 апреля 2024 года.

Заведующий кафедрой _____ Т.М. Василькова

Татьяна Максимовна Василькова
Подписано цифровой подписью: Татьяна Максимовна Василькова
Дата: 2024.04.24 13:57:11 +03'00'

Согласовано:
Председатель методической комиссии электроэнергетического факультета протокол №5 от «13» июня 2024 года.

Яблоков А.С. _____

Алексей Сергеевич Яблоков
Подписано цифровой подписью: Алексей Сергеевич Яблоков
Дата: 2024.06.13 14:34:52 +03'00'

Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 1

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
Основы теории теплообмена	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий. ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Собеседование	66
		Тестирование	60
Техническая термодинамика		Собеседование	105
		Тестирование	126
		Защита РГР	30
Теплоэнерге-тические установки		Тестирование	16

1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий. ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	**Модуль 1. Основы теории теплообмена**	
	ИД-2$_{УК-1}$ Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Собеседование
	ИД-4$_{УК-1}$ Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. ИД-5$_{УК-1}$ Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи. ИД-1$_{ОПК-1}$ Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Тестирование
	Модуль 2. Техническая термодинамика	
	ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.	Собеседование
	ИД-3$_{УК-1}$ Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ИД-1$_{УК-2}$ Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	РГР
	ИД-2$_{УК-2}$ Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3$_{УК-2}$ Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4$_{УК-2}$ Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Тестирование
	Модуль 3. Теплоэнергетические установки	
	ИД-1$_{ОПК-5}$ Участвует в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Тестирование

Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

Модуль 1 «*Основы теории теплообмена*»

Вопросы для собеседования:

Тема: Теплопроводность

№1.Назовите известные Вам способы переноса теплоты в твердых телах, жидких и газообразных средах. Укажите механизм переноса теплоты в каждом случае.

№2. Дайте понятие теплопроводности. Приведите два практических примера процесса теплопроводности.

№3.Что называется температурным полем? Понятие стационарного и нестационарного температурного поля.

№4.Что называется градиентом температуры? Обозначение, единицы измерения, физический смысл.

№5. Что называется тепловым потоком, плотностью теплового потока? Их обозначение, взаимосвязь, единицы измерения

№6. Что характеризует коэффициент теплопроводности материала? Его обозначение и единицы измерения.

№7. Основной закон теплопроводности. Математическое выражение и формулировка

№8.Запишите выражение закона Фурье через тепловой поток. Поясните величины, входящие в него

№9.Запишите выражение закона Фурье для удельного теплового потока. Поясните величины, входящие в него

№10. Запишите термическое сопротивление теплопроводности плоских и цилиндрических стенок

№11.Коэффициент теплопроводности и его физический смысл. Факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности

№12. Как рассчитывается стационарная теплопроводность через однослойные плоские стенки? Пояснить величины, входящие в расчетное уравнение

№13. Коэффициент теплопроводности влажного или сухого воздуха больше и почему?

№14. Как рассчитывается стационарная теплопроводность через однослойные цилиндрические стенки?

№15. Как рассчитывается стационарная теплопроводность через многослойные цилиндрические стенки?

№16.Зависит ли коэффициент теплопроводности материала от величины теплового потока, проходящего через этот материал?

№17.Покажите график изменения температуры по толщине плоской стенки в системе координат ***t-x,*** указав направление теплового потока

№18.Каков закон распределения температуры по толщине цилиндрического слоя. Покажите в системе координат ***t-r.***

№ 19.Как рассчитывается стационарная теплопроводность через многослойные плоские стенки?

№ 20.Сформулируйте закон Фурье, приведите его математическое выражение и объясните смысл знака минус в этом законе.

№ 21.Запишите, как рассчитывается стационарная теплопроводность для двухслойной плоской стенки?

№ 22. Покажите график изменения температуры в системе координат ***t -x*** для двухслойной плоской стенки, если первый слой лучше второго проводит тепло.

Тема: *Конвективный теплообмен*

№1.Что называется теплоотдачей? Приведите два практических примера процесса теплоотдачи

№2. Сформулируйте и запишите основной закон конвективного теплообмена, поясните входящие в него величины.

№3. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи, и какие факторы влияют на его величину.
№4. Что называется конвекцией, виды конвекции, их влияние на процесс теплоотдачи.
№5. От каких факторов зависит интенсивность переноса теплоты от поверхности твердого тела к среде, обтекающей его.
№6.Запишите критериальное уравнение, описывающее процесс теплоотдачи при свободной конвекции.
№7.Запишите критериальное уравнение, описывающее теплоотдачу при вынужденной конвекции.
№8. Запишите, как рассчитывается критерий Нуссельта и что он характеризует?
№9. Запишите, как рассчитывается критерий Рейнольдса и что он характеризует?
№10.Что характеризует критерий Грасгофа и как он определяется?
№11.Что общего и в чем различие при расчете теплоотдачи в условиях естественной конвекции для вертикальной и горизонтальной трубы?
№12.Что характеризует критерий Прандтля и как он определяется?
№13.Запишите уравнение Ньютона-Рихмана и объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение. Какой теплообмен оно описывает?
№14.Какие режимы движения среды различают? Охарактеризуйте их влияние на процесс теплоотдачи.
№15.Какой критерий характеризует вынужденную конвекцию? Запишите формулу для его определения.
№16.Какой критерий характеризует свободную конвекцию? Запишите формулу для его определения.
№17. Перечислите, как можно интенсифицировать процесс теплоотдачи.
№ 18.Что характеризует коэффициент теплоотдачи и от чего зависит?
№ 19 Что называется пограничным слоем и как он влияет на процесс теплоотдачи?
№20.Что такое термическое сопротивление теплоотдачи и как его можно рассчитать?
№21.Запишите уравнение Ньютона-Рихмана, поясните входящие в него величины и укажите, какой вид теплообмена описывает это уравнение.
№22.Что характеризует коэффициент теплоотдачи, как он обозначается и какую размерность имеет.
№23.Запишите выражение для расчета потока теплоты, отдаваемой поверхностью F за одну секунду в среду, температура которой ниже, температуры стенки
№ 24.Запишите уравнение, описывающее процесс теплоотдачи с 1 $м^2$ поверхности стенки.
Объясните значение входящих в это уравнение величин.

Тема: *Теплопередача*
№1.Что называется теплопередачей? Приведите два практических примера процесса теплопередачи.
№2.Запишите уравнение теплопередачи, объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
№3.Что характеризует коэффициент теплопередачи и как он определяется при передаче теплоты через плоские стенки?
№4.Что характеризует линейный коэффициент теплопередачи и как он определяется при передаче теплоты через цилиндрические стенки?
№5.Как рассчитать теплопередачу через плоские стенки? Поясните входящие в уравнение величины.
№6.Как рассчитать процесс теплопередачи через цилиндрические стенки? Поясните входящие в уравнение величины.
№7.Запишите выражения термического сопротивления теплопередачи для плоских стенок.
№8.Запишите выражения термического сопротивления *теплопередачи* для цилиндрических стенок.
№9.Назначение тепловой изоляции и условие ее выбора.

№10.Запишите уравнение теплопередачи и назовите методы интенсификации этого процесса.
№11.Как определяется термическое сопротивление *теплопередачи* через плоские стенки?
№12.Запишите выражение для расчета термического сопротивления *теплопередачи* через многослойные плоские стенки
№13.Как изменяться теплопотери через один квадратный метр кирпичной стены здания, если на нее нанести слой штукатурки? Обосновать с помощью формулы
№14.В чем отличие процессов теплоотдачи и теплопередачи? Подтвердите ответ уравнениями
№15.Запишите, как определить коэффициент теплопередачи для двухслойной плоской стенки?
№16.Запишите выражение для расчета термического сопротивления *теплопередачи* двухслойной плоской стенки
№17.Запишите уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата. Поясните входящие в него величины
№18.Дайте сравнительный анализ прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.
№19.Какая схема движения теплоносителей в теплообменнике предпочтительней и почему?
№20.Запишите уравнения теплового баланса и теплопередачи для теплообменного аппарата.
№21.Как определяются среднеарифметический и среднелогарифмический температурный напор в т/о аппарате?
№22. В чем отличие процессов теплопроводности и теплопередачи? Подтвердите ответ уравнениями

Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по модулю 1

Тема: Теплопроводность

Выберите один верный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»
Температурное поле – это:
значение температуры в стенке
значение температуры в среде
+совокупность значений температур в стенке или среде в данный момент времени
совокупность значений температур в пространстве
Изотермическая поверхность - это:
геометрическое место точек, температура в которых не одинакова
геометрическое место точек, температура в которых стационарна
+геометрическое место точек, температура в которых одинакова
геометрическое место точек, температура в которых не стационарна
Тепловой поток – это количество теплоты:
+передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность
передаваемое в единицу времени через единичную площадь
участвующее в теплообмене
проходящее в единицу времени через единичную площадь при градиенте температуры, равном единице
В законе Фурье вектор теплового потока:
направлен также как и вектор градиента температур
направлен также как и вектор коэффициента теплопроводности
направлен противоположно вектору температур
+направлен противоположно вектору градиента температур
Согласно закону Фурье:
вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью, обратно пропорционален градиенту температуры
вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью, обратно пропорционален градиенту температуры, взятому с обратным знаком

+вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью, пропорционален градиенту температуры, взятому с обратным знаком
вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью, пропорционален градиенту температуры

Выражение закона Фурье:

$q = -\lambda / gradT$

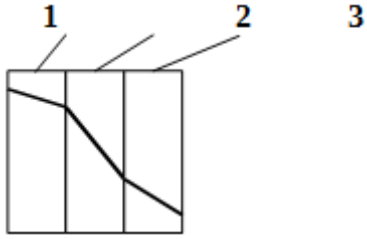
$q = -1/(gradT)$

$+q = -gradT$

$q = -gradT$

Коэффициент пропорциональности λ в уравнении Фурье:

характеризует способность данного вещества отводить теплоту
характеризует способность данного вещества нагреваться
характеризует способность данного вещества охлаждаться
+ характеризует способность данного вещества проводить теплоту

Какой слой имеет наименьший коэффициент теплопроводности 

?

слой 1
+слой 2
слой 3
по рисунку нельзя определить

Укажите размерность коэффициента теплопроводности λ:

+Вт /(м·К)
Вт/(м^2·К)
Вт/ м^2
Дж/(м·К)

Тепловой поток через плоскую стенку…

прямо пропорционален термическому сопротивлению стенки
+ прямо пропорционален разности температур
обратно пропорционален коэффициенту теплопроводности
обратно пропорционален температурам

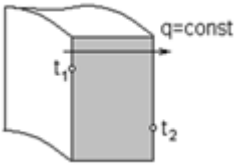
Тепловой поток через цилиндрическую стенку…

прямо пропорционален толщине стенки
прямо пропорционален температурам
+ обратно пропорционален термическому сопротивлению теплопроводности
обратно пропорционален температурам

Распределение температуры в однородной плоской стенке осуществляется:

по логарифмической кривой
+ по прямой
по параболе
по гиперболе

Распределение температуры в однородной цилиндрической стенке



осуществляется:

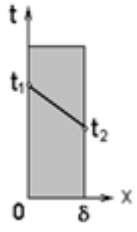
по кривой
по прямой
по параболе
+по логарифмической кривой

Термическое сопротивление теплопроводности плоской однородной стенки:

$R = \lambda/\delta$
$+R = \delta/\lambda$
$R = 1/\lambda$
$R = 1/\lambda \cdot ln d_2/d_1$

Термическое сопротивление теплопроводности цилиндрической однородной стенки:

$R =$
$R =$
$R =$
$+R = \frac{1}{2\pi\lambda} ln \frac{d_2}{d_1} +$

Определить удельный тепловой поток 

, если известны t_{c1} = 300°С, t_{c2} = 200°С, δ =100мм, λ = 1 Вт/м·К:

100 Вт/м^2
+1000 Вт/м^2
1 Вт/м^2
0,1 Вт/м^2

Тема: Конвективный теплообмен

Выберите правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»

Процесс теплообмена между поверхностью твердого тела и жидкостью (газом):

называется теплопередачей
+называется теплоотдачей
называется теплопроводностью
называется теплоемкостью

Уравнение, описывающее процесс теплоотдачи:

$Q= \lambda F \Delta T$
$Q= k F \Delta T$
$+Q= \alpha F \Delta T$
$Q= \lambda F gradT$

В уравнении Ньютона-Рихмана тепловой поток:

+прямо пропорционален разности температур
прямо пропорционален температурам
прямо пропорционален коэффициенту теплопередачи
прямо пропорционален градиенту температуры

Теория подобия применяется для описания процесса:

теплопроводности
теплопередачи
+ теплоотдачи
теплоотвода

Коэффициент теплоотдачи α рассчитывается из критериального уравнения:

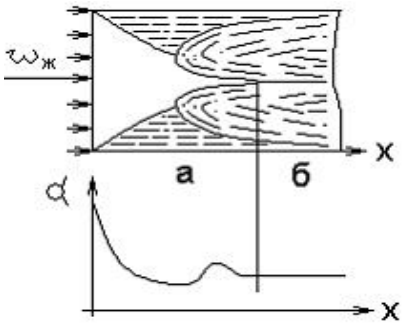
Рейнольдса

Прандтля
+Нуссельта
Грасгофа

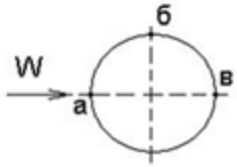
О режиме течения жидкости в трубах судят по критерию:
+ Рейнольдса
Прандтля
Нуссельта
Грасгофа

Коэффициент теплоотдачи α характеризует:
способность стенки отдавать тепло
+ интенсивность процесса теплоотдачи
физические свойства среды
интенсивность процесса теплопроводности

Укажите размерность коэффициента теплоотдачи *α*:
Вт /(м·К)
+Вт/($м^2$·К)
Вт/ $м^2$
Дж/(м·К)



При расчете теплоотдачи внутри трубы за определяющий размер принимается:
+внутренний диаметр трубы
наружный диаметр трубы
толщина стенки трубы
длина трубы



При поперечном обтекании одиночной трубы за определяющий размер принимается:
внутренний диаметр трубы
+наружный диаметр трубы
толщина стенки трубы
длина трубы

Вынужденная конвекция возникает около теплоотдающей поверхности за счет:
теплового расширения нагретой жидкости
+действия внешнего источника (вентилятора, насоса)
теплового расширения теплоотдающей поверхности материала
теплового излучения

Критериальное уравнение, описывающее процесс теплоотдачи при свободной конвекции:
$Nu = c\,(Re\,Pr)^n$
$+Nu = c\,(Gr\,Pr)^n$
$Nu = c\,Re^n\,Pr^m$

$Nu = c\ Gr^n\ Pr^m$

Критериальное уравнение, описывающее процесс теплоотдачи при вынужденной конвекции:

$Nu = c\ (Re\ Pr\ )^n$

$Nu = c\ (Gr\ Pr\ )^n$

$+Nu = c\ Re^n\ Pr^m$

$Nu = c\ Gr^n\ Pr^m$

Тема: Теплообмен излучением

Выберите правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»

Тела, поглощающая способность которых не зависит от длины волны, называются:

+абсолютно черными телам

абсолютно серыми телами

серыми телами

абсолютно белыми телами

В законе Стефана-Больцмана лучеиспускательная способность тела Е:

прямо пропорциональна абсолютной температуре во второй степени

+ прямо пропорциональна абсолютной температуре в четвертой степени

обратно пропорциональна температуре во второй степени

прямо пропорциональна температуре в четвертой степени

Закон Стефана–Больцмана для абсолютно черного тела:

$+E = C_0\ (T/100)^4$

$E = C\ (T/100)^4$

$E = \varepsilon(T/100)^4$

$E = C\ (T/100)^2$

Излучают и поглощают лучистую энергию:

He

O_2

$+CO_2$

N_2 и CO

Закон Стефана–Больцмана для серого тела:

$E = C_0(T/100)^4$

$+E = C\ (T/100)^4$

$E = \varepsilon(T/100)^4$

$E = C\ (T/100)^2$

Собственное излучение серого тела Е зависит от:

температуры

состояния поверхности

+температуры и состояния поверхности

длины волны

Тело называется абсолютно черным, если:

A+R+D=1

+R+D = 0

D=0

A = 0

Сумма потоков собственного и отраженного телом излучения называется:

спектральной плотностью потока излучения

интегральным излучением

+эффективным излучением

селективным излучением

Какое из тел при прочих равных условиях имеет бóльшую интенсивность излучения?

со степенью черноты ε = 0

со степенью черноты ε = 0,5

со степенью черноты ε = 0,9
+со степенью черноты ε = 1
С повышением температуры максимум интенсивности излучения:
остается прежним
смещается в сторону более длинных волн
+смещается в сторону более коротких волн
не изменяется
Интенсивность лучистого теплообмена уменьшится, если:
повысить температуру излучаемого тела
увеличить степень черноты излучаемого тела
+уменьшить степень черноты излучаемого тела
изменить температуру излучаемого тела
Кислород O_2 и азот N_2, входящие в состав воздуха,
+прозрачны для теплового излучения
обладают значительной поглощательной способностью
обладают значительной излучательной способностью
обладают значительной и излучательной, и поглощательной способностью
Соотношение между излучательной способностью серого тела E и абсолютно черного E_0 при одинаковой их температуре:
$E = E_0$
$E > E_0$
$+E < E_0$
$E \approx E_0$
Поток лучистой энергии рассчитывается по уравнению:
$Q = k F (T_2 – T_1)$
$+Q = C_0 \varepsilon_{пр} F [(T_2/100)^4 – (T_1/100)^4]$
$Q = \alpha F (T_2 – T_1)$
$Q = \lambda F (T_2 – T_1) /\delta$

Тема: Теплопередача. Теплообменные аппараты

Выберите правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»
Теплопередача - это:
процесс переноса теплоты от горячей среды к холодной
+процесс переноса теплоты от горячей среды к холодной через разделяющую их стенку
процесс переноса теплоты от холодной среды к горячей через разделяющую их стенку
процесс переноса теплоты от холодной жидкости к горячей
В уравнении теплопередачи тепловой поток:
прямо пропорционален разности температур на поверхности стенки
+прямо пропорционален разности температур сред
обратно пропорционален коэффициенту теплопередачи
обратно пропорционален температурам
В уравнении теплопередачи через цилиндрическую стенку тепловой поток:
+прямо пропорционален коэффициенту теплопередачи
обратно пропорционален разности температур
обратно пропорционален коэффициенту теплопередачи
обратно пропорционален температурам
Уравнение теплопередачи:
$Q= F (T_{c1}– T_{c2}) /R_\lambda$
$Q= k F (T_{c1}– T_{c2})$
$Q= \alpha F (T_c– T_ж)$
$+Q= k F (T_{ж1}– T_{ж2})$
Коэффициент теплопередачи:

характеризует способность стенки передавать тепло
характеризует интенсивность процесса теплоотдачи
+характеризует интенсивность процесса теплопередачи
характеризует интенсивность процесса теплопроводности

Укажите размерность коэффициента теплопередачи *k*:

Вт/(м·К)
+Вт/($м^2$·К)
Вт/$м^2$
Дж/(м·К)

Термическое сопротивление теплопередачи через однослойную плоскую стенку:

$+R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$

$R_0 = \frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$

$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$

$R_0 = \frac{\delta}{\lambda}$

Теплообменником называют аппарат, предназначенный для:

+ нагрева одной среды за счет передачи теплоты от другой
подвода теплоты к теплоносителям
сообщения теплоты одному из теплоносителей
отнятия теплоты от горячего теплоносителя

Какой характер имеет теплообмен в теплообменных аппаратах?

теплопроводность
теплоотдача
+теплопередача
тепловое излучение

Рекуперативным называется теплообменник, у которого:

происходит передача теплоты от одного теплоносителя к другому
передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их границу раздела
+передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их твердую стенку
передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их жидкость

Регенеративным называется теплообменник, у которого:

передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку
нагреваемая жидкость получает теплоту от стенки
обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей
+одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью

Смесительным называется теплообменник, у которого:

передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку
+обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей
одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью
нагреваемая жидкость получает теплоту от горячей жидкости

Если в теплообменнике горячая и холодная жидкости протекают параллельно и в одном направлении, то такая схема называется **…**

противоточной
прямоточной
+ прямоточной
приточной

Если в теплообменнике горячая и холодная жидкости протекают параллельно и в разных направлениях, то такая схема называется**:**
+ противоточной
прямоточной
перекрестной
приточной

Поверхность, необходимая для передачи теплоты от горячего теплоносителя холодному, определяется из:
уравнения теплового баланса
уравнения Фурье
+уравнения теплопередачи для теплообменника
уравнения Ньютона-Рихмана

Уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата:
$q = k\ (t_{ж\,1} - t_{ж2})$
$Q = \alpha F\ (t_2 - t_1)$
$+Q = k\ F\Delta t_{ср}$

При какой схеме движения теплоносителей требуется меньшая площадь поверхности теплообмена в теплообменных аппаратах?
прямоточной
+противоточной
перекрестной
теплосъем не зависит от схемы движения

Таблица 3 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-2$_{УК-1}$ Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ИД-4$_{УК-1}$ Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.	Студент, в основном, знает материал по темам модуля «Основы теории теплообмена», находит и анализирует информацию, формирует собственные суждения и оценки, умеет определять и оценивать последствия возможных решений задачи, знает основные законы естественнонаучных дисциплин	Студент по существу отвечает на поставленные вопросы по темам модуля «Основы теории теплообмена», находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи, грамотно формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений, определяет и оценивает последствия возможных решений задачи, использует основные законы	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по темам модуля, самостоятельно проводит расчет стационарной теплопроводности, процессов теплоотдачи, процессов теплопередачи и теплообменных аппаратов, теплового излучения, с высокой степенью

ИД-5$_{УК-1}$ Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи. ИД-1$_{ОПК-1}$ Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности		естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач	самостоятельности находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи, грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности, определяет и оценивает последствия возможных решений задачи, готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

Модуль 2. ***«Техническая термодинамика»***

Вопросы для собеседования:

Тема 1 (Уравнения состояния)

№ 1.Запишите уравнение состояния для 1 кг идеального газа. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 2.Запишите уравнение состояния для 1 kмоля идеального газа. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 3.Запишите уравнение состояния для произвольного количества идеального газа. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 4.Запишите, как взаимосвязаны между собой универсальная и индивидуальная газовые постоянные? Укажите их единицы измерения

№ 5.Что такое параметры состояния? Укажите основные термические параметры состояния, их обозначение и единицы измерения.

№ 6.Запишите уравнение состояния для произвольного количества газовой смеси. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 7.Что называется смесью газов? Какие способы задания состава смеси вы знаете?
№ 8.Запишите уравнение состояния для 1 кг идеально-газовой смеси. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.
№ 9.Как определить газовую постоянную смеси газов, если смесь задана массовыми долями? Ответ пояснить.
№ 10.Как определить газовую постоянную смеси газов, если смесь задана объемными долями? Ответ пояснить.
№ 11.Что такое плотность газа? Запишите уравнение состояния для 1 кг идеального газа через плотность.
№ 12. Что называется термодинамическим процессом? Перечислите известные вам термодинамические процессы и запишите их уравнения.
№ 13. Какой термодинамический процесс называется изобарным? Как его можно изобразить в PV-диаграмме?
№ 14. Какой термодинамический процесс называется изохорным? Как его можно изобразить в PV-диаграмме?
№ 15. Какой термодинамический процесс называется изотермическим и как он изображается в PV- диаграмме?
№ 16. Определите газовые постоянные для окиси углерода (CO) и углекислого газа (CO_2).
№ 17. Введите понятие удельного объем газа и покажите, как можно его определить при известном давлении и температуре газа.

Тема 2 (теплоемкость)

№1. Что такое теплоемкость? Виды удельных теплоемкостей, их взаимосвязь и единицы измерения.
№ 2. Дайте определение мольной теплоемкости, ее обозначение и единицы измерения. Как взаимосвязаны мольная и массовая теплоемкости?
№ 3. Дайте определение объемной теплоемкости, ее обозначение и единицы измерения. Как взаимосвязаны объемная и массовая теплоемкости?
№ 4. Дайте определение массовой теплоемкости, ее обозначение и единицы измерения. Как взаимосвязаны массовая и объемная теплоемкости?
№ 5.Запишите уравнение Майера для мольных теплоемкостей. Объясните входящие в него величины и укажите их единицы измерения.
№ 6.Запишите уравнение Майера для массовых теплоемкостей. Объясните входящие в него величины и укажите их единицы измерения.
№ 7.Объясните, почему для одинакового изменения темпера туры 1кг газа в изобарном процессе и изохорном требуется разное количество теплоты?
№ 8. В чем разница между истинной и средней теплоемкостями?
№ 9. Докажите, что больше: мольная или массовая теплоемкость для одного и того же газа?
№ 10. Запишите известные Вам формулы для расчета теплоты, необходимой для нагрева произвольного количества газа в изобарном процессе.
№ 11. Запишите известные Вам формулы расчета теплоты, необходимой для нагрева произвольного количества газа в изохорном процессе.
№ 12. Как определить теплоту при изохорном и изобарном нагревании или охлаждении 1 кг газа?
№13. Как определить теплоту, необходимую для нагревания или охлаждения V $м^3$ газа в изохорном процессе?
№14. Как определить теплоту, необходимую для нагревания или охлаждения V $м^3$ газа в изобарном процессе?
№ 15.Как определяется объемная теплоемкость смеси идеальных газов?
№ 16.Как определяется массовая теплоемкость смеси идеальных газов?
№ 17.Как определяется мольная теплоемкость смеси идеальных газов?

Тема 3 (первый закон т.д.)

№ 1. Первый закон термодинамики (аналитическое выражение и формулировка) для адиабатного процесса расширения

№ 2. Первый закон термодинамики для изохорного процесса (аналитическое выражение и формулировка)
№ 3. Первый закон термодинамики для изобарного процесса (аналитическое выражение и формулировка)
№ 4. Запишите выражение первого закона термодинамики для изотермического процесса, дайте его формулировку.
№ 5. В чем разница между функцией состояния и функцией процесса? Приведите примеры.
№ 6. Как определить изменение внутренней энергии идеального газа в различных термодинамических процессах?
№ 7. В чем сущность первого закона термодинамики?
№ 8. Аналитическое выражение и формулировка 1-го закона термодинамики (1-я форма записи). Пояснить входящие в выражение величины.
№ 9. Аналитическое выражение и формулировка 1-го закона термодинамики (2-я форма записи). Пояснить входящие в выражение величины.
№10.Что называется энтальпией рабочего тела и как определяется ее изменение в различных термодинамических процессах?
№11.Запишите выражение 1-го закона термодинамики для политропного процесса и дайте его формулировку.
№12. Как определяется работа расширения (сжатия) в термодинамическом процессе (аналитически и графически)?
№13. Как определяется теплота (аналитически и графически) в произвольном термодинамическом процессе?
№14. Покажите, во сколько раз (для любого термодинамического процесса) изменение энтальпии идеального газа больше, чем изменение его внутренней энергии.
№15. Какая связь между изменением энтропии рабочего тела и количеством подведенной (отведенной) теплоты в произвольном процессе?
№16. Первый закон термодинамики (аналитическое выражение и формулировка) для адиабатного процесса сжатия.

Тема 4 (газовые процессы)

№1. При каких частных значениях показателя политропы ***n*** имеют место основные термодинамические процессы? Изобразите эти процессы в PV- диаграмме.
№2. При каких частных значениях показателя политропы ***n*** имеют место основные термодинамические процессы? Изобразите эти процессы в TS- диаграмме.
№3. Покажите, как аналитически и графически определяется работа расширения в изобарном и изотермическом процессах
№4. Как рассчитывается изменение энтальпии идеального газа в изобарном, изохорном и политропном процессах?
№5. Как рассчитать изменение энтропии в известных Вам термодинамических процессах?
№6. Покажите, как аналитически и графически определяется теплота в изобарном и изохорном процессах?
№7. Покажите, как аналитически и графически можно определить работу в изохорном и адиабатном процессах?
№8. Проведите анализ изобарного процесса. Представьте этот процесс в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№9.Проведите анализ изохорного процесса. Представьте этот процесс в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№10. Проведите анализ изотермического процесса. Представьте этот процесс в PV- и TS-диаграммах.
№11. Проведите анализ адиабатного процесса. Представьте этот процесс в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№12. Покажите, как можно рассчитать количество подведенной теплоты во всех известных Вам термодинамических процессах.
№13.Покажите, как определяется изменение энтальпии идеального газа во всех известных Вам термодинамических процессах.

№14. Покажите, как определяется изменение внутренней энергии идеального газа во всех известных Вам термодинамических процессах.
№15.Покажите, какой термодинамический процесс имеет место, если показатель политропы *n=1*. Дайте анализ этого процесса, изобразите его в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№16. Покажите, какой термодинамический процесс имеет место, если показатель политропы *n=0*. Дайте анализ этого процесса, изобразите его в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№17.Покажите, какой термодинамический процесс имеет место при показателе политропы $n = \infty$. Дайте анализ этого процесса, изобразите его в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№18.Покажите, как рассчитывается изменение энтальпии идеального газа в изотермическом и адиабатном процессах?
№19.Покажите, какой термодинамический процесс имеет место при показателе политропы *n=k*. Дайте анализ этого процесса и изобразите его в *pv*- и *Ts*-диаграммах.
№20. Покажите, как изменяется энтропия идеального газа в адиабатном и изотермическом процессах.

Тема 5 (водяной пар)
№1 Каково соотношение температур у влажного и сухого насыщенного пара при одинаковом давлении?
№2 Что больше: удельный объем сухого насыщенного пара или перегретого при одинаковом давлении? Покажите это в удобной для Вас диаграмме.
№3 Что такое теплота парообразования и как она зависит от давления ?
№4 Как рассчитать теплоту, затраченную на подогрев 1кг воды от температуры t_1 до температуры t_2?
№5 Как определить теплоту, затраченную на перегрев 1кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении?
№6 Могут ли иметь одинаковые параметры состояния кипящая вода и сухой насыщенный пар в процессе парообразования? Назовите их.
№7 Как определить теплоту парообразования аналитически и графически в *hs*- диаграмме?
№8 Что больше: температура влажного или сухого пара при одинаковом у них давлении?
№9 Покажите в *hs*-диаграмме все известные Вам термодинамические процессы, в которых можно из влажного пара получить перегретый.
№10 Какой пар называется перегретым и как определить теплоту, затраченную на его перегрев?
№11 Покажите в hs-диаграмме, как можно определить теплоту, выделенную при полной конденсации 1кг сухого насыщенного пара?
№12 Как можно определить энтальпию воды, если известна ее температура? Укажите известные Вам способы.
№13 Как можно определить энтальпию влажного пара? Укажите известные Вам способы.
№14 Какой процесс называется процессом парообразования? При какой температуре начинается этот процесс?
№15 Какой пар называется перегретым? Покажите, как можно определить его параметры?
№16 В чем отличие сухого и влажного насыщенного пара? Назовите, какие параметры у них одинаковые, а какие разные.
№17. Покажите в hs-диаграмме все известные Вам термодинамические процессы, в которых можно из сухого пара получить перегретый.
№18 Что называется степенью сухости пара и степенью его влажности? Как по степени сухости можно определить состояние пара?
№19.Что больше: удельный объем влажного или сухого пара при одинаковом давлении?
№20.Каково соотношение температур у влажного, сухого насыщенного пара и перегретого при одинаковом давлении?

Тема 6 (второй закон т. д., циклы)

№ 1. Второй закон термодинамики. Условия осуществления прямых циклов, термический КПД цикла теплового двигателя. Формулировки второго закона термодинамики.
№ 2.Второй закон термодинамики Условия осуществления обратных циклов, холодильный коэффициент. Формулировка второго закона термодинамики.
№ 3.Цикл Карно в *pv*– и *Ts*–диаграммах. Термический КПД цикла Карно и его анализ.
№ 4.Что называется энтропией рабочего тела? Как определяется изменение энтропии в термодинамических процессах?
№ 5.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл ДВС с подводом тепла при $v = \text{const}$ и охарактеризуйте его.
№ 6.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл ДВС с подводом тепла при $p = \text{const}$ и охарактеризуйте его.
№ 7.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл ДВС со смешанным подводом тепла и охарактеризуйте его.
№ 8.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл ГТУ с подводом тепла при $p = \text{const}$ и охарактеризуйте его.
№9.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл ГТУ с подводом тепла при $v = \text{const}$ и охарактеризуйте его.
№10.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл Ренкина на насыщенном паре. Термический КПД цикла Ренкина и пути его повышения.
№ 11.Изобразите в *pv*– и *Ts*–диаграммах цикл Ренкина на перегретом паре. № 12.Термический КПД цикла Ренкина.
№ 13.Принципиальная схема и *Ts*– диаграмма цикла паровой компрессионной холодильной установки.
№ 14.Принципиальная схема и *Ts*– диаграмма цикла теплового насоса
№ 15.Покажите в *pv*–диаграмме рабочий процесс одноступенчатого компрессора при различных процессах сжатия, охарактеризуйте его.

Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по модулю 2

Тема: Параметры состояния, уравнения состояния идеальных газов

Выберите один правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»

Термодинамическую систему, которая не обменивается с окружающей средой теплотой, называют:
изолированной
закрытой
+адиабатной
замкнутой

Уравнение состояния идеального газа справедливо для:
любой термодинамической системы
+равновесной термодинамической системы
равновероятной термодинамической системы
равновесной термической системы

Массу газа, заключенного в единице объема, называют:
удельным весом
удельной плотностью
+плотностью
удельным объемом

В системе находится воздух с избыточным давлением $p_{изб}$ = 0,4 Мпа, атмосферное давление В= 0,1 МПа. Определить абсолютное давление.
+0,5 МПа
0,3 МПа
0,25 МПа

0,6 МПа
В системе СИ давление измеряется:
в джоулях
в атмосферах
в барах
+в паскалях
В сосуде объемом 0,75 м^3 находится 2,5 кг углекислого газа. Найти удельный объем газа.
3,33 кг/м^3
875 кг·м^3
+0,3 м^3/кг
0,3 кг/м^3
Укажите размерность универсальной газовой постоянной:
Дж/(кг·К)
кДж/кмоль
кг/кмоль
+Дж /(кмоль·К)
Укажите размерность индивидуальной газовой постоянной:
+Дж/(кг·К)
кДж/кмоль
кг/кмоль
Дж /(кмоль·К)
Уравнение состояния для произвольного количества идеального газа:
+pV= mRT
$pV_\mu = R_\mu T$
$p = \rho RT$
pv =RT

Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»
Уравнение состояния для 1 кг идеального газа…
pV= mRT
$+p = \rho RT$ (50%)
$pV_\mu = R_\mu T$
+pv =RT (50%)

Тема: Теплоемкость, методы определения теплоты
Выберите один правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»
Укажите формулу связи теплоемкостей c_p и c_v для идеального газа (уравнение Майера):
$c_p = c_v$
$+c_p - c_v = R$
$c_p / c_v = k$
$c_v - c_p = R$
Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 при v= const?
$Q = \mu c_v (t_2 - t_1)$
$Q = V_н \mu c_v (t_2 - t_1)$
$+Q = c_v(t_2 - t_1)$
$Q = V_н c'_v (t_2 - t_1)$
Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания m кг газа от t_1 до t_2 в процессе p = const?
$Q = V_н \mu c_p (t_2 - t_1)$
$Q = \mu c_p (t_2 - t_1)$
$+Q = mc_p(t_2 - t_1)$

$Q = V_н c'_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания V$м^3$ газа от t_1 до t_2 при v= const?

$Q = \mu c_v (t_2 - t_1)$

$Q = V_н \cdot \mu c_v (t_2 - t_1)$

$Q = mc_v(t_2 - t_1)$

$+Q = V_н c'_v (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 *кмоля* газа от t_1 до t_2 при p = const?

$Q = V_н \mu c_p (t_2 - t_1)$

$+Q = \mu c_p (t_2 - t_1)$

$Q = m\, c_p (t_2 - t_1)$

$Q = V_н c'_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 в политропном процессе?

$q = \mu c_v (t_2 - t_1)$

$+q = c_n (t_2 - t_1)$

$q = c_v (t_2 - t_1)$

$q = c_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 в адиабатном процессе?

$+q = 0$

$q = c_n (t_2 - t_1)$

$q = c_v (t_2 - t_1)$

$q = c_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 в изохорном процессе?

$q = \mu c_v (t_2 - t_1)$

$q = c_n (t_2 - t_1)$

$+q = c_v (t_2 - t_1)$

$q = c_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 в изобарном процессе?

$q = \mu c_v (t_2 - t_1)$

$q = c_n (t_2 - t_1)$

$q = c_v (t_2 - t_1)$

$+q = c_p (t_2 - t_1)$

Тема: Первый закон термодинамики

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Первый закон термодинамики есть частный случай:

закона сохранения массы веществ

+закона сохранения и превращения энергии

закона сохранения количества движения

закона сохранения энергии

Укажите уравнение первого закона термодинамики:

$\Delta S = Q/T$

$+Q = \Delta U + L$

$H = U + pV$

$Q = \Delta U - L$

Какое из выражений <u>не является</u> уравнением первого закона термодинамики?

$dq = du + pdv$

$+ dq = c_p dt + vdp$

$dq = dh - vdp$

$dq = c_v dT + pdv$

Какое из выражений является уравнением первого закона термодинамики для изотермического процесса?

$dq = du + pdv$

$dq = du$

$+ dq = pdv$

$dq = dh - vdp$

Какое из выражений является уравнением первого закона термодинамики для изохорного процесса?

$dq = du + pdv$

$+ dq = du$

$dq = dh - vdp$

$dq = c_v dT + pdv$

Какое из выражений является уравнением первого закона термодинамики для изобарного процесса?

$dq = du + vdp$

$+ dq = dh$

$dq = dh - vdp$

$dq = du$

Укажите процесс, при котором все подводимое тепло превращается в работу:

адиабатный

изохорный

+изотермический

Изобарный

В каком (из указанных) процессов подводимое тепло расходуется на увеличение внутренней энергии и совершение внешней работы?

адиабатный

изотермический

+изобарный

изохорный

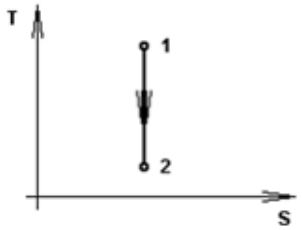
Укажите процесс, при котором все подводимое тепло превращается только во внутреннюю энергию газа:

адиабатный

+изохорный

изотермический

изобарный



Для процесса 1-2, изображенного в T-s диаграмме , справедливо выражение:

$q = -\Delta u$

$+l = -\Delta u$

$l = \Delta u$

q = l

Тема: Термодинамические процессы идеальных газов

Выберите один вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Для изохорного процесса показатель политропы *n*:

равен 1
равен 0
равен k
+ равен ± ∞

Для изобарного процесса показатель политропы *n*:

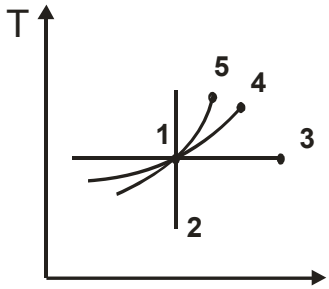
равен 1
+ равен 0
равен k
равен ± ∞

Для изотермического процесса показатель политропы *n*:

+ равен 1
равен 0
равен k
равен ± ∞

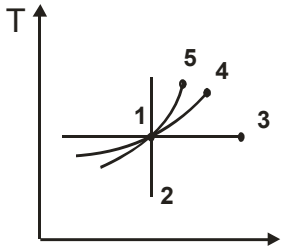
Для адиабатного процесса показатель политропы *n*:

равен 1
равен 0
+ равен k
равен ± ∞



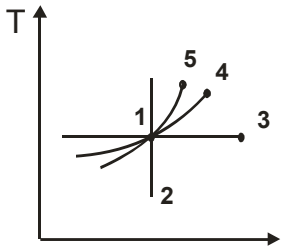
Укажите на диаграмме в координатах *T–S* адиабатный процесс

+процесс 1-2
процесс 1-3
процесс 1-4
процесс 1-5



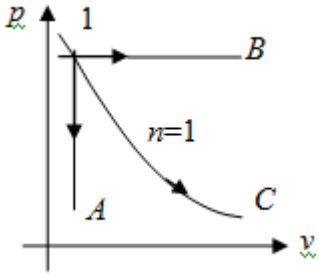
Укажите на диаграмме в координатах *T–S* изохорный процесс

процесс 1-2
процесс 1-3
процесс 1-4
+процесс 1-5

Укажите на диаграмме 

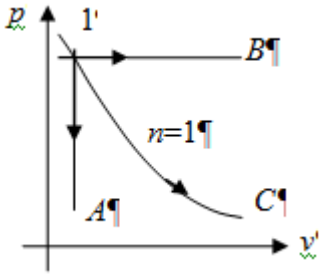
в координатах *T–S* изобарный процесс

процесс 1-2
процесс 1-3
+процесс 1-4
процесс 1-5

Для какого процесса 

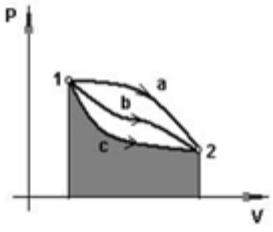
справедливо выражение $dh = c_p dt$ **?**

для процесса 1-А
для процесса 1-В
для процесса 1-С
+для любого процесса

Для какого процесса 

справедливо выражение $du = c_v dt$ **?**

+для любого процесса
для процесса 1-А
для процесса 1-С
для процесса 1-В

Площадь под линией процесса1-с-2 в *p-v* диаграмме 

является …

работой сжатия
изменением внутренней энергии
количеством теплоты
+работой расширения

При одинаковом изменении объема газа наибольшая работа расширения совершается в процессе:

+изобарном
изотермическом
адиабатном
политропном

Работу расширения в изобарном процессе рассчитывают по уравнению:

$+L = p(V_2 - V_1)$

$L = 0$

$L = pV \cdot ln(V_2 / V_1)$

$L = \frac{1}{k-1}(p_1V_1 - p_2V_2)$

Работу расширения в изотермическом процессе рассчитывают по уравнению:

$L = p(V_2 - V_1)$

$L = 0$

$+L = pV \cdot ln(V_2 / V_1)$

$L = \frac{1}{k-1}(p_1V_1 - p_2V_2)$

Работу расширения в адиабатном процессе рассчитывают по уравнению:

$L = mR(T_2 - T_1)$

$L = 0$

$L = mRT \cdot ln(V_2 / V_1)$

$+L = \frac{mR}{k-1}(T_1 - T_2)$

Изменение удельной энтропии в политропном процессе:

$\Delta s = c_p ln \frac{T_2}{T_1}$

$+\Delta s = c_n ln \frac{T_2}{T_1}$

$\Delta s = c_v ln \frac{T_2}{T_1}$

$\Delta s = 0$

Тема: Реальные газы. Водяной пар.

Выберите один правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»

Кипение – это:

процесс парообразования с поверхности жидкости

+процесс парообразования во всем объеме жидкости

переход вещества из твердого состояния в газообразное

переход вещества из газообразного состояния в жидкое

Вопрос с одним правильным ответом

Конденсация – это:

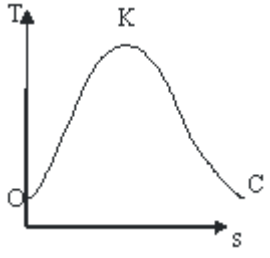
переход вещества из жидкого состояния в газообразное

+переход вещества из газообразного состояния в жидкое

переход вещества из твердого состояния в газообразное

переход вещества из твердого состояния в жидкое

Между верхней пограничной кривой и нижней пограничной кривой



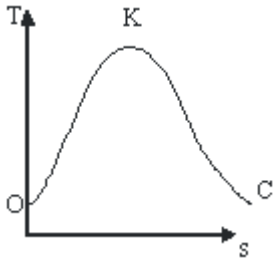
находится:

+область влажного пара

область перегретого пара

область сухого насыщенного пара

область ненасыщенной жидкости



На линии К–С (фазовой T-s диаграммы) H_2O находится в состоянии…
кипящей жидкости
влажного насыщенного пара
+сухого насыщенного пара
перегретого пара

Как определяют параметры водяного пара?
по уравнению состояния Клапейрона-Менделеева
по критическим параметрам
по степени сухости
+по таблицам и диаграммам водяного пара

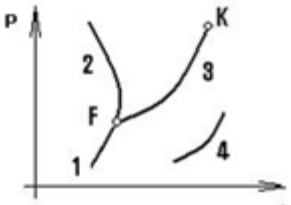
Что такое степень сухости *x* водяного пара?
отношение массы сухого пара к массе воды
+отношение массы сухого пара к массе влажного пара
отношение температуры пара к температуре насыщения
масса паровой фракции в единице объема

Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:
1 кг пара содержит 0,9 кг кипящей жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара
+1 кг пара содержит 0,1 кг кипящей жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара
1 кг пара содержит 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара
1 кг пара содержит 0,1 кг кипящей жидкости и 0,9 кг перегретого пара

Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:
1 кг пара содержит 0,9 кг кипящей жидкости и0,1 кг сухого насыщенного пара
+1 кг пара содержит 0,1 кг кипящей жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара
1 кг пара содержит 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара
1 кг пара содержит 0,1 кг кипящей жидкости и 0,9 кг перегретого пара

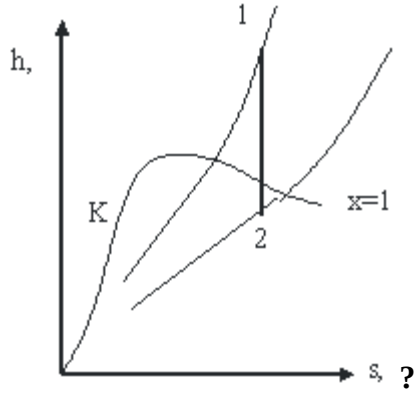
Жидкость кипит в условиях T = const. Укажите не изменяющийся параметр:
+давление пара
степень сухости пара
плотность пара
объем пара

При температуре 300°С и давлении пара 2 МПа определить состояние H_2O, если температура насыщения при этом давлении 212,37°С.
+перегретый пар
влажный пар
сухой насыщенный пар
кипящая вода

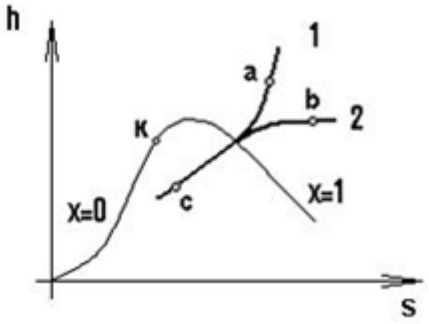


Фазовому равновесию «жидкость-пар» соответствует линия фазового перехода
1
2

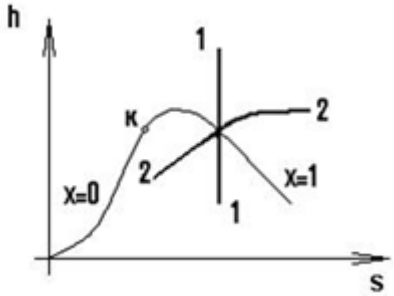
+3
4
Как изменяется состояние пара в процессе 1-2, изображенном на *h-s* диаграмме



влажный пар переходит в перегретый
+перегретый пар переходит во влажный насыщенный
сухой насыщенный пар переходит во влажный насыщенный
перегретый пар переходит в сухой насыщенный



Для процесса перегрева 1 кг пара по линии 1 (в h-sдиаграмме) необходимое количество теплоты рассчитывается по формуле
+$q = h_a - h_c$
$q = u_a - u_c$
$q = T(s_b - s_c)$
$q = h_c - h_a$
Что такое скрытая теплота парообразования *r*?
энергия, затрачиваемая на преодоление сил взаимного притяжения молекул жидкости
теплота изменения энтропии при кипении
+теплота, затраченная на превращение 1кг кипящей жидкости в сухой насыщенный пар при неизменном давлении
теплота, эквивалентная энтальпии насыщенного пара



Для процесса 1-1 располагаемая работа 1 кг пара вычисляется по формуле
l = pΔv
l = TΔs
+l =Δh
l =–Δu

Для чего применяется T-s диаграмма при исследовании термодинамических циклов?
+наглядно представляет процессы подвода и отвода теплоты, превращения теплоты в работу
характеризует экологическую чистоту тепловой машины
показывает максимальное давление рабочего тела
позволяет определить мощность тепловой машины

Тема: Термодинамика потока

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Уравнение первого закона термодинамики для потока:

$+dq = dh + dl_{mex} + d(w^2/2)$

$dq = dh + dl_{mex}$

$dq = dh + d(w^2/2)$

$dq = du + pdv$

Сопловой канал предназначен для:
увеличения давления потока
уменьшения скорости потока
+ускорения потока
торможения потока

Диффузор предназначен для:
+увеличения давления потока
уменьшения скорости потока
увеличения скорости потока
придания определенного направления движения потока

В каналах переменного сечения ускорение потока связано с:
увеличением давления газа
+уменьшением давления газа
уменьшением плотности газа
охлаждением газа

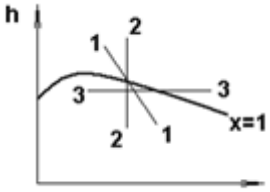
В каналах переменного сечения торможение потока приводит к:
+увеличению давления газа
уменьшениюдавления газа
увеличению плотности газа
увеличению теплоемкости потока

Для получения сверхзвукового течения на выходе из канала необходимо:
использовать суживающееся сопло
+использовать комбинированное сопло
использовать расширяющийся канал
использовать диффузор

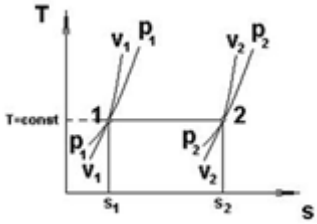
Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»

Процесс дросселирования приводит к…
+уменьшению давления без увеличения кинетической энергии и без совершения работы (50%)
+увеличению энтропии (50%)
увеличению энтальпии
увеличению температуры

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»



Дросселированию водяного пара соответствует процесс:
+3–3
2–2
1–1
x=1



Дросселированию идеального газа соответствует процесс …
s_1=const
+1-2
v_1=const
p_1=const

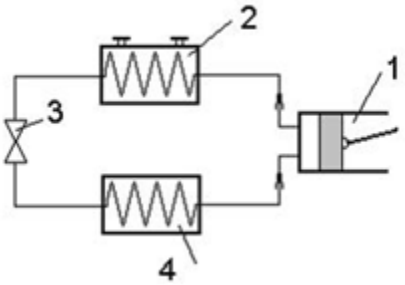
Неравновесный процесс дросселирования приводит к:
увеличению располагаемой работы
уменьшению энтальпии
+потере располагаемой работы
уменьшению энтропии

Какой из приведенных параметров газа (*p, h, u, v*) остается постоянным при дросселировании?
p = const
+*h* = const
u = const
v = const

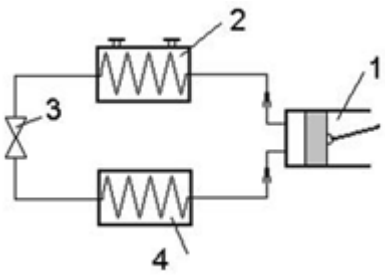
Тема: Обратные циклы холодильных установок и тепловых насосов

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Холодильной установкой называют:
тепловые машины, предназначенные для понижения температуры
+тепловые машины, предназначенные для понижения температуры тел по сравнению с температурой окружающей среды и непрерывного поддержания этой температуры
устройства, поддерживающие низкие температуры
установки, работающие по обратному циклу

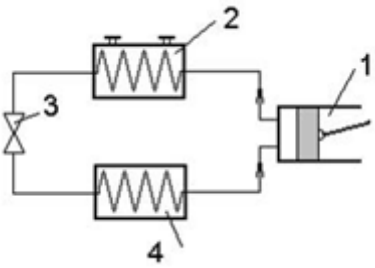


Представленная схема является…
паросиловой установкой
газотурбинной установкой
+паровой компрессионной холодильной установкой
абсорбционной холодильной установкой



Испаритель паровой компрессионной холодильной машины обозначен цифрой:

1
2
3
+4



Конденсатор паровой компрессионной холодильной установки обозначен цифрой

1
+2
3
4

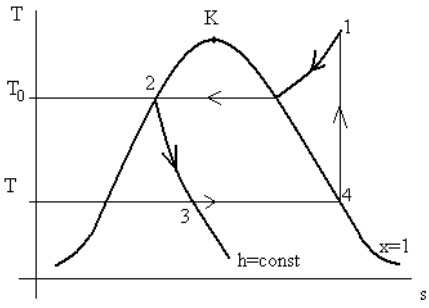
Источником низко потенциальной теплоты в тепловом насосе могут быть:

теплота, выделенная при горении топлива
+теплота грунта, водоема, воздуха
теплота, выбрасываемая в атмосферу с продуктами сгорания топлива
теплота, выделенная при сгорании торфа, древесины

Коэффициент преобразования теплоты в тепловом насосе:

$\varepsilon_{TH}<1$
$\varepsilon_{TH}>1$
$\varepsilon_{TH}=1$
$+\varepsilon_{TH}>2$

Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»



В T-s диаграмме изображен цикл…

паротурбинной установки
+парокомпрессионной холодильной установки (50%)
+теплонасосной установки (50%)
пароэжекторной установки

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Холодильный коэффициент определяется по выражению…

$+\varepsilon = \frac{q_2}{l_0}$

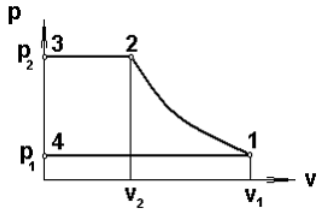
$\varepsilon = \frac{l_0}{q_2}$

$\varepsilon = \frac{q_1}{l_0}$

$\varepsilon = \frac{l_0}{q_1}$

Тема: Термодинамические основы компрессора

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»



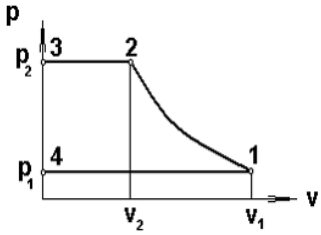
На индикаторной диаграмме линия 4-1 соответствует…

расширению

нагнетанию

+всасыванию

сжатию



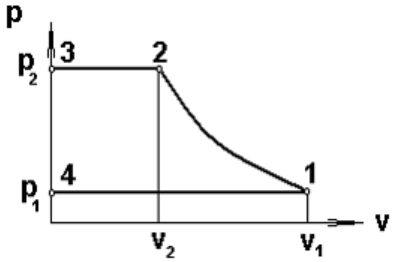
На индикаторной диаграмме линия 2-3 соответствует…

сжатию

расширению

+нагнетанию

всасыванию



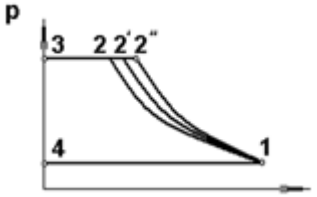
На индикаторной диаграмме линия 3-4 соответствует…

нагнетанию

сжатию

всасыванию

+закрытию нагнетательного и открытию всасывающего клапана



Сжатие с наименьшей затратой работы в компрессоре происходит в процессе

+1-2
1-2′
1-2″
1-4

Работа компрессора, затраченная на получение 1 кг газа сжатого газа:

$$l_к = \int_{v_1}^{v_2} vdp \equiv -l_{mex}$$

$$l_к = \int_{p_1}^{p_2} pdv \equiv -l_{mex}$$

$$l_к = \int_{p_1}^{p_2} vdp \equiv l_{mex}$$

$$+\ l_к = \int_{p_1}^{p_2} vdp \equiv -l_{mex}$$

Тема: Влажный воздух

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Под абсолютной влажностью воздуха понимается:

масса водяного пара, содержащаяся во влажном воздухе

+масса водяного пара, содержащаяся в 1 м^3 влажного воздуха

масса водяного пара, содержащаяся в 1 м^3 сухого воздуха

масса воды, содержащаяся в атмосферном воздухе

Насыщенным влажным воздухом называется смесь:

+сухого воздуха и насыщенного водяного пара

сухого воздуха и перегретого водяного пара

сухого воздуха и воды

сухого воздуха и водяного пара

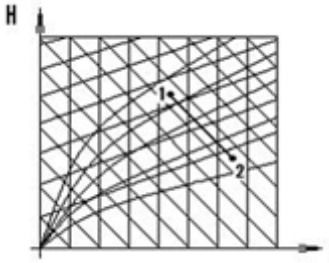
Относительная влажность ненасыщенного влажного воздуха:

φ =100%

+φ< 100%

φ> 100%

φ =0 %



Процесс 1-2 соответствует …

охлаждению воздуха

нагреванию воздуха

осушению воздуха

+ увлажнению воздуха

Охлаждение влажного ненасыщенного воздуха приводит к выпадению росы, если его температура:

+ниже температуры точки росы

равна температуре точки росы

выше температуры точки росы

не достигает значения температуры точки росы

Таблица 4 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетвори-тельно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. ИД-3$_{УК-1}$ Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ИД-1$_{УК-2}$ Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2$_{УК-2}$ Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3$_{УК-2}$ Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4$_{УК-2}$ Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Студент, основном, знает материал по темам модуля «Техническая термодинамика», умеет анализировать поставленную задачу, рассматривать возможные варианты ее решения, определять ожидаемые результаты решения выделенных задач, проектировать решение конкретной задачи проекта, решать конкретные задачи проекта, представлять результаты	Студент по существу отвечает на поставленные вопросы по темам модуля «Техническая термодинамика», на хорошем уровне анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, решает конкретные задачи проекта заявленного качества, публично представляет результаты решения конкретной задачи	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, логично и аргументированно отвечает на поставленные вопросы по темам модуля, свободно производит расчеты в области технической динамики, с высокой степенью самостоятельности анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи, рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач, проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений, решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время, публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта

Модуль 3. «Теплоэнергетические установки»

Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний

Тема: Топливо и процессы горения

Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»
Горючими элементами в твердом топливе являются…
+водород
+углерод
+сера
кислород
Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»
Негорючим элементом твердого топлива является:
водород
углерод
сера
+кислород
Продуктом анаэробной переработки органических отходов (навоза, растительных остатков, мусора и т.д.) называется:
доменный газ
+биогаз
генераторный газ
попутный газ
Каким способом сжигают в котлах газ и мазут?
+факельным
слоевым
вихревым
в кипящем слое
Отношение количества воздуха $V_Д$, действительно поданного в топку, к теоретически необходимому V_0, называется:
+коэффициентом избытка воздуха
коэффициентом недостающего воздуха
коэффициент лишнего воздуха
коэффициент подачи воздуха
Объем сухих трехатомных продуктов сгорания вычисляется по формуле:

$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{H2O}$

$V_{RO_2} = V_{CO_2} - V_{SO_2}$

$V_Г = V_{RO2} + V_{H2O}$

+ $V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2}$

Наибольшую теплоту сгорания из энергетических топлив имеют:
+мазут
уголь
природный газ
торф
Расход топлива котлом рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} - h_{п.в.})}{\eta_к}$$

$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} - h_{п.в.})}{Q_i^r \eta_к}$$

$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} + h_{п.в.})}{Q_i^r \eta_к}$$

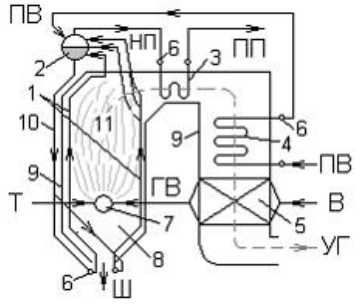
$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} - h_{п.в.})}{Q_i^r}$$

Теплота сгорания условного топлива $Q_{у.т.}$:
+29300 кДж/кг
36500 кДж/м^3
42000 кДж/кг
18300 кДж/кг

Тема: Теплоснабжение с.-х. объектов

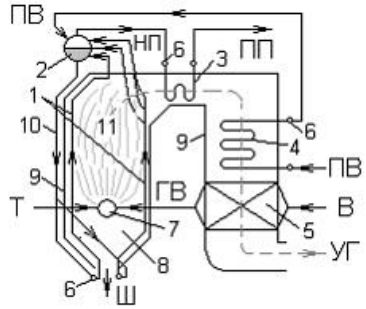
Выберите один верный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

Цифрой 5 на схеме вертикально-водотрубного барабанного парового котла с естественной циркуляцией обозначен:



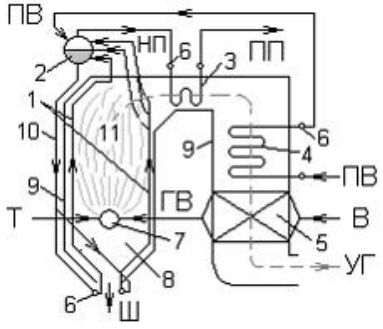
экранные трубы
+воздухоподогреватель
барабан
водяной экономайзер

Цифрой 3 на схеме вертикально-водотрубного барабанного парового котла с естественной циркуляцией обозначен:



+ пароперегреватель
коллекторы
барабан
горелка

Цифрой 10 на схеме вертикально-водотрубного барабанного парового котла с естественной циркуляцией обозначены:



+ опускные необогреваемые трубы
экранные трубы
газоходы
пароперегреватели

Отделение пара от воды выполняется в:

+ барабане
необогреваемых опускных трубах
питательном насосе
пароперегревателе

Повышение температуры пара, поступающего из барабана котла, выполняется в:

+ радиационном или конвективном пароперегревателе
экономайзере
воздухоподогревателе
топке котла

Водяной экономайзер и воздухоподогреватель воспринимают теплоту уходящих дымовых газов, в основном:

+ конвекцией
тепловым излучением
теплопроводностью
индукционным нагревом

Общая жесткость питательной воды определяется наличием солей:

+Ca и Mg
K и Na
P и K
Na и Cs

Таблица 5 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{ОПК-5}$ Участвует в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Студент, в основном, знает материал по темам модуля «Теплоэнергетические установки» и может участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Студент по существу отвечает на поставленные вопросы по темам модуля «Теплоэнергетические установки», демонстрирует хорошее знание теплоэнергетических установок, энергетического топлива, оборудования котельных установок, готов участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по темам модуля, свободно оперирует терминами, самостоятельно рассчитывает расхода топлива, знает состав топлива, принципы расчета теплоснабжения с.-х. объектов, с высокой степенью самостоятельности способен участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации

2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ

Расчетно-графическая работа «Расчет цикла паротурбинной установки».

Задания на РГР к выполнению работы содержатся в издании: **Теплотехника. Расчет цикла паротурбинной установки**: методические указания к расчетно-графической работе для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Максимальная оценка за РГР- 10 баллов

Таблица 6 – Формируемые компетенции (или их части)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. ИД-3$_{УК-1}$ Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ИД-1$_{УК-2}$ Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2$_{УК-2}$ Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3$_{УК-2}$ Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4$_{УК-2}$ Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта. ИД-1$_{ОПК-1}$ Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Проверка содержания РГР Защита РГР (собеседование)

Вопросы для собеседования при защите РГР

1. Дайте понятие температуры насыщения?
2. Какой пар называют насыщенным?
3. Понятие о влажном, сухом и перегретом паре.
4. Что называется степенью сухости пара и степенью влажности?
5. Изображение процессов парообразования в *Pv*-, *Ts*-диаграммах.
6. Нахождение параметров состояния влажного насыщенного пара (аналитически и по *hs*-диаграмме).
7. Нахождение параметров состояния сухого насыщенного и перегретого пара по таблицам водяного пара и по *hs*-диаграмме.
8. Изображение термодинамических процессов в *Pv*-, *Ts*-, *hs*-диаграммах.
9. Нахождение количества подведенной или отведенной теплоты в процессах с водяным паром.
10. Что называется теплотой парообразования и как ее можно определить аналитически и графически в *Ts*- и *hs*-диаграммах?
11. Как графически можно изобразить работу пара в цикле в *Pv*-, *Ts*-, *hs*-диаграммах.
12. Проанализируйте с помощью *hs*-диаграммы, какой из рассмотренных циклов имеет преимущества.

Таблица 7 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. ИД-3$_{УК-1}$ Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ИД-1$_{УК-2}$ Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2$_{УК-2}$ Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3$_{УК-2}$ Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4$_{УК-2}$ Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта. ИД-1$_{ОПК-1}$ Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	РГР выполнена до конца семестра; студент выполнил большую часть заданий, но испытывает затруднения в расчетах; при защите РГР студент дал неполные ответы на вопросы, допускал погрешности в формулировках; испытывает затруднения в анализе задач, рассматривает возможные варианты решения задачи, не оценивая их достоинства и недостатки, формулирует в рамках поставленной цели совокупность задач для ее решения, проектирует решение конкретной задачи, не решает конкретные задачи за установленное время, неуверенно представляет результаты решения конкретной задачи проекта; неуверенно использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения задач	РГР выполнена в срок с несущественными недочетами, при защите студент по существу отвечает на поставленные вопросы, но с незначительными погрешностями в формулировках определений, анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает возможные варианты решения задачи, формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время, публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта; использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения задач	РГР выполнена в срок и правильно оформлена, студент полностью выполнил задания, уверенно пользуется терминами и определениями, использует формулы для расчетов, при защите РГР логично и аргументированно отвечает на вопросы; анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи, рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач, проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений, решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время, публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта; уверенно использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

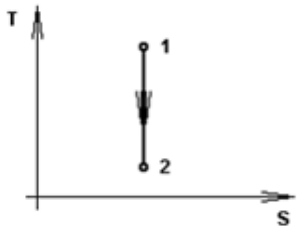
Форма промежуточной аттестации по дисциплине *экзамен*.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Задания закрытого типа

Выберите один правильный вариант ответа

1. **Для процесса 1-2, изображенного в T-s диаграмме** 

, справедливо выражение:

$q = -\Delta u$
$+l = -\Delta u$
$l = \Delta u$
$q = l$

2. **Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:**

1 кг пара содержит 0,9 кг кипящей жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара
+1 кг пара содержит 0,1 кг кипящей жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара
1 кг пара содержит 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара
1 кг пара содержит 0,1 кг кипящей жидкости и 0,9 кг перегретого пара

Задания открытого типа

Практико-ориентированные задания

1. **Определить удельный объём гелия при давлении 1,8 бар и температуре 0°С.**

Правильный ответ. Массовое количество газа принять за 1 кг, поскольку искомые величины — удельные. По уравнению состояния для 1 кг идеального газа найдём удельный объём, предварительно определив газовую постоянную для гелия.

$$R_{He} = \frac{R_\mu}{\mu} = \frac{8314}{4} = 2078,5 \text{ Дж/ кг·К}$$

и выразив давление и температуру в единицах системы СИ:

$$P = 1{,}8 \text{ бар} = 1{,}8 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T = t + 273 = 0 + 273 = 273 \text{ К}.$$

Удельный объём:

$$\vartheta = \frac{R \cdot T}{P} = \frac{2078{,}5 \cdot 273}{1{,}8 \cdot 10^5} = 3{,}15 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

2. Определить плотность гелия при давлении 1,8 бар и температуре 0°С.

Правильный ответ. Массовое количество газа принять за 1 кг, поскольку искомые величины — удельные. По уравнению состояния для 1 кг идеального газа найдём удельный объём, предварительно определив газовую постоянную для гелия:

$$R_{He} = \frac{R_\mu}{\mu} = \frac{8314}{4} = 2078{,}5 \text{ Дж/ кг·К},$$

и выразив давление и температуру в единицах системы СИ:

$$P = 1{,}8 \text{ бар} = 1{,}8 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T = t + 273 = 0 + 273 = 273 \text{ К}.$$

Удельный объём:

$$\vartheta = \frac{R \cdot T}{P} = \frac{2078{,}5 \cdot 273}{1{,}8 \cdot 10^5} = 3{,}15 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Плотность гелия:

$$\rho = \frac{1}{\vartheta} = \frac{1}{3{,}15} = 0{,}317 \text{ кг/м}^3.$$

3. Определить абсолютное давление в системе смазки дизеля, если показание манометра 2,7 ати, а барометрическое давление 755 мм рт.ст.

Правильный ответ. Абсолютное давление находим из выражения:

$$P = B + P_{изб}.$$

Предварительно переводим избыточное давление и барометрическое в единицы системы СИ:

$$B = 755 \cdot 133{,}3 = 1{,}0064 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$$P_{изб} = 2{,}7 \cdot 0{,}981 = 2{,}649 \text{ бар} = 2{,}649 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Определим абсолютное давление:

$$P = 1{,}0067 \cdot 10^5 + 2{,}649 \cdot 10^5 = 3{,}66 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0{,}366 \text{ МПа}.$$

Дайте развернутый ответ на вопрос

4. Какие основные параметры состояния рабочего тела существуют? Дайте определения.

Правильный ответ.

Разным состояниям газообразных веществ соответствуют определенные значения основных термических параметров *P*, *T*, *υ*. Каждый из параметров характеризует состояние рабочего тела:

абсолютное давление P, Па — силовая характеристика газа, определяется как нормальная составляющая силы, действующей на единицу поверхности, обусловлена она тепловым движением молекул газа (1 Н/м^2 = 1 Па);

абсолютная температура T, К — энергетическая характеристика газа, является функцией средней статистической скорости движения молекул;

удельный объем υ, м^3/кг — геометрическая характеристика определяет пространство, занимаемое 1 кг газа.

Наряду с удельным объемом широко используют величину, обратную ему, *плотность* рабочего тела ρ, кг/м^3, которая определяет массу вещества в единице объема.

5. Какие бывают газовые постоянные и какая между ними связь?

Правильный ответ. Газовые постоянные: R — индивидуальная (удельная) газовая постоянная конкретного газа, Дж/кг·К и R_μ — универсальная газовая постоянная, Дж/кмоль·К. Для 1 кмоля любого газа имеет значение:

$$R_\mu = 8314 \text{ Дж/кмоль·К.}$$

Их взаимосвязь:

$$R = R_\mu/\mu,$$

где μ — масса в кг 1 кмоля газа (киломольная масса), кг/кмоль.

6. **Что такое теплоемкость, и каких видов она бывает?**

Правильный ответ. Свойство любого тела (твердого, жидкого, газообразного) по-разному поглощать теплоту (и при этом изменять свою температуру) является важной теплофизической характеристикой этого вещества и называется *теплоемкостью.*

В зависимости от выбранной единицы количества вещества удельная теплоёмкость подразделяется на:

- *массовую*, отнесенную к 1 кг вещества — *c*, кДж/кг·К;
- *объёмную*, отнесённую к 1 м^3 вещества при нормальных физических условиях — *c′*, кДж/м^3·К;
- *мольную*, отнесённую к 1 кмолю вещества, — μc, кДж/кмоль·К.

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

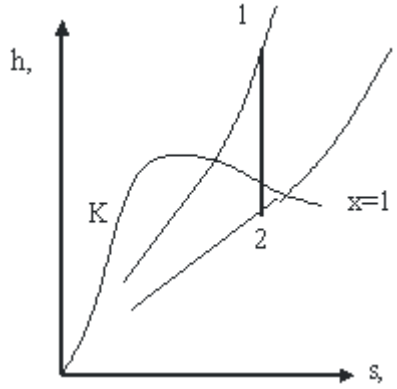
Задания закрытого типа

Выберите один правильный вариант ответа

1. При температуре 300ºС и давлении пара 2 МПа определить состояние H_2O, если температура насыщения при этом давлении 212,37ºС.

+перегретый пар
влажный пар
сухой насыщенный пар
кипящая вода

2. Состояние пара в процессе 1-2, изображенном на *h-s*-диаграмме



, изменяется:

влажный пар переходит в перегретый
+перегретый пар переходит во влажный насыщенный
сухой насыщенный пар переходит во влажный насыщенный
перегретый пар переходит в сухой насыщенный

Практико-ориентированные задания

1. В ресивере постоянного объёма находится 20 кг воздуха. Определить конечную абсолютную температуру газа после подвода к нему 5000 кДж теплоты, если начальная составляла 10 °С.

Правильный ответ. Воспользуемся уравнением теплового баланса по определению теплоты в изохорном процессе: $Q_v = c_v m \Delta t$. Определим массовую изохорную теплоёмкость воздуха: $c_v = \frac{\mu c_v}{\mu} = \frac{20,93}{29} = 0,72$ кДж/кг· К, $\mu c_v = 20,93$ кДж/кмоль, где ·К – мольная изохорная теплоёмкость двухатомного газа; $\mu = 29$ кг/кмоль – киломольная масса воздуха. Определим изменение температуры в процессе: $\Delta t = \frac{Q_v}{c_v m} = \frac{5000}{0,72 \cdot 20} = 347\,°\text{C}.$

Температура конечного состояния:

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 10 + 347 = 357 \ °\text{C}$$
$$T_2 = t_2 + 273 = 357 + 273 = 630 \ \text{K}.$$

2. При адиабатном расширении 1 кг диоксида углерода его температура снижается на 100 К. Определить работу расширения и количество теплоты, которое следует подвести к газу, чтобы такую же работу газ смог совершить в изотермическом процессе расширения.

Правильный ответ. Работа 1 кг газа в адиабатном процессе: $l_a = \frac{R}{k-1}(T_1 - T_2) = \frac{189}{1,3-1} \cdot 100 = 63 \cdot 10^3$ Дж = 63 кДж, $R_{CO_2} = \frac{R_\mu}{\mu_{CO_2}} = \frac{8314}{44} = 189$ Дж/кг·К; k = 1,3 (CO_2 – многоатомный газ). Поскольку в процессе T=const вся подводимая теплота трансформируется в работу расширения, то $q_T = l_T = l_a = 63$ кДж.

3. Определить плотность теплового потока через однородную плоскую стенку толщиной δ = 60 мм, если стенка выполнена из стали λ_c = 50 Вт/м·К. Температуры на поверхностях стенки поддерживаются постоянными и равными $t_{c_1} = 65$ °С и $t_{c_2} = 50$ °С.

Правильный ответ. Для расчета плотности теплового потока воспользуемся уравнением: $q = \frac{t_{c_1} - t_{c_2}}{\frac{\delta}{\lambda}}$. Вычислим термическое сопротивление теплопроводности: $R_c = \frac{\delta_c}{\lambda_c} = \frac{60 \cdot 10^{-3}}{50} = 1,2 \cdot 10^{-3}$ м²·К/Вт. Плотность теплового потока через стальную стенку $q_1 = \frac{65 - 50}{1,2 \cdot 10^{-3}} = 12500$ Вт/м².

4. Определить разность температур на поверхностях стенки и значения градиента температуры в стенке, если она выполнена из стали $\lambda_c = 60$ Вт/м·К. Плотность теплового потока $q = 60$ Вт/м². Принять толщину стенки для каждого варианта одинаковой и равной 50 мм.

Правильный ответ. Разность температур на поверхностях стенки:

$$\Delta t_c = t_{c_1} - t_{c_2} = q\frac{\delta}{\lambda}$$

$$\Delta t_{c_1} = 60 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-3}}{60} = 0,05 \text{ °С.}$$

Градиент температуры

$$\frac{dt}{dx} = \frac{\Delta t_c}{\delta}$$

$$\left(\frac{dt}{dx}\right)_1 = \frac{0,05}{50 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ К/м;}$$

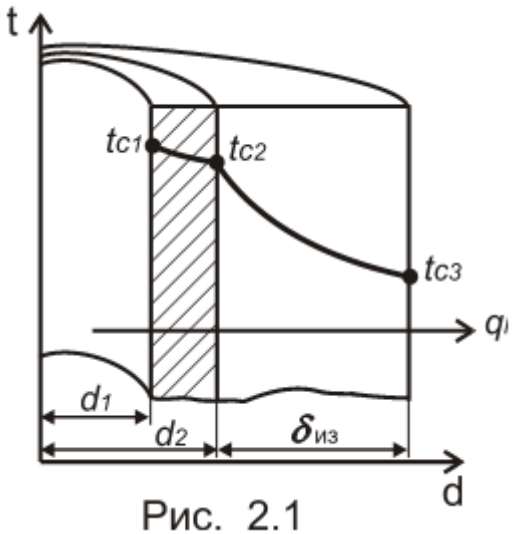


Рис. 2.1

5. Стальной трубопровод горячей воды диаметром d_1/d_2 = 190/200 мм покрыт слоем изоляции толщиной $\delta_{из}$ = 50 мм (рис. 2.1), коэффициент теплопроводности трубы $\lambda_1 = 50$ Вт/м·К, изоляции $\lambda_2 = 0,08$ Вт/м·К. Температура на внутренней поверхности трубы $t_{c_1} = 150$ °С, а на наружной поверхности изоляции $t_{c_3} = 50$ °С. Найти тепловые потери с 1 м трубопровода и температуру на границе соприкосновения изоляции и трубопровода.

Правильный ответ. Потери теплоты с 1 м трубопровода определим по уравнению:

$$q_l = \frac{\pi\left(t_{c_1} - t_{c_3}\right)}{\frac{1}{2\lambda_1}\ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2}\ln\frac{d_3}{d_2}} = \frac{3,14\cdot\left(150-50\right)}{\frac{1}{2\cdot 50}\cdot\ln\frac{200}{190} + \frac{1}{2\cdot 0,08}\cdot\ln\frac{300}{200}} = 124 \text{ Вт/м;}$$

Температура на границе соприкосновения трубы с изоляцией:

$$t_{c_2} = t_{c_1} - \frac{q_l}{\pi}\frac{1}{2\lambda_1}\ln\frac{d_2}{d_1} = 150 - \frac{124}{3,14}\cdot\frac{1}{2\cdot 50}\cdot\ln\frac{200}{190} = 149,98.$$

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

Задания закрытого типа

Выберите один правильный вариант ответа

1. В системе СИ давление измеряется в:

джоулях
атмосферах
барах
+паскалях

2. В сосуде объемом 0,75 м^3 находится 2,5 кг углекислого газа. Удельный объем газа составит:

3,33 кг/м^3
875 кг·м^3
+0,3 м^3/кг
0,3 кг/м^3

Задания открытого типа

Практико-ориентированные задания

1. Определить массу диоксида углерода CO_2 в баллоне, если известны следующие характеристики: внутренний объём баллона V = 60 л; показание манометра $P_{изб}$ = 100 кг/см^2 (или 100 ати); барометрическое давление B=747 мм рт. ст.; температура газа t = 20 °С.

Правильный ответ. Масса газа в баллоне определяется расчётом по уравнению Клапейрона:

$$PV = mRT.$$

Предварительно рассчитаем газовую постоянную для CO_2:

$$R_{CO2} = \frac{R\mu}{\mu_{CO2}} = \frac{8314}{44} = 189 \ Дж/кг \cdot К$$

Все параметры выражаем в единицах системы СИ:

V = 60 л = 0,06 м^3; T = 20+273 = 293 К;

$P = 747 \cdot 133{,}3 + 100 \cdot 0{,}981 \cdot 10^5 = 99{,}1 \cdot 10^5$ Па

Масса CO_2 в баллоне: $m = \dfrac{P \cdot V}{R_{CO_2} \cdot T} = \dfrac{99{,}1 \cdot 10^5 \cdot 0{,}06}{189 \cdot 293} = 10{,}74$ кг.

2. Определить температуру отработавших газов двигателя внутреннего сгорания, работающего по циклу с подводом теплоты при $\vartheta = \text{const}$, если известно: начальная температура рабочего тела t_1=28 °С; степень сжатия $\varepsilon = 8{,}3$; степень изохорного повышения давления $\lambda = 1{,}86$; рабочее тело – 1 кг сухого воздуха.

Правильный ответ. Определяем последовательно температуры в характерных точках цикла:

$$T_1 = t_1 + 273 = 28 + 273 = 301 \text{ К};$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = T_1 \varepsilon^{k-1} = 301 \cdot 8{,}3^{0{,}4} = 701 \text{ К};$$

$$T_3 = T_2 \frac{P_3}{P_2} = T_2 \lambda = 701 \cdot 1{,}86 = 1304 \text{ К};$$

$$T_4 = T_1 \lambda = 301 \cdot 1{,}86 = 560 \text{ К}.$$

Температура отработавших газов $t_4 = 560 - 273 = 287$ °С.

3. Кирпичная стена здания толщиной $\delta = 510$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0{,}8$ Вт/м·К с внутренней поверхности соприкасается с воздухом помещения, имеющим температуру $t_{ж_1} = 18$ °С и коэффициент теплоотдачи $\alpha_1 = 8{,}7$ Вт/м^2·К. Температура наружного воздуха $t_{ж_2} = -30$ °С, а

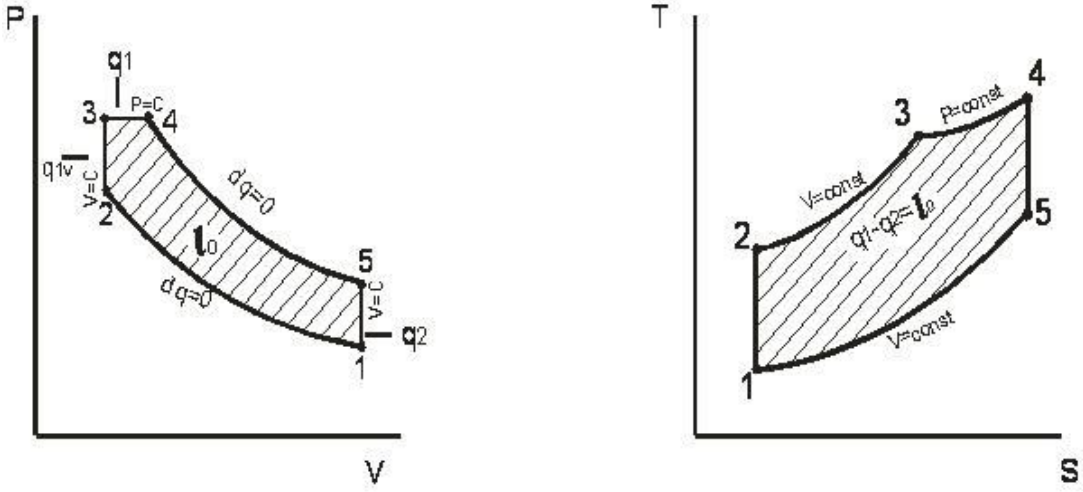
коэффициент теплоотдачи от наружной стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2 = 23$ **Вт/м²·К. Определить коэффициент теплопередачи.**

Правильный ответ. Коэффициент теплопередачи определяем по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,510}{0,8} + \frac{1}{23}} = 1,42 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}.$$

4. Проведите анализ цикла ДВС с комбинированным подводом теплоты.

Правильный ответ. Цикл современного дизеля состоит из процессов: адиабатного сжатия (1–2) рабочего тела (воздуха); изохорного (2–3) с подводом теплоты q_{1v} и изобарного (3–4) с подводом тепла q_{1p}сгорания топлива в среде нагретого сжатого воздуха, адиабатного (4–5) с расширением рабочего тела (рабочий ход поршня) и изохорного (5–1) с отводом теплоты q_2.



Характеристики цикла:

$\varepsilon = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$ – степень сжатия;

$\lambda = \frac{P_3}{P_2}$ – степень изохорного повышения давления;

$\rho = \frac{\vartheta_4}{\vartheta_3}$ – степень предварительного (изобарного расширения).

Количество подведённой в цикле теплоты:

$$q_1 = q_{1v} + q_{1p} = c_\vartheta(T_3 - T_2) + c_p(T_4 - T_3)$$

Количество отведённой теплоты:

$$q_2 = c_\vartheta \cdot (T_5 - T_1)$$

Работа цикла:

$$l_0 = q_1 - q_2.$$

Дайте развернутый ответ на вопрос

5. Что такое энтальпия? Как определяют ее изменение?

Правильный ответ. Энтальпией называется особая термодинамическая функция, равная сумме внутренней энергии и потенциальной энергии давления:

$$H = U + PV, \qquad \text{Дж},$$

или удельная энтальпия газа, массой 1 кг

$$h = u + pv, \qquad \text{Дж/кг}.$$

Из выражений следует, что энтальпия - функция состояния, т.к. все входящие в нее величины являются характеристиками состояния. В термодинамических расчетах обычно определяют изменение энтальпии:

$$\Delta h = \int dh = h2 - h1,$$

т.е., изменение энтальпии определяется только начальным и конечным состоянием рабочего тела и не зависит от характера термодинамического процесса.

ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

Задания закрытого типа

Выберите один правильный вариант ответа

1. Теория подобия применяется для описания процесса:
теплопроводности
теплопередачи
+ теплоотдачи
теплоотвода

2. Коэффициент теплоотдачи α рассчитывается из критериального уравнения:
Рейнольдса
Прандтля
+Нуссельта
Грасгофа

Задания открытого типа

Дайте развернутый ответ на вопрос

1. Какой энергетический параметр состояния нельзя определить экспериментальным путем? Поясните.

Правильный ответ. Экспериментальным путем нельзя определить энтропию. Энтропия является энергетическим параметром состояния ТДС, который изменяется только при наличии теплообмена. Энтропия не может быть измерена каким-либо образом, определяется только расчетным путем. Изменение энтропии в некотором элементарном процессе определяется выражением (для произвольного количества газа)

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

или для 1 кг:

$$ds = \frac{dq}{T},$$

а в произвольном процессе 1-2 изменение энтропии

$$\Delta S = s_2 - s_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}.$$

Но $dq = c\,dT$, тогда

$$\Delta S = \int \frac{cdT}{T} = C_m \cdot ln\frac{T_2}{T_1},$$

где c_m— среднее значение теплоемкости в интервале температур от T_1до T_2.

2. От каких показателей при экспериментальных исследованиях зависит коэффициент теплоотдачи?

Правильный ответ. Коэффициент теплоотдачи α зависит от:

– формы поверхности тела и положения его в пространстве;

– вида конвекции (свободная или вынужденная);

– толщины пограничного слоя и режима движения среды в нем;

– скорости движения среды w,

– физических свойств среды:

– температурного напора $\Delta t = t_c - t_{ж}$;

– температурного коэффициента объемного расширения среды β= 1/T.

3. С помощью каких уравнений описывается свободная и вынужденная конвекции при процессе теплоотдачи?

Правильный ответ. Теплоотдача при свободной конвекции описывается критериальным уравнением

$$Nu = c(Gr_{ж}Pr_{ж})^n,$$

а при вынужденной конвекции

$$Nu = cRe_{ж}^{n}\ Pr^{m}_{ж.}$$

Константы c, n, m зависят от режима движения среды и условий теплоотдачи.

Дополните

4. _____ характеризует интенсивность теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.

Правильный ответ: коэффициент теплоотдачи.

5. Одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью называется _____.

Правильный ответ: конвективным теплообменом.

6. Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно черного тела в зависимости от его температуры описывается законом _____.

Правильный ответ: Стефана-Больцмана.

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

– базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «удовлетворительно» (50-64 рейтинговых баллов);

– повышенный уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценкам «хорошо» (65-85 рейтинговых баллов) и «отлично» (86-100 рейтинговых баллов).

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *экзамен.*

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации формируется из числа оценочных средств по темам, которые не освоены студентом.

Примечание:

Дополнительные контрольные испытания проводятся для студентов, набравших менее **50 баллов** (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»).

Таблица 8 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи ИД-2$_{УК-1}$ Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ИД-3$_{УК-1}$ Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ИД-4$_{УК-1}$ Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. ИД-5$_{УК-1}$ Определяет и	Владеет материалом по темам дисциплины, но с незначительными погрешностями в формулировках определений анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, находит и критически анализирует информацию, рассматривает возможные варианты решения задачи, формирует собственные суждения и оценки, отличает факты от мнений, определяет и оценивает последствия возможных

оценивает последствия возможных решений задачи. ИД-1$_{УК-2}$ Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2$_{УК-2}$ Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3$_{УК-2}$ Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4$_{УК-2}$ Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта. ИД-1$_{ОПК-1}$ Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности. ИД-1$_{ОПК-5}$ Участвует в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации	решений задачи, формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, решает конкретные задачи проекта заявленного качества, публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта, готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности и участвовать в экспериментальных исследованиях электрооборудования и средств автоматизации