

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Техника и физика низких температур

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Термодинамика**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Охотин В.С.
	Идентификатор	Rb4ac9f4b-OkhotinVS-9c5a725f

В.С. Охотин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed

А.П.
Крюков

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю.
Пузина

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен анализировать результаты расчетов процессов переноса, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования специального назначения

ИД-1 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 5 «Расчет простых циклов холодильных и теплонасосных установок» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 6 «Расчет термодинамических циклов паротурбинных и газотурбинных установок» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа)
6. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа)
7. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Защита лабораторных работ тестированием (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчетное задание 2 «Расчет сложных термодинамических циклов» (Домашнее задание)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	11	13	15

Основные законы термодинамики и общие закономерности					
Основные определения и термины	+				
Первый закон термодинамики	+				
Второй закон термодинамики	+				
Дифференциальные уравнения термодинамики	+				
Процессы идеального газа					
Законы и уравнения идеального газа		+		+	
Смеси газов		+			
Свойства и процессы реального газа					
Термодинамические свойства реального газа			+		
Термодинамические процессы реального газа.			+		
Термические уравнения состояния реального газа.			+		
Процессы в потоке вещества					
Процессы истечения газа и пара из сопл					+
Процессы в диффузоре					+
Процессы дросселирования					+
Вес КМ:	10	15	25	25	25

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	4	10	12	14
Термодинамические циклы теплосиловых установок					
Термодинамические циклы паротурбинных установок			+		
Термодинамические циклы газотурбинных установок (циклы ГТУ)			+		
Термодинамический цикл одноконтурной парогазовой установки (ПГУ) с котлом-утилизатором			+		
Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок					
Обратные термодинамические циклы холодильных установок	+				
Термодинамические циклы теплонасосных установок	+				

Избранные главы термодинамики				
Третий закон термодинамики			+	
Процессы во влажном воздухе				+
Термодинамика магнетиков			+	
Фазовые переходы 2-го рода			+	
Термодинамика поверхности раздела фаз			+	
Вес КМ:	20	20	30	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения	Знать: методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа основные законы термодинамики и условия их применения методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа; Уметь: рассчитывать сложные термодинамические циклы холодильных и теплосиловых установок; рассчитывать термодинамические циклы теплосиловых установок; рассчитывать	Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа) Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа) Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание) Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа) Контрольная работа 4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа) Контрольная работа 5 «Расчет простых циклов холодильных и теплонасосных установок» (Контрольная работа) Расчетное задание 2 «Расчет сложных термодинамических циклов» (Домашнее задание) Контрольная работа 6 «Расчет термодинамических циклов паротурбинных и газотурбинных установок» (Контрольная работа) Защита лабораторных работ тестированием (Тестирование)

		термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок рассчитывать произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность экспериментально определять термодинамические характеристики процессов идеального газа, влажного воздуха, воды и водяного пара.	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

5 семестр

КМ-1. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Раздается каждому студенту свой вариант контрольной работы, в которой содержится 2 задачи. При выполнении контрольной работы разрешается пользоваться только калькулятором и справочными таблицами для идеального газа.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний по расчету термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные законы термодинамики и условия их применения	1. В смеси кислорода и окиси углерода при температуре 50 °С парциальное давление кислорода равно 0,3 МПа. Определить полное давление и ее удельный объем, если мольная доля окиси углерода равна 0,4.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Раздается каждому студенту свой вариант контрольной работы, в которой содержится 2 задачи. При выполнении контрольной работы разрешается пользоваться только калькулятором и справочными таблицами для идеального газа.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний 1-го закона термодинамики, расчета изопроцессов идеальных газов, построение процессов идеальных газов в p - v , p - T , v - T диаграммах.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа	1. Воздух, занимающий при температуре $t_1 = 1301,67$ °Ra и давлении p_1 равном 2250,18 мм. рт. ст. объем 0,1 м ³ , расширяется обратимо адиабатно до объема 0,3 м ³ . Определить конечное давление газа и совершенную им работу.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в течение пары в аудитории. При написании контрольной работы можно пользоваться калькулятором и таблицами свойств воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических свойствах и процессах воды и водяного пара, построение процессов в p - v , p - T , v - T диаграммах.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: способы определения	1.1. Заданы параметры : $P=120$ бар, $x=0.7$.
----------------------------	--

свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа	Определить состояние и найти v, h, s, u; показать это состояние на p, v-, p, T- и T, s- диаграммах. 2. Определить состояние и найти удельный объем пара при $t = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $s = 6\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$. Показать состояние на Ts, p, v, pt, hs – диаграммах. 3. Состояние задано параметрами: $p = 40\text{ кПа}$, $t = 80^{\circ}\text{C}$. Определить это состояние, найти v, h, s, u; показать это состояние на p, v-, p, T-, T, s- диаграммах. 4. В котел входит вода при $P_1 = 120\text{ бар}$ и $t_1 = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выходит из него пар при параметрах $P_2 = 100\text{ бар}$, $t_2 = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найти теплоту, подводимую к 1 кг. пара. Представить процесс в p, v, Ts, hs и pt – диаграммах.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание со сроком исполнения 4 недели. По истечению срока студент должен сдать преподавателю полностью оформленное задание на листах форматом А4 с подробным расчетом каждого процесса и оформленными в масштабе диаграммами

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний процессов, совершаемых идеальным газом. В качестве расчетного задания предлагается выполнить расчет термодинамического цикла, совершаемого идеальным газом и состоящего из пяти процессов – изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного

процессов. Особенностью расчета процессов идеального газа в курсе Термодинамика, в отличие от расчета аналогичных процессов, изучаемых в курсе физики, является использование специальной методики, позволяющей учитывать зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Такая методика обеспечивает точный (инженерный) расчет процессов и циклов идеального газа. При этом расчеты выполняются с помощью специальных таблиц, содержащих значения удельной внутренней энергии, энтальпии и энтропии, рассчитанных с учетом зависимости теплоемкости от температуры

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность	1. Цикл состоит из следующих процессов: 1-2 $n = \text{const}$ 2-3 $v = \text{const}$ 3-4 $s = \text{const}$ 4-5 $t = \text{const}$ 5-1 $p = \text{const}$ Рабочее тело - двуокись углерода. Для расчета цикла заданы следующие величины: $P_1 = 0,8$ бар, $t_1 = 10$ °C, $P_2 = 3,5$ бар, $p_3 = 4,4$ бар, $t_4 = 630$ °C. Показатель политропы процесса $n = 2,4$. Рассчитать: 1) параметры (p, v, T) в каждой точке цикла и функции состояния (u, h, s); 2) теплоту, работу расширения, изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии для каждого процесса. Рассчитать это же за весь цикл; 3) термический коэффициент полезного действия цикла. Газ считать идеальным, его теплоемкость – зависящей от температуры, процессы – обратимыми. Представить две сводные таблицы: первая – параметров и функций состояния для каждой точки цикла, и вторая – для теплоты, работы, ΔU, Δh, Δs и $T_{\text{ср}}$ для всех процессов. Представить цикл в масштабе в p-v и T-s диаграммах. Для вычерчивания цикла при необходимости рассчитать несколько промежуточных точек. Считать, что $s = 0$ при $T_0 = 273,15$ К и $p_0 = 0,1$ Мпа.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Контрольная работа 4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа рассчитана на 2 часа. Каждому студенту раздается свой вариант билета. Разрешается пользоваться только калькулятором и таблицами свойств газов и водяного пара.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о процессах в суживающихся соплах и соплах Лаваля, построение h - и T - диаграмм истечения из сопл.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа;	1.1. Водяной пар при давлении $p_1 = 5,5$ МПа и температуре $t_1 = 450^\circ\text{C}$ поступает к соплу Лаваля. Давление за соплом $p_{ср} = 1,0$ МПа. Определить скорость пара на выходе из сопла и расход пара, если площадь минимального сечения сопла $f_{\text{мин}} = 75$ мм ² . Представить процесс в h , s - диаграмме. 2. Воздух при давлении $p_1 = 1$ МПа и температуре $t_1 = 450^\circ\text{C}$ поступает со скоростью $w_1 = 140$ м/с к суживающимся соплам. Давление за соплами $p_{ср} = 0,2$ МПа. Определить расход воздуха и его температуру на выходе из сопла. Площадь выходного сечения сопла $f_2 = 130$ мм ² . Скоростной коэффициент сопла $\phi = 0,92$. Представить процесс в T , s - диаграмме.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

6 семестр

КМ-6. Контрольная работа 5 «Расчет простых циклов холодильных и теплонасосных установок»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдаются билеты с индивидуальными вариантами контрольной работы. В течении пары студенты должны рассчитать задачи, при этом разрешается пользоваться только калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа и свойств хладагентов.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний по расчету простых циклов холодильных и теплонасосных установок.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок	1.Определить мощность привода, количество теплоты, передаваемой в окружающую среду, расход хладагента – аммиака, холодильный коэффициент и эксергетический КПД парокомпрессионной холодильной установки холодопроизводительностью 250 кДж/с. Температура в холодильной камере равна -13°C, окружающей среды 20°C, внутренний относительный КПД компрессора 0,86. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами 4,9°C.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. Контрольная работа 6 «Расчет термодинамических циклов паротурбинных и газотурбинных установок»

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в течение двух часов в аудитории. При написании контрольной работы можно пользоваться калькулятором и таблицами свойств газов, воды и водяного пара.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о расчете термодинамических циклов паротурбинных и газотурбинных установок

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать термодинамические циклы теплосиловых установок;	1. Определить термический и внутренний КПД цикла, мощность ГТУ, количество отведенной и подведенной теплоты, если $t_1=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_1=100\text{ кПа}$, $p_2=600\text{ кПа}$, $t_3=700\text{ }^{\circ}\text{C}$, $h_{oiT}=0.9$; $h_{oiK}=0.85$; $m=2\cdot 10^5\text{ кг/ч}$. Продукты сгорания считать идеальным газом, обладающим свойствами воздуха.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-8. Расчетное задание 2 «Расчет сложных термодинамических циклов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчетное задание выдается студентам на дом - срок выполнения 4 недели

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о расчете сложных термодинамических циклов. В качестве расчетного задания предлагается выполнить расчет сложного термодинамического цикла: каскадного, многоступенчатого цикла

холодильной установки или бинарного цикла одноконтурной парогазовой установки. Должны быть определены основные характеристики установок и их эффективность (кпд). Расчет производится с помощью таблиц термодинамических свойств хладагентов, газов и водяного пара.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать сложные термодинамические циклы холодильных и теплосиловых установок;	1. Рассчитать термодинамический цикл двухступенчатой парокомпрессионной холодильной установки холодопроизводительностью 40 кДж/с при температуре в холодильной камере $t_{\text{хол1}} = -33^\circ\text{C}$ и 100 кДж/с при $t_{\text{хол2}} = -9,7^\circ\text{C}$. Хладагент – фреон R22. Температура окружающей среды $14,6^\circ\text{C}$. Адиабатный КПД компрессоров 0,87. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами равна 5°C. Далее определить следующее: 1. Параметры (p, T, h, s, x) хладагента во всех характерных точках цикла и представить их в табличной форме. 2. Мощность привода компрессоров, количество теплоты, отданной в окружающую среду за единицу времени и эксергетический КПД установки. 3. Массовые расходы хладагента во всех линиях схемы (указать на схеме). 4. Изобразить принципиальную схему установки и цикл в T, s – диаграмме.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-9. Защита лабораторных работ тестированием

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: За определенное время студенту надо ответить на 5 вопросов - выбрать правильный ответ из предложенных. За каждый правильный ответ - студент получает 1 балл, если студент ответил со второй попытки, то получает 0,5 балла. Минимальный проходной балл для защиты тестированием - 3,5. При получении при тестировании меньше 3,5, предоставляется право через несколько дней на повторное тестирование. После защиты всех выполненных студентом работ итоговой оценкой за контрольное мероприятие выставляется средне-арифметическая оценка всех тестирований, округленная до целого числа.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний по темам “Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок”, “Термодинамические циклы теплосиловых установок” и “Избранные главы термодинамики”. Программой курса предусмотрено выполнение 3-х лабораторных работ на стендах Лаборатории Технической термодинамики, выполненных "в железе". При дистанционном обучении используются виртуальные модели этих лабораторных работ. После выполнения лабораторной работы студент в течении двух недель выполняет необходимые расчеты и графические материалы. После проверки оформленного отчета при отсутствии замечаний студент допускается к защите. Тест к каждой лабораторной работе включает 5 вопросов и варианты ответов. Используются разные типы ответов: "один из многих", "несколько из многих", "расположить в порядке возрастания", "поле ввода" и др.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: экспериментально определять термодинамические характеристики процессов идеального газа, влажного воздуха, воды и водяного пара.	1. Выберите тип сопла (суживающееся сопло или сопло Лавалья) для полного использования перепада давлений в трех случаях: а) $p_0 = 10$ бар, $p_{ср} = 6,5$ бар, б) $p_0 = 10$ бар, $p_{ср} = 5,46$ бар, в) $p_0 = 10$ бар, $p_{ср} = 2,5$ бар. ($p_0, p_{ср}$ - давления пара перед соплом и за ним; $\beta_{кр}=0,546$). 1.а) суживающее, б) Лавалья, в) Лавалья 2.а) Лавалья, б) суживающее, в) суживающее 3.а) Лавалья, б) суживающее, в) Лавалья 4.а) суживающее, б) суживающее, в) Лавалья 5.а) Лавалья б) Лавалья, в) суживающее Ответ: 4
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: 5 правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: 4 правильных ответа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: 3 правильных ответа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: дано менее трех правильных ответов

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Первый закон термодинамики. Формулировки. Аналитические выражения первого закона термодинамики.
2. Уравнение Ван - дер - Ваальса. Изотермы Ван - дер - Ваальса в p, v - диаграмме. Правило Максвелла.
3. При изотермическом сжатии 1кг водяного пара его объем уменьшился в 5 раз. Определить теплоту и работу процесса, если в начальном состоянии $p_1 = 1$ МПа, $t_1 = 200^\circ\text{C}$. Представить процесс в p, v -, p, T -, T, s - и h, s - диаграммах.

Процедура проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устной форме. Студенту на подготовку к билету отводится время 60 мин. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины. Студент может пользоваться рабочей программой дисциплины, калькулятором и справочной литературой.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения

Вопросы, задания

1. Первый закон термодинамики для потока вещества, вывод формулы. Работа расширения и техническая работа.
2. Уравнение состояния в вириальной форме. Вириальные коэффициенты, z, p - диаграмма реального газа. Вычисление второго вириального коэффициента по экспериментальным данным.
3. Политропный процесс. Формулы соотношения параметров в политропном процессе идеального газа. Работа политропного процесса. Политропные процессы в p, v - диаграмме.
4. Смеси газов. Способы задания смеси и их взаимный пересчет, кажущаяся молекулярная масса и газовая постоянная смеси.
5. Изохорная теплоёмкость реального и идеального газа.
6. Формулировки второго закона термодинамики. Обратимые и необратимые процессы, причины необратимости, условие обратимости процессов.
7. Правило фаз Гиббса.
8. Энергия Гельмгольца, как характеристическая функция.
9. Вторая теорема Карно.
10. Соотношение между работой цикла, подведенной и отведенной теплотой. КПД прямого цикла. Прямой обратимый цикл Карно и его КПД.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. По какой формуле рассчитывается теплота в изохорном процессе 1-2?

Ответы:

1. $q = T_1 (s_2 - s_1)$ 2. $q = T_2 (s_2 - s_1)$ 3. $q = h_2 - h_1$ 4. $q = u_2 - u_1$ 5. $q = v (p_2 - p_1)$

Верный ответ: 4

2. Как изменяются параметры водяного пара (давление p , энтальпия h , энтропия s) в процессе его течения через суживающееся сопло с коэффициентом скорости $\varphi=0,9$?

Ответы:

1. p – уменьшается 2. p – увеличивается 3. p – не изменяется 4. h – уменьшается 5. h – увеличивается 6. h – не изменяется 7. s – уменьшается 8. s – увеличивается 9. s – не изменяется

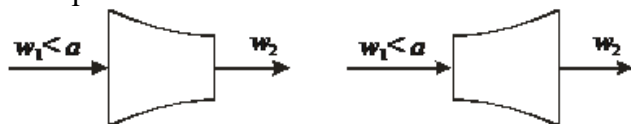
Верный ответ: 1 4 8

3. Как изменяются параметры водяного пара (давление p , энтальпия h , энтропия s) в процессе его течения через суживающееся сопло с коэффициентом скорости $\varphi=1$?

Ответы:

1. p – уменьшается 2. p – увеличивается 3. p – не изменяется 4. h – уменьшается 5. h – увеличивается 6. h – не изменяется 7. s – уменьшается 8. s – увеличивается 9. s – не изменяется

Верный ответ: 1 4 9



4.

На рисунке изображены два канала: суживающийся и расширяющийся. Как они называются?

(w_1 – скорость пара на входе в канал, a – местная скорость звука).

Ответы:

1. Слева – сопло, справа – сопло 2. Слева – сопло, справа – диффузор 3. Слева – диффузор, справа – сопло 4. Слева – диффузор, справа – диффузор 5. Определенно ответить нельзя

Верный ответ: 2

5. Как изменяются по длине сопла скорость w и массовый расход m пара?

Ответы:

1. w уменьшается 2. w увеличивается 3. w не изменяется 4. m уменьшается 5. m увеличивается 6. m не изменяется

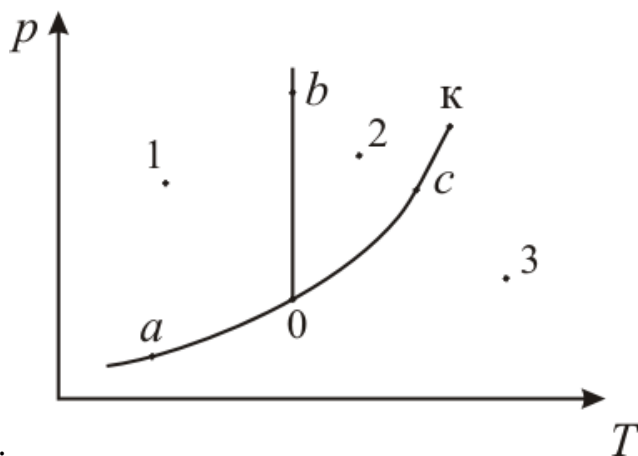
Верный ответ: 2 6

6. Мольная изобарная теплоемкость воздуха ($\mu = 29$ кг/кмоль) равна 30 кДж/(кмоль·К). Рассчитайте удельную изохорную теплоемкость воздуха в кДж/(кг·К) и введите ее в «поле ввода», результат округлите до $0,01$ кДж/(кг·К).

Ответы:

Задача

Верный ответ: 0,75



7. Укажите точку на фазовой p, T -диаграмме, где вещество имеет жидкое состояние: т.1, т.2, т.3, т.а, т.б, т.с, т.0, т.К..
т.К - критическая точка

Ответы:

Рисунок

Верный ответ: т.2

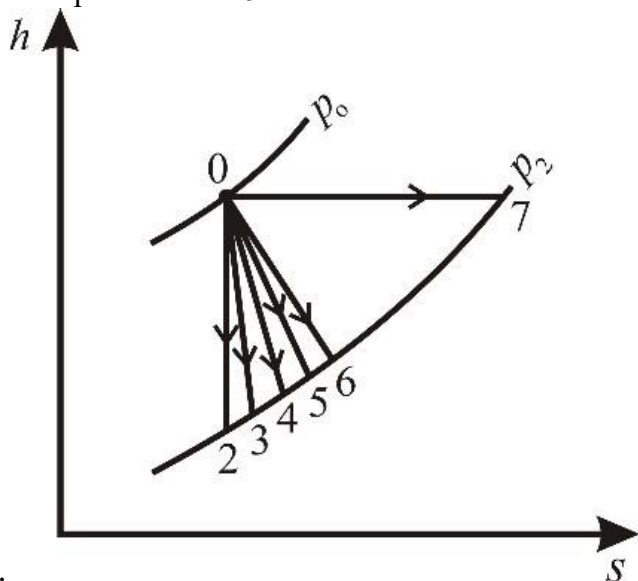
- 8.Какая из величин входит в выражение 1-го закона термодинамики для потока вещества?

(u – внутренняя энергия, T – температура, v – удельный объем, s – энтропия, $l_{\text{техн}}$ – техническая работа)

Ответы:

1. du 2. dT 3. dv 4. ds 5. $l_{\text{техн}}$

Верный ответ: 5



9. На h, s -диаграмме показаны адиабатные процессы течения пара. Какой из процессов является процессом адиабатного дросселирования ? Укажите номер правильного ответа.

Ответы:

1.0-2 2.0-3 3.0-4 4.0-5 5.0-6 6.0-7

Верный ответ: 6

- 10.Чему равна теплота парообразования " r " H_2O в критической точке?

Ответы:

1. $r = 2500,9$ кДж/кг 2. $r = 2256,5$ кДж/кг 3. $r = 2257,5$ кДж/кг 4. $r = 1317,6$ кДж/кг 5. $r = 0$

Верный ответ: 5

- 11.От каких величин зависит температура насыщения водяного пара?

Ответы:

1.от давления и удельного объема 2.только от давления 3.только от плотности 4.не зависит ни от чего, является постоянной величиной 5.зависит от давления и условий подвода тепла

Верный ответ: 2

12.Какое соотношение является выражением 2-го закона термодинамики для необратимых процессов?

Ответы:

1. $du = dq + dl$ 2. $dq = du + dl$ 3. $dl = dq + du$ 4. $dq < Tds$ 5. $dq = Tds$ 6. $dq > Tds$

Верный ответ: 4

13.Какое соотношение является выражением 2-го закона термодинамики для обратимых процессов?

Ответы:

1. $du = dq + dl$ 2. $dq = du + dl$ 3. $dl = dq + du$ 4. $dq < Tds$ 5. $dq = Tds$ 6. $dq > Tds$

Верный ответ: 5

14.Какое соотношение является выражением 1-го закона термодинамики?

Ответы:

1. $du = dq + dl$ 2. $dq = du + dl$ 3. $dl = dq + du$ 4. $dq < Tds$ 5. $dq = Tds$ 6. $dq > Tds$

Верный ответ: 2

15.Что такое степень сухости водяного пара?

Ответы:

1.отношение массы кипящей жидкости к массе сухого насыщенного пара 2.отношение объема, занимаемого паром, к суммарному объему жидкости и пара 3.отношение массы жидкости к суммарной массе жидкости и пара 4.отношение массы сухого насыщенного пара к суммарной массе жидкости и пара 5.отношение объема пара к объему жидкости

Верный ответ: 4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Теплофикационный цикл ГТУ (цикл ГТУ-ТЭЦ). Схема и цикл T,s - диаграмме. КПД котла-утилизатора, коэффициент использования теплоты и эксергетический КПД ГТУ-ТЭЦ.
2. Определить количество теплоты, передаваемое тепловому потребителю, мощность привода, массовый расход рабочего тела – фреона R134a, отопительный коэффициент и эксергетический КПД теплонасосной парокомпрессионной установки, если из окружающей среды забирается 10 кДж теплоты в секунду. Давление фреона в конденсаторе равно 2,0 МПа, в испарителе 0,261 МПа. Адиабатный КПД компрессора 0,85. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами 5°C. Представить цикл в T, s – диаграмме.

Процедура проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устной форме. Студенту на подготовку к билету отводится время 60 мин. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины. Студент может пользоваться рабочей программой дисциплины, калькулятором и справочной литературой.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов в элементах энергетических систем различного назначения

Вопросы, задания

1. Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ): Идея теплофикационных циклов ПТУ. ТЭЦ с турбиной типа Р (турбина с противодавлением). Принципиальная схема, цикл в T,s - диаграмме, критерии эффективности ТЭЦ.
2. Определить мощность привода, массовый расход рабочего тела – фреона-242b, отопительный коэффициент и эксергетический КПД теплонасосной парокомпрессионной установки, которая передает тепловому потребителю 6,0 кДж/с теплоты. Определить также теплоту, переданную фреону из окружающей среды за 1 секунду. Температура теплоприёмника 50°C, окружающей среды 10°C. Внутренний относительный КПД компрессора 0,87. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами равна 5,9°C.

3.ТЭЦ с турбиной типа Р (турбина с противодавлением). Схема, цикл в T,s - диаграмме, коэффициент использования теплоты топлива, отопительный коэффициент. Сравнение расхода топлива при комбинированном и раздельном производстве электроэнергии и теплоты.

4.Циклы холодильных установок. Основные понятия. Холодопроизводительность, работа, холодильный коэффициент и эксергетический КПД установки. Обратный обратимый цикл Карно – цикл холодильной установки. Цикл в T, s - диаграмме. Холодильный коэффициент и эксергетический КПД цикла.

5.Принципиальная схема и цикл ПТУ на перегретом паре в T,s - диаграмме. Влияние начальных (давление и температура) и конечных (давление) параметров пара на КПД цикла ПТУ.

6.

1. Влияние температуры и давления пара перед турбиной и давления пара за турбиной на термический КПД цикла Ренкина.

2.

7.Схема и цикл воздушной холодильной установки с регенерацией. Холодопроизводительность, работа цикла, холодильный коэффициент и эксергетический КПД установки.

8.Теплофикационные циклы ПТУ с отборами пара из турбины. Произведенная работа и отпущенная теплота. Коэффициент использования теплоты и отопительный коэффициент этих циклов.

9.

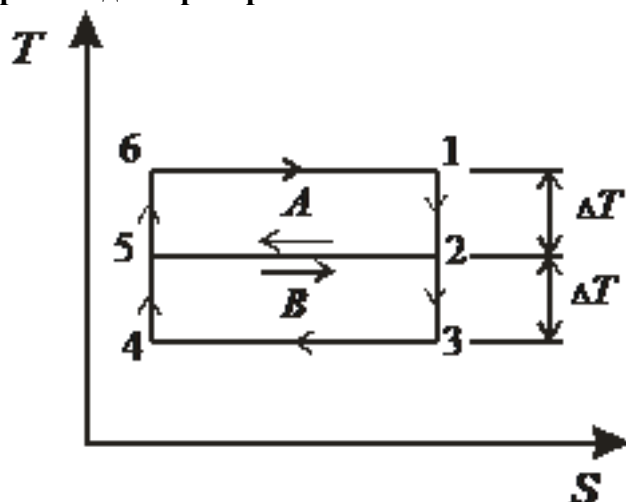
1. Обратные циклы теплонасосных установок. Обратный обратимый цикл Карно - цикл теплонасосной установки. Изображение цикла в T,s - диаграмме. Основные характеристики.

2.

10.

Принципиальная схема и цикл АЭС с сепаратором – пароперегревателем (СПП). Схема и цикл в T,s - диаграмме, процессы в h,s - диаграмме, удельная работа и КПД цикла.

Материалы для проверки остаточных знаний



1.

Сравните удельные работы (l_A , l_B , l_C) и термические КПД (η_A , η_B , η_C) трех обратимых термодинамических циклов: цикла A (1-2-5-6-1), цикла B (2-3-4-5-2) и цикла C (1-3-4-6-1)..

Ответы:

1. $l_A = l_B = l_C$ 2. $l_A = l_B > l_C$ 3. $l_A = l_B < l_C$ 4. $l_A < l_B < l_C$ 5. $l_A > l_B > l_C$ 6. $\eta_A = \eta_B = \eta_C$
 7. $\eta_A = \eta_B > \eta_C$ 8. $\eta_A = \eta_B < \eta_C$ 9. $\eta_A < \eta_B < \eta_C$ 10. $\eta_A > \eta_B > \eta_C$

Верный ответ: 3 9

2. В прямом обратимом цикле Карно теплота подводится к рабочему телу при температуре 500°C , а отводится при 30°C . Определите термический КПД цикла Карно. Ответ введите в процентах, результат округлите до 0,1%.

Ответы:

Задача

Верный ответ: 60,8

3. Укажите последовательно агрегаты, через которые проходит вода и водяной пар паротурбинной установки

Ответы:

1. турбина – насос – дроссель – насос 2. турбина – компрессор – насос – котельная установка 3. турбина – конденсатор – насос – котельная установка 4. турбина – парогенератор – конденсатор – насос 5. турбина – компрессор – дроссель – котельная установка

Верный ответ: 3

4. В каком соотношении находятся удельные работы турбины (l_T) и насоса (l_N) в цикле Ренкина?

Ответы:

1. $l_T \ll l_N$ 2. $l_T = (0,2 - 0,5) \cdot l_N$ 3. $l_T \approx l_N$ 4. $l_T = (2 - 5) \cdot l_N$ 5. $l_T \gg l_N$ 6. ответ неопределенный: может быть $l_T > l_N$, а может $l_T < l_N$

Верный ответ: 5

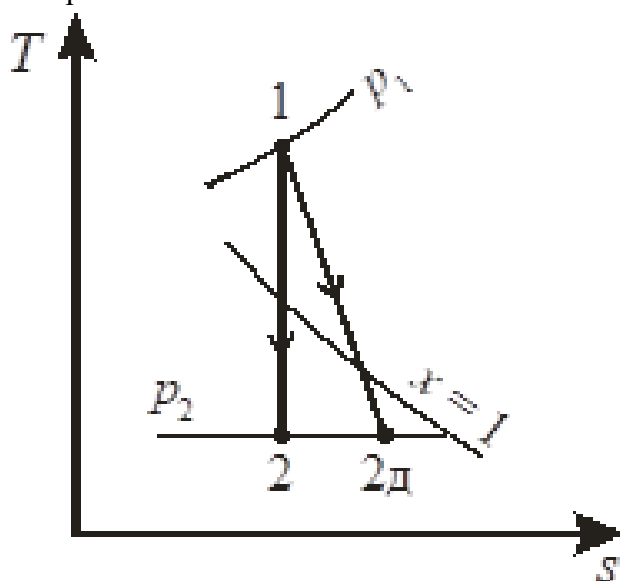
5. Какие параметры рабочего тела достаточно знать, чтобы определить термический КПД цикла Ренкина на перегретом паре?

Состояния 1 и 2 – до и после турбины, 2' и 3 – до и после насоса.

Ответы:

1. p_1, p_2 2. T_1, T_2 3. p_1, T_1, p_2 4. T_1, T_2, T_2', T_3 5. p_1, T_1, p_2, T_2, p_3 6. p_1, T_1, p_2, p_3, T_3

Верный ответ: 3



6.

Как определяется внутренний относительный КПД паровой турбины?

Ответы:

1. $\eta = h_{2д}/h_2$ 2. $\eta = (h_{2д} - h_2)/(h_1 - h_2)$ 3. $\eta = (h_1 - h_{2д})/(h_1 - h_2)$ 4. $\eta = (h_1 - h_2)/(h_1 - h_{2д})$ 5. $\eta = (h_2 - h_1)/(h_{2д} - h_1)$

Верный ответ: 3

7. Какое соотношение нужно использовать для расчета внутреннего КПД необратимого цикла Ренкина?

l_t, l_n – удельные работы турбины и насоса в обратимых процессах;

η_t, η_n – внутренние относительные КПД турбины и насоса;

q_1, q_2 – подведенная к циклу и отведенная от него теплота.

Ответы:

1. $\eta_i = (l_t \cdot \eta_t + l_n \eta_n)/q_1$ 2. $\eta_i = (l_t/\eta_t + l_n/\eta_n)/q_2$ 3. $\eta_i = (l_t \cdot \eta_t + l_n/\eta_n)/q_1$ 4. $\eta_i = (l_t \cdot \eta_t - l_n/\eta_n)/q_2$ 5. $\eta_i = (l_t \cdot \eta_t - l_n/\eta_n)/q_1$

Верный ответ: 5

8. Мощность газовой турбины газотурбинной установки (ГТУ) 45 МВт, а воздушного компрессора 20 МВт. С уходящими из газовой турбины газами теряется 47 МДж/с теплоты. Определите КПД ГТУ. Ответ введите в процентах с точностью до 0,1%.

Ответы:

Задача

Верный ответ: 34,7

9. В каком соотношении находятся удельные работы турбины (l_t) и компрессора (l_k) в цикле простой ГТУ?

Ответы:

1. $l_t \ll l_k$ 2. $l_t \approx (0,2 - 0,5) \cdot l_k$ 3. $l_t \approx l_k$ 4. $l_t \approx 2 l_k$ 5. $l_t \gg l_k$ 6. ответ неопределенный: может быть $l_t > l_k$, а может $l_t < l_k$

Верный ответ: 4

10. Какие значения холодильного коэффициента ε могут быть в циклах холодильных установок? Выберите наиболее точный ответ.

Ответы:

1. $\varepsilon < -1$; 2. $-1 < \varepsilon < 0$; 3. $0 < \varepsilon < 0,5$; 4. $0 < \varepsilon < 1,0$; 5. $\varepsilon > 0$;

Верный ответ: 5

11. Какие агрегаты используются в схемах парокомпрессионных холодильных и теплонасосных установок?

Укажите номера правильных ответов.

Ответы:

1. Дроссель 2. Насос 3. Конденсатор 4. Компрессор 5. Турбина

Верный ответ: 1 3 4

12. Определить максимально возможную холодопроизводительность холодильной установки, обеспечивающей в холодильной камере температуру -15°C при температуре окружающей среды 20°C . Мощность привода установки 3 кВт. Ответ введите в кДж/с, результат округлите до 0,1 кДж/с.

Ответы:

Задача

Верный ответ: 21,2

13. Определить минимально возможный уровень потребляемой мощности холодильной установкой холодопроизводительностью 40 кДж/с, обеспечивающей в холодильной камере температуру -20°C при температуре окружающей среды 20°C . Ответ введите в кВт, результат округлите до 0,1 кВт.

Ответы:

Задача

Верный ответ: 6,3

14. Какие значения отопительного коэффициента $k_{от}$ могут быть в циклах теплонасосных установок? Выберите наиболее точный ответ.

Ответы:

1. $\text{кот} < -1$; 2. $-1 < \text{кот} < 0$; 3. $0 < \text{кот} < 0,5$; 4. $0 < \text{кот} < 1,0$; 5. $\text{кот} > 1,0$;

Верный ответ: 5

15. Для поддержания температуры воздуха в помещении на уровне 23°C (при температуре окружающей среды 0°C) установка должна обеспечить подвод к нему 13 кДж/с теплоты. Определите минимально возможное значение мощности, которую будет потреблять эта установка. Ответ введите в кВт, результат округлите до 0,1 кВт.

Ответы:

Задача

Верный ответ: 1,0

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.