

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

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах

Уровень образования: высшее образование - специалитет


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	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

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 применять расчетно-теоретические методы, численное моделирование и экспериментальные навыки исследования физических процессов в ядерных энергетических установках

ИД-2 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Лабораторная работа №1-4 (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа)

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

4. Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лавалья» (Контрольная работа)

5. Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок" (Контрольная работа)

6. Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок" (Контрольная работа)

7. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание)

8. Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды" (Домашнее задание)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	4	8	10	12
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.					+
Вес КМ:	15	20	35	30	

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	4	8	10	12	13
Процессы в потоке вещества						
Расчет сопл	+					+
Процессы в диффузоре	+					+
Дросселирование	+					+
Термодинамические циклы паротурбинных установок						
Паротурбинные установки			+	+		+
Промежуточный перегрев пара в циклах ПТУ на перегретом паре			+	+		+
Регенерация в циклах ПТУ			+	+		+
Сепарация пара в циклах ПТУ на насыщенном паре			+	+		+
Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ)			+	+		+

Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок					
Цикл простой газотурбинной установки				+	
Цикл газотурбинной установки с регенерацией				+	
Теплофикационный цикл газотурбинной установки				+	
Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом-утилизатором				+	
Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания				+	
Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок					
Обратные термодинамические циклы холодильных установок				+	
Термодинамические циклы теплонасосных установок				+	
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$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-2ПК-1 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	<p>Знать:</p> <p>основные законы термодинамики и условия их применения</p> <p>методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа</p> <p>способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа</p> <p>методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа</p> <p>Уметь:</p> <p>экспериментально определять термодинамические характеристики процессов идеального газа, влажного воздуха, воды и водяного пара</p> <p>рассчитывать</p>	<p>Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа)</p> <p>Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание)</p> <p>Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок" (Контрольная работа)</p> <p>Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды" (Домашнее задание)</p> <p>Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок" (Контрольная работа)</p> <p>Лабораторная работа №1-4 (Тестирование)</p>

		<p>термодинамические циклы паротурбинных, газотурбинных, холодильных и теплонасосных установок</p> <p>рассчитывать произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность</p> <p>рассчитывать термодинамические циклы ПТУ</p> <p>самостоятельно анализировать термодинамические процессы и циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи</p>	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

5 семестр

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

Формы реализации: Письменная работа

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 о смесях идеальных газов, расчета парциальных давлений и объемов идеальных газов, а также расчета термодинамических свойств смесей идеальных газов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные законы термодинамики и условия их применения	1.1.Смесь состоит из 0,5 кг кислорода и 0,2 кг двуокиси углерода. Определить удельный объем и удельную энтальпию смеси, если ее температура 104 0F, а давление 1,02 кгс/см ² . 2.В смеси азота и NO ₂ парциальное давление азота равно 0,2 МПа. Определить мольную долю NO ₂ и удельную изохорную теплоемкость смеси (по молекулярно- кинетической теории), если полное давление смеси 5 бар.
--	---

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: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 о термодинамических процессах идеальных газов, построения p, v и T, s - диаграмм.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа	1.1. 2,2 кг воздуха с начальной температурой $t_1 = 12^\circ\text{C}$ и давлением $p_1 = 0,5$ МПа сжимается политропно до давления $p_2 = 0,75$ МПа. Показатель политропы $n = 1,12$. Определить изменение его внутренней энергии, затраченную работу и количество отведенной теплоты, а также удельный объем газа в конечном состоянии. 2. СО при температуре $t_1 = 22^\circ\text{C}$ занимает объем 0,18 м ³ . Определить конечную температуру и количество теплоты, которую нужно затратить при постоянном объеме для того, чтобы начальное давление СО $p_1 = 0,15$ МПа повысилось до $p_2 = 0,35$ 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-3. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом »

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

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:

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:

<p>Уметь: рассчитывать произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность</p>	<p>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, $t_1 = 10$ °С, $P_2 = 3,5$ бар, $p_3 = 4,4$ бар, $t_4 = 630$ °С. 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, $\Delta U, \Delta h, \Delta s$ 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.</p>
--	--

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-4. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

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, построения диаграмм p,v -, T,s -, p,T - и h,s - диаграмм.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа</p>	<ol style="list-style-type: none">1.1. Заданы параметры : $P=110$ бар, $t= 300$ 0 С. Определить состояние и найти v,h,s,u; показать это состояние на p,v-, p, T- и T, s- диаграммах.2. $P=200$ бар, $s= 4,35$ кДж/кг.К . Определить состояние и найти удельный объем; показать это состояние на p,v-, p, T- и T, s- диаграммах.3. Состояние задано параметрами: $t = 274$°С, $s = 4,024$ кДж/(кг·К). Определить это состояние, найти давление, удельный объем и удельную энтальпию. Показать это состояние в p,v-, p,T- и T,s- диаграммах.4. Начальное состояние пара : $P_1 =5$ бар, $X_1 = 0.9$. Пар расширяется изотермически до давления 0.5 бар. Найти t, q, l, u. 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

6 семестр

КМ-5. Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лавала»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа Ривкина и воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о суживающихся соплах и соплах Лавала, определение режима истечения, скорости пара (газа) на выходе их сопла, выходного сечения сопла.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа	1. 1. Водяной пар при давлении 2 МПа и температуре 450 С поступает к соплу Лавала. Давление среды за соплом 0,3 МПа. Определить скорость пара на выходе из сопла и расход пара, если площадь минимального сечения сопла 75 мм. 2. Воздух при давлении 1МПа и температуре 500 С поступает со скоростью 140 м/с к суживающимся соплам. Давление среды за соплами 0,2 МПа. Определить расход воздуха и его температуру на выходе из сопла. Площадь выходного сечения сопла 130 мм ² . Скоростной коэффициент сопла $\varphi=0,93$. Изобразить процесс в диаграммах h,S и T,S .
--	---

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-6. Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара Александра А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических циклах паротурбинных установок, расчет цикла ПТУ и его изображение в p,v - и T,s -диаграммах.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать термодинамические циклы ПТУ	1. Рассчитать внутренний КПД цикла АЭС с сепаратором- пароперегревателем (СПП). Дано: $p_1 = 5$ МПа, давление в СПП 1 МПа, в конденсаторе 3 кПа, температура промежуточного перегрева на 23,9 С меньше, чем t_1 , $\eta_{чвдо1} = \eta_{чндо1} = 1$. Определить паропроизводительность парогенератора, мощность ЧВД и ЧНД, если суммарная мощность турбин 500 МВт. Работой насосов пренебречь. Представить цикл АЭС в T,s - диаграмме и процессы в турбинах в h,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: 65

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. Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды"

Формы реализации: Письменная работа

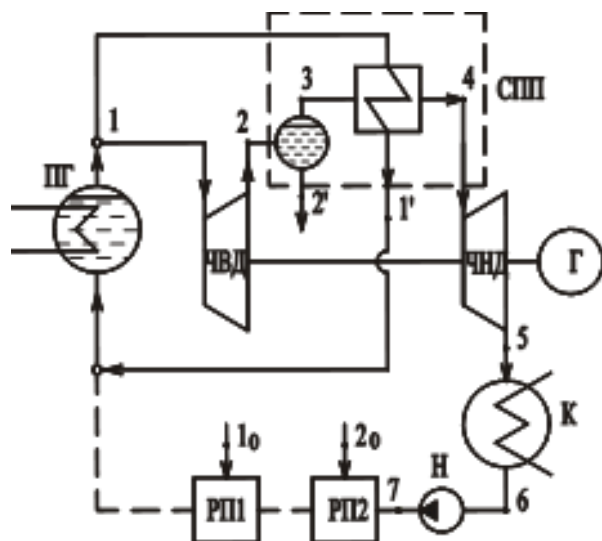
Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 о термодинамическом цикле АЭС - цикле паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды. Студентам предлагается дорисовать схему АЭС с СПП и 2 регенеративными подогревателями тип которых индивидуален в каждом задании. Требуется рассчитать давление 2 отбора исходя из условия постоянства изменения энтропии или изменения температуры в подогревателях.



Контрольные вопросы/задания:

Уметь: самостоятельно анализировать термодинамические процессы и	1. На рисунке изображена незавершенная схема паротурбинной установки с двумя регенеративными подогревателями: РП1- подогреватель
--	--

<p>циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи</p>	<p>смешивающего типа, РП2-подогреватель . смешивающего типа. Дано: $p_1 = 5,8$ МПа, $p_{сп} = 0,30$ МПа, $x_1 = x_3 = 1$, $t_1 - t_4 = 23,4$ 0С, $p_{1o} = 0,35$ МПа, p_{2o} выбирается из условия DT воды =const, $p_5 = p_6 =$ $3,5$ кПа, $o_{iчвд} = 0,84$, $o_{iчнд} = 0,85$, $o_{in} = 0,72$, $mex =$ $0,98$, $z = 0,98$, $сн = 0,92$.</p> <p>Считать, что в регенеративных подогревателях смешивающего типа вода нагревается до температуры конденсата греющего пара, а в подогревателях поверхностного типа недогрев воды равен $Dt = 5$ 0С.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изобразить принципиальную схему установки. 2. Определить параметры (p, T, h, s, x) воды и водяного пара во всех характерных точках цикла и представить их в табличной форме. 3. Рассчитать внутренний КПД цикла, удельный расход пара и условного топлива. 4. Представить цикл в T, s – диаграмме (в масштабе) и процессы в ЧВД, ЧНД и СПП в h, s – диаграмме (эскизно). Для вычерчивания кривых в T, s – диаграмме при необходимости рассчитать параметры дополнительных точек.
--	--

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: 65

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. Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа Ривкина и воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических циклах газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок, построение диаграмм, расчет эффективности установок.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: рассчитывать термодинамические циклы паротурбинных, газотурбинных, холодильных и теплонасосных установок</p>	<p>1.1. Параметры воздуха на входе в компрессор простой ГТУ $p = 0,1$ МПа и $t = -10^{\circ}\text{C}$, давление в камере сгорания – 1,0 МПа, температура газа перед газовой турбиной 880°C, внутренний относительный КПД компрессора 0,85, турбины 0,88. Рассчитать термический и внутренний КПД цикла ГТУ. Определить мощность турбины, компрессора и всей установки, если расход газа 50 кг/с. Представить цикл в T,s – диаграмме.</p> <p>2. В котел-утилизатор (КУ) поступают газы от ГТУ при температуре 460°C в количестве 60 кг/с и питательная вода при $p = 4,5$ МПа, $t = 40^{\circ}\text{C}$. Разность температур между газом и водяным паром на горячем конце КУ равна $\Delta t_1 = 40^{\circ}\text{C}$, а минимальная разность температур $\Delta t_2 = 12^{\circ}\text{C}$. Определить абсолютный и относительный расходы пара, температуру уходящих газов, количество теплоты, передаваемой за единицу времени в КУ, КПД КУ и потерю эксергии (работоспособности) в КУ из-за теплообмена, если температура окружающего воздуха 20°C. Представить процессы в T,Q- и T,S- диаграммах.</p> <p>2.</p> <p>1. Определить мощность привода, количество теплоты, передаваемой в окружающую среду, расход хладагента – аммиака, холодильный коэффициент и эксергетический КПД парокompрессионной 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 $4,9^{\circ}\text{C}$.</p> <p>Определить количество теплоты, отданной тепловому потребителю, и массовый расход рабочего тела – фреона R142b, отопительный коэффициент и эксергетический КПД теплонасосной парокompрессионной установки (ТНУ), мощность привода которой 8 кВт. Определить также теплоту, переданную фреону из окружающей среды за единицу времени. Температура теплоприёмника равна 50°C, а окружающей среды 3°C. Внутренний</p>
--	--

	относительный КПД компрессора 0,87. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами равна 5,9°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: 65

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. Лабораторная работа №1-4

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 тестирования - 3,5

Краткое содержание задания:

Программой курса предусмотрено выполнение 4-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; $\beta_{кр}=0,546$).
---	--

	<p>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</p> <p>2. Состояние водяного пара (или воды) задано параметрами $p = 20$ МПа; $v = 0,0018$ м³/кг. Определить это состояние, используя таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. жидкость 2. кипящая жидкость 3. влажный пар 4. сухой насыщенный пар 5. перегретый пар <p>Ответ: 1</p> <p>3. Состояние водяного пара (или воды) задано параметрами $p = 5,5$ МПа; $v = 0,025$ м³/кг. Определить это состояние, используя таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. жидкость 2. кипящая жидкость 3. влажный пар 4. сухой насыщенный пар 5. перегретый пар <p>Ответ: 1</p> <p>4. Используя молекулярно-кинетическую теорию теплоемкости, рассчитать удельную изохорную теплоемкость аргона Ar ($\mu = 40$ кг/кмоль).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 0,312 кДж/(кг·К) 2. 0,520 кДж/(кг·К) 3. 0,624 кДж/(кг·К) 4. 0,728 кДж/(кг·К) 5. 0,832 кДж/(кг·К) <p>Ответ: 1</p> <p>5. Используя молекулярно-кинетическую теорию теплоемкости, рассчитать удельную изобарную теплоемкость хлора Cl₂ ($\mu = 70,90$ кг/кмоль).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1,0,176 кДж/(кг·К) 2. 0,293 кДж/(кг·К) 3. 0,352 кДж/(кг·К) 4. 0,410 кДж/(кг·К) 5. 0,469 кДж/(кг·К) <p>Ответ: 3</p>
--	--

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-2_{ПК-1} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Вопросы, задания

1. Адиабатный процесс. Формулы соотношения параметров в адиабатном процессе идеального газа с постоянной теплоемкостью. Работа адиабатного процесса. Адиабатный процесс в потоке вещества.
2. Первый закон термодинамики для потока вещества, вывод формулы. Работа расширения и техническая работа.
3. Политропный процесс. Формулы соотношения параметров в политропном процессе идеального газа. Работа политропного процесса. Политропные процессы в p, v - диаграмме.
4. Первая теорема Карно.
5. Смеси газов. Парциальные давление и объем, их расчет. Уравнение Клапейрона - Менделеева для компонентов смеси. Теплоемкость и энтропия газовой смеси.
6. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Вывод уравнения. Анализ линий фазовых переходов в p, T - диаграмме.
7. Вывод аналитического выражения второго закона термодинамики для обратимых процессов.
8. Расчёт энтропии идеального газа. T, s – диаграмма идеального газа, изображение процессов в T, s – диаграмме.
9. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) идеального газа. Недостатки МКТ.
10. Изобарный процесс. Работа и теплота в изобарном процессе.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Под термодинамическими параметрами состояния тела (системы) понимают:

Ответы:

1. P , $p_{\text{изб}}$, T , V ; 2. $p_{\text{абс}}$, T , v ; 3. только интенсивные свойства веществ (не зависящие от количества вещества); 4. только экстенсивные свойства веществ (зависящие от количества вещества); 5. интенсивные и удельные экстенсивные свойства веществ.

Верный ответ: 2

2. Выберите верный варианты ответа. Какие из приведенных величин являются функцией процесса?

Ответы:

1. U ; 2. L ; 3. Q .

Верный ответ: 2,3

3. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в изохорном процессе для идеального газа?

Ответы:

1. $Q = U_2 - U_1$, $L = 0$, $U_2 - U_1 = Q$ 2. $Q = H_2 - H_1$, $L = p(V_2 - V_1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$ 3. $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$, $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$, $U_2 - U_1 = 0$ 4. $Q = 0$, $L = U_1 - U_2$, $U_2 - U_1 = -L$ 5. $Q = C_n(T_2 - T_1)$, $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 1

4. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в изобарном процессе для идеального газа?

Ответы:

1. $Q = U_2 - U_1$, $L = 0$, $U_2 - U_1 = Q$ 2. $Q = H_2 - H_1$, $L = p(V_2 - V_1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$ 3. $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$, $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$, $U_2 - U_1 = 0$ 4. $Q = 0$, $L = U_1 - U_2$, $U_2 - U_1 = -L$ 5. $Q = C_n(T_2 - T_1)$, $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 2

5. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в изотермическом процессе для идеального газа?

Ответы:

1. $Q = U_2 - U_1$, $L = 0$, $U_2 - U_1 = Q$ 2. $Q = H_2 - H_1$, $L = p(V_2 - V_1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$ 3. $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$, $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$, $U_2 - U_1 = 0$ 4. $Q = 0$, $L = U_1 - U_2$, $U_2 - U_1 = -L$ 5. $Q = C_n(T_2 - T_1)$, $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 3

6. Какое из выражений не равно универсальной газовой постоянной?

Ответы:

1. $(p\tilde{v})/T$ 2. $(p\tilde{v})/T$ 3. $(p\tilde{V})/(m\tilde{T})$

Верный ответ: 1

7. Какова размерность универсальной газовой постоянной $R_{\mu} = \mu R = 8314,51$?

Ответы:

1. Дж/(кмоль · К); 2. Дж/(моль · К); 3. кДж/(кмоль · К).

Верный ответ: 1

8. Какое из указанных уравнений является уравнением состояния для 1 кг идеального газа?

Ответы:

1. $p\tilde{v} = \tilde{R}T$; 2. $p\tilde{v} = RT$; 3. $pV = mRT$; 4. $pV = (8314,51/\mu)T$

Верный ответ: 2

9. Укажите правильное выражение уравнения Клайперона-Менделеева

Ответы:

1. $p\tilde{V} = R\tilde{T}$ 2. $p\tilde{v} = (R/\mu)\tilde{T}$ 3. $p\tilde{v} = (\tilde{R}/\mu)\tilde{T}$

Верный ответ: 2

10. Укажите правильное выражение первого закона термодинамики (13Т) с учетом трения.

Ответы:

1. $dq = dh + d(w^2/2) + [dl]_{\text{техн}}$ 2. $dq = du + pdv - dl_{\text{мп}}$; 3. $dq + dq_{\text{мп}} = du + pdv$; 4. $dq + dq_{\text{мп}} = dh + d(w^2/2) - vdp$.

Верный ответ: 4

11. Какие из приведенных величин являются функцией состояния?

Ответы:

1. U; 2. L; 3. Q.

Верный ответ: 1

12. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в политропном процессе для идеального газа?

Ответы:

1. $Q = U_2 - U_1$, $L = 0$, $U_2 - U_1 = Q$ 2. $Q = H_2 - H_1$, $L = p(V_2 - V_1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$ 3. $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$, $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$, $U_2 - U_1 = 0$ 4. $Q = 0$, $L = U_1 - U_2$, $U_2 - U_1 = -L$ 5. $Q = C_n(T_2 - T_1)$, $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 5

13. *Perpetuum mobile* первого рода это машина, которая...

Ответы:

1. может производить или уничтожать неограниченное количество работы без изменения внутренней энергии; 2. может работать неограниченное время; 3. может производить работу без превращений других видов энергии

Верный ответ: 3

14. Укажите наиболее полный и правильный ответ. Тепло, подведенное к системе расходуется на ...

Ответы:

1. совершение работы; 2. изменение внутренней энергии; 3. совершение работы и изменение внутренней энергии.

Верный ответ: 1

15. Какова температура абсолютного нуля?

Ответы:

1. 0°C; 2. 273 K; 3. 0 K.

Верный ответ: 3

16. Как определить абсолютное давление, если оно выше атмосферного?

Ответы:

1. $p_{\text{абс}} = p_{\text{б}} + p_{\text{изб}}$; 2. $p_{\text{абс}} = p_{\text{б}} - p_{\text{изб}}$; 3. $p_{\text{абс}} = p_{\text{изб}}$.

Верный ответ: 1

17. Как определить абсолютное давление, если оно ниже атмосферного?

Ответы:

1. $p_{\text{абс}} = B + p_{\text{изб}}$; 2. $p_{\text{абс}} = B - p_{\text{изб}}$; 3. $p_{\text{абс}} = p_{\text{изб}}$.

Верный ответ: 2

18. Чему равна плотность вещества, если масса 2 м³ этого вещества равна 5 кг?

Ответы:

1. 0,4; 2. 2,5; 3. 10.

Верный ответ: 2

19. Чему равен удельный объем газа, если его общий объем $V = 1$ м³, масса $m = 1,5$ кг?

Ответы:

1. 1,5; 2. 1,0; 3. 0,66

Верный ответ: 3

20. Укажите наиболее полный ответ. Каким прибором измеряется давление?

Ответы:

1. Манометром; 2. Вакуумметром; 3. Барометром; 4. Манометром, вакуумметром; барометром.

Верный ответ: 4

21. Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в адиабатном процессе для идеального газа?

Ответы:

1. $Q = U_2 - U_1$, $L = 0$, $U_2 - U_1 = Q$ 2. $Q = H_2 - H_1$, $L = p(V_2 - V_1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$ 3. $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$, $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$, $U_2 - U_1 = 0$ 4. $Q = 0$, $L = U_1 - U_2$, $U_2 - U_1 = -L$ 5. $Q = C_n(T_2 - T_1)$, $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 4

22. Какая формула подходит для вычисления эксергии неподвижного тела?

Ответы:

1. $e_v = (u - u_0) - T_0 \cdot (s - s_0) - p_0 \cdot (v - v_0)$ 2. $e_q = q_1 - T_0 \cdot q_1/T = q_1 - T_0 \cdot \Delta s$ 3. $e = (h - h_0) - T_0 \cdot (s - s_0)$

Верный ответ: 1

23. Какая формула подходит для вычисления эксергии потока вещества?

Ответы:

1. $e_v = (u - u_0) - T_0 \cdot (s - s_0) - p_0 \cdot (v - v_0)$ 2. $e_q = q_1 - T_0 \cdot q_1/T = q_1 - T_0 \cdot \Delta s$ 3. $e = (h - h_0) - T_0 \cdot (s - s_0)$

Верный ответ: 3

24. Какая формула подходит для вычисления эксергии теплоты?

Ответы:

1. $e_v = (u - u_0) - T_0 \cdot (s - s_0) - p_0 \cdot (v - v_0)$ 2. $e_q = q_1 - T_0 \cdot q_1/T = q_1 - T_0 \cdot \Delta s$ 3. $e = (h - h_0) - T_0 \cdot (s - s_0)$

Верный ответ: 2

25. Какая из записей соответствует 2 началу термодинамики?

Ответы:

1. $q = du + pdv$ 2. $dq = dh - vdp$ 3. $dq = Tds$ 4. $Tds = du + pdv$ 5. $Tds = dh - vdp$

Верный ответ: 3

26. Дросселирование это...

Ответы:

1. Необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого снижается давление газа без совершения им работы; 2. необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, применяемый для уменьшения температуры газа; 3. необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого уменьшается скорость потока.

Верный ответ: 1

27. После процесса дросселирования уд.объем и скорость газа возрастают, а температура газа:

Ответы:

1. Остается неизменной; 2. возрастает; 3. уменьшается; 4. остается или неизменной или уменьшается; 5. может и возрасть, и уменьшаться, и остаться той же.

Верный ответ: 5

28. При дросселировании влажного пара любого вещества температура пара после дросселя:

Ответы:

1. Остается неизменной; 2. возрастает; 3. уменьшается; 4. остается или неизменной или уменьшается; 5. может и возрасть, и уменьшаться, и остаться той же.

Верный ответ: 3

29. При дросселировании идеального газа температура пара после дросселя:

Ответы:

1. Остается неизменной; 2. возрастает; 3. уменьшается; 4. остается или неизменной или уменьшается; 5. может и возрасть, и уменьшаться, и остаться той же.

Верный ответ: 1

30. Выберите подходящие варианты ответов. Процесс адиабатного дросселирования описывается уравнением

Ответы:

1. $dh=0$; 2. $h=\text{const}$; 3. $u_1+p_1v_1=u_2+p_2v_2$.

Верный ответ: 1,2,3

31. Оцените значения работ компрессора, если сжатие происходит адиабатно (к)Б изотермически (t) и политропно (n)?

Ответы:

1. $l_k(t) < l_k(n) > l_k(k)$ 3. $l_k(t) < <$

Верный ответ: 1

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. 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.

2. Параметры воздуха на входе в компрессор ГТУ-ТЭЦ $p = 0,11$ МПа и $t = -18^\circ\text{C}$, давление в камере сгорания $0,7$ МПа, температура газа перед газовой турбиной 800°C , КПД компрессора $0,85$, турбины $0,90$. Определить мощность и внутренний КПД ГТУ, коэффициент использования теплоты ГТУ-ТЭЦ и количество теплоты, отданной тепловому потребителю за 1 секунду, если расход газа 100кг/с , а КПД котла-утилизатора $0,82$. Представить цикл ГТУ-ТЭЦ 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.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Вопросы, задания

1. Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ): Идея теплофикационных циклов ПТУ. ТЭЦ с турбиной типа Р (турбина с противодавлением).
2. 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 отдельном производстве электроэнергии и теплоты.
3. 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.
4. 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.
- 5.
1. Влияние температуры и давления пара перед турбиной и давления пара за турбиной на термический КПД цикла Ренкина.
6. Схема и цикл воздушной холодильной установки с регенерацией. Холодопроизводительность, работа цикла, холодильный коэффициент и эксергетический КПД установки.
7. Теплофикационные циклы ПТУ с отборами пара из турбины. Произведенная работа и отпущенная теплота. Коэффициент использования теплоты и отопительный коэффициент этих циклов.
8. Обратные циклы теплонасосных установок. Обратный обратимый цикл Карно - цикл теплонасосной установки. Изображение цикла в T,s - диаграмме. Основные характеристики.
9. Теплофикационный цикл ГТУ (цикл ГТУ-ТЭЦ). Схема и цикл T,s - диаграмме. КПД котла-утилизатора, коэффициент использования теплоты и эксергетический КПД ГТУ-ТЭЦ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как изменятся термический КПД (η_t) цикла простой паротурбинной установки (цикла Ренкина) на перегретом паре, температура (T_2) и степень сухости (x_2) пара на выходе из турбины, если давление пара перед турбиной увеличится, а температура пара перед турбиной и давление пара на выходе из нее не изменятся.

Ответы:

1. η_t уменьшится 2. η_t не изменится 3. η_t увеличится 4. T_2 уменьшится 5. T_2 не изменится
6. T_2 увеличится 7. x_2 уменьшится 8. x_2 не изменится 9. x_2 увеличится

Верный ответ: 3, 5, 7

2. Какие значения может принимать скорость газа w_2 в выходном сечении суживающегося сопла при течении с трением.

a – местная скорость звука.

Ответы:

1. Только $w_2 > a$ 2. Только $w_2 = a$ 3. Только $w_2 < a$ 4. Только $w_2 \geq a$ 5. Только $w_2 \leq a$

Верный ответ: 3

3. В камере сгорания газотурбинной установки (ГТУ) при сжигании топлива выделяется 80 МДж/с теплоты. С уходящими из газовой турбины газами теряется 50 МДж/с.

Определите КПД ГТУ. Ответ введите в процентах с точностью до 0,1%.

Ответы:

задача

Верный ответ: 37,5

4. В прямом обратимом цикле Карно теплота подводится к рабочему телу при температуре 400°C, а отводится при 40°C. Определите термический КПД цикла Карно.

Ответ введите в процентах, результат округлите до 0,1%.

Ответы:

задача

Верный ответ: 53,5

5. Какой показатель эффективности не применим для ТЭЦ?

Ответы:

1. Коэффициент использования теплоты 2. КПД 3. Эксегетический КПД 4. Отопительный коэффициент

Верный ответ: 2

6. Какую «продукцию» вырабатывают на ТЭЦ

Ответы:

1. Электроэнергию 2. Теплоту 3. Холод

Верный ответ: 1, 3

7. Турбину какого типа нужно выбрать на ТЭЦ, если отсутствует потребитель теплоты в летнее время года.

Ответы:

1. К 2. Т 3. Р

Верный ответ: 2

8. Выберите типы паровых турбин, применяемых на ТЭЦ

Ответы:

1. К 2. Т 3. Р

Верный ответ: 2, 3

9. Как изменятся мощность паротурбинной установки (N), работающей по циклу Ренкина на перегретом паре, степень сухости (x_2) и температура (T_2) пара на выходе из турбины, если внутренний относительный КПД турбины увеличится, а температура и давление пара перед турбиной, а также давление пара на выходе из турбины не изменятся. Также не меняются массовый расход пара в паротурбинной установке и внутренний относительный КПД насоса

Ответы:

1. N уменьшится 2. N не изменится 3. N увеличится 4. x_2 уменьшится 5. x_2 не изменится
6. x_2 увеличится 7. T_2 уменьшится 8. T_2 не изменится 9. T_2 увеличится

Верный ответ: 3, 4, 8

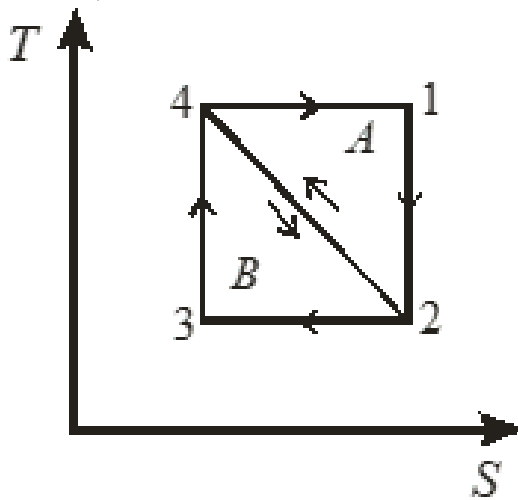
10. Как изменятся термический КПД (η_t) цикла простой паротурбинной установки (цикла Ренкина) на перегретом паре и температура пара на выходе из турбины (T_2), если давление пара за турбиной уменьшится, а температура и давление пара перед турбиной не изменятся.

Ответы:

1. η_t уменьшится 2. η_t не изменится 3. η_t увеличится 4. T_2 уменьшится 5. T_2 не изменится
6. T_2 увеличится

Верный ответ: 3, 4

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



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, 10

12. При обратимых процессах в газовой турбине и компрессоре газотурбинной установки (ГТУ) удельная работа турбины равна 500 кДж/кг, а удельная работа компрессора – 170 кДж/кг. Внутренний относительный КПД турбины $\eta_t = 0,90$, а компрессора – $\eta_k = 0,85$. Расход газа в цикле 10 кг/с. Определите мощность ГТУ. Ответ введите в мегаваттах (МВт), результат округлите до 0,1 МВт.

Ответы:

задача

Верный ответ: 2,5

13. Какие значения может принимать скорость газа w_2 в выходном сечении сужающегося сопла при течении без трения.

a – местная скорость звука.

Ответы:

1. Только $w_2 > a$ 2. Только $w_2 = a$ 3. Только $w_2 < a$ 4. Только $w_2 \geq a$ 5. Только $w_2 \leq a$

Верный ответ: 5

14. Как изменятся скорость газа w в выходном сечении сопла и расход газа m при обратимом течении, если диаметр выходного сечения уменьшить, а параметры газа перед соплом и за соплом останутся прежними? Укажите правильные ответы.

Ответы:

1. w уменьшится 2. w не изменится 3. w увеличится 4. m уменьшится 5. m не изменится 6. m увеличится

Верный ответ: 2, 4

15. Как изменятся скорость газа w в выходном сечении сопла и расход газа m при обратимом течении, если диаметр выходного сечения увеличить, а параметры газа перед соплом и за соплом останутся прежними? Укажите правильные ответы.

Ответы:

1. w уменьшится 2. w не изменится 3. w увеличится 4. m уменьшится 5. m не изменится 6. m увеличится

Верный ответ: 2, 6

16. Давление пара перед суживающимся соплом 10 бар, за соплом 8 бар. Как будет меняться скорость пара на выходе из сопла при уменьшении давления за соплом?

Ответы:

1. Изменяться не будет 2. Будет постоянно уменьшаться 3. Будет постоянно увеличиваться 4. Сначала меняться не будет, затем станет уменьшаться 5. Сначала меняться не будет, затем станет увеличиваться 6. Сначала будет увеличиваться, затем останется постоянным 7. Сначала будет уменьшаться, затем останется постоянным

Верный ответ: 6

17. Давление пара перед суживающимся соплом 10 бар, за соплом 3 бар. Как будет меняться скорость пара на выходе из сопла при увеличении давления за соплом?

Ответы:

1. Изменяться не будет 2. Будет постоянно уменьшаться 3. Будет постоянно увеличиваться 4. Сначала меняться не будет, затем станет уменьшаться 5. Сначала меняться не будет, затем станет увеличиваться 6. Сначала будет увеличиваться, затем останется постоянным 7. Сначала будет уменьшаться, затем останется постоянным

Верный ответ: 4

18. Давление пара перед суживающимся соплом 10 бар, за соплом 7 бар. Как будет меняться массовый расход пара при уменьшении давления за соплом?

Ответы:

1. Изменяться не будет 2. Будет постоянно уменьшаться 3. Будет постоянно увеличиваться 4. Сначала меняться не будет, затем станет уменьшаться 5. Сначала меняться не будет, затем станет увеличиваться 6. Сначала будет увеличиваться, затем останется постоянным 7. Сначала будет уменьшаться, затем останется постоянным

Верный ответ: 6

19. Давление пара перед суживающимся соплом 10 бар, за соплом 5,5 бар. Как будет меняться массовый расход пара при уменьшении давления за соплом, если для пара $\beta_{кр} = 0,55$?

Ответы:

1. Изменяться не будет 2. Будет постоянно уменьшаться 3. Будет постоянно увеличиваться 4. Сначала меняться не будет, затем станет уменьшаться 5. Сначала меняться не будет, затем станет увеличиваться 6. Сначала будет увеличиваться, затем останется постоянным 7. Сначала будет уменьшаться, затем останется постоянным

Верный ответ: 1

20. Давление пара перед суживающимся соплом 10 бар, за соплом 2 бар. Как будет меняться массовый расход пара при увеличении давления за соплом?

Ответы:

1. Изменяться не будет 2. Будет постоянно уменьшаться 3. Будет постоянно увеличиваться 4. Сначала меняться не будет, затем станет уменьшаться 5. Сначала меняться не будет, затем станет увеличиваться 6. Сначала будет увеличиваться, затем останется постоянным 7. Сначала будет уменьшаться, затем останется постоянным

Верный ответ: 4

21. Давление пара перед суживающимся соплом 10 бар, за соплом 2 бар. Как будет меняться массовый расход пара при уменьшении давления за соплом?

Ответы:

1. Изменяться не будет 2. Будет постоянно уменьшаться 3. Будет постоянно увеличиваться 4. Сначала меняться не будет, затем станет уменьшаться 5. Сначала меняться не будет, затем станет увеличиваться 6. Сначала будет увеличиваться, затем останется постоянным 7. Сначала будет уменьшаться, затем останется постоянным

Верный ответ: 1

22. Мощность газовой турбины газотурбинной установки (ГТУ) 30 МВт, а воздушного компрессора 14 МВт. С уходящими из газовой турбины газами теряется 34 МДж/с теплоты. Определите КПД ГТУ. Ответ введите в процентах с точностью до 0,1%.

Ответы:

задача

Верный ответ: 32

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.