ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
00ECC434DD23EE208C22EFFCCF0DC68C22
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 19.02.2025 до 15.05.2026

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Факультет__Инженерный_

Кафедра_Электрооборудование, электротехнологии и энергообеспечение предприятий

Учебный год____2024/25_____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплотехника

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММАВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА бакалавриата

Наименование направления подготовки/специальности	23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Направленность (профиль)	Автомобили и автомобильное хозяйство
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 7 августа 2020 г. № 916
Год начала подготовки	2021
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2021,2022,2023,2024
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2021,2022,2023,2024
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Б-230303-2021
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 19 января 2024 г. №9
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ ректора от 19 января 2024 г. № 10/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	Обязательная часть
Количество зачетных единиц	4

ВЛАДИКАВКАЗ 2024

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№№	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Направление воспитательной работы (для дисциплин, формирующих универсальные компетенции в соответствии с Концепцией воспитательной работы)
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции			
1.		**УК-2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	**И-2.1.** Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта.	**УК № 2. И-1. З-1.** Знает основные принципы и концепции в области целеполагания и принятия решений; принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы; виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач.	
				УК № 2. И-1. У-1. Умеет разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; определять ожидаемые результаты проекта.	
				УК № 2. И-1. В-1. Владеет навыками формирования целей, задач и ожидаемых результатов проекта; применять теоретические знания в решении практических задач.	
			И-2.2. Определяет	**УК № 2. И-2. З-1.** Знает потребности в	

			потребности в ресурсах, составляет план реализации проекта и осуществляет контроль за его выполнением.	ресурсах и составлению планов реализации и контроля выполнения проекта.	
				УК №2. И-2. У-1. Умеет определять потребности в ресурсах.	
				УК № 2. И-2. В-1. Владеет навыками составления плана реализации проекта и осуществляет контроль за его выполнением.	
			И-2.3. Понимает базовые принципы постановки задач и выработки решений	**УК № 2. И-3. З-1.** Знает основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности; методы генерирования альтернатив решений и приведения их к сопоставимому виду для выбора оптимального решения.	
				УК № 2. И-3. У-1. Умеет предвидеть результат деятельности и планировать действия для достижения данного результата; прогнозировать проблемные ситуации и риски в проектной деятельности.	
				УК № 2. И-3. В-1. Владеет навыками составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения; навыками конструктивного преодоления возникающих разногласий и конфликтов.	

2.		**ОПК-1.1** Способен применять естественно научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	**И-1.1.** Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	**ОПК № 1. И-1. З-1.** Знает основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин	
				ОПК № 1. И-1. У-1. Умеет использовать основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин для решения стандартных задач	
				ОПК № 1. И-1. В-1. Владеет навыками решения типовых задач на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	
			И-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин	**ОПК № 1. И-2. З-1.** Знает основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин	
				ОПК № 1. И-2. У-1. Умеет использовать основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин	
				ОПК № 1. И-2. В-1. Владеет навыками	

				решения типовых задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов **144**, в том числе часов:	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекционные занятия	32	4
Практические (лабораторные, др.) занятия	26	8
Самостоятельная работа	86	132
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

2.2. Трудоемкость дисциплины по (разделам) темам:

№ № п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов					
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Лекции	Практические (лабораторные, др.) занятия	СРС	Лекции	Практические (лабораторные, др.) занятия	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Введение в дисциплину. Термодинамическая система и ее взаимодействие с окружающей средой.	4	2	12	1	-	14
2	Тема 2. Уравнения состояния и энергии термодинамической системы	4	2	12	-	-	18
3	Тема 3. Термодинамические процессы идеального газа и их	4	2	12	1	2	16

	анализ						
4	Тема 4. Смеси идеальных газов. Реальные газы	4	4	10	-	-	16
5	Тема 5. Свойства и процессы водяного пара. Влажный воздух	4	4	10	–	-	18
6	Тема 6. Параметры полного адиабатного торможения потока газа	4	4	10	1	-	18
7	Тема 7. Газовые циклы (поршневые ДВС, ГТУ). Циклы паротурбинных установок	4	4	10	1	2	16
8.	Тема 8. Циклы воздушной, абсорбционной и парокомпрессионной холодильных установок	4	4	10	-	-	16
Итого:		**32**	**26**	**86**	**4**	**4**	**132**

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО РАЗДЕЛАМ (ТЕМАМ)

Тема 1. Введение в дисциплину. **Термодинамическая система и ее взаимодействие с окружающей средой.**

Содержание лекций: Термодинамика, как наука. Цель и задачи технической термодинамики. Термодинамическая система, параметры состояния системы. Термодинамический процесс. Формы обмена энергией между системой и окружающей средой: деформационная работа, теплота.

Практические занятия: 1. Единицы измерения параметров состояния системы;
2. Расчеты деформационной работы в термодинамическом процессе;
3. Расчеты количества теплоты воспринимаемой или отдаваемой системой в термодинамическом процессе.

Самостоятельная работа: Термические и калорические параметры состояния системы, характеристики термодинамических процессов.

Тема 2. Уравнения состояния и энергии термодинамической системы.

Содержание лекции: Термическое уравнение состояния идеального газа, универсальная и удельная газовые постоянные. Первое начало термодинамики: I-ый з-н термодинамики для закрытой системы. I-ый з-н термодинамики для открытой системы.

Практические занятия: 1. Определение неизвестных параметров состояния по заданным с использованием уравнения Клапейрона;
2. Вычисление средней теплоемкости рабочего тела в термодинамическом процессе по количеству теплоты и изменению температуры.
3. Определение изменения внутренней энергии рабочего тела в термодинамическом процессе с использованием изохорной теплоемкости.
4. Определение изменения энтальпии закрытой термомеханической системы в термодинамическом процессе с использованием изобарной теплоемкости рабочего тела.

Лабораторная работа: Определение изобарной теплоемкости воздуха методом проточного нагрева.

Самостоятельная работа: Зависимость теплоемкости рабочего тела от вида термодинамического процесса. Определение теплоты процесса по I-му закону термодинамики для закрытой системы. Вторая форма записи I-ого закона термодинамики для закрытой системы.

Тема 3. Термодинамические процессы идеального газа и их анализ

Содержание лекции: Равновесные термодинамические процессы и их обратимость, понятие «политропный» процесс. Анализ основных термодинамических процессов идеального газа. Анализ политропного процесса, p – v и T – s диаграммы.

Практические занятия: 1. Определение изменений параметров рабочего тела в изохорном процессе;
2. Определение изменений параметров рабочего тела в изобарном процессе;
3. Определение изменений параметров рабочего тела в изотермическом процессе;
4. Определение изменений параметров рабочего тела в адиабатном процессе;
5. Определение изменений параметров рабочего в политропных процессах при различных значениях показателя политропы.

Самостоятельная работа: Изучение процессов энергообмена в основных и политропных процессах идеальных газов.

Тема 4. Смеси идеальных газов. Реальные газы

Содержание лекции: Газовая смесь, способы задания состава смеси, связь между массовыми и объемными долями компонентов. Термическое уравнение состояния для смеси, кажущаяся молярная масса, газовая постоянная. Методы расчета термодинамических свойств смеси идеальных газов по свойствам компонентов. Термодинамические свойства реальных газов, P-V диаграмма. Фактор сжимаемости z-p диаграмма. Фазовая P-T диаграмма. Условие равновесия фаз.

Практические занятия: 1. Определение массовых долей компонентов смеси по известным объемным долям;
2. Определение объемных долей компонентов смеси по известным массовым долям;

Самостоятельная работа: Порядок расчета газовой постоянной для смеси; определение кажущейся молярной массы смеси. Порядок построения фазовой P-T диаграммы.

Тема 5. Свойства и процессы водяного пара. Влажный воздух

Содержание лекции: Получение водяного пара при постоянном давлении. P-V диаграмма водяного пара. T-S диаграмма водяного пара. h-s диаграмма водяного пара. Параметры состояния жидкости и пара. Абсолютная и относительная влажность воздуха, влагосодержание. Температура точки росы. h-d диаграмма влажного воздуха, порядок построения. Термодинамические процессы с влажным воздухом.

Практические занятия: 1. Расчет процессов водяного пара с использованием диаграмм парообразования.
2. Определение параметров жидкости в процессе нагрева, параметров пара: сухого насыщенного, влажного насыщенного и перегретого.

Лабораторное занятие: 1. Определение параметров влажного воздуха аналитический (по формулам) и по h-d диаграмме.

Самостоятельная работа: Порядок построения и пользования T-S и h-s диаграмм водяного пара. Построение h-d диаграммы, расчет термодинамических процессов по диаграмме.

Тема 6. Параметры полного адиабатного торможения потока газа.

Содержание лекции: Параметры полного адиабатного торможения потока. Уравнение механической энергии.

Самостоятельная работа: Освоение понятий «температура полного адиабатного торможения», «давление полного адиабатного торможения» изучение формул для их определения.

Тема 7. Газовые циклы (поршневые ДВС, ГТУ). Циклы паротурбинных установок

Содержание лекции: Индикаторная диаграмма и цикл реального поршневого двигателя внутреннего сгорания. Цель и порядок сведения реального цикла к идеальному. Идеальные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания: цикл с подводом теплоты при V=const; P= const; со смешанным подводом теплоты. КПД идеальных циклов поршневых двс и их анализ.

Практические занятия: 1. Расчет и построение термодинамических диаграмм цикла Отто;
2. Расчет и построение термодинамических диаграмм цикла Дизеля;
3. Расчет и построение термодинамических диаграмм цикла Тринклера;
4. Сравнительный анализ термодинамической эффективности циклов поршневых ДВС.

Лабораторное занятие: 1. Устройство и работа поршневого компрессора (одноступенчатого, многоступенчатого)

Самостоятельная работа: Цель и преимущества многоступенчатого сжатия рабочего тела в компрессоре. Совокупность допущений и упрощений, позволяющих сводить индикаторную диаграмму реального ДВС к термодинамической диаграмме. Цель преобразования

диаграмм. Понятие «контрольные точки диаграммы» и их определение.

Газотурбинные установки

Содержание лекции: 1. Принципиальная схема и цикл ГТУ с подводом теплоты при P=const (цикл Брайтона). Термический кпд. Действительный цикл и его кпд. Влияние необратимости процессов сжатия и расширения. Регенеративный цикл ГТУ.

Практические занятия: 1. Расчет и построение термодинамических диаграмм цикла Брайтона;

Самостоятельная работа: Преимущества ГТУ по сравнению с поршневыми ДВС

Циклы паротурбинных установок

Содержание лекции 1: Принципиальная схема паросиловой установки. Циклы Карно и Ренкина (с насыщенным паром) в P-V и T-S диаграммах. Термические кпд и их сравнение. Цикл Ренкина с перегретым паром, P-V и T-S диаграммы, термический кпд. Влияние начальных и конечных параметров на термический кпд цикла.

Практические занятия: 1. Расчет и построение термодинамических диаграмм циклов Карно и Ренкина (с насыщенным паром);
2. Расчет и построение термодинамических диаграмм цикла Ренкина с перегретым паром;

Самостоятельная работа: Преимущества цикла Ренкина с перегретым паром.

Содержание лекции 2: Цикл и схема паротурбинной установки со вторичным перегревом пара. P-V и T-S диаграммы цикла. Термический кпд цикла. Регенеративный подогрев питательной воды. Термический кпд регенеративного цикла.

Практические занятия: 1. Расчет и построение термодинамических диаграмм цикла ПТУ со вторичным перегревом пара, оценка эффективности;
2. Расчет и построение термодинамических диаграмм регенеративного цикла ПТУ, оценка эффективности.

Самостоятельная работа: Достоинства и недостатки усовершенствованных циклов ПТУ.

Тема 8. Циклы воздушной, абсорбционной и парокомпрессионной холодильных установок

Содержание лекции: Схема, порядок работы и цикл газовой (воздушной) компрессионной холодильной установки, холодильный коэффициент. Схема, работа и цикл абсорбционной холодильной установки, холодильный коэффициент. Схема, работа и цикл паровой компрессионной холодильной установки, холодильный коэффициент.

Практические занятия: 1 Построение диаграмм циклов воздушной и парокомпрессионной холодильных установок. Расчет холодильных коэффициентов и их сравнение

Самостоятельная работа: Достоинства и недостатки различных типов холодильных установок.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. основная литература

1.Есенов И.Х. Техническая термодинамика./Учеб. пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия И.Х. Есенов. – Владикавказ, изд. ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2021.-252 с.

2. Куликов, А. А. Техническая термодинамика : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, [б. г.]. — Часть I: Общие принципы — 2015. — 104 с. — ISBN 978-5-9239-0738-4.– Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64132.

3. Косырева, Н. Н. Теплотехника: учебное пособие / Н. Н. Косырева, А. П. Сергеев. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. — 88 с. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/100813.

4.2. дополнительная литература

4. Афанасьев, Ю. О. Техническая термодинамика и теплотехника: сборник задач: учебное пособие / Ю. О. Афанасьев, И. И. Дворовенко. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 96 с. — ISBN 978-5-89070-792-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/6633.

5.Есенов И.Х. Курс лекций по теоретическим основам теплотехники. Термодинамика./Учебное пособие/Есенов И.Х.–Владикавказ: Издательство ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2009 – 208 с.

4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Office 2007 Standard
3. Moodle 3.8

4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (*www.e.lanbook.ru*)

5.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения (с указанием номера такого объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
Теплотехника	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель на 34 посад очных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя.	Республика Северная Осетия- Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова /пер. Тимирязевский / ул. Л. Толстого / ул. Миллера, д. 37/3-5/30(Литер АК). Учебный корпус No 7 (энергетический факультет). Пом. No 7.4.06.
	Учебная лаборатория для проведения лабораторно - практических занятий по теплотехнике. Специализированная мебель на 20 посадочных мест, лабораторные стенды, комплект плакатов, доска настенная, рабочее место преподавателя.	Республика Северная Осетия- Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова /пер. Тимирязевский / ул. Л. Толстого / ул. Миллера, д. 37/3-5/30(Литер АК). Учебный корпус No 7 (энергетический факультет). Пом. No 7.3.13

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Тематика курсовых работ (при наличии).

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

6.2 Перечень вопросов к зачету

1. Дайте определения термодинамической системе и параметрам ее состояния. На какие виды делятся параметры состояния системы? В каких единицах измеряются давление, температура, удельный объем?
2. Как подразделяются термодинамические системы в зависимости от распределения параметров в объеме и изменения во времени?
3. Что такое «Контрольная поверхность» и как в зависимости от ее свойств подразделяются термодинамические системы?
4. Как закрытая термодинамическая система взаимодействует с окружающей средой? В каких формах осуществляется обмен энергией, и как определяются количества этих видов энергии?
5. Получите выражение для определения работы расширения через параметры состояния системы и объясните, почему работа не является параметром состояния системы?
6. Какой процесс называют изохорным? Проведите анализ изохорного процесса с идеальным газом в закрытой термодинамической системе.
7. Какой процесс называют изобарным? Проведите анализ изобарного процесса в закрытой термодинамической системе с идеальным рабочим телом.
8. Какой процесс называют изотермическим? Проведите анализ изотермического процесса в закрытой термодинамической системе с идеальным рабочим телом.
9. Какой процесс называют адиабатным? Проведите анализ адиабатного процесса идеального газа в закрытой термодинамической системе.
10. Что такое “газовая смесь”? Как задается состав смеси? Получите выражения для определения кажущейся молярной массы и газовой постоянной смеси по известным значениям величин для компонентов.
11. Объясните понятия «парциальный объем», «парциальное давление». Сформулируйте и запишите математические выражения законов Дальтона и Амага.
12. Что такое “теплоемкость” рабочего тела? Какие удельные значения теплоемкости используют в термодинамике? Покажите, что теплоемкость не является параметром состояния системы.
13. Получите математическое выражение, определяющее связь между c_p и c_v. Как называется это соотношение?
14. Выведите математическое выражение I^{ого} закона термодинамики для закрытой системы. Дайте формулировку.
15. Получите вторую форму записи первого закона термодинамики для закрытой системы.
16. Получите уравнение политропного процесса через параметры состояния системы *p, v* и покажите, что при определенных значениях показателя политропы *n* оно описывает основные термодинамические процессы.
17. Нарисуйте и охарактеризуйте p-v диаграмму политропного процесса.
18. Приведите P-V диаграмму политропного процесса и охарактеризуйте процессы, происходящие в областях I и II (процессов 1-ой группы).
19. Приведите P-V диаграмму политропного процесса и охарактеризуйте процессы, происходящие в области III.
20. Приведите P-V диаграмму политропного процесса и охарактеризуйте процессы, происходящие в области IV.

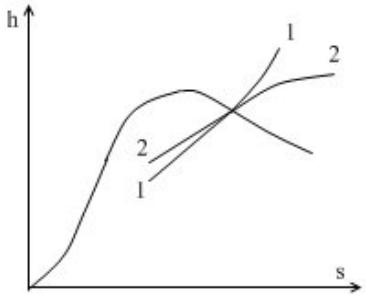
21. Что такое «термодинамический цикл»? Нарисуйте произвольный термодинамический цикл и получите выражения для определения термического КПД, холодильного и отопительного коэффициентов.
22. Из каких термодинамических процессов состоит цикл Карно? Запишите математическое выражение для кпд цикла Карно. Покажите, что он всегда меньше единицы. Сформулируйте и поясните теорему Карно.
23. Из каких термодинамических процессов состоит цикл Карно? Получите математическое выражение для определения холодильного и отопительного коэффициентов обратного обратимого цикла Карно.
24. Изложите и поясните формулировки II закона термодинамики.
25. Что такое «фактор сжимаемости реального газа – z», как зависит от давления? Покажите характер изменения z для различных газов на z–p диаграмме.
26. Запишите и проанализируйте уравнение состояния реального газа Ван–дер–Ваальса.
27. Изложите порядок построения p–v диаграммы парообразования, нанесите на нее линии равной сухости пара и изотермы. Как математически определяется степень сухости пара?
28. Дайте определения влажному насыщенному, сухому насыщенному и перегретому пару. Опишите процесс получения перегретого пара при постоянном давлении.
29. Изложите порядок построения и приведите T–s и диаграмму парообразования. Нанесите на нее изохоры, изобары и линии равной сухости пара.
30. Изложите порядок построения и приведите h–s и диаграмму парообразования. Нанесите на нее изохоры, изобары, изотермы и линии равной сухости пара.
31. Как определяются теплота, изменение внутренней энергии, работа расширения и изменение энтропии в процессе нагревания жидкости до температуры насыщения?
32. Как определяются теплота, изменение внутренней энергии, работа расширения и изменение энтропии в процессе получения сухого насыщенного пара из насыщенной жидкости?
33. Как определяются теплота, изменение внутренней энергии, работа расширения и изменение энтропии в процессе перегрева сухого пара?
34. Как определяются теплота, изменение внутренней энергии, работа расширения и изменение энтропии для влажного насыщенного пара со степенью сухости x?
35. Приведите определение влажного воздуха. Какой воздух называют влажным насыщенным, влажным ненасыщенным? Какими параметрами характеризуется влажный воздух? Запишите математические выражения для их определения.
36. Изложите порядок построения и использования h–d диаграммы влажного воздуха.
37. Выведите математическое выражение I^{ого} закона термодинамики для открытой системы. Какой вид приобретает это выражение для потока газа в канале?
38. Проведите анализ процесса адиабатного истечения газа из сосуда неограниченной емкости и получите выражения для скорости истечения и массового расхода газа через суживающееся сопло.
39. Какую максимальную скорость может иметь газ при истечении из сосуда неограниченной емкости и чему равняется критический массовый расход (покажите математически)? В чем состоит гипотеза Сен–Венана?
40. Покажите, что при определенной конструкции сопла можно получить сверхзвуковую скорость истечения.
40. В чем состоит необратимость процесса истечения газа через реальное сопло, что такое коэффициент скорости, коэффициент энергии?
41. Покажите, что при дросселировании идеального газа неизменными остаются энтальпия, абсолютная температура и внутренняя энергия рабочего тела.

42. Почему при дросселировании реального газа (пара) изменяется температура рабочего тела? Приведите и поясните математическое выражение для изменения температуры реального газа при дросселировании.

43. Что называют коэффициентом дифференциального дроссель–эффекта и каким он может быть? В чем состоит эффект Джоуля–Томсона?

6.3 Тестовые задания для диагностической работы.

1. Изображенные в координатах h–s процессы водяного пара являются



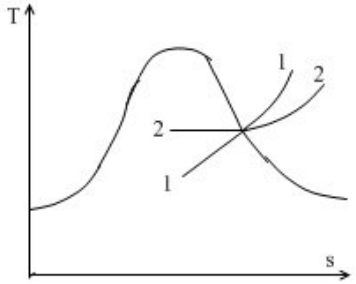
1–изохорный, 2–изотермический

1–изобарный, 2–адиабатный

1–изобарный, 2–изотермический

1–изобарный, 2–изохорный.

2. Изображенные в T–s координатах процессы водяного пара являются



1–адиабатный, 2–изотермический

1–изобарный, 2–изохорный

1– изобарный, 2–изотермический

1–изохорный, 2–изобарный.

3. Абсолютной влажностью воздуха называется:

1.Масса водяного пара в одном килограмме сухого воздуха.
2.Масса водяного пара в одном кубометре влажного воздуха.
3.Масса водяного пара в одной киломоли влажного воздуха.
4.Отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха.

4. Относительная влажность воздуха определяется выражением

1. $\rho_п/\rho_s$ 2. $m_п/m_{сух.\ возд}$ 3. $m_п/m_{вл.\ возд}$ 4. $\rho_п/\rho_{сух.возд}$.

5. Максимально возможное влагосодержание воздуха d_{max} вычисляется по формуле

1. $0,622 \times \frac{p_s}{p - p_s}$ 2. $\frac{r_s}{r_{âë.âî\ çä.}}$ 3. $0,622 \times \frac{j \times p_s}{p - j \times p_s}$ 4. $\frac{r_ï}{r_s} = \frac{p_n}{p_s}$

6. При истечении газа через суживающееся сопло скорость за соплом

1. всегда меньше местной скорости звука;
2. всегда больше местной скорости звука;
3. может быть как меньше, так и больше местной скорости звука;
4. всегда определяется отношением давлений до и после сопла.

7. Снижение давления P_2 за суживающимся соплом ниже $P_{кр}$ не влияет на расход газа через сопло, потому, что

1. возрастает гидравлическое сопротивление сопла;
2. на срезе сопла устанавливается скорость, равная местной скорости звука, которая остается постоянной;
3. понижение температуры на выходе из сопла компенсирует увеличение расхода;
4. Понижение расхода за счет роста гидравлического сопротивления компенсируется увеличением объема за счет снижения давления.

8. При адиабатном дросселировании любого газа всегда постоянным остается
1. энтропия;
2. энтальпия;
3. температура;
4. внутренняя энергия.

9. При адиабатном дросселировании идеального газа изменение температуры составляет
1. dT<0; 2. dT>0;
3. $dT = \frac{\frac{2a}{RT} - b}{c_p} \times dp$; 4. dT=0.

10. При адиабатном дросселировании реального газа (пара) изменение температуры составляет
1. dT<0; 2. dT>0;
3. $dT = \frac{\frac{2a}{RT} - b}{c_p} \times dp$; 4. dT=0.

11. Компрессоры – это машины, предназначенные
1. для перемещения газов;
2. для сжатия газообразных рабочих тел;
3. для повышения температуры газов;
4. для снижения температуры газов.

12. Какой процесс сжатия газа в компрессоре является наиболее экономичным
1. адиабатный;
2. политропный;
3. изотермический;
4. изохорный.

13. Компрессор работает с многоступенчатым сжатием газа и промежуточным охлаждением. При каком количестве ступеней сжатия техническая работа на сжатие газа в компрессоре минимальна?
1. при четырех; 2. при трех; 3. при двух; 4. при одной.

14. Термический КПД тепловой машины – это отношение
1. работы, полученной от цикла, к теплоте, отданной холодному источнику;
2. теплоты, отданной холодному источнику, к работе, полученной от цикла;
3. работы, полученной от цикла, к теплоте, подведенной от горячего источника;
4. теплоты, подведенной от горячего источника, к работе, полученной от цикла.

15. В цикле поршневого ДВС Тринклера подвод теплоты к рабочему телу осуществляется
1. в изохорном процессе;
2. в изобарном процессе;
3. в политропном процессе;
4. в изохорном и изобарном процессах.

16. Теплота q_1, подводимая к каждому килограмму рабочего тела в цикле Отто (V=const), вычисляется по формуле

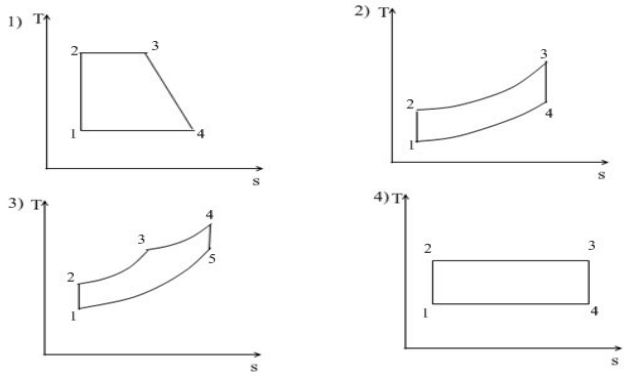
1. $q_1 = c_p \times (T_3 - T_2)$ 2. $q_1 = c_v \times (T_3 - T_2) + c_p \times (T_3 - T_2)$

3. $q_1 = c_v \times (T_3 - T_2)$ 4. $q_1 = c_n \times (T_3 - T_2)$

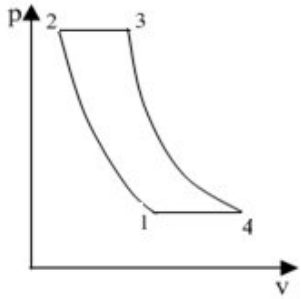
17. Теплота q_1, подводимая к каждому килограмму рабочего тела в цикле газотурбинной установки Брайтона (p=const), вычисляется по формуле

1. $q_1 = c_p \times (T_3 - T_2)$
2. $q_1 = c_v \times (T_3 - T_2) + c_p \times (T_3 - T_2)$
3. $q_1 = c_v \times (T_3 - T_2)$
4. $q_1 = c_n \times (T_3 - T_2)$

18. Цикл поршневого ДВС Отто в координатах T–s показан на графике

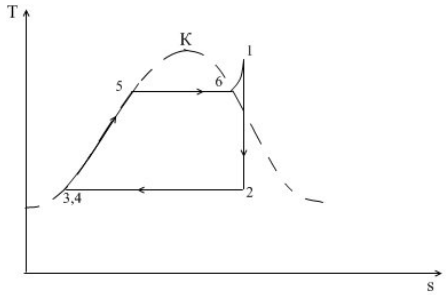


19. Представленный на рисунке цикл является циклом



1. Отто для поршневого двигателя внутреннего сгорания.
2. Дизеля для поршневого двигателя внутреннего сгорания.
3. Брайтона для газотурбинной установки
4. Ренкина для паросиловой установки

20. Представленный в координатах T–s цикл является



1. циклом двигателя внутреннего сгорания;
2. циклом газотурбинной установки с подводом теплоты при p=const;
3. циклом Ренкина для паросиловой установки;
4. идеальным циклом Карно.

21. Термический КПД цикла поршневого ДВС с изохорным подводом теплоты рассчитывается по формуле

1. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(k-1)}} \times \frac{r^k - 1}{k \times (r - 1)}$;

2. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(k-1)}}$;

3. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon\lambda^{(k-1)}} \times \frac{\lambda \times r^k - 1}{-1 + k \times (r - 1)}$;

4. $h_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_k}$;

22. Термический КПД цикла поршневого ДВС с изобарным подводом теплоты рассчитывается по формуле

1. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(k-1)}} \times \frac{r^k - 1}{k \times (r - 1)}$; 2. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(k-1)}}$;

3. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon\lambda^{(k-1)}} \times \frac{\lambda \times r^k - 1}{-1 + k \times (r - 1)}$; 4. $h_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_k}$;

23. Термодинамическая эффективность прямого цикла Ренкина оценивается термическим КПД, определяемым по формуле

1. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(k-1)}} \times \frac{r^k - 1}{k \times (r - 1)}$;

2. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(k-1)}}$;

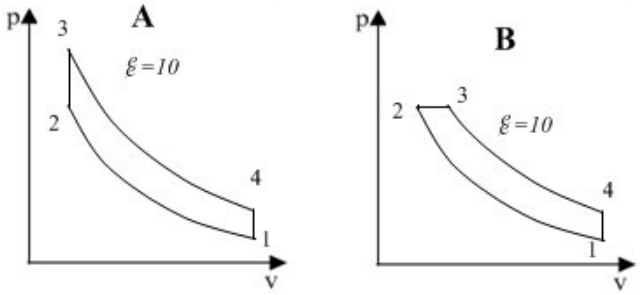
3. $h_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon\lambda^{(k-1)}} \times \frac{\lambda \times r^k - 1}{-1 + k \times (r - 1)}$;

4. $h_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_k}$;

24. Тепловая машина получает в цикле от нагревателя теплоту 100 Дж и отдает холодильнику 75 Дж. Чему равен термический КПД цикла?

1. 75%; 2. 25%; 3. 57%; 4. 43%.

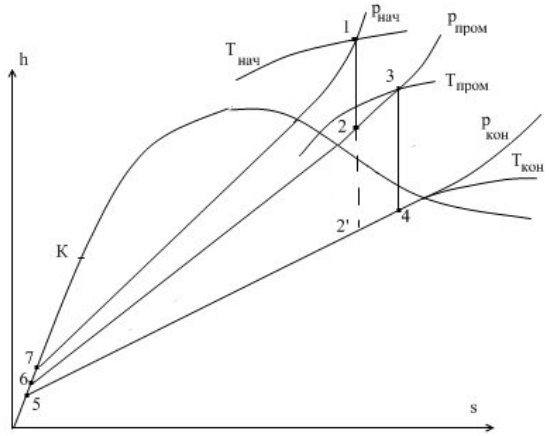
25. Для циклов поршневых ДВС, представленных на диаграммах А и В, между термическими кпд h_t^A; и h_t^B; верно соотношение



1. $h_t^A > h_t^B$;
2. $h_t^A < h_t^B$;
3. $h_t^A £ h_t^B$;
4. $h_t^A = h_t^B$;

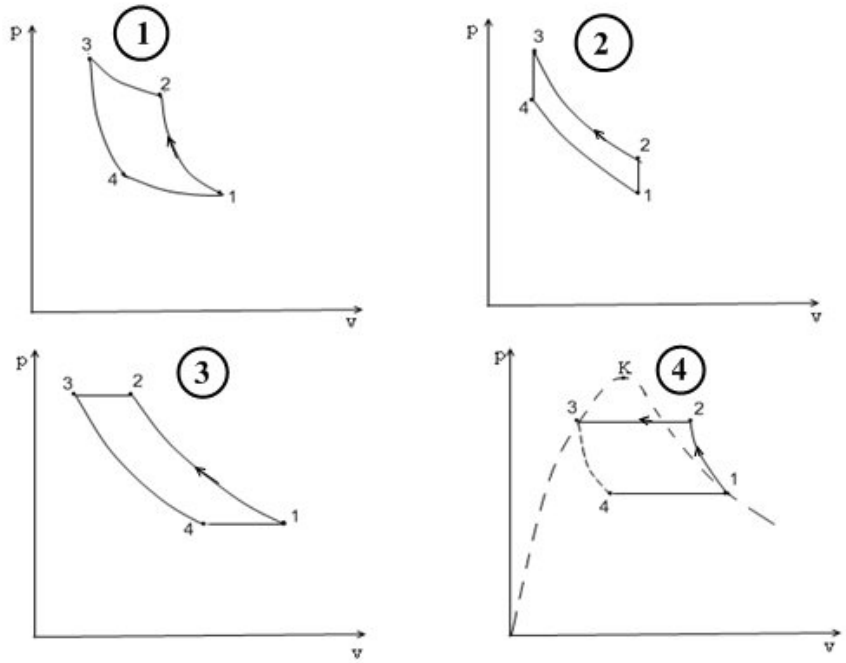
26. Основой работы современных паротурбинных установок является
   а) цикл Карно с насыщенным паром;
   б) цикл Ренкина с насыщенным паром;
   в) цикл Карно с перегретым паром;
   г) цикл Ренкина с перегретым паром.

27. Отличительной особенностью теплофикационного цикла паротурбинной установки по сравнению с простейшим циклом является
    а) повышенное давление в парогенераторе (паровом котле);
    б) пониженное давление в парогенераторе (паровом котле);
    в) повышенное давление конденсации пара в конденсаторе;
    г) пониженное давление конденсации пара в конденсаторе.
28. На рис. в h – s координатах представлен цикл



а) цикл паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара;
б) цикл Ренкина для паротурбинной установки;
в) цикл Карно с насыщенным паром для паротурбинной установки;
г) теплофикационный цикл паротурбинной установки.

29. В паровой компрессионной холодильной установке реализуется цикл, представленный на рисунке



30. Обратные термодинамические циклы реализуются
    1. в поршневых двигателях внутреннего сгорания;
    2. в газотурбинных установках;
    3. в паротурбинных установках;
    4. в холодильных и теплонасосных установках.

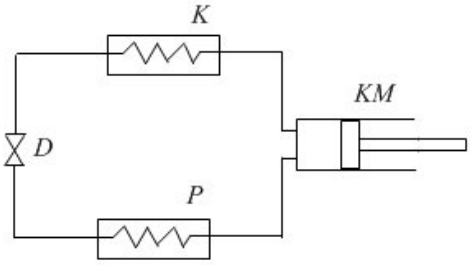
31. Укажите правильную последовательность процессов в паровой компрессионной холодильной установке: ***а)*** конденсация; ***б)*** сжатие в компрессоре; ***в)*** кипение в испарителе;
    1. ***в – б – а***; 2. ***в – а –б***; 3. ***а – б – в***; 4. ***б – в – а***.

32. Холодильный коэффициент – это отношение
    1. затраченной работы к теплоте, отданной горячему источнику;
    2. теплоты, отданной горячему источнику, к затраченной работе;

3. теплоты, воспринятой от холодного источника, к теплоте, отданной горячему источнику;
4. теплоты, воспринятой от холодного источника, к затраченной работе.

33. Отопительный коэффициент – это отношение
1. затраченной работы к теплоте, отданной горячему источнику;
2. теплоты, отданной горячему источнику, к затраченной работе;
3. теплоты, воспринятой от холодного источника, к теплоте, отданной горячему источнику;
4. теплоты, воспринятой от холодного источника, к затраченной работе.

34. На рис. представлена схема:



1. простейшей газотурбинной установки.
2. паротурбинной установки.
3. компрессионной холодильной установки.
4. газовой холодильной установки.

35. Горение, которое происходит при раздельной подаче топлива и окислителя называется:
1) диффузионным; 2) смешанным;
3) раздельным; 4) кинетическим.

36. Кинетическое горение имеет место:
1) при горении предварительно смешаных газа и воздуха;
2) при горении раздельно подаваемых газа и воздуха;
3) при горении газа с избытком воздуха;
4) при горении газа с недостатком воздуха.

37. Горючими элементами твердого и жидкого топлива являются:
1) C, H, O; 2) C, H, S;
3) C, N, O; 4) N, O, H.

38.Закон Гесса утверждает, что:
1. суммарный тепловой эффект химической реакции не зависит от промежуточных стадий, через которые проходит система;
2. суммарный тепловой эффект химической реакции определяется промежуточными стадиями, через которые проходит система;
3. суммарный тепловой эффект химической реакции зависит от скорости протекания;
4. суммарный тепловой эффект химической реакции не зависит от скорости протекания.

39. Коэффициентом избытка воздуха называется:
1. отношение массы воздуха, необходимой для полного сгорания топлива к массе топлива;
2. отношение массы топлива к массе воздуха, необходимой для полного сгорания топлива;
3. отношение теоретически необходимой массы воздуха к практически необходимой для полного сгорания топлива;
4. отношение практически необходимой массы воздуха к теоретически необходимой для полного сгорания топлива.