

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теплотехника

Кафедра общей физики

Образовательная программа бакалавриата
13.03.02, Электроэнергетика и электротехника

Направленность(профиль)/:

Возобновляемые источники энергии и гидроэлектростанции

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
Входит в обязательную часть

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины "Теплотехника" составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат, по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника от 28 февраля 2018 г №144 (с изменениями и дополнениями от 31.03.2022г.)

Разработчик: кафедра общей физики, Абрамова Б.А, к.ф.-м-н, доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей физики от «15» марта 2022 г.,
протокол № 2

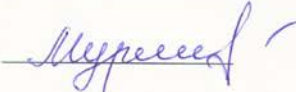
Зав. кафедрой



Курбанисмаилов В.С.

На заседании Методической комиссии Физического факультета
от «23» марта 2022 г., протокол №7

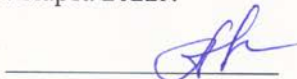
Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «31» марта 2022г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины.

Дисциплина «Теплотехника» входит в фундаментальный модуль обязательной части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей физикой.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением всеобщих законов и уравнений движения, характерных для механических процессов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости, в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр. виды и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Объем дисциплины в очной форме

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
2	144	66	32	34				42	36 экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) ТЕПЛОТЕХНИКА являются:

1. теоретическое изучение основных законов термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов, циклов;
2. изучение свойств рабочих тел, основ расчета теплообменных аппаратов, энергетических и холодильных установок;
3. понимание возможности применения этих знаний в профессиональной деятельности инженера
4. подготовка специалиста, имеющего достаточную теоретическую и практическую подготовку в области энергетических установок и оборудования..

Задачи дисциплины:

1. сформировать у студентов четкие представления о закономерностях распространения теплоты в различных средах, подготовить будущих бакалавров к усвоению основных положений теории тепломассообмена, необходимых для изучения последующих специальных дисциплин, для выполнения курсовых работ, дипломного проектирования и дальнейшей профессиональной деятельности.
2. овладеть основными понятиями теплотехники, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теплотехника» входит в *обязательную часть* образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Теплотехники», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: Введение в информационные технологии», «Информационные технологии и программирование», «Математический анализ», «Экология», «Механика».

Дисциплина «Теплотехника» является основой для изучения дисциплин: «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и ядерная физика», «Практикум по решению физических задач», «Физика конденсированного состояния», «Квантовая механика и статистическая физика», а также для прохождения учебной и производственной практик.

Дисциплина занимает одно из центральных мест в системе подготовки инженера. Знания по дисциплине «Теплотехника» являются базовыми для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации.	Знает: -современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий. Умеет: - использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации; - решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации. Владеет: - современными интерактивными технологиями поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; - методами представления информации в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	Устный и письменный опрос

ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-1.2 Демонстрирует знание требований к оформлению документации (ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД) и умение выполнять чертежи простых объектов. ОПК-3.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной.	Знает: - современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей. Умеет: - использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации. Владеет: -современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации Знает: -математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. Умеет: - применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. Владеет: -навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи.	Устный и письменный опрос Устный и письменный опрос
---	---	---	---

	ОПК-3.2. Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений.	<u>Знает:</u> - математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <u>Умеет:</u> - применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. <u>Владеет:</u> - навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи	Устный и письменный опрос
	ОПК-3.3. Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики.	<u>Знает:</u> - математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <u>Умеет:</u> - применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	Устный и письменный опрос

	ОПК-3.4. Применяет математический аппарат численных методов.	<u>Владеет:</u> - навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи. <u>Знает:</u> - математический аппарат численных методов. <u>Умеет:</u> - применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. <u>Владеет:</u> -навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи	Устный и письменный опрос
	ОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<u>Знает:</u> физический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <u>Умеет:</u> -выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <u>Владеет:</u> - навыками находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Устный и письменный опрос

	ОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.	<u>Знает:</u> - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. <u>Умеет:</u> -применять физические законы для решения задач теоретического и прикладного характера. <u>Владеет:</u> - навыками критического анализа элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики в сфере профессиональной деятельности.	Устный и письменный опрос
--	---	--	---------------------------

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темыдисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельн ая работа в т.ч. экзамен	
	Модуль 1. Техническая термодинамика							
1	Введение.Предмет и методы теплотехники.	2	2		2		2	Устный опрос. Тестовый опрос

	Термодинамическая система. Параметры состояния. Уравнение состояния и термодинамический процесс						
2	Основные законы термодинамики. Первое начало термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.	2	2		2		Контрольная работа. Тестовые задания
3	Теплоемкость газа. Универсальное уравнение состояния идеального газа. Смесь идеальных газов	2	2		2		Устный опрос. Письменный контрольный опрос. Тестовые задания.
4	Второе начало термодинамики. Основные положения второго закона термодинамики. Энтропия. PV и TS диаграммы. Цикл и теоремы Карно	2	2		2	4	Устный опрос. Письменный контрольный опрос. Тестовые задания.
5	Термодинамические процессы. Метод исследования термодинамических процессов. Изопрцессы идеального газа. Политропный процесс.	2	2		4	4	Контрольные и практические задачи по тематике (см. ниже). Тестовые задания.
	Итого по модулю 1:		10		12		14
Модуль 2. Термодинамика потока. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Основы теории теплообмена.							
6	Первый закон термодинамики для потока. Критическое давление и скорость. Сопло Лаваля. Дросселирование.	2	4		2		Устный опрос. Промежуточный письменный контроль знаний.
7	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары	2	2		2		Устный опрос. Промежуточный письменный контроль знаний. Тестовые задания.
8	Теплопроводность. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку.	2	2		4		Устный опрос. Промежуточный письменный контроль знаний. Тестовые задания.
9	Конвективный теплообмен. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана.	2	2		2		Промежуточный письменный контроль знаний. Тестовые задания
	Итого по модулю 2:		10		10		16
Модуль 3. Тепловое излучение. Теплопередача							
10	Общие сведения о тепловом излучении. Основные законы теплового излучения.	2	4		4		Устный опрос. Тестовые задания.
11	Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку.	2	4		4		Устный опрос. Промежуточный письменный контроль знаний. Тестовые задания.
12	Типы теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов.	2	4		4		Тестовый контроль по разделу. Реферат по теме

	Итого по модулю 3:		12		12		12	
	ВСЕГО		32		34		42	

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине. Основные разделы

Модуль 1. Техническая термодинамика.

Тема 1

Введение. Основные понятия и определения термодинамики.

Предмет, задачи и содержание курса теплотехники. Значение теплотехнических знаний для инженера.

Предмет термодинамики и ее методы. Термодинамическая система и рабочее тело. Термодинамические параметры состояния: абсолютное давление, абсолютная температура, удельный объем. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнения состояния. Уравнение Менделеева – Клапейрона. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ.

Критические параметры вещества. Термодинамический процесс.

Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.

Тема 2

Первый закон термодинамики. Основные термодинамические функции. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия термодинамической системы. Два способа передачи энергии. Количество теплоты.

Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Работа в термодинамике.

Тема 3

Теплоемкость идеального газа. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Уравнение Майера. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Применение первого закона

термодинамики к газовым процессам. Адиабатный процесс.

Уравнение Пуассона.

Тема 4

Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью. Основные формулировки второго закона термодинамики. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение процессов в координатах PV и TS .

Тема 5

Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.

Модуль 2.

Термодинамика потока. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Основы теплообмена

Тема 6

Основные положения. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лавала. Действительный процесс истечения. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томпсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Практическое использование процесса дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в HS – диаграмме.

Тема 7

Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.

Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в PV и TS координатах. Водяной пар. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, PV , TS , HS -диаграммы водяного пара.

Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблицы и $h-s$ - диаграммы. Влажный воздух. Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. $h-d$ -диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха: подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров. Понятия о водяном паре. Характеристика влажного воздуха.

Тема 8

Теплопроводность. Температурное поле. Уравнение теплопроводности.

Теплопередача. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды теплообмена. Теплопередача между двумя теплоносителями. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Теплопроводность. Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизм передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условие однозначности. Коэффициент температуропроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Решение уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1-го рода при постоянном коэффициенте теплопроводности. Расчет температурного поля стенки с учетом зависимости коэффициента теплопроводности от температуры. Теплопроводность при нестационарном режиме.

Тема 9

Конвективный теплообмен.

Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона -Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости Навье - Стокса, уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости, уравнение неразрывности. Условие однозначности к дифференциальным уравнениям

конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя.

Тема 10

Теплообмен излучением.

Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения: закон Планка, закон смещения Вина, закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и излучающей среде. Массообмен. Основные законы переноса вещества. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Диффузия в движущейся среде. Термодиффузия и Диффузионный перенос теплоты. Дифференциальное уравнение диффузии. Диффузия с поверхности. Испарение воды в воздух. Сложный теплообмен. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты и их расчеты.

Тема 11-12. Теплопередача. Теплообменные аппараты

Теплопередача. Теплопередача через плоскую стенку.

Теплопередача через цилиндрическую стенку. Типы теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов. Тестовый контроль по разделу Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов. Расчет температур теплоносителей на выходе из аппарата при оценке безопасных условий работы.

4.3.2. Содержание лабораторных - практических занятий по дисциплине.

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль I. Техническая термодинамика		

Лабораторная работа № 1. «Определение отношения теплоемкостей (C_p/C_v) для воздуха.»		
	Изучение процессов идеальных газов, определение отношений теплоемкостей.	
Лабораторная работа № 2. «Исследование изменения энтропии при нагревании и плавлении олова»		
Ознакомление с понятием энтропии и определение изменения энтропии при фазовом переходе первого рода на примере плавления олова.		
Лабораторная работа №3 «Определение теплоемкости твердых тел»		
	Определение теплоемкости образцов металлов калориметрическим методом с использованием электрического нагрева.	
Лабораторная работа №4 Получение и измерение высокого вакуума		
	Изучение принципа работы вакуумных насосов (форвакуумный и диффузионный), приборов для измерения вакуума и методики получения высокого вакуума	
Модуль 2. Термодинамика потока. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Основы теории теплообмена		
Лабораторная работа №5 «Определение скрытой теплоты кристаллизации и плавления вещества».		
	Определение удельной скрытой теплоты кристаллизации и плавления олова	
Лабораторная работа № 6. «Определение теплоты парообразования воды».		
	Определение удельной и молярной теплоты парообразования воды при фазовом переходе первого рода по экспериментально полученной зависимости давления насыщенных паров от температуры.	
Лабораторная работа № 7. «Определение коэффициента поверхностного натяжения».		
	Измерение силы и коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца от ее поверхности.	
Лабораторная работа № 8. «Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом		
	Изучение внутреннего трения-вязкости воздуха как одного из явлений переноса в газах.	
Модуль 3 Теплопередача.		
Лабораторная работа № 9. «Определение коэффициента теплопроводности методом нагретой нити»		

	Изучение теплопроводности воздуха как одного из явлений переноса в газах.	
Лабораторная работа № 10. «Определение молярной массы и плотности газа методом откачки».		
	Ознакомление с одним из методов определения молярной массы и плотности газа и вычисление этих величин для газа.	
Лабораторная работа № 11. «Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара».		
	Изучение диффузии как одного из явлений переноса; определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара по скорости испарения жидкости в капилляре	
Лабораторная работа № 12. «Определение термического коэффициента давления с помощью газового термометра».		
	Определение термического коэффициента давления и на этой основе определение абсолютной температуры тающего льда. Проверка справедливости закона Шарля	

5. Образовательные технологии.

При реализации дисциплины используются различные виды образовательных технологий, которые связаны с применением, как правило, компьютерных и технических средств, в том числе компьютерных презентаций. В числе образовательных технологий используются ИКТ технологии, работа в команде, проблемное обучение

В семестре проводятся контрольные работы, тестирование.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской. По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе PowerPoint, а также с использованием интерактивных досок. Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Для формирования навыков самостоятельной познавательной деятельности необходимо использовать различные формы самостоятельной работы: работу с учебной литературой, ответы на вопросы и задания для самоконтроля, выполнение самостоятельного решения задач. При работе с учебной литературой рекомендуется использовать различные приемы работы с текстом.

1. Конспектирование – краткая запись, краткое изложение содержания прочитанного. Различают сплошное, выборочное, полное, краткое конспектирование. Конспектировать можно от первого лица или от третьего лица. Предпочтительнее конспектировать от первого лица, т.к. в этом случае лучше развивается самостоятельность мышления.
2. Тестирование – краткое изложение основных идей в определенной последовательности.
3. Реферирование – обзор одного или ряда источников по теме с собственной оценкой их содержания, формы.
4. Составление плана текста – после прочтения текста необходимо разбить его на части и озаглавить каждую из них..

Контроль за результатами работы осуществляется в виде ответов на вопросы выполнения заданий для самоконтроля и решения задач. Если в процессе самостоятельной работы возникают затруднения (непонимание отдельных положений дисциплины, трудности в решении задач и др.), обучающемуся следует обратиться за консультацией на кафедру к преподавателю, ведущему занятия в соответствующей группе.

Основная форма контроля знаний по окончании изучения дисциплины – это экзамен.

Самостоятельная работа к модулю 1

Термодинамическая система и параметры ее задания.

Содержание темы.

Энергия системы и ее составляющие. Теплота и работа – формы энергообмена. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Энтропия и энтальпия системы

Основные понятия (категории): термодинамические калорические параметры состояния системы, внутренняя энергия, энтальпия и энтропия.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Дайте определение термодинамической системы.
2. Что понимается под энергией?

3. Дайте определение теплоты и работы.
4. Назовите известные Вам способы измерения температуры.

6. Что понимается под абсолютной и относительной погрешностью?
7. Дайте определение давления как термодинамического параметра.
8. Дайте определение температуры как термодинамического параметра.
9. Что понимается под молекулой газа?

2. Содержание темы

Понятие рабочего тела. Уравнения состояния идеального и реального газов. Газовые смеси. Теплоемкость газов, влияние на теплоемкость газов различных факторов. Термодинамические процессы. Характерные группы термодинамических процессов. Газ и газовые смеси, рабочее тело тепловых машин. Теплоемкость газов и газовых смесей.

Основные понятия (категории): равновесный термодинамический процесс, прикладное значение термодинамических процессов, изображение процессов в различных системах координат, графическая интерпретация теплоты и работы процесса, последовательность анализа изопараметрического процесса.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Запишите и проанализируйте уравнение состояния идеального газа.
2. Перечислите особенности газовых смесей.
3. Как вычисляется газовая постоянная смеси газа?
4. Раскройте особенности теплоемкости газов.
5. Дайте определение термодинамического процесса.
6. Проведите вывод политропного процесса.
7. Проведите вывод выражения работы расширения политропного процесса.
8. Проведите вывод выражения технической работы.
9. Проведите термодинамический анализ изобарного процесса.
10. Проведите термодинамический анализ изохорного процесса.
11. Проведите термодинамический анализ изотермического процесса.

12. Проведите термодинамический анализ адиабатного процесса.
13. Проведите анализ характерных групп политропных процессов.

Самостоятельная работа к модулю 2

Пар и влажный воздух

Содержание темы

Фазовые переходы. Парообразование и параметры паров.
Диаграммы состояния отдельных веществ. Влажный воздух и его характеристики.
Обработка влажного воздуха. Теория теплопереноса.

Основные понятия (категории): парообразование, абсолютная влажность, относительная влажность, влагосодержание, температура точки росы.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Что понимается под степенью сухости пара?
2. Что такое перегретый пар?
3. Какой воздух называют влажным?
4. Что понимается под относительной влажностью?
5. Дать определение температуре точки росы.
6. Что понимается под влагосодержанием?
7. Выразить величину влагосодержания через относительную влажность.
8. Объяснить принцип построения i -диаграммы.
9. Показать, как определяются параметры влажного воздуха по i -диаграмме.

Термодинамика движущегося газа.

Содержание темы

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Что такое конвективный теплообмен?
2. Поясните, что понимается под теплоотдачей.
3. Запишите и проанализируйте основной закон теплоотдачи.
4. Раскройте физическую сущность коэффициента теплоотдачи и поясните факторы, влияющие на него.
5. Изложите сущность теории теплового подобия.
6. Что понимается под критериальным уравнением?

7. Напишите выражения и объясните сущность критериев теплового подобия.
8. Какие критерии относят к определяемым, а какие – к определяющим?
9. Поясните, как вычисляется коэффициент теплоотдачи при вынужденной конвекции в прямых гладких каналах.
10. Поясните, как изменяется коэффициент теплоотдачи на начальном участке канала.
11. Как влияет кривизна канала на коэффициент теплоотдачи.
12. Для чего вводятся понятия "определяющий размер", "определяющая температура"?
13. Как вычисляется эквивалентный диаметр для каналов?

Модуль 3

Лучистый теплообмен

Содержание темы:

Сущность закономерности лучистого теплообмена. Основные закономерности лучистого теплообмена. Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Излучение газов. Лучистый теплообмен в камерах сгорания.

Основные понятия (категории): полный лучистый поток, излучательная способность тела, спектральная интенсивность излучения, степень черноты тела.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Поясните особенности лучистого теплообмена.
2. Запишите и поясните закон Стефана-Больцмана.
3. Поясните особенности лучистого теплообмена между телами, разделенными прозрачной средой.

Теплопередача.

Содержание темы:

Уравнение теплопередачи. Факторы, влияющие на коэффициент теплопередачи. Интенсификация теплопередачи. Теплозащита. Теплообменные аппараты, их классификация. Расчет теплообменных

аппаратов. Теплообменные аппараты и методы их расчета. Особенности расчета тепловых труб.

Основные понятия (категории): теплопередача, коэффициент теплопередачи, рекуператоры, регенераторы, смесители.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Запишите и поясните уравнение теплопередачи.
2. Как осуществить интенсификацию теплопередачи?
3. Теплоизоляция и теплозащита, их сущность.
4. Классификация теплообменных аппаратов.
5. Поясните алгоритм расчета рекуператора.

Теплоэнергетические установки.

Содержание темы:

Компрессоры. Циклы поршневых компрессоров. Способы получения низких температур. Цикл паровой компрессорной холодильной машины (ПКХМ). Цикл Карно. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Компрессоры и холодильные машины. Циклы газотурбинных двигателей (ГТД).

Основные понятия (категории): степень повышения давления в компрессоре, подача компрессора, коэффициент объемной подачи, многоступенчатое сжатие газов, обратный цикл Карно, холодильный коэффициент, хладагенты, тепловые насосы.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Дайте определение термодинамического цикла.
2. Анализ цикла ДВС с подводом тепла при $v = \text{const}$.
3. Анализ цикла ДВС с подводом тепла при $p = \text{const}$.
4. Анализ цикла ГТД.
5. Цикл Карно, его особенности.
6. Компрессоры, их классификация.
7. Что относят к показателям компрессора?
8. Что такое подача компрессора?
9. На что влияет вредный объем в поршневом компрессоре?
10. Чем ограничивается величина давления в ступени?

11. Как подсчитывается величина индикаторной мощности?
 12. Как определяется число ступеней компрессора?
 13. Зачем охлаждают газ между ступенями поршневых компрессоров?
 14. Объяснить принцип работы ПКХМ.
 15. Изобразите цикл ПКХМ в TS-координатах и поясните его.
 16. Что понимается под холодильным коэффициентом?
 17. Чем определяется давление после компрессора?
 18. Какую функцию выполняет дроссель?
 19. Какую функцию выполняет конденсатор?
 20. Для чего нужен испаритель?
 21. Что используется в качестве хладагента?
 22. Назовите известные Вам способы понижения температуры тела.
 23. Изобразите цикл воздушной холодильной машины в TS-координатах и поясните его.
 24. Поясните принцип работы теплового насоса.
 25. Простейшая ПТУ, схема, принцип действия и цикл Ренкина.
 26. Изображение цикла Ренкина в диаграммах состояния и удельный расход пара.
 27. Термический КПД цикла Ренкина. Работа и тепловая нагрузка элементов схемы ПТУ.
 28. Недостатки цикла Ренкина. Основные способы их ослабления
- Коэффициент использования теплоты.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Содержание вопросов, выносимых на экзамен.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет изучения и основные понятия теплотехники. Разделы теплотехники, их назначение. Термодинамические параметры. Термодинамическое состояние.
2. Термодинамическая система. Характеристики систем. Термодинамические параметры состояния.
3. Внутренняя энергия и энтальпия – функции состояния систем.
4. Теплота и работа – формы энергообмена.

5. Первый закон термодинамики, его сущность и математическое выражение.
6. Второй закон термодинамики, его сущность и математическое выражение.
7. Идеальный и реальные газы. Уравнение состояния идеального газа.
8. Газовые смеси. Парциальные характеристики. Состав смеси. Связь долей. Условные параметры смеси. Влажный воздух как газовая смесь.
9. Уравнение состояния идеального и реального газа.
10. Теплоемкость. Полная и удельная теплоемкость. Зависимость теплоемкости от параметров процесса. Теплоемкости идеального газа. Формула Майера
11. Термодинамический процесс. Термодинамические процессы идеального газа, их изображение на рабочей диаграмме. Циклы.
12. Классические процессы в идеальном газе. Изобарный процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.
13. Классические процессы в идеальном газе. Изохорный процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.
14. Классические процессы в идеальном газе. Изотермический процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.
15. Классические процессы в идеальном газе. Адиабатический процесс. Связь параметров. Выражение подводимого тепла и работы.
16. Политропный процесс. Классические процессы как частные случаи политропного процесса. Взаимное расположение классических процессов на $p-v$ диаграмме.
17. Различные формулировки второго закона термодинамики. Его смысл и следствия. Прямой и обратный циклы. Примеры. Варианты использования.
18. Тепловая машина. Принцип работы. Термический КПД.
19. Холодильник. Принцип работы. Холодильный коэффициент.
20. Обратимые и необратимые процессы. Интеграл и неравенство Клаузиуса.
21. Энтропия. Изменение энтропии замкнутых систем. Философский смысл.

22. T-S диаграмма. Ее свойства. Процессии идеального газа на T-S диаграмме.
23. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Цикл Карно на T-S диаграмме. Оптимальное свойство цикла Карно.

24. Влажный воздух, его характеристики.
25. Определение параметров влажного воздуха по i-d диаграмме.
26. Уравнение скорости газа в каналах.
27. Уравнение расхода газа через канал.
28. Уравнение энергии газового потока, его анализ.
29. Дросселирование газа.
30. Теплообмен. Виды теплообмена. Простейшие виды теплообмена. Сложные виды теплообмена. Потoki тепла. Внутренние источники тепла.
31. Температура. Температурное поле. Способы задания. Изотермические поверхности и изотермы. Температурный градиент. Смысл градиента температуры.
32. Конвекция. Механизм конвекции. Ее причины и виды.
33. Теплопроводность. Механизм. Гипотеза Био-Фурье. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Его свойства. Характерные значения коэффициента теплопроводности для теплоизоляторов, теплопроводников, строительных материалов, жидкостей, газов.
34. Теплоотдача. Механизм. Закон Ньютона для теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи, его свойства. Характерные диапазоны коэффициента теплоотдачи.
35. Передача тепла излучением. Виды излучения. Преобразование энергии излучения. Модели тел с точки зрения взаимодействия с излучением.
36. Закон Стефана-Больцмана для передачи тепла излучением. Закон лучистого теплообмена. Сложный радиационно-конвективный теплообмен.
37. Уравнение переноса тепла. Основные предпосылки.. Уравнение переноса тепла для однородной среды. Коэффициент температуропроводности.
38. Стационарные и нестационарные процессы. Уравнение стационарной теплопроводности без внутренних источников тепла. Стационарная теплопроводность плоской стенки .

39. Стационарная теплопроводность плоской однослойной стенки. Постановка задачи при условиях 1 рода. Закон распределения температуры. Тепловой поток через плоскую стенку. Термическое сопротивление однослойной стенки.

40. Стационарная теплопроводность плоской многослойной стенки. Постановка задачи при условиях 1 рода. Закон распределения температуры. Тепловой поток через многослойную плоскую стенку. Термическое сопротивление многослойной стенки.

41. Тепловой поток через плоскую однослойную и многослойную стенку при граничных условиях 3 рода. Полное термическое сопротивление.

42. Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи. Связь теплового потока с температурным напором. Правило определения термического сопротивления для плоской стенки.

43. Стационарная теплопроводность однослойной цилиндрической стенки. Постановка задачи при условиях 1 рода. Закон распределения температуры. Тепловой поток через однослойную цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление однослойной цилиндрической стенки.

44. Стационарная теплопроводность многослойной цилиндрической стенки. Постановка задачи. Закон распределения температуры при условиях 1 и 3 рода. Тепловой поток через многослойную цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление многослойной цилиндрической стенки.

45. Линейное термическое сопротивление и линейный коэффициент теплопередачи. Связь теплового потока с температурным напором.

Правило определения линейного термического сопротивления для цилиндрической стенки.

46. Простейшая ПТУ, схема, принцип действия и цикл Ренкина. Изображение цикла Ренкина в диаграммах состояния и удельный расход пара. Термический КПД цикла Ренкина.

47. Лучистый теплообмен, его закономерности. .

48. Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой.

49. Теплообменные аппараты, их классификация.

Примеры тестовых заданий для контроля знаний

ТЕСТЫ.

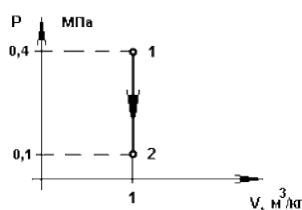
1. Закон Майера утверждает что:

1) $\mu c_V = 4.115 \cdot z$; 2) $\mu c_P = \mu c_V + \mu R$; 3) $c_P + c_V = R$; 4) $k = \frac{\mu c_P}{\mu c_V} = \frac{c_P}{c_V}$.

2. Закон Фурье для стационарного одномерного температурного поля имеет вид ...

$$q = -\lambda \cdot \frac{dt}{dx}; \quad q = -\frac{dt}{dx}; \quad q = -\lambda / \frac{dt}{dx}; \quad q = 1 / \left(\lambda \cdot \frac{dt}{dx} \right)$$

3. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1 – 2, представленном на графике, равно $\Delta u = 50 \text{ кДж/кг}$. Теплота в процессе 1 – 2 составляет _____ кДж/кг.



1) 50; 2) 3050; 3) 25; 4) 100

4. Математическое выражение первого закона термодинамики для изолированных систем имеет вид:

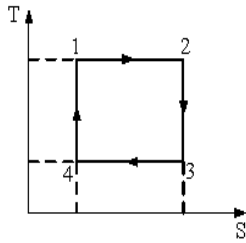
1) $\frac{\delta Q}{T} = dS$; 2) $dh = \delta q + v \cdot dp$; 3) $dh = c_P \cdot dT$; 4) $\delta Q = dU + \delta \ell$.

5. Уравнение для расчёта работы расширения газа в изохорном процессе имеет вид:

1) $L = 0$; 2) $L = m \cdot c_P \cdot (T_1 - T_2)$; 3) $L = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$;
4) $L = m \cdot c_V \cdot (T_1 - T_2)$;

6. Изменение энтальпии газа в изохорном процессе представлено:

1) $\Delta h = 0$; 2) $\Delta h = c_P \cdot (T_2 - T_1)$; 3) $\Delta h = c_P \cdot (T_1 - T_2)$; 4) $\Delta h = c_P \cdot (T_2 - T_1)$.

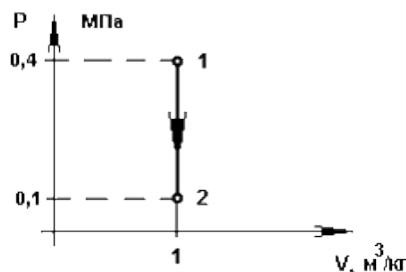


7. На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T,S), где S-энтропия, Адиабатное сжатие происходит на этапе
А) 4-1; Б) 1-2; Г) 2-3; Д) 3-4

8. Уравнение для изменения энтропии в изохорном процессе имеет вид:

1) $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$; 2) $\Delta S = 0$; 3) $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$; 4) $\Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}$.

9. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1 – 2, представленном на графике, равно $\Delta u = 50 \text{ кДж/кг}$. Теплота в процессе 1 – 2 составляет _____ кДж/кг.



а) 50; б) -50; г) 3050; д) 25.

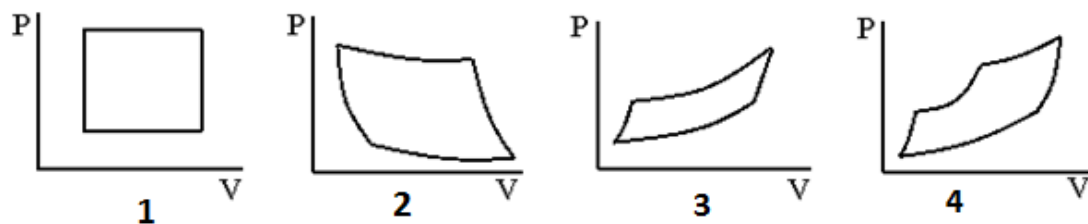
10. Уравнение работы для изотермического процесса имеет вид:

1) $\ell = p \cdot (v_2 - v_1)$; 2) $\ell = 0$; 3) $\ell = q$; 4) $\ell = \frac{1}{k-1} \cdot (p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2)$.

11. Уравнение для расчета изменения внутренней энергии газа в изотермическом процессе имеет вид:

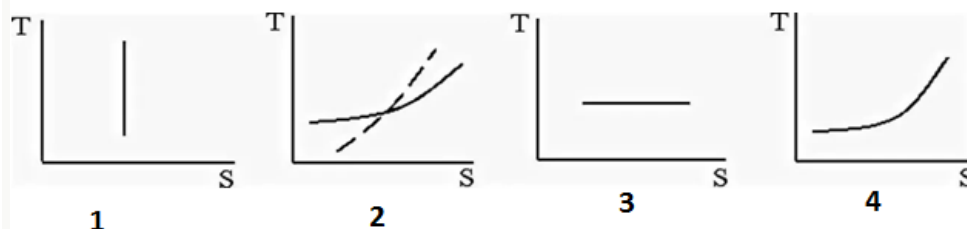
1) $\Delta U = Q$; 2) $\Delta U = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1)$; 3) $\Delta U = U_2 - U_1$; 4) $\Delta U = 0$.

12. Цикл Карно в координатных осях P–V показан на диаграмме:



1); 2); 3); 4)

13..Изображение изохорного процесса на диаграмме в координатах $T - S$ имеет вид



а)1; б)2; в)3); г) 4) 4.

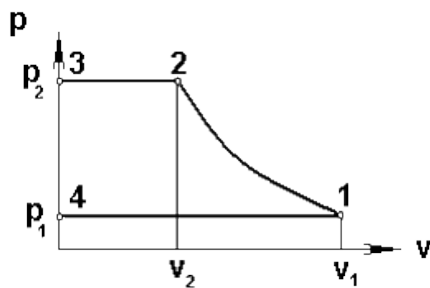
14.Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно черного тела $E_0=5,67 \cdot 10^5$. Степень черноты серого тела $\varepsilon=0,1$. Поверхностная плотность потока интегрального излучения серого тела равна:

1) $5,67 \cdot 10^4$; 2) $5,77 \cdot 10^5$; 3) $5,67$; 4) $5,67 \cdot 10^6$

15..Коэффициент температуропроводности вычисляется по формуле ...

$$a = -\frac{\lambda}{c \cdot \rho}; \quad a = \frac{\lambda}{c \cdot v}; \quad a = \frac{c \cdot \rho}{\lambda}; \quad a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}.$$

16.Работа компрессора, затрачиваемая на сжатие газа, на индикаторной диаграмме, показанной на рисунке, изображается площадью



- а) $v_2-2-1-v_1$; б) 03-02-01- v_1 ; г) 4-3-2-1;
 д) 03-2-1- v_2

17..В дифференциальной форме уравнение первого закона термодинамики для потока имеет вид ...

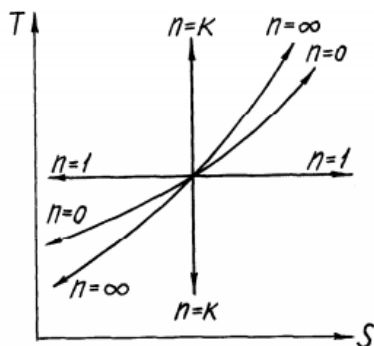
$$\delta q_{\text{внеш}} = dh + \delta l_{\text{мех}} + d(c^2 / 2);$$

$$\delta q_{\text{внеш}} = dh + d(c^2 / 2);$$

$$\delta q_{\text{внеш}} = d(c^2 / 2);$$

$$\delta q_{\text{внеш}} = \delta l_{\text{мех}} + d(c^2 / 2)$$

18. На рисунке изображены политропные процессы в координатах T-S. Какому показателю n соответствует изохорный процесс.



19.Уравнение для расчёта работы расширения газа в изохорном процессе имеет вид:

- 1) $L = 0$; 2) $L = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$; 3) $L = m \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$; 4) $L = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2)$.

20.Уравнение для изменения энтропии в изохорном процессе имеет вид:

- 1) $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$; 2) $\Delta S = 0$; 3) $\Delta S = m \cdot c_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$; 4) $\Delta S = m \cdot c_p \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}$.

21. Уравнение для изменения энтальпии газа в изобарном процессе имеет вид:

- 1) $\Delta h = m \cdot c_V \cdot (T_1 - T_2)$; 2) $\Delta h = m \cdot c_{II} \cdot (T_2 - T_1)$;
3) $\Delta h = m \cdot c_P \cdot (T_2 - T_1)$; 4) $\Delta h = 0$.

22. Уравнение для расчета термического КПД прямого цикла Карно имеет вид:

- 1) $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}$; 2) $\eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k \cdot (\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$; 3) $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$;
4) $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$.

23. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для обратимых термодинамических процессов имеет вид ...

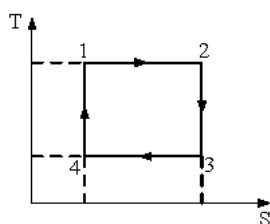
$$\delta Q = dU + \delta L; \quad \delta Q > dU + \delta L; \quad \delta Q < dU + \delta L; \quad \delta Q \geq dU + \delta L$$

24. Основной закон теплопроводности сформулирован ученым:

а) Фурье; б) Гей-Люссаком; г) Бойлем; д) Кирхгофом.

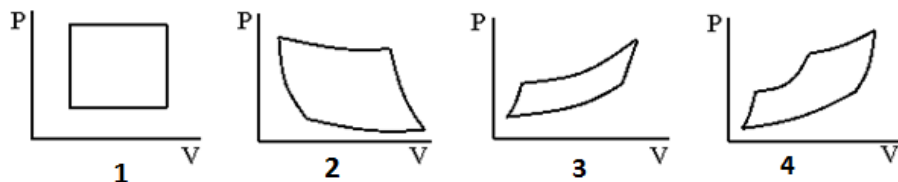
25. На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T, S), где S-энтропия.

На участке 4-1 происходит ...



1. Изотермическое расширение;
2. Адиабатическое расширение;
3. Изотермическое сжатие;
4. Адиабатическое сжатие;

25. Цикл Карно в координатных осях P-V показан на диаграмме:



1); 2); 3); 4).

26. Внутренняя энергия $u = 100$ Дж/кг, давление $p = 5$ кПа, удельный объем $v = 1$ м³/кг. Удельная энтальпия рабочего тела равна.

№нет

5100 кДж/кг;

№нет

105 Дж/кг;

№нет

150 Дж/кг;

№да

5100 Дж/кг;

27. Нарисовать диаграммы прямого обратимого цикла Карно в координатах «P-V» и «T-S»

Площадь под кривой процесса цикла Карно в PV-координатах численно равна

а) теплоте; б) энтальпии; г) работе; д) объёму.

28. Площадь под кривой процесса цикла Карно в TS-координатах численно равна

а) работе; б) теплоёмкости; г) теплоте; д) температуре.

29. Закон Фурье для стационарного одномерного температурного поля имеет вид ...

$$q = -\lambda \cdot \frac{dt}{dx}, \quad q = -\frac{dt}{dx}, \quad q = -\lambda / \frac{dt}{dx}, \quad q = 1 / \left(\lambda \cdot \frac{dt}{dx} \right).$$

30. По обратному циклу Карно работают:

1) тепловые двигатели;

2) паровые турбины;

- 3) двигатели внутреннего сгорания;
- 4) холодильные установки.

31. По прямому циклу Карно работают:

- 1) тепловые двигатели;
- 2) тепловые насосы;
- 3) паровые турбины;
- 4) холодильные установки.

32. Процесс передачи тепла от одних материальных тел к другим в общем случае называется:

- 1) тепловым излучением; 2) теплоотдачей; 3) теплопроводностью; 4) теплопередачей.

33. Если коэффициент пропускания тела равен 1, то тело называется:

- 1) абсолютно белым; 2) серым;
- 3) абсолютно прозрачным; 4) абсолютно черным.

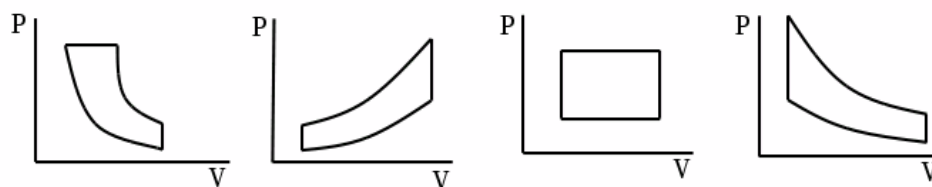
34. Если коэффициент отражения равен 1, то тело является:

- 1) абсолютно белым; 2) абсолютно черным; 3) абсолютно прозрачным;
- 4) серым.

35. Степень черноты тела равна:

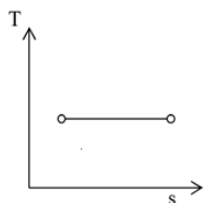
- 1) $\alpha = k$; 2) $\varepsilon = A$;
- 3) $R = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi}$; 4) $\varepsilon = \frac{C}{C_0}$.

36. Цикл Отто в координатных осях P – V показан на диаграмме:



- 1); 2); 3); 4)

37. Процесс, изображенный на рисунке в координатах (T,S), где S-энтропия, является...



1. изобарный процесс
2. адиабатный процесс
3. изотермический процесс
4. изохорный процесс

38. Термическое сопротивление однослойной плоской стенки определяется:

1) $R = \frac{1}{\alpha}$; 2) $R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$; 3) $R = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}$; 4) $R = \frac{\delta}{\lambda}$

39. Термическое сопротивление многослойной стенки определяется по формуле:

1) $R = \frac{1}{\alpha}$; 2) $R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$; 3) $R = \frac{\lambda}{\delta}$; 4) $R = \frac{\Phi_{\text{отп}}}{\Phi}$

40. Количество теплоты, переданное через плоскую однослойную стенку теплопроводностью, определяется из выражения:

1) $Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$; 2) $Q = (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$; 3) $Q = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$;
4) $Q = C \left[\frac{T}{100} \right]^4 \cdot F \cdot \tau$

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.

Критерии оценок на курсовых экзаменах.

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал. В билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - **50%** и промежуточного контроля - **50%**.

Лекции - Текущий и промежуточный контроль включает:

- посещение занятий 3 бал;
- активное участие на лекциях 5 бал;
- устный опрос, и др.(доклады, рефераты) 5 бал.

Практика (р/з) и семинар - Текущий контроль включает:

- посещение занятий 3 бал.
- активное участие на практических занятиях 5 бал.
- выполнение домашних работ 5 бал.
- выполнение самостоятельных работ 7 бал.
- выполнение контрольных работ 10 бал.

Физический практикум - Текущий контроль включает:

- посещение занятий и наличие конспекта 3 бал.
- получение допуска к выполнению работы 5 бал.
- выполнение работы и отчета к ней 10 бал.
- защита лабораторной работы 12 бал.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Основная литература:

1. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие. 2-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2008. - 318 с.
2. Гончаров С.А. Термодинамика. Учебник. - М.: МГГУ, 2002. - 440 с.
3. Архаров А.М. Теплотехника. Учебник/ А.М. Архаров и др. - м.: МГТУ им. Баумана, 2004. - 712 с.

4. Круглов, Г. А. Теплотехника. Электронный ресурс: учебное пособие для ВО / Г. А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург Издательство Лань, 2020. – 208 с.

– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/143117/>

5.Манташов, А. Т. Теплотехника. Электронный ресурс: учебное пособие в частях. Часть 1– Термодинамика и теплопередача / А. Т. Манташов. Режим

доступа: Пермь:Издательство Пермская ГСХА, 2011. – 184 с.

<https://pgsha.ru/generalinfo/library/elib/>

Дополнительная литература:

1. Теплотехника: учебник/ под ред М.Г. Шатрова. - М.: Академия, 2012. - 286 с.
2. Апальков А.Ф. Теплотехника: учебное пособие. - Ростов/нДону: Феникс, 2008
3. Прибытков И.А. Теоретические основы теплотехники: учебник. - М.: Академия, 2006.

4.Абрамова Б.А. и др.Учебно-методическое пособие. Решение типовых задач по молекулярной физике – Махачкала. Издательство ДГУ, 2011.-71с.

5.Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс] / .

— Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/75606.html>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>

Лицензионный договор № 2693/17от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до02.10.2018 по подписке

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.

3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003.

4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г.

5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).

6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).

<http://elib.dgu.ru>

10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>

11. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданное преподавателями физического факультета Санкт- Петербургского госуниверситета.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, лабораторных работ курса «Теплотехника», и практическому применению изученного материала, по выполнению задания для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература»

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения физики особое значение имеет рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам,

коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Методические рекомендации для преподавателя.

1. Внедрение новых информационных технологий в учебный процесс.
2. Пакет заданий для самостоятельной работы со сроками их выполнения и сдачи.

3. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения с целью активизации деятельности студентов;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

4. При изложении материала помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

5. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций сопровождается слайд - презентациями, разработанными в среде MicrosoftOffice PowerPoint. Используются

оцифрованные учебные и научно-популярные кинофильмы, в том числе доступные через Internet. Для контроля уровня учебных достижений студентов применяется технология компьютерного тестирования, для реализации которой применяется программная оболочка, разработанная в ДГУ.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.