

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

В.Ш. Мухаметшин

(подпись)

27.06.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(687) Теплотехника

Направление подготовки (специальность): **21.03.01 Нефтегазовое дело**

Направленность: **профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Форма обучения: **очная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Механика и технология машиностроения (МТМ);**

Трудоемкость дисциплины: **4 з.е. (144час)**

Октябрьский 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Информационное обеспечение чертежно-конструкторских работ; Информационные технологии; Ознакомительная практика; Системы искусственного интеллекта

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Безопасность жизнедеятельности

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Обязательная часть;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
5	4	144	60	84	диф.зачет;
ИТОГО:	4	144	60	84	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетенции
1	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	ОПК-2-4

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ОПК-2	ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в	З(ОПК-2)	Знать: Основные параметры, понятия и определения термодинамики; основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; законы сохранения массы и количества движения; формы передачи энергии; основные газовые процессы; условия работы тепловых машин, циклы холодильных и тепловых машин; ос-

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
	нефтегазовой отрасли ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности		новы теории теплообмена; понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях, понятие теории подобия.
		У(ОПК-2)	Уметь: Использовать полученные теоретические знания при освоении специальных дисциплин нефтегазового направления. Рассчитывать и анализировать температурные режимы систем и оборудования добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородов.
		В(ОПК-2)	Владеть: навыками работы на современных средствах вычислительной техники; навыками применения основных законов термодинамики и теплопередачи к решению конкретных прикладных задач; навыками выполнения математических постановок задач; навыками получения аналитических решений краевых задач для динамического и теплового пограничных слоев на основе введения фронта температурного возмущения и дополнительных граничных условий

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по се- местрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	60					60							
лекции (всего)	24					24							
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	18					18							
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	16					16							
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзаме- на, консультации)	2					2							
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), все- го в том числе: (указать конкретный вид СРО)	84					84							
выполнение и подготовка к защите курсового про- екта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитиче- ских исследований и т.п	28					28							
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	25					25							
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	20					20							
подготовка к сдаче зачета, экзамена	7					7							
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	4					4							
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	144					144							

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обуче- ния
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Техническая термодинамика	5	14	12	6	48	80	З(ОПК-2) У(ОПК-2) В(ОПК-2)
2	Теория теплообмена	5	6	6	6	22	40	З(ОПК-2) У(ОПК-2) В(ОПК-2)
3	Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	5	4		4	14	22	З(ОПК-2) У(ОПК-2) В(ОПК-2)
	ИТОГО:		24	18	16	84	142	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы
----------	---------------	---------------	-----------------------

			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Техническая термодинамика	Введение. Предмет Термодинамика и теплопередача и его связь с другими отраслями знаний. Введение. Предмет "Термодинамика и теплопередача" и его связь с другими отраслями знаний. Содержание курса и его значение в подготовке бакалавра по нефтегазовому делу. История развития предмета, его роль в машиностроении, развитии новой техники и технологии	1		
2	1-Техническая термодинамика	Основные понятия и определения технической термодинамики Основные понятия и определения технической термодинамики. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Термодинамические процессы. Обратимые и необратимые, равновесные и неравновесные процессы. Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов. Реальные газы. Теплота. Работа. Внутренняя энергия. Энтальпия	2		
3	1-Техническая термодинамика	Сущность и аналитическое выражение первого закона термодинамики Сущность и аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость газов. Классификация теплоемкостей. Уравнение Майера. Истинная и средняя теплоемкости. Теплоемкость смесей. Энтропия	2		
4	1-Техническая термодинамика	Калорические параметры состояния. Сущность и различные формулировки второго закона термодинамики Калорические параметры состояния. p - v и T - s -диаграммы. Сущность и различные формулировки второго закона термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Максимальная работа	2		
5	1-Техническая термодинамика	Прямые и обратные циклы Прямые и обратные циклы. Прямой и обратный цикл Карно. Термический КПД и холодильный коэффициент. 1-я и 2-я теоремы Карно	1		
6	1-Техническая термодинамика	Прямые и обратные циклы. Прямой и обратный цикл Карно. Термический КПД и холодильный коэффициент. 1-я и 2-я теоремы Карно Анализ основных термодинамических процессов идеальных газов: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный. Политропный процесс и его обобщающее значение. Расчеты количества теплоты и работы в каждом из перечисленных процессов	2		
7	1-Техническая термодинамика	Общие свойства и уравнения состояния реальных газов. Водяной пар и его характеристики Общие свойства и уравнения состояния реальных газов. Водяной пар и его характеристики. Стадии получения перегретого пара, p - v -, T - s -, i - s -диаграммы водяного пара Влажный воздух и его характеристики. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Работа проталкивания. Располагаемая работа	2		
8	1-Техническая термодинамика	Истечение газов и паров – основные понятия, сопла и диффузоры. Комбинированное сопло Лаваля Истечение газов и паров – основные понятия, сопла и диффузоры. Адиабатное течение идеального газа по каналам переменного сечения. Истечение идеального газа из суживающегося сопла. Комбинированное сопло Лаваля. Истечение газов с учетом трения. Коэффициент скорости. Коэффициент потери энергии. Истечение водяного пара. Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона	2		
9	2-Теория теплообмена	Теория теплообмена. Основные понятия и определения. Способы переноса теплоты и виды теплообмена Теория теплообмена. Основные понятия и определения. Способы переноса теплоты и виды теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойную стенку	1		
10	2-Теория теплообмена	Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основы теории подобия Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основы теории подобия. Уравнения конвективного теплообмена. Теплоотдача	2		

		при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при кипении и конденсации			
11	2-Теория теплообмена	Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Теплопередача. Процессы теплопередачи Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Абсолютно черное тело. Основные законы излучения для абсолютно черного тела. Серое, цветное тело. Теплопередача. Процессы теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойную стенку. Интенсификация теплопередачи. Изоляция. Критический диаметр изоляции	2		
12	2-Теория теплообмена	Основы расчета теплообменных аппаратов Основы расчета теплообменных аппаратов (ТОА). Классификация ТОА и порядок их расчета. Расчет среднего температурного напора. Расчет конечных температур теплоносителей	1		
13	3-Промышленная теплотехника (тепловые установки)	Энергетические топлива и их основы горения Классификация топлив. Элементарный состав. Формулы пересчета. Физические и эксплуатационные характеристики топлив. Основы горения топлив.	1		
14	3-Промышленная теплотехника (тепловые установки)	Теплогенерирующие устройства Котельные установки. Основные понятия. Классификация, технико-экономические характеристики и конструкции котлов. Тепловой (энергетический) баланс котла	1		
15	3-Промышленная теплотехника (тепловые установки)	Двигатели внутреннего сгорания Классификация, устройство и принцип работы двигателей внутреннего сгорания. Процессы смесеобразования в двигателях внутреннего сгорания. Мощность двигателя. Коэффициенты полезного действия двигателей. Тепловой баланс двигателя. Способы повышения мощности двигателя. Наддув.	1		
16	3-Промышленная теплотехника (тепловые установки)	Основы энергосбережения Цели и направления государственного обеспечения повышения эффективности использования энергии. Пути использования вторичных энергетических ресурсов.	1		
	-	ИТОГО:	24		

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Техническая термодинамика	1	Изотермическое сжатие углекислого газа Изотермическое сжатие углекислого газа	4		
1-Техническая термодинамика	2	Измерение температуры, давления, влажности воздуха Измерение температуры, давления, влажности воздуха	2		
2-Теория теплообмена	3	Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности методом трубы Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности методом трубы	2		
2-Теория теплообмена	4	Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции от горизонтальной трубы Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции от горизонтальной трубы	4		
3-Промышленная теплотехника (тепловые установки)	5	Изучение устройства котельной установки и тепловой электростанции Изучение устройства котельной установки и тепловой электростанции	2		
3-Промышленная теплотехника (тепловые установки)	6	Определение теплоотдачи от реальных объектов с помощью переносных приборов	2		

		Определение теплоотдачи от реальных объектов с помощью переносных приборов			
-		ИТОГО:	16		

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Техническая термодинамика	1	Параметры состояния тела Термические параметры состояния тела: объем, удельный объем, давление и температура. Виды давления: атмосферное, избыточное и разрежение (вакуум). Термодинамическая и абсолютная температуры	2		
1-Техническая термодинамика	2	Идеальные газы и основные газовые законы Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака. Уравнение состояния (характеристическое уравнение) идеального газа, уравнение Менделеева-Клапейрона. Газовые постоянные; индивидуальная (удельная) и универсальная. Закон Авогадро.	2		
1-Техническая термодинамика	3	Газовые смеси Массовые доли. Объемные доли. Перевод массовых долей в объемные. Перевод объемных долей в массовые. Плотность, удельный объем, кажущееся молекулярные массы, газовые постоянные смеси. Парциальные давления	2		
1-Техническая термодинамика	4	Теплоемкость газов Мольная, массовая, объемная теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкости. Различают истинную и среднюю теплоемкости: а) мольную - при постоянном объеме и постоянном давлении; б) массовую - при постоянном объеме и постоянном давлении; в) объемную - при постоянном объеме и постоянном давлении. Уравнение Майера. Показатель адиабаты, зависимость адиабаты от температуры	2		
1-Техническая термодинамика	5	Первый закон термодинамики Первый закон термодинамики - закон сохранения и превращения энергии. Полная энергия равна сумме кинетической энергии системы, потенциальной энергии системы во внешних силовых полях и внутренней энергии. Внутренняя энергия является функцией внутренних параметров состояния (температуры и давления) и состава системы. Изменение потенциальной энергии системы равно работе, совершаемой над системой при перемещении ее из одного места силового поля в другое	2		
1-Техническая термодинамика	6	Основные газовые процессы Основные газовые процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный. Изобарный процесс - закон Гей-Люссака. Изотермический процесс - закон Бойля-Мариотта. Адиабатный процесс- процесс протекающий без теплообмена с окружающей средой. Показатель адиабаты, зависит от атомности газа. Политропный процесс - в котором удельная теплоемкость остается постоянной величиной, а линию процесса называют политропой. Политропы - это кривые, описывающие газовые процессы, в которых происходит изменение всех термодинамических параметров. Показатель политропы	2		
2-Теория теплообмена	7	Теплопроводность Стационарная и нестационарная теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Однородная плоская стенка и многослойная плоская стенка. Цилиндрическая стенка: однослойная и многослойная.	2		
2-Теория теплообмена	8	Конвективный теплообмен Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи. Закон Ньютона-Рихмана. Естественное и вынужденное движение (конвекция) жидкости.	2		
2-Теория теплообмена	9	Теплообмен излучением Теплообмен излучением. Абсолютное черное тело. Степень черноты. Коэф-	1		

		коэффициент излучения.			
2-Теория теплообмена	10	Теплопередача Коэффициент теплопередачи. Критерии подобия	1		
-		ИТОГО:	18		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Техническая термодинамика	освоение on-line курса	2		
1-Техническая термодинамика	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		
1-Техническая термодинамика	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	13		
1-Техническая термодинамика	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	15		
1-Техническая термодинамика	выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	14		
2-Теория теплообмена	освоение on-line курса	1		
2-Теория теплообмена	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		
2-Теория теплообмена	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	4		
2-Теория теплообмена	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	5		
2-Теория теплообмена	выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	10		
3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	освоение on-line курса	1		
3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	подготовка к сдаче зачета, экзамена	1		
3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	3		
3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	5		
3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	4		
-	ИТОГО:	84		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Техническая термодинамика

Газовый цикл

Раздел 2. Теория теплообмена

Термодинамические процессы с водяным паром

Раздел 3. Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)

Конструкторский тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/
Библиотека справочных материалов Wikipedia	http://wikipedia.ru
Дистанционное обучение	http://do.rusoil.net/
Журнал "Нефтегазовое дело"	http://www.ogbus.ru
Электронно-библиотечная система "Инфра-М"	http://znanium.com/
Электронно-библиотечная система "Лань"	http://e.lanbook.com/
Электронный каталог УГНТУ в интернете	http://www.bibl.rusoil.net/
Юридический сайт "Консультант плюс"	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	1-102	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG, клавиша Genius, мышь Genius, сетев. разветв. Вu(4)); Компьютер в сборе (жест. диск 3,5, мат. плата, монитор ACER, опер. память, проц, клавиш. мышь)(1); Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

2	1-121	3D Принтер Anycubic 4 max pro(1);Датчик давления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5/10МПа-01-М20-Б(1);Модель.8-й цилиндрический двигатель(1);Монитор Acer AL1516A TFT 15"**(1);Монитор LG L1918S-SN**(1);Насос UP 15-14 D (1/2") В80(1);Системный блок Intel Pentium 4 631.512Мб**(1);Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат.вязкости(1);Установка УУПН-2м(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Барометр Бриг БМ 91212-М;Барометр Бриг БМ 91229-М;Бытовой кондиционер;Ватметр 2 шт.;Датчикдавления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5;Измеритель теплоемкости ИТ-С-400;Измеритель теплоемкости ИТЭМ-1М;Компьютер Celeron 400;Компьютер АТ 486;Лабораторное оборудование для лаборатории: "Теплотехника и термодинамика";Модель. 8-й цилиндрический двигатель;Насос UP 15-14 D;Плакаты (750*1070) по уч. р. 7 шт.;Плакаты по учебно-метод. работе 3 шт.;Потенциометр Р-306;Потенциометр ЭВМ-2-09;Потенциостат;Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат. вязкости;Установки "Исследование изотермического сжатия СО2 с фазовым переходом"; "Исследование конвективного теплообмена в различных средах"; "Исследование коэффициента теплопроводности стационарным и нестационарным методом"; "Установка по исследованию тепл;Факс модем;Электронный автоматический потенциометр;Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
3	1-121	3D Принтер Anycubic 4 max pro(1);Датчик давления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5/10МПа-01-М20-Б(1);Модель.8-й цилиндрический двигатель(1);Монитор Acer AL1516A TFT 15"**(1);Монитор LG L1918S-SN**(1);Насос UP 15-14 D (1/2") В80(1);Системный блок Intel Pentium 4 631.512Мб**(1);Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат.вязкости(1);Установка УУПН-2м(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Барометр Бриг БМ 91212-М;Барометр Бриг БМ 91229-М;Бытовой кондиционер;Ватметр 2 шт.;Датчикдавления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5;Измеритель теплоемкости ИТ-С-400;Измеритель теплоемкости ИТЭМ-1М;Компьютер Celeron 400;Компьютер АТ 486;Лабораторное оборудование для лаборатории: "Теплотехника и термодинамика";Модель. 8-й цилиндрический двигатель;Насос UP 15-14 D;Плакаты (750*1070) по уч. р. 7 шт.;Плакаты по учебно-метод. работе 3 шт.;Потенциометр Р-306;Потенциометр ЭВМ-2-09;Потенциостат;Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат. вязкости;Установки "Исследование изотермического сжатия СО2 с фазовым переходом"; "Исследование конвективного теплообмена в различных средах"; "Исследование коэффициента теплопроводности стационарным и нестационарным методом"; "Установка по исследованию тепл;Факс модем;Электронный автоматический потенциометр;Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
4	1-321	IP-камера КСМ-3911(6);Лампа с оригинальным модулем для проектора EPSON EB-X12(1);Монитор ЖК Acer V22 3HQBB(1);Ноутбук Sony Vaio Sve 1713E1R/B(1);Сервер INTEL(1);Сервер Intel(1);Сервер Кламас(1);Сервер в сборе INTEL SR2612URR(1);Шкаф монтажный телекоммуникационный 19" напольный (600*1000*2055)(1);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

5	1-402	Интерактивная система Panasonic Elite Panaboard с проектором Vivitek(1);Компьютер в компл.Intel Core3.1(монитор19" PHILIPS,клава Genius.мышьGenius)(1);Проектор (каб. 402)(1);Стенд "Структурно-логическая связь"(1);Ноутбук ASUS K50IJ T3100/2G/250G/DVD-SMulti 15.6 HD;Учебно-наглядные пособия по дисциплине,набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
6	1-410	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(9);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
7	1-411	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(1);Мультимедийный проектор Epson EB-X12 (1024*768)(1);Фотостенд "Кафедра механики и технологии машиностроения"(1,2м*1,2м)(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
8	1-411	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(1);Мультимедийный проектор Epson EB-X12 (1024*768)(1);Фотостенд "Кафедра механики и технологии машиностроения"(1,2м*1,2м)(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии,свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	AVP Kaspersky Lab	Дата выдачи лицензии 18.01.2013
2	eLIBRARY.RU	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
3	Microsoft Office 2003 Suites	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
4	Office Professional Plus 2010 MICROSOFT	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
5	Office 2007 Open License	Дата выдачи лицензии 10.12.2009, Поставщик: ЗАО "СофтЛайн Трейд"
6	Windows Professional 7 Russian	Дата выдачи лицензии 07.03.2012
7	Windows XP Professional Russian	Дата выдачи лицензии 26.12.2002
8	Антивирус Kaspersky	Дата выдачи лицензии 27.10.2010
9	Консультант-плюс	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО Компания Права

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
		"Эксперт"

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (687) ТеплотехникаНаправление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое делоНаправленность: профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства»Форма обучения: очная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	5			Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С Круглова. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2012. – 208 с.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Дополнительная литература	Для изучения теории;	5			Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**Наименование дисциплины: (687) ТеплотехникаНаправление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое делоНаправленность профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства»Форма обучения очная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе на кафедре		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения СРО; Для выполнения практических занятий;	5			Термодинамика и теплопередача: учебно-методическое пособие к проведению практических занятий и самостоятельных работ / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО; Для выполнения практических занятий;	5			Теория теплообмена: учебно-методическое пособие к проведению практических занятий и самостоятельных работ / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	5			Изотермическое сжатие углекислого газа : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторной работы № 1 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2024.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	5			Измерение температуры, давления и влажности воздуха : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторной работы № 2 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 869 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	5			Изучение устройства котельной установки и тепловой электростанции : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторной работы № 5 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 364 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	5			Теплопередача : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ № 3, 4 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 866 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения лабораторных работ;	5			Энергетическое обследование зданий и сооружений. Приборы и методическое обеспечение : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ № 6, 7 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 607 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	5			Газовый цикл : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графической работы № 1 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 1,28 Мб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	5			Термодинамические процессы с водяным паром : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графической работы № 2 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 630 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	5			Конструкторский тепловой расчет кожухотрубного рекуперативного теплообменного аппарата : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графической работы № 3 /сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 745 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

_____ В.Ш. Мухаметшин

27.06.2024

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(687) Теплотехника**

Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность: профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144час)

Октябрьский 2024

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Техническая термодинамика	В(ОПК-2)	Основные параметры, понятия и определения термодинамики; основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; законы сохранения массы и количества движения; формы передачи энергии; основные газовые процессы; условия работы тепловых машин, циклы холодильных и тепловых машин; основы теории теплообмена; понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях, понятие теории подобия.	ОПК-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	владеет основными понятиями о принципах работы тепловых и холодильных машин, способен анализировать значения их расчетных параметров.	Письменный и устный опрос Разноразличные задачи и задания Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	владеет основными понятиями законов термодинамики, умеет анализировать текущие значения физических параметров.	Письменный и устный опрос Разноразличные задачи и задания Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на про-	способен собрать необходимые данные основных термодинамических параметров для	Лабораторная работа Письменный

				ектирование технологического процесса, объекта	проведения необходимых расчетов; называет основные газовые процессы; называет фазовые состояния воды и основные параметры воды и водяного пара; называет виды каналов переменного сечения; называет способы передачи тепловой энергии; рассказывает принцип работы тепловых машин и холодильных установок.	ный и устный опрос Разноразовые задачи и задания Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	дает определения основных термодинамических процессов идеальных газов и записывает зависимости основных параметров в них; записывает основные формулы основных законов термодинамики; рассказывает о способах определения основных термодинамических параметрах воды и водяного пара; характеризует изменение термодинамических параметров газового потока, характер течения газа через сопла и диффузоры;	Письменный и устный опрос Разноразовые задачи и задания Расчетно-графическая работа

					рассказывает об основах процесса дросселирования и эффекте Джоуля-Томсона, записывает коэффициент Джоуля-Томсона.	
		3(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	называет основные необходимые условия для работы тепловых и холодильных машин.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	называет основные термодинамические параметры и основные законы термодинамики и теплопередачи; называет основные газовые процессы; называет фазовые состояния воды и основные параметры воды и водяного пара; называет виды каналов переменного сечения; называет способы передачи тепловой энергии.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	дает определения основных термодинамических процессов идеальных газов и записывает зависимости основных параметров в них; записывает ос-	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос

		У(ОПК-2)			новные формулы основных законов термодинамики;	
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	рассказывает о способах определения основных термодинамических параметрах воды и водяного пара; характеризует изменение термодинамических параметров газового потока, характер течения газа через сопла и диффузоры; рассказывает об основах процесса дросселирования и эффекте Джоуля-Томсона, записывает коэффициент Джоуля-Томсона.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	объясняет принципы работы тепловых и холодильных машин в соответствии со вторым законом термодинамики	Письменный и устный опрос Разноразовые задачи и задания
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с уче-	объясняет основные термодинамические процессы идеальных газов и поясняет изменения основных параметров в них; анализи-	Лабораторная работа Письменный и устный

				том техники безопасности и экологичности	рует основные термодинамические параметры воды и водяного пара по p_v -, T_s - и i_s -диаграммам;	опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	называет основные термодинамические параметры; объясняет процессы передачи тепла с помощью законов термодинамики; анализирует работу тепловых машин по циклам Карно.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Разноуровневые задачи и задания Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	объясняет изменение термодинамических параметров газового потока при течении через сопла и диффузоры; объясняет процесс дросселирования и эффект Джоуля-Томсона.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
2	Теория теплообмена	В(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	владеет основными понятиями способами передачи тепла между рабочими телами.	Доклад, сообщение Письменный и устный

						опрос
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	способен проводить анализ данных тепловых процессов, строить схему передачи тепла с определением основных видов теплообмена, проводить теоретические и экспериментальные исследования в профессиональной деятельности	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	демонстрирует знания основных понятий теории теплообмена, показывает основные формы передачи тепловой энергии; демонстрирует знания понятий «температурное поле», «температурный градиент», «тепловой поток»; демонстрирует знания определений основных законов передачи тепловой энергии; выполняет алгоритм расчета величины теплового потока различными способами передачи тепла; демонстрирует знания определений динамическо-	Письменный и устный опрос Тестирование

					го и теплового пограничного слоев; показывает основные критерии подобия, применяемые в теплотехнике.	
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	Анализирует результаты расчетов величин теплового потока при различных способах передачи тепла; объясняет понятия динамического и теплового пограничного слоев; поясняет применение основных критериев подобия, применяемых в теплотехнике; анализирует измеренные тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы и процессы теплообмена.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		3(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	рассказывает о способах передачи тепла между телами и физических принципах, на основании которых происходит передача тепла разными способами.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм орга-	основные понятия теории теплообмена,	Доклад, сообщение

				низации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	называет основные виды переноса теплоты; дает определения основных законов передачи тепловой энергии; дает определения динамического и теплового пограничного слоев;	ние Письменный и устный опрос
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	рассказывает о теории подобия и ее применении в теплотехнике; рассказывает о передаче тепла при движении жидкости, кипении и конденсации; рассказывает принцип работы тепловой трубы.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	основные виды переноса теплоты; дает определения понятиям «температурное поле», «температурный градиент», «тепловой поток»; основные формулы для определения теплового потока различными способами передачи тепла; основные критерии подобия, применяемые в теплотехнике; записывает схемы к видам переноса теплоты; рассказывает основные положения	Письменный и устный опрос Тестирование

					ния теплообмена в ламинарном и турбулентном потоках жидкостей и газов; называет виды теплообменных аппаратов, рассказывает об особенностях передачи тепла в них.	
		У(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	решает задачи по передаче тепла между телами теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	выполняет расчет основных тепловых процессов, строит схему передачи тепла с определением основных видов теплообмена, проводит теоретические и экспериментальные исследования в профессиональной деятельности	Письменный и устный опрос
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	показывает основные формы передачи тепловой энергии; демонстрирует знания понятий «температурное поле», «температурный градиент», «тепловой	Лабораторная работа Письменный и устный опрос

					поток»; демонстрирует знания определений основных законов передачи тепловой энергии; выполняет алгоритм расчета величины теплового потока различными способами передачи тепла; демонстрирует знания определений динамического и теплового пограничного слоев; показывает основные критерии подобия, применяемые в теплотехнике.	
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	выполняет расчеты величин теплового потока при различных способах передачи тепла; объясняет понятия динамического и теплового пограничного слоев; поясняет применение основных критериев подобия, применяемых в теплотехнике; анализирует измеренные тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы и процессы теплообмена.	Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа

3	Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)	В(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	понимает процессы, протекающие при работе ПТУ, ДВС и ГТУ	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	владеет понятиями об основных факторах, влияющих на тепловые и эксплуатационные характеристики основных видов топлив энергетических установок; называет теплотехнические установки, применяемые в нефтяной промышленности.	Письменный и устный опрос
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	имеет понимание о применяемых технических мероприятиях, способствующих эффективному использованию теплоэнергетических ресурсов;	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефтегазовой отрасли	понимает принципы действия и устройство ПТУ, ДВС и ГТУ; записывает схемы циклов, по которым работают ПТУ, ДВС и ГТУ.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графиче-

						ская ра- бота
		3(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	знает принципы, заложенные в основу работы ПТУ, ДВС и ГТУ.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	знает определения основным факторам, влияющим на тепловые и эксплуатационные характеристики основных видов топлив энергетических установок; называет теплотехнические установки, применяемые в нефтяной промышленности.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	знает основные технические мероприятия, способствующие эффективному использованию теплоэнергетических ресурсов;	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектирования объектов в нефте-	знает устройство ПТУ, ДВС и ГТУ; записывает схемы циклов, по которым работают ПТУ, ДВС и ГТУ.	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос

				газовой отрасли		
		У(ОПК-2)		ОПКц-2.4. Владеет информацией о принципах создания тренажеров технологических процессов и инструментов дополненной реальности	рассказывает и дает определения процессам, протекающим при работе ПТУ, ДВС и ГТУ.	Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-2.1 Способен составить алгоритм организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли, с учетом техники безопасности и экологичности	дает определения основным факторам, влияющим на тепловые и эксплуатационные характеристики основных видов топлив энергетических установок; называет теплотехнические установки, применяемые в нефтяной промышленности.	Письменный и устный опрос
				ОПК-2.2 Способен собрать исходные данные для составления технического проекта на проектирование технологического процесса, объекта	называет основные технические мероприятия, способствующие эффективному использованию теплотехнических ресурсов;	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-2.3 Решает конкретные профессиональные задачи на соответствующих программных продуктах, предназначенных для проектиро-	рассказывает принципы действия и устройство ПТУ, ДВС и ГТУ; записывает схемы циклов, по которым работают ПТУ, ДВС и ГТУ.	Письменный и устный опрос Расчетно-графиче-

				вания объектов в нефте-газовой отрасли		ская работа
--	--	--	--	--	--	-------------

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.	Темы докладов, сообщений.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если содержание доклада (сообщения) полностью отвечает выбранной теме и содержит краткое изложение ее теоретического анализа. Раскрывается суть исследуемой проблемы, приводятся различные точки зрения. Приводится свое личное мнение рассматриваемого вопроса, сделаны выводы. Соблюдаются нормы литературной речи оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если содержание доклада (сообщения) полностью отвечает выбранной теме и содержит краткое изложение ее теоретического анализа. Однако суть исследуемой проблемы раскрывается не полностью, не приводятся различные точки зрения. Тем не менее приводится свое личное мнение рассматриваемого вопроса, сделаны выводы. Соблюдаются нормы литературной речи оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если содержание доклада (сообщения) полностью отвечает выбранной теме и содержит краткое изложение ее теоретического анализа. Однако суть исследуемой проблемы раскрывается не полностью, не приводятся различные точки зрения. Тем не менее приводится свое личное мнение рассматриваемого вопроса, сделаны выводы. Соблюдаются нормы литературной речи оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы по выбранной теме. Не раскрывается суть выбранной темы сообщения. Не проведен анализ. Выводы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи
2	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы и требования к их за-	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если лабораторные исследования проведены на высшем уровне в полном соответствии с методикой. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если

		по лабораторным исследованиям	щите	в целом получены необходимые результаты лабораторных исследований без нарушения указанной методики. оценка <i>«удовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если при необходимости проведения дополнительных лабораторных исследований для получения необходимых результатов. оценка <i>«неудовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена с нарушениями указанной методики и результаты исследований не соответствуют действительным результатам
3	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	оценка <i>«отлично»</i> выставляется обучающемуся, если ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Излагаемый материал подкрепляется примерами. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания основных законов технической термодинамики и теории теплообмена. Соблюдаются нормы литературной речи оценка <i>«хорошо»</i> выставляется обучающемуся, если ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Основные законы технической термодинамики используются, но в недостаточном объеме раскрывается их суть. Материал излагается уверенно. Излагаемый материал подкрепляется примерами. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи оценка <i>«удовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если допускаются нарушения в последовательности изложения учебного материала. Имеются упоминания об отдельных законах технической термодинамики, однако изложение сути вопроса вызывает затруднения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом даются ответы. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи. оценка <i>«неудовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрывается суть основных законов термодинамики и способов передачи тепла. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм лите-

				ратурной речи
4	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект разноуровневых задач и заданий	оценка « <i>отлично</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся ясно изложил условие задачи, решение обосновал точной ссылкой на изученный материал оценка « <i>хорошо</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся ясно изложил условие задачи, но в обосновании решения имеются сомнения оценка « <i>удовлетворительно</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил условие задачи, но решение обосновал формулировками при неполном использовании понятийного аппарата дисциплины оценка « <i>неудовлетворительно</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся не уяснил условие задачи, решение не обосновал
5	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач (заданий) темы (раздела) учебной дисциплины по заранее определенной методике. Позволяет закрепить теоретические знания, выработать навыки практического выполнения расчетов, анализировать полученные результаты и делать выводы	Комплект заданий по вариантам для выполнения расчетно-графической работы.	оценка « <i>отлично</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся ясно обосновал точной ссылкой на изученный материал. Ответ пояснил графическими зависимостями, полученными по результатам расчетов. Изложил выводы, полученные в ходе решения задачи оценка « <i>хорошо</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся ясно изложил условие задачи, но в обосновании решения имеются сомнения. Есть затруднения в ответах по графическим зависимостям оценка « <i>удовлетворительно</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся решение обосновал формулировками при неполном использовании понятийного аппарата дисциплины оценка « <i>неудовлетворительно</i> » выставляется обучающемуся, если обучающийся не уяснил условие задачи, решение не обосновал
6	Тестирование	Система стандартизированных простых и комплексных заданий, позволяющая авто-	Фонд тестовых заданий.	оценка « <i>отлично</i> » выставляется обучающемуся, если Выполнено 100% правильно оценка « <i>хорошо</i> » выставляется обучающемуся, если

		матизировать процедуру измерения уровня знаний, умений и владений обучающегося.		Выполнено 75% правильно оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если Выполнено 50% правильно оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если Выполнено менее 50% правильно
--	--	---	--	---

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Институт нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»
(филиал в г. Октябрьском)
Кафедра механики и технологии машиностроения

Билет на дифференцированный зачет № 1
по дисциплине «Теплотехника»
по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
профиль Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства

1. Термодинамика и ее задачи. Тепловая энергия и ее роль в современной энергетике.
2. Теплообмен при течении вдоль пластины.
3. В резервуаре содержится 100 кг углекислого газа при температуре $t_1 = 80^\circ\text{C}$ и давлении $P_1 = 1$ МПа. После выпуска части газа давление в резервуаре стало $P_2 = 0,2$ МПа, а температура $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Определить массу выпущенного газа и показатель политропы.

Лектор

О.В. Филимонов

Пример ответа:

1. Термодинамика – это раздел физики, который представляет собой науку о превращениях различных видов энергии друг в друга.

Термодинамика может быть разделена на части:

- Общую (или физическую) термодинамику, изучающую превращения энергии в жидких, твердых и газообразных телах, излучения различных тел, магнитные и электрические явления, устанавливающие математические зависимости между термодинамическими величинами.
- Химическую термодинамику, которая на основе общих законов термодинамики изучает химические, тепловые, физико–химические процессы, равновесие и влияние на равновесие внешних условий.

- Техническую термодинамику, которая рассматривает закономерности взаимного превращения теплоты в работу. Устанавливает взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых и холодильных машинах, изучает процессы, происходящие в газах, парах, а так же свойства этих тел при различных физических условиях.

Термодинамика базируется на двух основных законах или началах термодинамики:

Первое начало термодинамики является тепловым приложением всеобщего закона природы – закона превращения и сохранения энергии.

Второе начало термодинамики, которое устанавливает условия протекания и направленность макроскопических процессов в системах, состоящих из большого количества частиц.

Два закона термодинамики в начале XX века были дополнены еще одним опытным положением – тепловой теоремой Нернста, которая позволяет определить свойства тел при низких температурах, используется главным образом в химической промышленности и имеет ограниченное применение. В последние годы все с большим беспокойством говорят о повышении концентрации CO_2 в атмосфере. Это может оказать существенное влияние на изменение экосистемы всей планеты. Если эти

опасения подтверждаются, человечеству в не таком уж отдаленном будущем придется резко ограничить потребление углеродсодержащих топлив. Кроме выбросов CO_2 топливосжигающие и теплоэнергетические установки производят тепловые загрязнения (выбросы нагретой воды и газов), химические (оксиды серы и азота), золу и сажу, которые с увеличением масштаба производства также создают серьезные проблемы.

Однако экономические факторы стимулируют резкое увеличение степени использования добываемого топлива. Вместе с тем пока еще энергетическая эффективность многих технологических процессов чрезвычайно низка, ибо технологи, разрабатывая соответствующие процессы, зачастую не ставили во главу угла вопросы экономии топлива.

Высокие цены на топливо (прежде всего нефть) на мировом рынке стимулируют разработку энергосберегающих технологий. Главная роль в разработке менее энергоемких технологий принадлежит технологам. Эту задачу невозможно решить без глубоких знаний основных законов теплотехники.

Сегодня выгоднее вкладывать средства не в увеличение добычи топлива, чтобы продолжать расходовать его с низкой эффективностью, а в разработку технологических процессов, обеспечивающих более экономное его использование. В целом более 90 % всей используемой человечеством энергии приходится на ископаемые органические топлива. Это определяет роль теплотехники – общетехнической дисциплины, изучающей методы получения, преобразования, передачи, и использования теплоты и связанных с этим аппаратов и устройств.

2. Рассмотрим процесс теплоотдачи от потока теплоносителя к продольно омываемой им пластине. Скорость и температура набегающего потока постоянна и равны w и t_w .

Как уже отмечалось, частицы жидкости, непосредственно соприкасающиеся с поверхностью, как бы «прилипают» к поверхности, образуя неподвижный слой. Соприкасаясь с неподвижным слоем, тормозятся и более удаленные от поверхности слои жидкости. Зона потока, в которой наблюдается уменьшение скорости ($w < w_w$), вызванное вязким взаимодействием жидкости с поверхностью, называется гидродинамическим пограничным слоем. За пределами пограничного слоя течет невозмущенный поток. На начальном участке гидродинамический слой очень тонкий (в лобовой точке с координатой $x=0$ толщина равна 0) и течение в нем ламинарное – струйки жидкости движутся параллельно, не перемешиваясь.

При удалении от лобовой точки толщина пограничного слоя растет. На некотором расстоянии ламинарное течение становится неустойчивым. В пограничном слое появляются вихри (турбулентные пульсации скорости). Постепенно турбулентный режим течения распространяется почти на всю толщину гидродинамического пограничного слоя. Лишь около самой поверхности пластины в турбулентном пограничном слое сохраняется тонкий ламинарный, или вязкий, подслой, где скорость невелика и силы вязкости гасят турбулентные вихри.

Аналогичным образом осуществляется и тепловое взаимодействие потока с пластиной. Частицы жидкости, «прилипшие» к поверхности, имеют температуру, равную температуре поверхности t_s . Соприкасающиеся с этими частицами движущиеся слои жидкости охлаждаются, отдавая им свою теплоту. От соприкосновения с этими слоями охлаждаются следующие более удаленные от поверхности слои потока – так формируется тепловой пограничный слой, в пределах которого температура меняется от t_s на поверхности до t_w в невозмущенном потоке.

С удалением от лобовой точки количество охлаждающейся у пластины жидкости увеличивается, и толщина теплового пограничного слоя возрастает. В общем случае толщины теплового и гидродинамического слоев не равны, но часто достаточно близки друг к другу, особенно в газах.

При ламинарном течении тепловой поток от охлаждающейся в пограничном слое жидкости переносится к поверхности только за счет теплопроводности т.е. $q = -\lambda \frac{dt}{dx}$. Основное термическое сопротивление сосредоточено в тонком ламинарном подслое.

3. Процесс происходит в резервуаре с постоянным объемом $V_1 = (m_1 \cdot R_{\text{co2}} \cdot T_1) / P_1$, где $R_{\text{co2}} = 189 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ – газовая постоянная углекислого газа.

$V_1 = (100 \cdot 189 \cdot 353) / 10^6 = 6,67 \text{ м}^3$, $V_2 = V_1$

Масса газа, которая осталась после выпуска:

$$m_2 = (V_2 \cdot P_1) / (R_{co2} \cdot T_2) = (6,67 \cdot 0,2 \cdot 10^6) / (189 \cdot 303) = 23 \text{ кг}$$

$$\text{Масса выпущенного газа } m_3 = m_1 - m_2 = 100 - 23 = 77 \text{ кг}$$

Показатель политропы определим из формулы:

$$(n-1)/n = \log(T_2/T_1) / \log(P_2/P_1) = \log(303/353) / \log(0,2/1) = 0,095$$

$$n = 1/(1-0,095) = 1,105$$

Ответ: масса выпущенного газа $m_3 = 77 \text{ кг}$; показатель политропы $n = 1,105$.

1 раздел. ТЕРМОДИНАМИКА

1. Предмет термодинамики и ее задачи. Тепловая энергия и ее роль в современной энергетике.
2. Термодинамическая система. Основные термодинамические параметры.
3. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы.
4. Законы идеальных газов.
5. Смеси идеальных газов. Способы задания газовых смесей и перевод из одних в другие.
6. Реальные газы. Характеристические уравнения идеальных газов.
7. Внутренняя энергия как параметр состояния.
8. Теплоемкость. Средняя и истинная теплоемкость.
9. Виды теплоемкостей. Связь между ними.
10. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газовых смесей.
11. Первый закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Работа процесса и ее вычисление. Теплота. Энтальпия.
12. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
13. Изохорный процесс идеального газа.
14. Изобарный процесс идеального газа.
15. Изотермический процесс идеального газа.
16. Адиабатный процесс идеального газа.
17. Политропные процессы. Показатель политропы «n».
18. Исследование политропных процессов.
19. Второй закон термодинамики. Основные формулировки.
20. Циклы Карно и их исследование
21. Энтропия и ее вычисление.
22. TS – диаграмма и ее свойства. Энтропия в основных термодинамических процессах.
23. Пары и водяной пар. PV – диаграмма водяного пара.
24. Определение параметров пара по TS – диаграмме.
25. Расчет процессов водяного пара в iS – диаграмме.
26. Влажный воздух. Влагосодержание. Относительная влажность. id – диаграмма влажного воздуха.
27. Основные уравнения газового потока. Первый закон термодинамики для потока.
28. Адиабатное истечение газа через каналы переменного сечения.
29. Критическое отношение давлений. Критическая скорость. Получение сверхзвуковых скоростей.
30. Дросселирование газов и паров.

2 раздел. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

1. Способы переноса теплоты. Их характеристики.
2. Основные положения теплопроводности.
3. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
5. Теплопроводность через плоскую однослойную и многослойную стенку.
6. Теплопроводность через цилиндрическую однослойную и многослойную стенку.
7. Основы теории конвективного теплообмена. Характер течения жидкости и конвективный теплообмен.
8. Коэффициент теплоотдачи.
9. Основы теории подобия. Теорема подобия.
10. Критерии подобия: Nu, Re, Pr, Gr.

11. Теплообмен при ламинарном течении в трубах.
12. Теплообмен при турбулентном течении в трубах.
13. Теплообмен при кипении.
14. Теплообмен при конденсации.
15. Теплообмен при течении вдоль пластины.
16. Сложный теплообмен через плоскую однослойную стенку.
17. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи для плоской и цилиндрической стенки.
18. Интенсификация теплообмена.
19. Принцип работы тепловой трубы.

3 раздел. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

1. Двигатель внутреннего сгорания. Принцип действия.
2. Идеальный цикл ДВС с подводом тепла при постоянном объеме.
3. Идеальный цикл ДВС с подводом тепла при постоянном давлении.
4. Идеальный цикл ДВС со смешанным подводом тепла.
5. Сравнение идеальных циклов ДВС.
6. Принцип работы газовой турбины.
7. Принципиальная схема газотурбинной установки с подводом тепла при постоянном давлении.
8. Идеальный цикл ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении.
9. Паротурбинная установка. Принципиальная схема ПТУ.
10. Идеальный цикл паротурбинной установки.
11. Топливо. Его основные характеристики.
12. Схема котельной установки. Водотрубные и жаротрубные котлы.
13. Тепловой баланс котельной установки.

Разноуровневые задачи и задания.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

См. приложение

Полный текст задания находится в файле УМП ПЗ, СРО Теплотехника Термодинамика.pdf

1 Задачи репродуктивного уровня

Задача (задание) 1. Определить газовую постоянную смеси кислорода и углекислого газа.

Исходные данные:

Давление смеси газов, P , бар;

Температура смеси газов T , °K;

Объем, занимаемый кислородом V_{O_2} , м³;

Объем, занимаемый углекислым газом V_{CO_2} , м³;

Газовая постоянная кислорода $R_{O_2} = 259,82$ Дж/(кг·град);

Газовая постоянная углекислого газа $R_{CO_2} = 189$ Дж/(кг·град);

Задача (задание) 2. Определить тепловой поток Q , Вт, через 1 м² кирпичной стены с известной толщиной δ , мм, с коэффициентом теплопроводности красного кирпича $\lambda = 0,77$ Вт/(м·град) и температурами поверхностей стены t_1 и t_2 , °C.

Исходные данные:

Толщина стены, δ , мм;

Температуры поверхностей стены t_1 и t_2 , °C.

Задача (задание) 3. Определить плотность теплового потока, q , Вт/м², и коэффициент теплопередачи, k , Вт/(м²·град), при передаче тепла от газа температурой t_1 , °C, через стальную пластину толщиной δ , мм, воде температурой t_2 , °C.

Исходные данные:

Толщина пластины, δ , мм;

Температура газа t_1 , °C;

Температура воды t_2 , °C;

Коэффициент теплопроводности стали $\lambda = 50$ Вт/(м·град);

Коэффициент теплоотдачи от газов к пластине $\alpha_1 = 100$ Вт/(м²·град);

Коэффициент теплоотдачи от пластины к воде $\alpha_2 = 5000$ Вт/(м²·град);

2 Задачи реконструктивного уровня

1 Задача (задание) 1. Что такое точка росы?

2 Задача (задание) 2. Какой канал называется соплом, диффузором?

3 Задача (задание) 3. Какой процесс называется дросселированием и где он встречается?

3 Задачи творческого уровня

1 Задача (задание) 1. Какими приборами определяется влажность воздуха?

2 Задача (задание) 2. Как происходит процесс передачи тепла при свободной конвекции?

3 Задача (задание) 3. Дать описание теплового пограничного слоя.

Расчетно-графическая работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

См. приложение

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Galiullina26.pdf

Расчетно-графическая работа 1 - Расчет газовых процессов

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Galiullina29.pdf

Расчетно-графическая работа 2 - Термодинамические процессы с водяным паром

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Galiullina27.pdf

Расчетно-графическая работа 3 - Конструкторский тепловой расчет кожухотрубного рекуперативного теплообменного аппарата

Расчетно-графическая работа 1 - Расчет газовых процессов

Цикл отнесен к 1 кг газовой смеси, состав которой приведен в таблице 1.1 по вариантам.

Требуется:

- 1) определить параметры P , ρ , T для основных точек цикла;
- 2) полученные данные занести в таблицу 1.2;
- 3) на основании определенных параметров построить цикл в масштабе в P -и Ts -диаграммах;
- 4) определить значение теплоемкостей C_{pm} и C_{vm} для каждого процесса;
- 5) найти изменения внутренней энергии (Δu), энтальпии (Δi), энтропии (ΔS) в каждом процессе;
- 6) определить теплоту (q) и работу (l) в каждом процессе;
- 7) результаты расчетов ввести в таблицу 1.3;
- 8) найти работу цикла и полезную теплоту цикла;
- 9) определить термический КПД цикла.

Теоретические вопросы для защиты РГР

- 1 Какие термодинамические параметры относятся к основным?
- 2 Понятие об идеальном газе.
- 3 Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля и Авогадро
- 4 Адиабатный и политропный процессы, соотношения между основными параметрами в этих процессах.
- 5 Уравнение Клапейрона для произвольного количества газа.
- 6 Размерность газовой постоянной и ее физический смысл.

- 7 Физический смысл универсальной газовой постоянной.
- 8 Что такое газовая смесь?
- 9 Способы задания состава газовой смеси.
- 10 Как рассчитываются молярная масса и удельная газовая постоянная смеси?
- 11 Как производится пересчет массового состава смеси в объемный и объемного в массовый?
- 12 Что называется удельной теплоемкостью, ее единицы измерения?
- 13 Как определить среднюю теплоемкость в интервале от t_1 до t_2 ?
- 14 Что такое изохорная и изобарная, истинная и средняя теплоемкости?
- 15 Напишите уравнение Манера и объясните смысл входящих в него величин.
- 16 Как рассчитывается массовая средняя теплоемкость газовой смеси?
- 17 Что понимается под внутренней энергией идеального газа?
- 18 Чему равно изменение внутренней энергии в круговом процессе?
- 19 Формулировки и аналитическое выражение первого закона термодинамики.
- 20 Что называется круговым процессом (циклом)?
- 21 Основные формулировки второго закона термодинамики.
- 22 Можно ли превратить в круговом процессе всю подведенную теплоту в работу?
- 23 Что называется термическим КПД и как он определяется?
- 24 Что называется энтропией и каково изменение энтропии в цикле?
- 25 Что называется энтальпией и чему равно ее изменение в цикле?
- 26 Как определяется полезная теплота и работа в цикле?
- 27 Дать определение основным термодинамическим процессам, написать их уравнения.
- 28 Написать формулы работы изменения объема газа и теплоты для каждого процесса.
- 29 По каким уравнениям вычисляется изменение энтропии в каждом процессе?
- 30 Как определяются изменения внутренней энергии и энтальпий в любом термодинамическом процессе?

Расчетно-графическая работа 2 - Термодинамические процессы с водяным паром

По заданным 2-м начальным параметрам пара (исходные данные представлены в таблице 1) необходимо определить остальные параметры (p_1 , T_1 , x_1 , i_1 , s_1 , v_1 , u_1), а также найти конечные параметры 4-х заданных процессов $? = \text{const}$, $p = \text{const}$, $T = \text{const}$, $p \cdot k = \text{const}$. Определить для каждого процесса изменение внутренней энергии ($?u$), энтальпии ($?i$), энтропии ($?s$), произведенную работу l и количество отведенного тепла (q). Задачи решить с использованием таблиц водяного пара. Расчет адиабатного процесса провести так же по i -диаграмме водяного пара и определить относительную ошибку для каждой определенной величины по сравнению с табличными. Изобразить, процессы в масштабе p ?, T s, i s.

Теоретические вопросы для защиты РГР

- 1 Способы получения водяного пара, их различие.
- 2 Что такое температура насыщения? Что такое насыщенный пар?
- 3 Понятие о влажном, сухом и перегретом паре.
- 4 Что называется степенью сухости и степенью влажности?
- 5 Что называется степенью перегрева пара?
- 6 Изображение кривых парообразования в p - и T s-диаграммах.
- 7 i s-диаграмма водяного пара и ее свойства.
- 8 Что называется критической точкой?
- 9 Нахождение параметров состояния влажного насыщенного пара.
- 10 Нахождение параметров состояния сухого насыщенного и перегретого паров по таблицам водяного пара.
- 11 Определение внутренней энергии водяного пара.
- 12 Изображение термодинамических процессов в p - v -, T s- и i s- диаграммах.
- 13 Определение работы в процессах с водяным паром.
- 14 Нахождение количества подведенной или отведенной теплоты в процессах с водяным паром.
- 15 Определение изменений внутренней энергии в процессах с водяным паром.

Расчетно-графическая работа 3 - Конструкторский тепловой расчет кожухотрубного рекуперативного теплообменного аппарата

Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.

В противоточном кожухотрубном теплообменном аппарате (рис. 1), греющим теплоносителем служат дымовые газы с температурой на входе $t_{г1}$ ($^{\circ}\text{C}$)

с температурой на выходе $t_{г2}$ ($^{\circ}\text{C}$). Нагреваемой средой является вода с расходом G (кг/с), которая, двигаясь внутри стальных трубок наружного диаметра $d_{нар} = 29$ мм с толщиной стенки $\delta_{ст}$, нагревается от температуры $t_{ж2}$ ($^{\circ}\text{C}$) до температуры $t_{ж1}$ ($^{\circ}\text{C}$). При прохождении воды в трубках образуется слой накипи толщиной $\delta_{нак}$ и коэффициентом теплопроводности равным $1 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{K)}$. Коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к стенке трубки α_1 .

Определить число секций теплообменника, если диаметр корпуса секции аппарата D должен быть $0,5 \dots 0,6$ м и длина его l не должна превышать 5 м. Трубки расположены в шахматном порядке (рис. 2), шаг размещения трубок S выбрать в пределах $S = (1,3 \dots 1,5) d_{нар}$. Зазор между корпусом секции и расположенными к нему трубками не должен быть менее $0,5S$.

Построить графики изменения температур теплоносителей.

Теоретические вопросы для защиты РГР

- 1 Как передается теплота при теплопроводности?
- 2 Напишите закон Фурье, укажите физический смысл величин, входящих в закон.
- 3 Какими величинами задаются граничные условия первого, второго и третьего рода?
- 4 Что называется теплопередачей?
- 5 Напишите уравнение теплопередачи.
- 6 Что называется коэффициентом теплопередачи?
- 7 Коэффициент теплопередачи при плоской однослойной стенке.
- 8 Коэффициент теплопередачи при многослойной цилиндрической стенки и общее термическое сопротивление.
- 9 Методы интенсификации теплопередачи.
- 10 Что называется конвективным теплообменом?
- 11 Какие бывают виды конвекции?
- 12 Какие бывают режимы течения жидкости?
- 13 Как определяется режим течения жидкости?
- 14 Определение коэффициента теплоотдачи.
- 15 Почему для определения коэффициента теплоотдачи применяют теорию подобия?
- 16 Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи.
- 17 Что такое критерии подобия?
- 18 Что такое критериальное уравнение?
- 19 Как определяется средняя температура жидкости?
- 20 Какие критериальные уравнения рекомендуются для ламинарного режима движения жидкости?
- 21 Какие критериальные уравнения рекомендуются для турбулентного режима движения жидкости?
- 22 Как определяются характерный линейный размер?
- 23 Что такое определяющая температура?
- 24 Что называется теплообменным аппаратом?
- 25 Классификация теплообменных аппаратов (по принципу действия, по роду теплоносителей, по направлению движения теплоносителей, по числу ходов, по конструкции).
- 26 Основное уравнение теплопередачи и теплового баланса.
- 27 Графики изменения температур рабочих жидкостей в аппаратах с прямотоком и противотоком.
- 28 Температурный напор между теплоносителями (среднеарифметический и среднелогарифмический).

Доклад, сообщение.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

- 1 Тепловые насосы: принцип действия и применение.
- 2 Энергосбережение тепловой энергии в различных сферах деятельности человека.
- 3 Энергосбережение тепловой энергии. Использование вторичных энергетических ресурсов.
- 4 Энергосбережение тепловой энергии. Использование альтернативных источников энергии.
- 5 Возобновляемые источники энергии. Геотермальные источники тепла.
- 6 Моделирование процессов теплопередачи. Метод конечных элементов.
- 7 Программы для моделирования процессов передачи тепла.
- 8 Методы тепловой обработки призабойной зоны пласта.
- 9 Основы теории подобия и ее применение в теплотехнике.
- 10 Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона
- 11 Способы измерения температуры
- 12 Термодинамический метод определения КПД центробежного насоса.

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

См. приложенные файлы

Раздел 1.

Лабораторная работа № 1.

Изотермическое сжатие углекислого газа

1.1 Цель работы

1 Изучить закономерности жидкого и газообразного состояния вещества на примере углекислого газа.

1 Проверить применимость уравнения Клапейрона и уравнения Ван-дер-Ваальса к описанию свойств газов.

1 Построить pV -диаграмму углекислого газа и нанести на нее графики изотермических процессов, полученные в результате опыта.

1 Найти величину теплоты парообразования при одной из температур опыта.

1.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

1 Какие фазовые превращения происходят с углекислотой в проведенных опытах?

2 Как ведет себя углекислота при опытах на данной установке: как реальный газ или как идеальный газ? Почему?

3 Что такое давление и температура насыщения? В каком из опытов, проведенных вами на данной установке, можно говорить о насыщении?

4 Можно ли превратить в жидкость воздух, если им заполнить рабочий объем установки и проводить сжатие при тех же температурах, которые были в ваших опытах. Считать, что воздух состоит из кислорода и азота. Критические параметры этих газов следующие:

- кислород O_2 – $p_k = 4,98$ МПа, $T_k = 154,4$ К;

- азот N_2 – $p_k = 3,28$ МПа, $T_k = 125,1$ К.

5 Используя результаты данной работы, определить массу углекислого газа в баллоне объемом 100 л, если давление газа составляет 5 МПа. Баллон находится в помещении лаборатории, т. е. можно считать, что газ имеет температуру, при которой происходит первый опыт.

Лабораторная работа № 2.

Измерение температуры, давления и влажности воздуха

2.1 Цель работы

1 Ознакомление с устройством термометра, барометра и психрометра.

1 Определение параметров воздуха (температура, давление, влажность).

1 Ознакомление с $i-d$ -диаграммой влажного воздуха.

2.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

1 Давление:

- а) способы измерения;
- б) единицы измерения;
- в) абсолютное давление.

2 Температура:

- а) термодинамическая температура;
- б) связь между температурной шкалой Кельвина и Цельсия;
- в) что понимается под абсолютным нулем?

3 Удельная и универсальные газовые постоянные. Связь между ними.

4 Какими приборами определяется влажность воздуха?

5 В чем заключается принцип действия работы психрометра?

6 Что называется влагосодержанием влажного воздуха?

Раздел 2.

Лабораторная работа № 3.

Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности методом трубы

3.1 Цель работы

Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала методом трубы и выяснение его зависимости от температуры.

3.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

1 Что такое теплопроводность? Назовите единицы измерения коэффициента теплопроводности.

2 От чего зависит теплопроводность?

3 Чем отличается теплопроводность однослойных стенок от многослойных?

4 Особенности теплопроводности через цилиндрическую стенку.

5 Какой вид передачи тепла изучается в данной работе? Чем он отличается от других видов?

6 Как зависит точность данного метода определения коэффициента теплопроводности от длины трубы?

7 Чем отличается стационарный метод определения коэффициента теплопроводности от нестационарного?

8 Назначение тепловой изоляции. Виды тепловой изоляции.

9 Каким образом выбирают материал для тепловой изоляции? К какому материалу можно отнести материал изоляции трубы в лабораторной установке по величине полученного коэффициента теплопроводности ??

10 Критический диаметр изоляции.

11 Определить коэффициент теплопроводности материала стенки толщиной $d = 60$ мм, если задана плотность теплового потока, проходящего через стенку $q = 150$ Вт/м², а разность температур $\Delta t_c = 30$ °С.

12 От котельной к жилому району проложена теплотрасса. Определить толщину изоляции, которую необходимо наложить на трубопровод, чтобы потери тепла с одного погонного метра составляли не более 20 Вт/(м·К). Диаметр трубопровода (без изоляции) $D = 108$ мм, температура горячей воды 95 °С, температура внешней поверхности изоляции не более 30 °С. Изменением температуры по толщине стенки металлической трубы пренебречь. Вид изоляционного материала и его параметры определить по справочнику.

Лабораторная работа № 4.

Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции от горизонтальной трубы

4.1 Цель работы

1 Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции в воде и в воздухе.

2 Вывод критериальной зависимости $Nu = f(Re, Rr, Gr)$.

4.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

1 Перечислить способы передачи тепла. Какие из них изучаются в данной работе?

- 2 Как происходит процесс передачи тепла при свободной конвекции?
- 3 Дать описание теплового пограничного слоя.
- 4 По результатам работы оценить (ориентировочно), во сколько раз теплоотдача при свободной конвекции в воде интенсивнее теплоотдачи в воздухе?
- 5 Почему в сауне с температурой более 100 °С человек может находиться довольно долго, а в кипящей воде нет?
- 4 По территории завода над поверхностью земли проходит паропровод диаметром 400 мм (с изоляцией). На поверхности изоляции температура равна $t_{ст} = 20$ °С. Температура воздуха $t_{ж} = 15$ °С. Паропровод расположен горизонтально. Используя результаты, полученные в лабораторной работе, определить потери тепла I погонным метром паропровода в безветренную погоду.

Раздел 3.

Лабораторная работа № 5.

Изучение устройства котельной установки и тепловой электростанции

5.1 Цель работы

- 1 Изучить устройство котельной установки и тепловой электростанции.
- 2 Изучить h_s -диаграмму водяного пара.

5.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

- 1 Объяснить принцип работы паросиловой установки.
- 2 Перечислить и показать по плакатам основные элементы котельной установки.
- 3 Показать пути движения воды, пара, пароводяной смеси.
- 4 Написать и объяснить уравнение теплового баланса котельной установки (котельного агрегата).

Лабораторная работа № 6.

Определение теплоотдачи от реальных объектов с помощью переносных приборов

6.1 Цель работы

Определение коэффициента теплоотдачи и количества передаваемого тепла от радиатора отопления.

6.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

- 1 Дайте определения конвективного процесса передачи тепла.
- 2 Как изменяется соотношение между количеством тепла передаваемого за счет излучения и конвекции при увеличении температуры поверхности.
- 3 Дайте определение абсолютно черному телу.
- 4 Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи α и количество переданной теплоты Q при течении воды в горизонтальной трубе диаметром $d = 0,03$ м и длиной $l = 1,8$ м. Скорость течения воды $w = 0,5$ м/с, температура воды $t_{ж} = 115$ °С, температура $t_{ст} = 50$ °С. Физические параметры воды $\lambda = 0,687$ Вт/(м·°С), $\rho = 0,264 \cdot 10^{-6}$ м²/с, $Pr_{ж} = 1,54$, $Pr_{ст} = 3,92$.

Тестирование.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Билет № 1

Вопрос № Возможные ответы: А, Б, В, Г

- 1 Которая из величин является параметром состояния газа?
 А) Молекулярная масса
 Б) Масса
 В) Теплота
 Г) Абсолютное давление

- 2 Испарение – это:

- А) парообразование в объеме жидкости
- Б) парообразование с поверхности жидкости
- В) переход 1 кг жидкости в пар
- Г) переход 1 м³ жидкости в пар

3 В какой формулировке II закона термодинамики говорится о необходимости двух источников теплоты для преобразования тепловой энергии в механическую?

- А) Карно
- Б) Клаузиуса
- В) Томсона
- Г) Планка

4 Какая величина является отношением массы к объему?

- А) Молекулярная масса
- Б) Плотность
- В) Теплота
- Г) Удельный объем

5 Укажите выражение закона Бойля-Мариотта!

- А) $pV = \text{const}$
- Б) $p/T = \text{const}$
- В) $v/T = \text{const}$
- Г) $pV_k = \text{const}$