

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМК УГГУ

проф. М.Б. Носырев

« 21 » 08 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.16 ТЕПЛОФИЗИКА

Направление (специальность) подготовки:

20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Профиль (специализации) подготовки: “Инженерная защита окружающей среды”

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Факультет(ы): Инженерно-экономический

Выпускающая(ие) кафедра(ы): инженерной экологии (ИЭ)

Кафедра-разработчик программы: физики

Семестр	Трудоёмкость дисциплины					Контрольные, расчетно- графич. работы, рефераты и т.п.	Курсовые работы, проекты	Форма отчетности (экз / зачет)
	зач. ед.	часы						
		общая	лекции	практ., лабор.	самост. работа			
очная форма обучения								
5	4	144	28	36	80	контрольные работы	-	Экз.
ИТОГО:	4	144	28	36	80			

Екатеринбург, 2017 г.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа дисциплины “Теплофизика” составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом ВО по направлению 20.03.01 “Техносферная безопасность” (индекс дисциплины: Б1.Б.16) и определяет содержание и структуру дисциплины “Теплофизика” для подготовки бакалавров, обучающихся по профилю подготовки: “Инженерная защита окружающей среды”.

Она включает в себя следующие разделы: основы технической термодинамики; основы теории теплообмена.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью и задачами освоения дисциплины является достижение следующих результатов обучения:

знания:

- *на уровне представлений:* о фундаментальных законах термодинамики и теплообмена, являющихся основой функционирования тепловых машин, аппаратов и их эффективности, о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах, о свойствах рабочих тел и теплоносителей, законах и моделях переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, о методах экспериментального изучения процессов теплообмена;
- *на уровне воспроизведения:* основных процессов и циклов теплоэнергетических установок (ТЭУ), физического и математического моделирования процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности;
- *на уровне понимания:* 1, 2 и 3-его законов термодинамики, закономерностей процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, свойств рабочих тел и теплоносителей, основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам;

умения:

- *теоретические:* выбор законов и закономерностей для расчета и анализа процессов в теплоэнергетических установках, методов оценки тепловой эффективности ТЭУ, выбора законов и физико-математических моделей для расчета и анализа процессов теплообмена в теплотехнологических установках;
- *практические:* определение термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, расчет процессов в ТЭУ и показателей тепловой экономичности ТЭУ, физического и математического моделирования процессов теплообмена в теплотехнических установках и расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей в элементах этих установок;

навыки:

в использовании уравнений и справочных баз данных для определения термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, в термодинамическом анализе процессов и показателей тепловой экономичности ТЭУ, в использовании физико-математических моделей, уравнений, справочных баз данных для расчета и анализа процессов теплообмена в теплоэнергетических и теплотехнологических установках.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина “Теплофизика” относится к модулю 1 базовой части основной образовательной программы при подготовке бакалавров по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность (индекс дисциплины: Б1.Б.16).

Содержательно и методически связана с такими дисциплинами как физика, математика, химия.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые такими дисциплинами как математика, физика, химия, информатика.

Дисциплина “Теплофизика” является базовой для таких дисциплин как гидрогазодинамика, надежность технических систем и техногенный риск, безопасность жизнедеятельности, управление техногенной безопасностью.

Она дает возможность расширения и углубления базовых знаний и навыков для успешной профессиональной деятельности и для продолжения обучения в магистратуре.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины “Теплофизика” студент должен приобрести следующие общекультурные, и профессиональные компетенции, соотнесенные с общими целями ООП ВО:

Индекс по ФГОС ВО	Содержание компетенции
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

В результате освоения дисциплины студент должен:

1) знать:

- основы дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии и линейной алгебры, численных методов решения уравнений;
- взаимосвязь между химическим составом, строением и свойствами веществ;
- физические основы механики, молекулярной физики и термодинамики;
- принципы применения современных информационных технологий в науке и предметной деятельности;

2) уметь:

- использовать математический аппарат, знание о физических и химических свойствах веществ при изучении термодинамических свойств веществ и расчете их процессов;
- использовать информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин;

3) владеть:

- методами дифференцирования, интегрирования функций, основными аналитическими и численными методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем;
- основными методами теоретического и экспериментального исследования физических и химических явлений;

- методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тематический план и содержание для очной формы изучения дисциплины

№ п/п	Номер недели	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, часы				Формы текущего контроля (по неделям семестра)
			лекции	практ., лабор.	контрольные, расчетно-графич. работы, рефераты и т.п.	СРС	
1.		1. Основы технической термодинамики					
2.	1	1.1. Термодинамика как теоретическая основа теплофизики. Основные понятия. Термодинамическая система. Термодинамические параметры состояния. Термические уравнения состояния реальных газов	2	2		5	
3.	2	1.2. P-V диаграмма воды. Газовые смеси. Уравнение состояния смеси идеальных газов.	2	2		5	
4.	3	1.3. Первый закон термодинамики для закрытой системы. Внутренняя энергия, энтальпия, техническая работа. Теплота. Теплоемкость газов, жидкостей и твердых тел.	2	2		5	
5.	4	1.4. Термодинамические газовые процессы. Термодинамические циклы как основа тепловых машин. Двигатели внутреннего сгорания. Цикл Отто. Цикл Дизеля.	2		контрольная работа 2 час	5	
6.		2. Основы теории теплообмена					
7.	5	2.1. Введение. Основные понятия и законы теплообмена. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия.	2	2		5	
8.	6,7	2.2. Стационарный режим теплопроводности и теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки.	4	4		10	

		Интенсификация процессов теплопередачи.						
9.	8	2.3. Стационарная теплопроводность при наличии внутренних тепловыделений.	2	2		5	коллоквиум	
10.	9	2.4. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.	2	2		5		
11.		3. Элементы теории подобия						
12.	10	3.1. Основы теории подобия. Числа подобия и критерии подобия. Теоремы подобия теплофизических процессов.	2	2		5		
13.	11	3.2. Методы получения критериальных уравнений.. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции.	2	2		5		
14.	12	3.3. Нестационарная теплопроводность. Регулярные тепловые режимы. Теоремы Кондратьева.	2	2		5		
15.		4. Основы теплообмена излучением						
16.	13	4.1. Основные понятия и определения лучистого теплообмена. Основные законы излучения АЧТ.	2	2		5		
17.	14	4.2. Лучистый теплообмен между параллельными стенками при отсутствии и наличии экранов. Оптическая пирометрия.	2	2		5		
18.	15			2	контрольная работа 2 час	5		
19.	16			4		5	коллоквиум	
Обязательные ауд. занятия: 64 час.			28	32	4			
СРС: 80 час.							80	
ИТОГО: 144 час.								

**Критерии и показатели оценивания сформированных компетенций
в процессе освоения разделов дисциплины**

Разделы, темы дисциплин ы	Формируемая (ые) компетенция (ии)	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля уровня сформирован ности компетенций
		знать:	уметь:	владеть:	
1. Основы технической термодинамики	ПК-22: способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономичес- ких наук при решении профессио- нальных задач	основные законы преобразования энергии в процессах взаимодействия рабочих тел с элементами тепловых машин, аппаратов и окружающей средой, о взаимосвязи химического состава и термодинамических свойств рабочих тел, теплоносителей и средств пожаротушения.	применять законы термодинамики для анализа реальных физических процессов, определять термодинамические свойства рабочих тел и теплоносителей, показатели тепловой экономичности теплоэнергетических установок.	методами определения термодинамических параметров рабочих тел, использования справочных баз данных и уравнений для анализа термодинамических процессов в тепловых машинах, теплоэнергетических аппаратах и окружающей среде.	Контр. работа, тестирование, инд. дом. задания, экзамен
2. Основы теории теплообмена		основные законы переноса теплоты в неподвижных и движущихся средах, дифференциальные уравнения теплопроводности и конвективного теплообмена, методы расчета процессов теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи.	классифицировать условия однозначности, включающие физические, геометрические, начальные и граничные условия, проводить необходимые расчеты тепловых потоков и полей температур в многослойных конструкциях плоской и цилиндрической формы.	Навыками выполнения математических постановок теплофизических задач, методами решения дифференциального уравнения теплопроводности и с граничными условиями первого, второго и третьего рода,	тестирование, инд. дом. задания, коллоквиум, экзамен
3.Элементы теории подобия		основы физического и математического моделирования процессов переноса теплоты в реальных объектах, основные теоремы подобия теплофизических процессов, основные числа и критерии подобия, методы получения эмпирических	приводить дифференциальные уравнения теплообмена к безразмерному виду, выделять из них основные критерии подобия, получать критериальные уравнения на основе анализа	навыками расчета коэффициента теплоотдачи с использованием справочной литературы, содержащей известные эмпирические критериальные уравнения для свободной и	тестирование, инд. дом. задания, коллоквиум, экзамен

		критериальных уравнений теплоотдачи.	основных факторов, влияющих на теплообмен.	вынужденной конвекции.	
4. Основы теплообмена излучением		Основные понятия и основные законы излучения абсолютно черных тел (АЧТ), методы расчета лучистого теплообмена между параллельными стенками при отсутствии и наличии экранов.	применять законы излучения АЧТ для расчета тепловых потоков с сильно нагретых стенок.	Навыками снижения теплотерь и защиты объектов от воздействия высоких температур с помощью экранов, методами бесконтактного измерения температур с помощью пирометров	контр. работа, инд. дом. задания, экзамен

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО предусматривается использование в учебном процессе следующих образовательных технологий: информационная лекция; использование иллюстративных видеоматериалов; самостоятельная работа студентов с учебной, учебно-методической и справочной литературой; практические занятия; опрос, контрольные работы; консультации преподавателя.

Кроме того, для формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются следующие образовательные технологии.

На лекционных занятиях рассматриваются возможности использования законов теплофизики в будущей профессиональной деятельности студентов.

На практических занятиях:

- решаемые задачи имеют содержание, соответствующее профилю подготовки специалиста;
- рассматриваются возможности использования основных законов термодинамики и теплообмена для решения конкретных технических задач.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости

6.1.1. Примерная тематика практических занятий

Номер раздела дисциплины	Наименование тем практических занятий
1. Основы технической термодинамики	
1.1.	Термодинамическая система. Термодинамические параметры состояния.

	Термические уравнения состояния реальных газов (2).
1.2.	Газы и газовые смеси. Идеальный газ. Уравнение состояния смеси идеальных газов (2).
1.3.	Первый закон термодинамики для закрытой системы Теплоемкость газов, жидкостей и твердых тел (2).
2. Основы теории теплообмена	
2.1.	Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. Краевые условия (2).
2.2.	Стационарный режим теплопроводности и теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки. Интенсификация процессов теплопередачи (4).
2.3.	Стационарная теплопроводность при наличии внутренних тепловыделений (2).
2.4.	Конвективный теплообмен. Дифференциальное уравнение в этом случае теплообмена(2).
3. Элементы теории подобия	
3.1.	Основы теории подобия. Теоремы подобия теплофизических процессов (2).
3.2.	Критериальные уравнения теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции (2).
3.3.	Регулярные тепловые режимы. Теоремы Кондратьева (2).
4. Основы теплообмена излучением	
4.1.	Основные законы излучения АЧТ (2).
4.2.	Критериальные уравнения теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции (2).

Критерии оценки выполнения оценочного средства для текущего контроля успеваемости студентов приведены в КОС по данной дисциплине

6.2. Перечень оценочных средств для проведения промежуточного контроля успеваемости студентов

6.2.1. Вопросы для подготовке к экзамену

- Что называют параметром состояния?
- Назовите основные термические параметры состояния.
- Каковую размерность имеют удельный объем и плотность вещества в системе СИ?
- Что понимают под температурой газа в технической термодинамике?
- Какие температурные шкалы используются в технической термодинамике и на чем они основаны?
- Что понимается под давлением газа в технической термодинамике?
- Являются ли манометрическое и вакуумметрическое давления параметрами состояния?
- Какие термодинамические свойства тел используются для измерения температур в различных термометрических приборах?
- Дайте определение идеального газа и укажите его отличия от реального газа.
- Что представляет собой «критическая точка» воды? Каковы её термодинамические параметры?
- Что представляет собой «тройная точка» воды?
- Чем отличается газовая постоянная от универсальной газовой постоянной?
- Что такое парциальное давление и парциальный объем компонентов газовой смеси? Дайте формулировку закона Дальтона и закона Амага.
- Как определить молярную долю газа в смеси, если известна его массовая доля?

- Как определить кажущуюся молекулярную массу и газовую постоянную для газовой смеси?
- Какими способами можно изменить энергию термодинамической системы?
- Что такое работа расширения и располагаемая (техническая) работа? Способы их вычисления.
- Какое принципиальное различие между понятиями «внутренняя энергия» и «теплота»?
- Как определяется внутренняя энергия идеального газа? Чем она отличается от внутренней энергии реального газа?
- Дайте формулировку первого закона термодинамики.
- Какой физический смысл имеют величины, входящие в уравнения первого закона термодинамики?
- В каких случаях работа изменения объема считается величиной положительной?
- В каких случаях теплота считается величиной положительной?
- Что такое «энтальпия» и как она определяется?
- Для каких процессов целесообразно использовать первый закон термодинамики в виде уравнения $\delta Q = dH - VdP$?
- Какие есть виды удельных теплоемкостей и как они взаимосвязаны?
- От каких характеристик идеальных газов зависят численные значения их удельных мольных изобарных и изохорных теплоемкостей?
- Каким образом рассчитываются удельные теплоемкости газовых смесей?
- Что такое обратимый и необратимый процесс?
- Поясните, в чем физический смысл уравнения второго закона термодинамики для замкнутой изолированной системы?
- Сущность статистического толкования второго закона термодинамики.
- Изобразите термодинамические процессы в координатах $P-V$.
- Изменяется ли температура газа в адиабатном процессе?
- Нужно ли отводить теплоту газа при его изотермическом сжатии?
- Каковы величины показателя политропы для основных термодинамических процессов?
- Изобразите в $P-V$ -координатах прямой и обратный циклы Карно.
- Какой коэффициент характеризует тепловую экономичность прямого обратимого цикла теплового двигателя?
- Перечислите основные величины, характеризующие мощность четырехтактного ДВС.
- Какие величины характеризуют термический КПД карбюраторного ДВС и какие ограничения существуют в технической реализации его увеличения?
- Какие величины характеризуют термический КПД дизельного ДВС?
- Дайте определения процессов теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи.
- Что называют температурным полем, градиентом температуры?
- Дайте определение изотермической поверхности и изотермы.
- Дайте определения следующих физических величин: тепловой поток, плотность теплового потока, коэффициент теплопроводности.
- Сформулируйте законы Фурье и Ньютона – Рихмана.
- Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности газов, жидкостей, металлов и неметаллических твердых тел.
- Какие законы положены в основу вывода дифференциального уравнения теплопроводности?
- Дайте определение и запишите единицы измерения объемной мощности внутренних источников тепла, коэффициентов температуропроводности и теплоотдачи.
- Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности.

- Перечислите состав краевых условий (условий однозначности).
- Что определяют геометрические и физические условия?
- Что задают и в каком случае отсутствуют начальные условия?
- Перечислите виды граничных условий.
- Запишите стационарное распределение температуры в однородной тонкой плоской стенке.
- Схематически изобразите распределение температуры в однородной плоской стенке для постоянного коэффициента теплопроводности и линейно зависящего от температуры коэффициента теплопроводности.
- Запишите выражение для плотности теплового потока в случае многослойной плоской стенки, состоящей из n однородных слоев.
- Дайте определение и запишите выражения для термических сопротивлений теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи.
- Запишите выражение для определения теплового потока через многослойную плоскую стенку в процессе теплопередачи.
- Запишите выражение для определения температуры в плоскости соприкосновения произвольных слоев.
- Запишите стационарное одномерное дифференциальное уравнение теплопроводности с внутренними источниками тепла в декартовых координатах и его решение.
- Перечислите процессы, при протекании которых происходит объемное выделение (поглощение) тепла.
- Какому закону подчиняется распределение температуры в плоской стенке при наличии внутренних источников тепла в случае симметричной теплоотдачи?
- Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности без внутренних источников тепла для цилиндрической стенки и его решение.
- Запишите расчетные формулы для следующих физических величин: линейная плотность теплового потока, линейные термические сопротивления теплоотдачи, теплопередачи и теплопроводности многослойной цилиндрической стенки.
- Запишите выражение и схематически изобразите распределение температуры в однородной цилиндрической стенке при заданных температурах поверхностей, а также в процессе теплопередачи.
- Запишите выражение для линейной плотности теплового потока в случае многослойной цилиндрической стенки, состоящей из n однородных слоев, при заданных температурах ее поверхностей, а также в процессе теплопередачи.
- Запишите выражение для определения температуры в плоскости соприкосновения произвольных слоев многослойной цилиндрической стенки.
- Дайте определение и запишите расчетную формулу для вычисления критического диаметра изоляции.
- Поясните, в каком случае тепловой поток через цилиндрическую стенку будет возрастать при наложении изоляции.
- Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности при наличии внутренних источников тепла в цилиндрической системе координат.
- Запишите решение дифференциального уравнения теплопроводности для однородного цилиндрического стержня при наличии внутренних источников тепла.
- Схематически изобразите распределение температуры в цилиндрическом стержне при наличии внутренних источников тепла
- Дайте определение конвективного теплообмена.
- Перечислите виды конвекции и дайте их определение.
- Перечислите режимы течения жидкостей.
- Дайте определение гидродинамического и температурного пограничных слоев.
- Перечислите теплофизические свойства теплоносителя.
- Является ли коэффициент теплоотдачи теплофизическим свойством и почему?

- Запишите определение и единицы измерения динамической и кинематической вязкости.
- Запишите дифференциальное уравнение теплоотдачи.
- Как и почему зависит теплоотдача от режимов течения жидкости?
- От каких факторов зависит величина коэффициента теплоотдачи?
- Какие процессы называются подобными, а какие аналогичными? Приведите примеры.
- Какие точки системы называются сходственными.
- Поясните сущность основных критериев подобия конвективного теплообмена.
- Сформулируйте общее условие подобия физических процессов.
- В чем заключается смысл π -теоремы?
- Сформулируйте теорему Кирпичева – Гухмана.
- Дайте определение и приведите примеры определяющих и определяемых критериев.
- Поясните сущность понятий определяющий размер и определяющая температура.
- Как выбирают определяющий размер и определяющую температуру для описания процессов конвективного теплообмена?
- Каким образом формулируется зависимость определяемых критериев подобия от определяющих?
- Каким методом получают значения постоянных в эмпирических критериальных уравнениях в случае зависимости от одного или от двух определяющих критериев подобия
- Перечислите случаи свободного движения теплоносителя в большом объеме.
- Какими критериальными уравнениями описывается теплоотдача при свободном движении теплоносителя в большом объеме?
- Влиянием какого критерия подобия при этом пренебрегают?
- Укажите определяющий размер при свободном движении теплоносителя вдоль вертикальной стенки.
- С каких значений длины трубы течение теплоносителя можно считать термически и гидродинамически стабилизированным?
- Укажите диапазон чисел Рейнольдса, соответствующих ламинарному и турбулентному режимам течения теплоносителя в трубе.
- При каком условии режим течения теплоносителя становится вязкостно-гравитационным.
- Приведите примеры и охарактеризуйте особенности процесса нестационарной теплопроводности при стремлении тела к тепловому равновесию.
- Запишите дифференциальное уравнение нестационарного процесса теплопроводности без внутренних источников тепла.
- Поясните метод решения нестационарного уравнения теплопроводности для пластины.
- Что такое безразмерная избыточная температура?
- Дайте определение критериев Био и Фурье, поясните их физический смысл.
- Запишите решение дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности в безразмерном виде, поясните его структуру.
- Охарактеризуйте особенности решения дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности в зависимости от числа Фурье.
- В каком случае можно определить температуру центра или поверхности пластины при помощи номограмм?
- Поясните методику решения характеристического уравнения $\text{ctg}(\mu) = \mu / Bi$.
- Схематически изобразите распределение избыточной температуры для бесконечной пластины в зависимости от диапазона значений числа Био.
- Перечислите стадии охлаждения тел, охарактеризуйте их.

- Поясните структуру формулы для определения безразмерной избыточной температуры тела в стадии регулярного режима.
- Дайте определение, расчетную формулу и единицы измерения темпа охлаждения.
- Сформулируйте теоремы Кондратьева.
- Чем отличаются друг от друга регулярные режимы первого, второго и третьего рода?
- Что называют лучистым теплообменом?
- Дайте определение теплового излучения, поясните его механизм.
- Дайте определение, запишите обозначение и единицы измерения следующих видов лучистых потоков: интегральная плотность потока излучения, спектральная плотность потока излучения, излучательная способность тела, спектральная интенсивность излучения, спектральная яркость излучения, интегральная яркость излучения.
- Какие тела называют абсолютно черными? Серыми?
- В каком случае поверхность называется зеркальной? Абсолютно белой?
- Дайте определение коэффициентов поглощения, отражения и проницаемости. Запишите соотношение между ними.
- Сформулируйте законы Планка, Релея – Джинса и Вина для равновесного излучения абсолютно черного тела.
- Сформулируйте закон Стефана – Больцмана.
- Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него.
- Сформулируйте закон Ламберта.
- Перечислите допущения, необходимые для исследования теплообмена в системе, состоящей из двух неограниченных твердых тел с плоскопараллельными поверхностями.
- Что называют приведенным коэффициентом поглощения в системе двух плоскопараллельных тел? Запишите соответствующее выражение.
- Запишите выражение для результирующего лучистого потока в системе двух плоскопараллельных тел?
- Как влияет на результирующий поток излучения установка экранов?
- Какой должна быть степень черноты экранов?
- Как влияет на результирующий поток излучения в системе двух плоскопараллельных тел местоположение экранов относительно излучающих поверхностей?
- Как определяются приведенный коэффициент излучения и приведенный коэффициент поглощения в системе плоскопараллельных тел с экранами?
- Как определить результирующий поток излучения в системе двух плоскопараллельных тел с экранами?
- Какими методами по тепловому излучению можно определить температуру раскаленных твердых тел?

Критерии оценки успеваемости студентов на экзамене приведены в КОС по данной дисциплине

6.1.2. Примеры тестовых заданий

Тест по разделу дисциплины 1.1.

1. В металлах передача теплоты осуществляется в основном за счет:

- 1) колебаний молекулярной решетки;
- 2) теплового излучения;
- 3) свободных электронов;
- 4) свободных атомов.

2. В жидкостях передача теплоты осуществляется в основном за счет:

- 1) колебаний молекулярной решетки;
- 2) теплового излучения;
- 3) столкновения молекул;
- 4) соприкосновения свободных молекул.

3. В вакууме процесс переноса теплоты осуществляется:

- 1) теплопроводностью;
- 2) конвекцией;
- 3) тепловым излучением;
- 4) электропроводностью.

4. Термодинамическая система, не обменивающаяся теплотой с окружающей средой, называется:

- 1) открытой;
- 2) закрытой;
- 3) изолированной;
- 4) адиабатной.

Тест по разделу дисциплины 1.2.

1. Кажущаяся молярная масса смеси газов при известном молярном составе определяется как:

- 1) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N \mu_i$;
- 2) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N r_i \cdot \mu_i$;
- 3) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N \frac{r_i}{\mu_i}$;
- 4) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N \frac{\mu_i}{r_i}$.

2. Кажущаяся молярная масса смеси газов при известном массовом составе определяется как:

- 1) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N g_i \cdot \mu_i$;
- 2) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N \frac{\mu_i}{g_i}$;
- 3) $\mu_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N \frac{g_i}{\mu_i}$;
- 4) $\mu_{\text{см}} = 1 / \sum_{i=1}^N \frac{g_i}{\mu_i}$.

3. По закону Дальтона давление смеси газов равно:

- 1) $P_{\text{см}} = R_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \nu_{\text{см}}$;
- 2) $P_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N P_i$;
- 3) $P_{\text{см}} = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_N$;
- 4) $P_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N \mu_i \cdot R \cdot T_i$.

4. Уравнение состояние смеси газов записывается в виде:

- 1) $P_{\text{см}} \cdot \nu_{\text{см}} = R_{\text{см}} \cdot T_{\text{см}}$;
- 2) $P_{\text{см}} \cdot V_{\text{см}} = R \cdot T_{\text{см}}$;
- 3) $P_{\text{см}} \cdot V_{\text{см}} = R_{\mu} \cdot T_{\text{см}}$;
- 4) $P_{\text{см}} \cdot V_{\text{см}} = \mu_{\text{см}} \cdot R \cdot T_{\text{см}}$.

Тест по разделу дисциплины 1.3.

1. 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) $\delta Q = dU + P \cdot dV$.

2. Уравнение первого закона термодинамики через энтальпию записывается как:

- 1) $\frac{\delta Q}{T} = dS$; 2) $dH = \delta Q + V \cdot dP$;
3) $dH = c_p \cdot dT$; 4) $\delta Q = dU + \delta A$.

3. Элементарная располагаемая (техническая) работа газа определяется соотношением:

- 1) $dA_{\text{тех}} = -PdV$; 2) $dA_{\text{тех}} = PdV$;
3) $dA_{\text{тех}} = -VdP$; 4) $dA_{\text{тех}} = VdP$.

4. Внутренняя энергия одного моля идеального газа определяется соотношением:

- 1) $U_{\mu} = \frac{i+2}{2} R_{\mu} \cdot T$; 2) $U_{\mu} = \frac{i}{2} R_{\mu} \cdot T$;

Тест по разделу дисциплины 1.4.

1. Уравнение для расчета теплоты в изохорном процессе имеет вид:

- 1) $Q = m \cdot c_v \cdot \Delta T$; 2) $Q = m \cdot (c_v + R) \cdot \Delta T$;
3) $Q = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$; 4) $Q = m \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$.

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

- 1) $\Delta H = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2)$; 2) $\Delta H = V \cdot (P_2 - P_1)$;
3) $\Delta H = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$; 4) $\Delta H = 0$.

3. Уравнение для расчета изменения энтальпии газа в изотермическом процессе представлено выражением:

- 1) $\Delta H = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1)$; 2) $\Delta H = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$;
3) $\Delta H = H_2 - H_1$; 4) $\Delta H = 0$.

4. Уравнение адиабатного процесса в газе представлено выражением:

- 1) $P \cdot V^{\gamma} = const$; 2) $P \cdot V^n = const$;
3) $P \cdot V = R \cdot T$; 4) $P \cdot V = const$.

Тест по разделу дисциплины 2.1.

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

- 1) тепловым излучением; 2) конвекцией;
3) теплопроводностью; 4) теплообменом.

2. Если температура во всех точках пространства не изменяется с течением времени, то температурное поле называется:

- 1) однородное; 2) равновесное;
3) стационарное; 4) объемное.

3. Математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля имеет вид:

- 1) $T = f(x, \tau)$; 2) $T = f(x, y)$;
3) $T = f(x, y, z, \tau)$; 4) $T = f(x, y, z)$.

4. Могут ли пересекаться между собой изотермические поверхности?

- 1) Да
- 2) Нет
- 3) Только на поверхности тела
- 4) Только внутри тела

Тест по разделу дисциплины 2.2.

1. Количество теплоты, переданное через однослойную пластину теплопроводностью, определяется из выражения:

- 1) $Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (T_1 - T_2) \cdot S \cdot \tau$;
- 2) $Q = c \cdot m \cdot (T_1 - T_2) \cdot S \cdot \tau$;
- 3) $Q = \alpha \cdot (T_1 - T_2) \cdot S \cdot \tau$;
- 4) $Q = \sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4) \cdot S \cdot \tau$.

2. Термическое сопротивление однослойной плоской стенки толщиной δ определяется:

- 1) $R = \frac{1}{\alpha} - \frac{\delta}{\lambda}$;
- 2) $R = \frac{\alpha}{\delta}$;
- 3) $R = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}$;
- 4) $R = \frac{\delta}{\lambda}$.

3. Тепловой поток, прошедший через многослойную пластину, равен:

- 1) $Q_\tau = \frac{T_1 - T_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \cdot S$;
- 2) $Q_\tau = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot (T_1 - T_{n+1}) \cdot S$;
- 3) $Q_\tau = c \cdot m \cdot (T_1 - T_{n+1}) \cdot S$;
- 4) $Q_\tau = \frac{\pi \cdot (T_1 - T_{n+1})}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \cdot S$.

4. Термическое сопротивление теплопередачи через многослойную плоскую стенку определяется по формуле:

- 1) $R = \frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}$;
- 2) $R = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i}{\delta_i}$;
- 3) $R = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{\delta_i}$;
- 4) $R = \alpha_1 + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \alpha_2$.

Тест по разделу дисциплины 2.3.

1. Стационарное дифференциальное уравнение теплопроводности в плоской стенке при наличии тепловыделений имеет вид:

- 1) $\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q_V = 0$;
- 2) $\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q_V$;
- 3) $-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q_V$;
- 4) $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q_V = 0$;

2. Температурное поле в плоской стенке при наличии тепловыделений определяется выражением:

$$1) T(x) = T_f + \frac{q_V \delta}{\alpha} + \frac{q_V}{2\lambda} (x^2 + x^2); \quad 2) T(x) = T_f + \frac{q_V \delta}{\alpha} + \frac{q_V}{2\lambda} (x^2 - x^2);$$

$$3) T(x) = T_f + \frac{q_V \delta}{\alpha} - \frac{q_V}{2\lambda} (x^2 - x^2); \quad 4) T(x) = T_f - \frac{q_V \delta}{\alpha} + \frac{q_V}{2\lambda} (x^2 + x^2);$$

3. Стационарное дифференциальное уравнение теплопроводности в теле цилиндрической формы при наличии тепловыделений имеет вид:

$$1) \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{q_V}{\lambda}; \quad 2) \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} = q_V;$$

$$3) \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{q_V}{\lambda} = 0; \quad 4) \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{q_V}{\lambda} = 0;$$

4. Распределение температуры внутри бесконечного цилиндра при наличии тепловыделений определяется выражением:

$$1) T(r) = T_f + \frac{q_V r_0}{2\alpha} + \frac{q_V}{4\lambda} (r^2 + r^2); \quad 2) T(r) = T_f + \frac{q_V r_0}{2\alpha} - \frac{q_V}{4\lambda} (r^2 - r^2);$$

$$3) T(r) = T_f + \frac{q_V r_0}{2\alpha} + \frac{q_V}{4\lambda} (r^2 - r^2); \quad 4) T(r) = T_f - \frac{q_V r_0}{2\alpha} - \frac{q_V}{4\lambda} (r^2 - r^2);$$

Тест по разделу дисциплины 2.4.

1. КОНВЕКТИВНЫМ ТЕПЛООБМЕНОМ НАЗЫВАЮТ ПРОЦЕСС ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ:

- 1) обусловленный наличием градиента температуры;
- 2) в стационарных полях;
- 3) в вакууме;
- 4) осуществляемый теплопроводностью и перемещением подвижных макроскопических элементов среды.

2. Интенсивность конвективного теплообмена измеряется:

$$1) \frac{Вт}{м^2 \cdot К}; \quad 2) \frac{Вт}{м^2 \cdot К^4};$$

$$3) \frac{Вт}{м \cdot К}; \quad 4) \frac{Дж}{м \cdot К}.$$

3. Интенсивность конвективного теплообмена оценивается:

- 1) коэффициентом вязкости теплоносителя;
- 2) коэффициентом теплопроводности стенки;
- 3) коэффициентом теплопроводности теплоносителя;
- 4) коэффициентом теплоотдачи.

4. Тепловой поток, отдаваемый или принимаемый поверхностью стенки, при конвективном теплообмене определяется как:

$$1) Q_\tau = \alpha \cdot (T_c - T_f) \cdot S; \quad 2) Q_\tau = c_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4 \cdot S;$$

$$3) Q_{\tau} = \frac{\lambda \cdot (T_c + T_f) \cdot S}{\delta}; \quad 4) Q_{\tau} = \lambda \cdot (T_c - T_f) \cdot S.$$

Тест по разделу дисциплины 3.1.

1. Критерий Нуссельта является:

- 1) критерием гидродинамического подобия;
- 2) критерием теплового подобия;
- 3) критерием диффузионного подобия;
- 4) критерием нагрева тела.

2. Критерий Нуссельта (Nu) характеризует:

- 1) физические свойства подвижной среды;
- 2) интенсивность теплоотдачи;
- 3) режим вынужденного движения;
- 4) подъемную силу при естественной конвекции.

3. Критерий Рейнольдса (Re) характеризует:

- 1) физические свойства подвижной среды;
- 2) интенсивность теплоотдачи;
- 3) характеризует отношение масштабов сил инерции и вязкости;
- 4) подъемную силу при естественной конвекции.

4. Критерий Грасгофа (Gr) характеризует:

- 1) физические свойства подвижной среды;
- 2) интенсивность теплоотдачи;
- 3) характеризует отношение масштабов сил инерции и вязкости;
- 4) подъемную силу при естественной конвекции.

Тест по разделу дисциплины 3.2.

1. Каким требованиям должен удовлетворять выбор определяющей температуры при моделировании процессов конвективного теплообмена:

- 1) быть существенной для изучаемого процесса;
- 2) поддаваться измерению;
- 3) оставаться неизменной в ходе эксперимента;
- 4) всем перечисленным выше требованиям.

2. Каким требованиям должен удовлетворять выбор характерного размера объекта при моделировании процессов конвективного теплообмена:

- 1) быть существенным для изучаемого процесса;
- 2) поддаваться измерению;
- 3) оставаться неизменным в ходе эксперимента;
- 4) всем перечисленным выше требованиям.

3. Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при вынужденной конвекции.

- 1) $Nu = C \cdot Gr^n \cdot Pr^m$
- 2) $Nu = C \cdot Re^n \cdot Pr^m$
- 3) $Nu = C \cdot Gr^m$
- 4) $Nu = C \cdot Re^m$

4. Выделить уравнение подобия для теплоотдачи к любой жидкости при свободной конвекции.

- 1) $Nu = C \cdot Gr^n Pr^m$
- 2) $Nu = C \cdot Re^n Pr^m$
- 3) $Nu = C \cdot Gr^m$
- 4) $Nu = C \cdot Re^m$

Тест по разделу дисциплины 3.3.

1. Число Био (Bi) характеризует:

- 1) соотношение скорости изменения тепловых условий вне тела и скорости изменения вызванными ими поля температур внутри тела;
- 2) соотношение количества подводимой к поверхности тела теплоты и отводимого от нее к внутренним слоям посредством теплопроводности;
- 3) соотношение скорости переноса теплоты и линейной скорости потока;
- 4) подобие скоростных и температурных полей.

2. Число Фурье (Fo) характеризует:

- 1) соотношение скорости изменения тепловых условий вне тела и скорости изменения вызванными ими поля температур внутри тела;
- 2) соотношение количества подводимой к поверхности тела теплоты и отводимого от нее к внутренним слоям посредством теплопроводности;
- 3) соотношение скорости переноса теплоты и линейной скорости потока;
- 4) подобие скоростных и температурных полей.

3. В стадии регулярного режима 1-го рода избыточная температура во всех точках тела меняется во времени:

- 1) параболически;
- 2) экспоненциально;
- 3) прямолинейно;
- 4) логарифмически.

4. Если температура среды меняется во времени по гармоническому закону, то говорят о:

- 1) регулярном режиме первого рода;
- 2) регулярном режиме второго рода;
- 3) регулярном режиме третьего рода;
- 4) всех регулярных режимах перечисленных выше.

Тест по разделу дисциплины 4.1.

1. Коэффициент излучения энергии с поверхности тела характеризует:

- 1) интенсивность теплоотдачи;
- 2) интенсивность нагрева тела;
- 3) интенсивность поглощения энергии;
- 4) интенсивность излучения энергии.

2. Коэффициент отражения определяется выражением:

- 1) $R = \frac{dQ^{\text{отп}}}{dQ^{\text{пад}}}$;
- 2) $R = \frac{dQ^{\text{погл}}}{dQ^{\text{пад}}}$;

$$3) R = \frac{dQ_{\text{прх}}}{dQ_{\text{пад}}};$$

$$4) R = \frac{1}{\alpha}.$$

3. Поглощательная способность тела определяется выражением:

$$1) A = \frac{dQ_{\text{отр}}}{dQ_{\text{пад}}};$$

$$2) A = \frac{dQ_{\text{погл}}}{dQ_{\text{пад}}};$$

$$3) A = \frac{dQ_{\text{прх}}}{dQ_{\text{пад}}};$$

$$4) A = \frac{1}{\alpha}.$$

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

1) абсолютно белым;

2) серым;

3) абсолютно прозрачным;

4) абсолютно черным.

Тест по разделу дисциплины 4.2.

1. Закон Стефана-Больцмана при лучистом теплообмене представлен выражением:

$$1) E = c_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^2;$$

$$2) q = \alpha \cdot (T_c - T_f);$$

$$3) q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (T_1 - T_2);$$

$$4) E = c_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4.$$

2. Результирующий лучистый тепловой поток между двумя параллельными стенками с температурами T_1 и T_2 определяется выражением:

$$1) q_{1,2} = \varepsilon_{\text{пр}} \sigma (T_1^4 + T_2^4);$$

$$2) q_{1,2} = \varepsilon_{\text{пр}} \sigma (T_1^4 - T_2^4);$$

$$3) q_{1,2} = \frac{\lambda}{\delta} (T_1^4 - T_2^4);$$

$$4) q_{1,2} = \varepsilon_{\text{пр}} \sigma (T_1 - T_2);$$

3. Приведенная степень черноты двух параллельных стенок определяется выражением:

$$1) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 + 1};$$

$$2) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{1/\varepsilon_1 - 1/\varepsilon_2 + 1};$$

$$3) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1};$$

$$4) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1}.$$

4. Приведенная степень черноты двух параллельных стенок, между которыми размещены n экранов, определяется выражением:

$$1) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 + 1 + \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{экп}}} + 1 \right) \cdot n};$$

$$2) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{1/\varepsilon_1 - 1/\varepsilon_2 - 1 + \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{экп}}} + 1 \right) \cdot n};$$

$$3) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1 + \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{экп}}} - 1 \right) \cdot n};$$

$$4) \varepsilon_{\text{пр}} = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1 + \left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{экп}}} - 1 \right) \cdot n}.$$

Критерии оценки выполнения оценочного средства для промежуточного контроля успеваемости студентов приведены в КОС по данной дисциплине

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для бакалавров.- М.: Издательство Юрайт, 2013. -566 с. Базовый курс.
2. В.И. Горбатов, В.Ф. Полев. Теплофизика. Курс лекций.-Екатеринбург, УГГУ, 2015. – 90 с. : (<http://ugguphysica.narod.ru>).

б) Дополнительная литература:

1. Лешков В.И. Теоретические основы теплотехники. – М.: Абрис, 2012.
2. Синявский Ю.В. Сборник задач по курсу Теплотехника. – СПб. :ГИОРД, 2010.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Белкин П.Н. Теплофизика [Электронный ресурс]: сборник задач/ Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 51 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18392.html> — ЭБС «IPRbooks».
2. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.В. Гдалев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012.— 287 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6350.html> — ЭБС «IPRbooks».

Сведения об основной и дополнительной литературе содержатся на сайте библиотеки УГГУ: www.ursmu.ru/library.html.

С методическими материалами можно ознакомиться на сайте дистанционного обучения УГГУ: <http://www.distcom.ru> и сайте кафедры физики: <http://ugguphysica.narod.ru>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина “Теплофизика” имеет следующее материально-техническое обеспечение:

1. Мультимедийные средства.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины Б1.Б.16 “Теплофизика” может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 “Техносферная безопасность” и профилю подготовки бакалавров “Инженерная защита окружающей среды”.

Автор: доцент, к.ф.-м.н.

Программа одобрена на заседании кафедры физики
протокол № 94 от 02.03.2017 г.



Горбатов В.И.

Программа согласована с выпускающей кафедрой инженерной экологии (ИЭ)

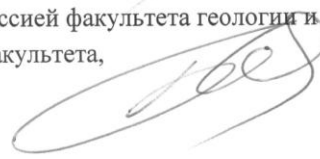
Заведующий кафедрой ИЭ, профессор, д.т.н.



Хохряков А.В.

Программа одобрена методической комиссией факультета геологии и геофизики

Председатель методической комиссии факультета,
профессор, д.г.-м.н.



Бондарев В.И.