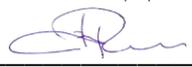


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Рязских В.И.
«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Термодинамика и теплопередача»

Направление подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Профиль Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  /Бокарев Д.И./

Заведующий кафедрой
технологии сварочного
производства и диагностики  /Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП  /Селиванов В.Ф./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование специалиста владеющего основными законами и расчетными соотношениями термодинамики и теплопередачи, принципами действия и протекания рабочих процессов тепловых двигателей, теплосиловых установок, холодильных машин и парогенераторных установок, а также приобретение навыков использования основных методов термодинамических и теплотехнических расчетов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование у студентов методологического подхода к оценке термодинамических и теплообменных процессов;
- формирование навыков проведения термодинамического эксперимента;
- усвоение методики решения инженерных задач, в том числе самостоятельной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-18 - умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать механизмы и законы переноса теплоты
	уметь использовать методы математического моделирования для описания процессов теплопереноса, использовать базовые методы исследовательской работы
	владеть навыками эксплуатации приборов и оборудования, используемых при исследовании тепловых процессов, навыками обработки результатов исследований
ПК-18	знать методы анализа процессов теплообмена, физическое и математическое моделирование процессов теплообмена,
	уметь рассчитывать основные параметры процессов теплопереноса, воплощать физико-химические процессы в конкретном техно-

	логическом и аппаратурном оформлении
	владеть методами определения физико-химических и теплофизических свойств для расчета термодинамических и теплообменных процессов, основами проектирования теплообменных установок на основе законов передачи тепла

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Термодинамика и теплопередача» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	36	36
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	нет	нет
Самостоятельная работа	54	54
Курсовой проект (работа)	нет	нет
Контрольная работа	нет	нет
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	8	8
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	нет	нет
Самостоятельная работа	92	92
Курсовой проект (работа)	нет	нет
Контрольная работа	нет	нет

Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения	Физические основы и законы передачи теплоты теплопроводностью. Температурное поле, градиент температуры. Стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Основные характеристики теплопередачи.	2	-	6	18
2	Основы термодинамики	Строение жидкостей и газов с позиций современной физики. Законы объемного сжатия и теплового расширения жидкостей и газов. Идеальные и реальные жидкости. Закон внутреннего трения Ньютона. Вязкость жидкостей и газов. Газовые законы. Уравнение газового состояния. Параметры газовой смеси. Основные уравнения первого начала термодинамики. Теплоемкость системы. Изохорная и изобарная, истинная и средняя теплоемкости газов. Политропный газовый процесс и его частные случаи. Уравнения политропы. Теплота, работа, изменение внутренней энергии и энтальпии в газовых процессах. Диаграммы p-V и T-S газовых процессов. Водяной пар и влажный газ, их основные характеристики. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Термический к.п.д. системы. Реальные циклы.	4	6	8	18
3	Передача тепла теплопроводностью	Теплопроводность. Постулат Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности для одномерного стационарного теплового потока. Решение задач теплопроводности для многослойной плоской стенки с учетом температурной зависимости коэффициента теплопроводности. Теплопередача от газа к газу (жидкости к жидкости) через стенку. Коэффициенты теплообмена. Лимитирующие стадии теплопередачи. Теплопроводность и теплопередача в цилиндрической стенке. Критический диаметр теплоизоляции. Общий вид решения уравнения Фурье для нестационарной теплопроводности. Краевые и граничные условия. Критерии Био и Фурье, безразмерная температура. Решение задач нестационарной теплопроводности для тел простой формы. Регулярный тепловой режим	4	6	8	18
4	Конвективный теплообмен	Общие сведения о конвективном теплообмене. Математическое описание конвективного	2	6	8	16

		<p>теплообмена. Уравнение теплового пограничного слоя. Интегральное уравнение теплового пограничного слоя. Применение теории подобия к исследованию конвективного теплообмена. Теплоотдача при свободной конвекции. Характер свободного движения потока в большом объеме. Решение уравнения пограничного слоя для вертикальной пластины и горизонтального цилиндра. Приближенное решение задачи естественной конвекции на вертикальной пластине. Расчетные зависимости конвективного теплообмена в большом объеме.</p> <p>Теплообмен свободной конвекцией в ограниченном объеме. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя. Аналитические решения задачи конвективного теплообмена в каналах. Расчетные зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи при движении потоков в каналах. Теплообмен при внешнем обтекании тел. Конвективный теплообмен при струйном обтекании тел. Процесс кипения и структура парожидкостного потока в парогенерирующей трубе. Коэффициенты теплоотдачи при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение.</p>				
5	Теплообмен излучением	<p>Законы излучения идеальных и реальных тел. Свойства и характеристики тел и сред. Радиационные свойства тел и сред. Оптико-геометрические характеристики. Методы расчета теплообмена излучением. Метод салдо-потоков. Зональный метод расчета. Поточковый метод. Теплообмен излучением между двумя серыми поверхностями, разделенными лучепрозрачной средой. Теплообмен излучением при наличии экранов. Теплообмен излучением между двумя параллельными плоскостями, соединенными отражающей оболочкой. Теплообмен между газом и окружающими его стенками. Теплообмен излучением между двумя поверхностями, разделенными поглощающим газом.</p>	2	6	8	16
6	Сложный теплообмен	<p>Совместное действие нескольких видов теплообмена, теплопередача тепла между подвижными средами через разделяющую стенку, совместная передача тепло конвекцией и излучением.</p> <p>Нагрев материала в плотном слое при прямоточном и противоточном движениях потоков. Нагрев и охлаждение термически массивных тел в плотном движущемся слое. Учет термической массивности частиц и тепловых эффектов физико-химических процессов. Теплообмен в псевдооживленном слое.</p>	2	6	8	16
7	Теплообменные аппараты	<p>Классификация теплообменных аппаратов. Основы расчета теплообменников. Основы теплового расчета рекуператоров. Основы теплового расчета регенераторов</p>	2	-	8	10
Итого			18	36	54	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения	-//-	2	-	-	8	10
2	Основы термодинамики	-//-	2	-	-	14	16
3	Передача тепла теплопроводностью	-//-	-	-	-	14	14
4	Конвективный теплообмен	-//-	-	-	-	14	14
5	Теплообмен излучением	-//-	-	4	-	14	18
6	Сложный теплообмен	-//-	-	4	-	14	18
7	Теплообменные аппараты	-//-	-	-	-	14	14
Итого			4	8	-	92	104

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать механизмы и законы переноса теплоты	выполнение лабораторных работ и практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать методы математического моделирования для описания процессов теплопереноса, использовать базовые методы исследовательской работы	выполнение лабораторных работ и практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками эксплуатации приборов и оборудо-	выполнение лабораторных работ и практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в ра-

	вания, используемых при исследовании тепловых процессов, навыками обработки результатов исследований		программах	бочих программах
ПК-18	знать методы анализа процессов теплообмена, физическое и математическое моделирование процессов теплообмена,	выполнение лабораторных работ и практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассчитывать основные параметры процессов теплопереноса, воплощать физико-химические процессы в конкретном технологическом и аппаратном оформлении	выполнение лабораторных работ и практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами определения физико-химических и теплофизических свойств для расчета термодинамических и теплообменных процессов, основами проектирования теплообменных установок на основе законов передачи тепла	выполнение лабораторных работ и практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать механизмы и законы переноса теплоты	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать методы математического моделирования для описания процессов теплопереноса, использовать базовые методы исследовательской работы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть навыками эксплуатации приборов и оборудования, используемых при исследовании тепловых процессов, навыками обработки результатов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-18	знать методы анализа процессов теплообмена, физическое и математическое моделирование процессов теплообмена,	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь рассчитывать основные параметры процессов теплопереноса, воплощать физико-химические процессы в конкретном технологическом и аппаратурном оформлении	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами определения физико-химических и теплофизических свойств для расчета термодинамических и теплообменных процессов, основами проектирования теплообменных установок на основе законов передачи тепла	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Передача теплоты от одного тела к другому может происходить, если их температуры:
 1. одинаковые
 2. различные
 3. пропорциональные

2. При переходе вещества из жидкого состояния в газообразное силы притяжения между молекулами вещества:
 - 1 уменьшаются
 - 2 увеличиваются
 - 3 остаются без изменения

3. Согласно кинетической теории газов теплота определяется движением частиц:

1. беспорядочным
 2. упорядоченным
 3. поступательным
4. Термодинамические параметры системы
1. масса, объем, давление, температура
 2. масса, объем, теплота, температура
 3. масса, объем, давление, работа
5. К независимым параметрам газа относятся:
1. температура, давление, объем, масса
 2. температура, теплоемкость, давление, масса
 3. температура, теплоемкость, объем, масса
6. Объемная доля газа в смеси – это:
1. произведение объема компонента и объема всей смеси
 2. отношение объема компонента к объему всей смеси
 3. отношение объема всей смеси к объему компонента
7. Моль и молекула (атом) равны между собой:
1. по объему
 2. по массе
 3. по количеству весовых единиц
8. Теплота – это:
1. форма передачи энергии
 2. метод передачи энергии
 3. путь передачи энергии
9. Термодинамический процесс – это изменение состояния термодинамической системы при обмене энергией в форме:
1. температуры и работы
 2. давления и теплоты
 3. работы и теплоты
10. Система, лишенная возможности обмениваться энергией с окружающей средой называется:
1. ограниченной
 2. изолированной
 3. закрытой
11. Киломольные теплоемкости при постоянном давлении (C_P) и постоянном объеме (C_V) связаны между собой уравнением (R - универсальная газовая постоянная):
1. $C_P = C_V + R$
 2. $C_V = C_P + R$
 3. $R = C_P + C_V$
12. При неравновесном процессе в каждый момент времени параметры системы в различных точках:
1. одинаковые
 2. разные
 3. пропорциональны друг другу

13. При нагревании газа при постоянном объеме подводимое тепло расходуется на:
1. изменение размеров системы
 2. изменение внутренней энергии системы
 3. изменение массы системы
14. Внутренняя энергия (U) в термодинамической системе играет роль:
1. функции
 2. параметра
 3. независимой переменной
15. Внутренняя энергия тела – это:
1. сумма кинетической и потенциальной энергии всех его частиц
 2. разность потенциальной и кинетической энергий его частиц
 3. произведение кинетической и потенциальной энергий частиц
16. Внутренняя энергия газа пропорциональна его:
1. давлению
 2. температуре
 3. объему
17. Термодинамический процесс, протекающий при постоянной температуре, называется:
1. адиабатным
 2. изотермическим
 3. политропным
18. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном давлении, называется:
1. изобарным
 2. адиабатным
 3. изохорным
19. Поверхность, соединяющая точки с одинаковой температурой, называется:
1. изохорной
 2. изобарной
 3. изотермической
20. Киломоль любого газа содержит молекул или атомов:
1. $6,022 \cdot 10^{21}$
 2. $6,022 \cdot 10^{23}$
 3. $6,022 \cdot 10^{26}$
21. Уравнение Клайперона устанавливает связь между:
1. давлением, объемом и температурой газа
 2. давлением и температурой газа
 3. объемом и температурой газа
22. По закону Бойля–Мариотта давление идеального газа при постоянной температуре:
1. обратно пропорционально его объему
 2. прямо пропорционально его объему
 3. равно его объему
23. Массовая теплоемкость вещества - это количество тепла, необходимое для нагревания

на 1 градус Кельвина:

1. 1 кг вещества
2. 1 г вещества
3. 1 мг вещества

24. Единицы измерения массовой теплоемкости:

1. кДж / моль * К
2. Н / моль * К
3. кДж / кг * К

25. Изменение внутренней энергии системы равно разности между количеством тепла, подведенного к системе и:

1. изменением объема системы
2. изменением массы системы
3. количеством работы, совершенной системой

26. Первый закон термодинамики выражается следующим уравнением (Q – тепловой эффект, U – внутренняя энергия системы, A – работа системы):

1. $Q = \Delta U + A$
2. $Q = \Delta U - A$
3. $Q = \Delta U * A$

27. Энтальпия (H) в термодинамической системе играет роль:

1. функции
2. параметра
3. зависимой переменной

28. Энтальпия системы (H) связана с внутренней энергией системы (U) уравнением (A - работа):

1. $\Delta H = \Delta U / A$
2. $\Delta H = \Delta U + A$
3. $\Delta H = \Delta U * A$

29. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном объеме, называется:

1. изобарным
2. изохорным
3. изотермическим

30. Для изобарного процесса справедливо уравнение:

1. $V_1/T_1 = V_2/T_2$
2. $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
3. $P_1/T_1 = P_2/T_2$

31. Для изохорного процесса справедливо уравнение:

1. $V_1/T_1 = V_2/T_2$
2. $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
3. $P_1/T_1 = P_2/T_2$

32. Для изотермического процесса справедливо уравнение:

1. $V_1/T_1 = V_2/T_2$
2. $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
3. $P_1/T_1 = P_2/T_2$

33. По закону Гей–Люссака при постоянном давлении объемы одинаковых масс одного и того же идеального газа:

1. прямо пропорциональны его абсолютным температурам
2. обратно пропорциональны его абсолютным температурам
3. равны его абсолютным температурам

34. Основные компоненты сухого воздуха:

1. кислород и азот
2. кислород и водород
3. кислород и озон

35. Газовая смесь состоит из газов:

1. химически несвязанных между собой
2. вступающих в химическую реакцию
3. изолированных друг от друга

Разделы «Передача тепла теплопроводностью», «Конвективный теплообмен», «Теплообмен излучением»

1. Градиент температур – это предел (t – разность температур изотерм поверхностей, n – расстояние между изотермическими поверхностями):

1. $\Delta t / \Delta n$
2. $\Delta t + \Delta n$
3. $\Delta t \cdot \Delta n$

2. Тепловой поток (Q) – это количество тепла, проходящее в единицу времени через:

1. изотермическую поверхность
2. заданный объем
3. горизонтальную поверхность

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

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

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

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

5. Температурное поле – это совокупность значений температур:

1. в одной точке пространства
2. в различных точках пространства
3. на одной линии пространства

6. Теплопроводность – процесс распространения тепла путем:

1. соприкосновение частиц, имеющих разную температуру

2. переноса массы вещества из одной части пространства в другую
3. превращение тепловой энергии в энергию электромагнитного поля

7. Теплопроводностью называют процесс:

1. передачи теплоты в газовых средах;
2. передачи теплоты в стационарных температурных полях;
3. молекулярного переноса теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры;
4. переноса теплоты в вакууме.

8. Основной закон теплопроводности сформулирован ученым:

1. Фурье
2. Гей-Люссаком
3. Бойлем

9. Наибольший коэффициент теплопроводности имеют:

1. строительные материалы
2. жидкости
3. металлы

10. В металлах передача теплоты осуществляется за счет:

1. колебаний молекулярной решетки;
2. колебаний молекул в межмолекулярном пространстве;
3. свободных электронов;
4. свободных атомов.

11. Для большинства веществ коэффициент теплопроводности с увеличением температуры:

1. остается постоянным
2. увеличивается
3. уменьшается

12. Единицей измерения теплопроводности материалов является:

1. $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$;
2. $\frac{Вт}{м^2 \cdot К^4}$;
3. $\frac{Вт}{м \cdot К}$;
4. $\frac{Вт}{м^2}$.

13. Плотность теплового потока при передаче теплоты теплопроводностью определяется из выражения:

1. $q = \alpha \cdot (t_1 - t_2)$;
2. $q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2)$;

$$q = c \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4;$$

3.

$$Q = c \cdot m \cdot (t_1 - t_2).$$

4.

14. Коэффициент теплопередачи теплопроводностью находится из выражения:

$$k = \frac{\lambda}{\delta};$$

1.

$$k = \frac{1}{R_{cm}};$$

2.

$$k = \frac{1}{R_\alpha};$$

3.

$$k = \alpha.$$

4.

15. Тепловой поток при передаче теплоты теплопроводностью находится из выражения:

$$\Phi = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F;$$

1.

$$\Phi = \frac{(t_1 - t_2) \cdot F}{R};$$

2.

$$\Phi = k_{cr} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F;$$

3.

$$\Phi = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot F;$$

4.

$$\Phi = k_\alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot F.$$

5.

16. В жидкостях передача теплоты осуществляется за счет:

1. колебаний молекулярной решетки;
2. колебаний молекул в межмолекулярном пространстве;
3. столкновение молекул;
4. соприкосновения свободных молекул.

17. Конвекция – процесс распространения тепла путем переноса жидкости или газа из одной части пространства в другую с различными:

1. давлениями
2. объемами
3. температурами

18. Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты:

1. обусловленный наличием градиента температуры;
2. в стационарных полях;
3. в вакууме;
4. осуществляемый подвижными объемами (макроскопическими элементами среды).

19. Интенсивность конвективного теплообмена измеряется:

$$\frac{Вт}{m^2 \cdot k};$$

1.

2. $\frac{Вт}{м^2 \cdot к^4}$;
3. $\frac{Вт}{м \cdot к}$;
4. $\frac{Джс}{м^2 \cdot с \cdot к^4}$.

20. Интенсивность конвективного теплообмена оценивается:

1. коэффициентом теплопередачи;
2. коэффициентом поглощения;
3. коэффициентом интенсивности теплообмена;
4. коэффициентом теплоотдачи.

21. Плотность теплового потока в стационарном поле для конвективного теплообмена находятся из выражения:

1. $\bar{q}_K = -\frac{\lambda_{рад}}{\delta} \cdot T$;
2. $\bar{q}_K = \alpha \cdot (T_c - T_{жс})$;
3. $\bar{q}_T = \alpha \cdot \Delta_{град} \cdot T$;
4. $\bar{q}_K = \alpha \cdot F \cdot (T_c + T_{жс})$.

22. Тепловой поток при передаче теплоты конвективным способом определяется как:

1. $\Phi = \alpha \cdot (t_{cm} - t_{жс}) \cdot F$;
2. $\Phi = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{I}{100}\right)^4 \cdot F$;
3. $\Phi = \frac{(t_1 + t_2) \cdot F}{R_{cm}}$;
4. $\Phi = k_{пол} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F$.

23. Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки, при конвективном теплообмене определяется выражением:

1. $Q = \frac{t_1 - t_2}{R_{пол}} \cdot F \cdot \tau$;
2. $Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$;
3. $Q = \alpha \cdot (t_{cm} - t_{жс}) \cdot F \cdot \tau$;
4. $Q = k_{пол} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$.

24. Термическое сопротивление конвективному теплообмену определяется по формуле:

1. $R = \frac{1}{k_{пол}}$;

$$2. \quad R = \frac{\delta}{\lambda};$$

$$3. \quad R = \frac{1}{\alpha};$$

$$4. \quad R = \frac{1}{k_{общ}}.$$

25. Лучистый теплообмен – это превращение:

1. тепла в энергию электромагнитных волн
2. работы в тепло
3. работы в энергию электромагнитных волн

26. Коэффициент излучения энергии с поверхности тела характеризует:

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

27. Если тело полностью пропускает падающую на него лучистую энергию, оно называется абсолютно:

1. белым
2. прозрачным
3. черным

28. Для серого тела коэффициент излучения определяется выражением:

$$1. \quad E = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4;$$

$$2. \quad C = C_0 \cdot \varepsilon;$$

$$3. \quad D = \frac{\Phi_{np}}{\Phi};$$

$$4. \quad A = \frac{\Phi_{погл}}{\Phi}.$$

29. Коэффициент отражения определяется выражением:

$$1. \quad \ddot{A} = \frac{\Phi_{np}}{\Phi};$$

$$2. \quad R = \frac{\Phi_{отр}}{\Phi};$$

$$3. \quad A = \frac{\Phi_{погл}}{\Phi};$$

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

30. Если коэффициент проницаемости тела равен 1, то тело называется:

1. абсолютно белым;

2. серым;
3. абсолютно прозрачным;
4. абсолютно черным.

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

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

32. Если коэффициент поглощения равен 1, то тело является:

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

33. Плотность потока энергии при передаче теплоты излучением определяется по формуле:

1. $\Phi = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot F$;

2. $q = \alpha \cdot (t_{cm} - t_{жс})$;

3. $q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2)$;

4. $E = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4$.

34. Мощность потока энергии при передаче теплоты излучением определяется по формуле:

1. $Q = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot F \cdot \tau$;

2. $\Phi = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot F$;

3. $\Phi = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F$;

4. $\Phi = \alpha \cdot (t_{cm} - t_{жс}) \cdot F$.

35. Закон Стефана Больцмана при лучистом теплообмене представлен выражением:

1. $I = \frac{dE}{d\lambda}$;

2. $E_{Пад} = E_A + E_R + E_D$;

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

4. $E_{ЭФ} = E + R + E_{Пад}$.

Раздел «Теплообменные аппараты»

1. Устройство, предназначенное для передачи теплоты от одного теплоносителя к другому называется:

1. теплогенератором;
2. теплообменным аппаратом;
3. котельным агрегатом;
4. нагревательным прибором.

2. В качестве теплоносителя в теплообменниках не могут использоваться:

1. твердые вещества
2. жидкости
3. газы

3. Величина равная количеству теплоты, проходящей через стенку площадью 1 м^2 за время 1 с , называется:

1. термическим сопротивлением стенки;
2. коэффициентом теплопередачи;
3. плотностью теплового потока;
4. мощностью теплового потока.

4. Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки площадью F за время $t=1\text{ с}$, называется:

1. плотностью теплового потока;
2. тепловым потоком;
3. термическим сопротивлением;
4. коэффициентом теплопередачи.

5. Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки площадью F за время τ называется:

1. плотностью теплового потока;
2. тепловым потоком;
3. количеством теплоты, прошедшим через стенку;
4. термическим сопротивлением стенки

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

1. $Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$;

2. $Q = (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$;

3. $Q = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau$;

4. $Q = C \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot F \cdot \tau$.

7. Термическое сопротивление однослойной плоской стенки определяется:

1. $R = \frac{1}{\alpha}$;

2. $R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$;

$$3. \quad R = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda};$$

$$4. \quad R = \frac{\delta}{\lambda}.$$

8. Плотность теплового потока в стационарном поле для теплопроводности определяется выражением:

$$1. \quad \bar{q}_T = -\lambda \frac{dT}{dx};$$

$$2. \quad \bar{q}_T = E \cdot C_0 \cdot \left[\left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{жс}}{100} \right)^4 \right];$$

$$3. \quad \bar{q}_T = -\lambda \frac{dT}{dx};$$

$$4. \quad \bar{q}_T = -\lambda \cdot F_{град} / T.$$

9. Тепловой поток, прошедший через многослойную стенку, равен:

$$1. \quad \Phi = \frac{t_1 - t_2}{R_{об}} \cdot F;$$

$$2. \quad \Phi = k \cdot (t_1 - t_2) \cdot F;$$

$$3. \quad \Phi = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4 \cdot F;$$

$$4. \quad Q = \frac{(t_1 - t_2)}{R_{общ}} \cdot F \cdot \tau.$$

10. Количество теплоты, переданное сложным теплопереносом, определяется по формуле:

$$1. \quad \Phi = k_{нол} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F;$$

$$2. \quad Q = k_{нол} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau;$$

$$3. \quad Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau;$$

$$4. \quad Q = \frac{t_1 - t_2}{R} \cdot F \cdot \tau.$$

11. Термическое сопротивление сложному теплопереносу определяется по формуле:

$$1. \quad R_{нол} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2};$$

$$2. \quad R_{общ} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n};$$

$$3. \quad R = \frac{\Phi_{отп}}{\Phi};$$

$$4. \quad R = \frac{1}{k}.$$

12. Коэффициент теплопередачи сложным теплопереносом определяется по формуле:

1. $k = \frac{\lambda}{\delta}$;

2. $k = \frac{1}{R}$;

3. $k_{пол} = \frac{1}{R_{пол}}$;

4. $k = \frac{1}{\alpha}$.

13. Термическое сопротивление многослойной стенки определяется по формуле:

1. $R = \frac{1}{\alpha}$;

2. $R = \sum_1^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$;

3. $R = \frac{\lambda}{\delta}$;

4. $R = \frac{\Phi_{отп}}{\Phi}$.

14. Тепловой поток, прошедший через многослойную стенку, равен:

1. $\Phi = \frac{t_1 - t_2}{R_{об}} \cdot F$;

2. $\Phi = k_{об} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F$;

3. $\Phi = \frac{t_1 - t_2}{R_{СТ}} \cdot F$;

4. $\Phi = k_{СТ} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F$.

15. Критерий Нуссельта является:

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

16. Критерий конвективного переноса теплоты (число Стентона) характеризует:

1. увеличение теплообмена за счёт конвекции;
2. соотношение конвективного и молекулярного переносов теплоты;
3. соотношение скорости переноса теплоты и линейной скорости потока;
4. подобие скоростных и температурных полей.

17. Критерий Нуссельта характеризует:

1. физические свойства подвижной среды;
2. интенсивность теплоотдачи;
3. режим вынужденного движения;

4. подъемную силу при естественной конвекции.

18. В вакууме процесс переноса теплоты осуществляется:

1. теплопроводностью;
2. конвекцией;
3. тепловым излучением;
4. теплопередачей.

19. Теплообменные аппараты, служащие для передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, называются:

1. Смесительные;
2. Перекрёстные;
3. Регенеративные;
4. Рекуперативные.

20. Уравнение для расчета рекуперативных теплообменных аппаратов имеет вид:

1. $\Phi = k \cdot \Delta t_{cp} \cdot F$;
2. $\Phi = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4 \cdot F$;
3. $\Phi = \frac{(t_1 - t_2)}{R_{общ}} \cdot F$;
4. $q = k \cdot \Delta t$.

21. При конструктивном расчете теплообменных аппаратов поверхность теплообмена определяется из уравнения:

1. $F = \frac{\Phi}{k_{нол} \cdot \Delta t_{cp}}$;
2. $F = \frac{Q \cdot R_{нол}}{\Delta t_{cp} \cdot \tau}$;
3. $F = \frac{Q}{k_{нол} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \tau}$;
4. $F = \frac{\Phi}{\alpha \cdot (t_{СТ} - t_{Ж})}$.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Параметры состояния идеального газа: температура, давление и объем.
2. Уравнение состояния газа, удельная газовая постоянная.
3. Газовые смеси, способы задания состава смеси: объемный и массовый.
4. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин.
5. Первый закон термодинамики. Теплота и работа различные - формы передачи

энергии.

6. Понятия энтальпии и энтропии. $p-v$ - и $T-s$ - диаграммы идеального газа.
7. Принцип действия поршневого компрессора. Идеальный и реальный компрессор.
8. Расчет основных параметров цикла идеального и реального компрессора.
9. Назначение и принцип действия поршневого ДВС.
10. Расчет основных параметров цикла ДВС с изохорным подводом тепла. $p-v$ - и $T-s$ - диаграммы цикла.
11. Расчет основных параметров цикла ДВС с изобарным подводом тепла. $p-v$ - и $T-s$ - диаграммы цикла.
12. Расчет основных параметров цикла ДВС со смешанным подводом тепла. $p-v$ - и $T-s$ - диаграммы цикла.
13. Назначение и принцип действия газотурбинного ДВС.
14. Расчет основных параметров циклов ГТД с изобарным подводом тепла. $p-v$ - и $T-s$ - диаграммы цикла.
15. Расчет основных параметров циклов ГТД с изохорным подводом тепла. $p-v$ - и $T-s$ - диаграммы цикла.
16. Понятия теплопроводности, теплоотдачи и сложного теплообмена.
17. Дифференциальное уравнение теплопроводности
18. Теплопроводность однородной и многослойной плоской и цилиндрических стенок.
19. Термическое сопротивление.
20. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции
21. Теория подобия. Критерии Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа.
22. Полное термическое сопротивление при теплопередаче от одной жидкости к другой.
23. Особенности расчета охлаждения полупроводниковых приборов. Методы снижения термического сопротивления.
24. Теплоизоляционные материалы, методы повышения термического сопротивления ограждающих конструкций.
25. Устройство и разновидности теплообменных аппаратов, пластинчатые теплообменники.
26. Прямоточная и противоточная схема движения теплоносителей.
27. Уравнение теплового баланса рекуперативного теплообменника.
28. Уравнение теплопередачи, средний температурный напор между теплоносителями.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Базовый уровень освоения дисциплины (оценка «удовлетворительно»):

- знает механизмы и законы переноса теплоты;
- знает методы анализа процессов теплообмена;
- умеет рассчитывать основные параметры процессов теплопереноса;
- владеет специальной терминологией в предметной области и общими представлениями о законах передачи теплоты.

Уровень освоения дисциплины на оценку «хорошо»:

- знает крайние и граничные условия для разных видов теплообмена;
- умеет представлять теплофизические процессы в виде уравнений;
- владеет основами проектирования теплообменных установок на основе законов передачи тепла.

Высокий уровень освоения дисциплины (оценка «отлично»):

- знает основы расчета теплообменников;
- знает закономерности сложного теплообмена;
- умеет использовать методы математического моделирования для описания процессов теплопереноса;
- умеет воплощать сложные физико-химические процессы в конкретном технологическом и аппаратурном оформлении;
- владеет методиками выбора и расчёта теплообменных аппаратов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к теплообменному оборудованию.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или не соответствия критериям оценки «удовлетворительно».

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету
2	Основы термодинамики	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету
3	Передача тепла теплопроводностью	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету
4	Конвективный теплообмен	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету
5	Теплообмен излучением	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету
6	Сложный теплообмен	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету
7	Теплообменные аппараты	ОПК-1, ПК-18	тест, вопросы к зачету

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Булыгин Ю.А. Теплопередача : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006. - 218 с.

2. Лукьяненко В.И., Стогней В.Г., Шкирмина В.В. Теплопередача: учеб. пособие. - Воронеж: ВГТУ, 2005. - 106 с.

3. Лукьяненко В.И., Крутских Д.А., Стогней В.Г. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теплотехника" для студентов специальности "Литейное производство" очной формы обучения / ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: ВГТУ, 2010. - 41 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. **Электронная библиотека** Научной библиотеки Воронежского государственного технического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов]. - Электрон. дан. - Воронеж. 2017 - Режим доступа: <http://cchgeu.ru/university/library/>. - Загл. с экрана.

2. **Научная Электронная Библиотека eLibrary** [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных : электрон, журн. на рус, англ., нем. яз. : реф. и наукометр. база данных] / Науч. электрон, б-ка. - Москва, 1999- . - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - Загл. с экрана.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Учебные лаборатории: Лабораторные занятия проводятся в лабораториях (04/1 и 06/1), оснащенных стендами для исследования теплопередачи.

Дисплейный класс, Дисплейный класс, оснащенный учебными версиями программы ANSYS 10ED.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Термодинамика и теплопередача» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета теплопередачи. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП