



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет

Кафедра «Сварочное производство и технология конструкционных материалов»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

_____ Н. В. Лобов
«___» _____ 2014 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕПЛОМАССОБМЕН»**

Основная образовательная программа подготовки бакалавров
Направление **270800 «Строительство»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|--|--|
| Профиль подготовки бакалавра | 27080005.62 «Теплогазоснабжение и вентиляция» |
| Квалификация (степень) выпускника | бакалавр |
| Специальное звание выпускника | бакалавр-инженер |
| Выпускающая кафедра | «Теплоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение» |
| Форма обучения: | очная |
| Курс: 2. | Семестр: 4 |
| Трудоёмкость: | |
| - кредитов по рабочему учебному плану: | 4 ЗЕ |
| - часов по рабочему учебному плану: | 144 ч |
| Виды контроля: | |
| Экзамен: - 4 семестр | Зачёт: - Курсовой проект: - Курсовая работа: -4 семестр |

Пермь
2014

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Теплопроводность и теплопередача.

Раздел 1. Теплопроводность и теплопередача.

Л – 6 ч, ПЗ – 6 ч, ЛР - 4 ч, СРС – 21 ч.

Тема 1. **Основные понятия и определения.** Теория теплообмена как специальная теплотехническая дисциплина, этапы исторического развития. Значение дисциплины для последующего изучения специальных курсов и для практической деятельности. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Теплоотдача и теплопередача. Интенсификация процессов теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока. Температурное поле, температурный градиент.

Тема 2. **Основные законы и уравнения теории теплопроводности.** Теплопроводность, как механизм передачи теплоты в твердом теле. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности: геометрические, теплофизические, краевые. Тепловые граничные условия. Безразмерная формулировка краевой задачи теплопроводности. Критерии Био и Фурье, их физический смысл. Теплопроводность при стационарном режиме. Температурное поле плоской и цилиндрической стенки (однослойной и многослойной). Термическое сопротивление контакта, методика оценки контактных сопротивлений. Теплопроводность при нестационарном режиме. Расчет времени нагрева и охлаждения тел. Метод регулярного теплового режима.

Тема 3. **Теплопередача.** Определение явления теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Теплопередача через ребристые стенки. Коэффициент эффективности ребер.

Модуль 2. Конвективный и лучистый теплообмен. Теплообменные аппараты.

Раздел 2. Конвективный и лучистый теплообмен. Теплообменные аппараты.

Л – 6 ч, ПЗ – 12 ч, ЛР - 10 ч, СРС – 39 ч.

Тема 4. **Конвективный теплообмен.** Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения. Математическая постановка и пути решения краевой задачи конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Определяемый и определяющие критерии подобия. Виды уравнений подобия конвективного теплообмена. Определяющая температура и определяющий размер. Методы осреднения температуры теплоносителей. Теоремы теории подобия, константы, индикаторы, числа подобия, их свойства, определяющие и определяемые числа подобия. Приложение теории подобия - теория физического эксперимента, моделирование, математический эксперимент. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

Тема 5. **Теплообмен излучением.** Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и радиационные характеристики тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Защита от теплового излучения. Сложный теплообмен. Моделирование сложного теплообмена граничными условиями третьего рода.

Тема 6. **Основы массообмена. Теплообменные аппараты.** Основы массообмена. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Теплообменные устройства. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Конструктивные особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов. Основные принципы теплового расчета теплообменников. Прямой и проверочный расчеты рекуперативного теплообменника.

Определение среднего температурного³ перепада и коэффициента теплопередачи, основные расчетные соотношения, определение температуры теплоносителя на выходе из теплообменника, расчет поверхности теплообмена.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия |
|--------|-----------------------|--|
| 1 | Тема 2 | Расчет теплопроводности плоской и цилиндрической стенки при стационарном режиме. |
| 2 | Тема 2 | Расчет теплопроводности тел простой формы при нестационарном режиме. |
| 3 | Тема 3 | Расчет и анализ теплопередачи через многослойную стенку. Выбор тепловой изоляции |
| 4 | Тема 4 | Решение задач конвективного теплообмена при свободном и вынужденном движении среды |
| 5 | Тема 5 | Расчет теплового излучения. Выбор тепловой защиты |
| 6 | Тема 6 | Расчет теплообменных аппаратов. |

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы лабораторной работы |
|--------|-----------------------|---|
| 1 | Тема 2 | Определение коэффициента теплопроводности твердого тела методом трубы |
| 2 | Тема 4 | Исследование теплоотдачи при свободном движении воздуха |
| 3 | Тема 5 | Исследование теплового излучения твердого тела |

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

| Номер темы дисциплины | Вид самостоятельной работы студентов | Трудоёмкость, часов |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Изучение теоретического материала | 3 |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | 6 |
| | Подготовка к лабораторным работам | 3 |
| | Изучение теоретического материала | 3 |
| 3 | Подготовка к практическим занятиям | 3 |
| | Изучение теоретического материала | 3 |
| 4 | Подготовка к практическим занятиям | 3 |
| | Подготовка к лабораторным работам | 3 |
| | Изучение теоретического материала | 3 |

| 1 | 2 | 3 |
|----------|------------------------------------|------------------|
| 5 | Подготовка к практическим занятиям | 3 |
| | Подготовка к лабораторным работам | 3 |
| | Изучение теоретического материала | 3 |
| 6 | Подготовка к практическим занятиям | 3 |
| | Подготовка курсовой работы | 18 |
| | Итого: в ч / в ЗЕ | 60 / 1,67 |

4.5.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов:

Тема 1. Этапы исторического развития дисциплины. Сравнительный анализ механизмов теплообмена. Теплоотдача и теплопередача. Интенсификация процессов теплообмена.

Тема 2. Безразмерная формулировка краевой задачи теплопроводности. Критерии Био и Фурье, их физический смысл. Термическое сопротивление контакта, методика оценки контактных сопротивлений. Теплопроводность при нестационарном режиме. Расчет времени нагрева и охлаждения тел. Метод регулярного теплового режима.

Тема 3. Критический диаметр тепловой изоляции. Теплопередача через ребристые стенки. Коэффициент эффективности ребер.

Тема 4. Методы осреднения температуры теплоносителей. Теоремы теории подобия, константы, индикаторы, числа подобия, их свойства, определяющие и определяемые числа подобия. Приложение теории подобия - теория физического эксперимента, моделирование, математический эксперимент. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

Тема 5. Защита от теплового излучения. Сложный теплообмен. Моделирование сложного теплообмена граничными условиями третьего рода.

4.5.2 Курсовая работа

Тема типовой курсовой работы «Расчет рекуперативного теплообменного аппарата».

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Не предусмотрен.

2) Экзамен

Экзамен по дисциплине проводится устно или письменно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.