

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Материаловедение и
металлургические технологии

_____ М. А. Иванов
26.06.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1756

дисциплины ДВ.1.02.02 Закономерности развития условий тепломассообмена
для направления 22.03.02 Metallургия
уровень бакалавр **тип программы** Прикладной бакалавриат
профиль подготовки Обработка металлов давлением
форма обучения очная
кафедра-разработчик Metallургическое производство

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.12.2015 № 1427

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н.
(ученая степень, ученое звание)

23.06.2017

(подпись)

В. А. Пашнев

Разработчик программы,
преподаватель
(ученая степень, ученое звание,
должность)

23.06.2017

(подпись)

Т. Ю. Васинькина

1. Цели и задачи дисциплины

Цели и задачи дисциплины - формирование у студентов знаний и навыков, необходимых для понимания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплоустановкам; освоение основных способов и методов расчета передаваемых тепловых потоков, а также температурных полей в потоках жидкостей и газов, в элементах конструкций теплоустановок .

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина охватывает основные положения учения о тепломассообмене и их приложение к анализу работы теплоэнергетического оборудования. Последовательно рассматриваются элементарные виды переноса теплоты (теплопроводность, конвекция и тепловое излучение), а также процессы конвективной теплоотдачи, сложный процесс теплопередачи и основы расчета теплообменных аппаратов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|--|--|
| ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию | Знать: научные основы организации своего труда, способы и формы повышения своей квалификации и мастерства. |
| | Уметь: самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии. |
| | Владеть: навыками применения современных информационных технологий для работы с научно-технической литературой. |
| ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания | Знать: основные законы и явления тепломассообмена |
| | Уметь: рассчитывать и анализировать процессы тепломассообмена. |
| | Владеть: Навыками работы с современными программными устройствами. |
| ПК-4 готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы | Знать: основные закономерности процессов переноса тепла и массы |
| | Уметь: рассчитывать и анализировать процессы тепло- и массопереноса |
| | Владеть: навыками расчёта процессов конвективного тепло- и масопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью. |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Б.1.05.01 Алгебра и геометрия, Б.1.06 Физика | В.1.09 Металлургическая теплотехника |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|-------------------------------|--|
| Б.1.05.01 Алгебра и геометрия | знать и уметь применять основы дифференциального и интегрального исчисления. |
| Б.1.06 Физика | Знать и уметь применять основные законы физики |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 | |
| <i>Аудиторные занятия</i> | 48 | 48 | |
| Лекции (Л) | 32 | 32 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 60 | 60 | |
| Работа над вопросами для самоконтроля | 20 | 20 | |
| Выполнение индивидуальных расчётных заданий | 30 | 30 | |
| Подготовка к зачёту | 10 | 10 | |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | диф.зачет | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|----------------------------------|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Теплопроводность | 14 | 10 | 4 | 0 |
| 2 | Конвективный теплообмен | 12 | 8 | 4 | 0 |
| 3 | Теплообмен излучением | 10 | 6 | 4 | 0 |
| 4 | Массообмен | 6 | 4 | 2 | 0 |
| 5 | Теплообменные аппараты | 6 | 4 | 2 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Основные положения учения о теплопроводности. | 2 |
| 2 | 1 | Теплопроводность при стационарном режиме | 6 |
| 3 | 1 | Нестационарные процессы теплопроводности. | 2 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| 4 | 2 | Основные положения учения о конвективном теплообмене | 2 |
| 5 | 2 | Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена | 2 |
| 6 | 2 | Теплоотдача при различных режимах течения жидкости | 4 |
| 7 | 3 | Основные законы теплового излучения | 2 |
| 8 | 3 | Теплообмен излучением между твёрдыми телами, разделёнными прозрачными средами. | 2 |
| 9 | 3 | Теплообмен излучающих и поглощающих средах | 2 |
| 10 | 4 | Массообмен | 4 |
| 11 | 5 | Теплообменные аппараты | 2 |
| 12 | 5 | Методы теплового расчёта | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Теплопроводность | 4 |
| 2 | 2 | Конвективный теплообмен | 4 |
| 3 | 3 | Теплопроводность излучением | 4 |
| 4 | 4 | массообмен | 2 |
| 5 | 5 | расчёт теплообменных аппаратов | 2 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | |
|---|--|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Работа над вопросами для самоконтроля | ЦветковФ.Ф., Тепломассообмен. м МЭИ,2006 | 20 |
| Выполнение индивидуальных расчётных заданий | примеры и задачи по тепломассообмену.СПб. Лань, 2011, Шатров М.Г. Иванов И.С. и др.. Сборник задач по теплотехнике | 30 |
| Подготовка к зачёту | ЦветковФ.Ф., Тепломассообмен. м МЭИ,2006 | 10 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------|
| Групповая работа | Практические занятия и семинары | Работа в парах при обсуждении способов и методов решения задач | 8 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|----------------------------------|--|--|--|
| Все разделы | ПК-4 готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы | выполнение индивидуальных заданий | №1-7 |
| Все разделы | ОК-5 способностью к самоорганизации и самообразованию | Проверка усвоения теоретического материала | вопросы для самоконтроля по тепломассообмену |
| Все разделы | ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания | Выполнение индивидуальных заданий | №1-7 |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| выполнение индивидуальных заданий | Проверка выполненных заданий. | Отлично: Задание выполнено полностью без ошибок. Хорошо: Задание выполнено полностью, но допущены ошибки при выполнении расчётов. Удовлетворительно: задание выполнено в объёме не менее 50% Неудовлетворительно: Задание выполнено менее.ю чем 50% объёма. |

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|-----------------------------------|---|
| выполнение индивидуальных заданий | Задания для самостоятельного решения Задача 1. Стенка топочной камеры имеет размеры 3x5 м2. Стенка состоит из шамотного кирпича (250 мм) и одного красного кирпича (250 мм); в промежутке между ними находится изоляционная совелитовая прокладка толщиной δ . Температура внутренней стенки t_1 ; температура наружной поверхности по условиям техники безопасности не должна превышать 60оС. Определить тепловой поток через стенку через 10 часов работы и экономию в процентах от применения изоляционной прослойки по сравнению со стенкой той же толщины, но выполненной из шамотного кирпича . Найти температуры на обеих поверхностях изоляционной прослойки; результаты представить графически. Коэффициенты теплопроводности: шамота $\lambda_1=1,1$ Вт/(мК), совелита $\lambda_2=0,09$ Вт/(мК), красного кирпича λ_3 . Данные для каждого варианта выбрать в таблице. параметры варианты |

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

$t_1, \text{ }^\circ\text{C}$ 1300 1250 1200 1150 1350 1300 1250 1200 1150 1300

$\lambda_3, \text{Вт}/(\text{мК})$ 0,81 0,80 0,79 0,83 0,82 0,81 0,8 0,79 0,83 0,82

$\delta, \text{ мм}$ 0,125 0,150 0,125 0,175 0,125 0,150 0,175 0,200 0,125 0,150

Задача 2. Железобетонная дымовая труба внутренним диаметром 800 мм и наружным диаметром 1300 мм должна быть футерована внутри огнеупором. Определить толщину футеровки и температуру наружной поверхности трубы из условий, чтобы тепловые потери с одного погонного метра трубы не превышала q_1 , а температура внутренней поверхности трубы не должна превышать t_2 . Температура внутренней поверхности футеровки t_1 .

Коэффициент теплопроводности футеровки $\lambda_1 = 0,838 + 0,001t$ Вт/(мК), коэффициент теплопроводности бетона λ_2 .

Данные для каждого варианта выбрать в таблице.

параметры варианты

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

$t_1, \text{ }^\circ\text{C}$ 410 420 425 430 440 450 460 480 520 560

$\lambda_3, \text{Вт}/(\text{мК})$ 1,05 1,07 1,1 1,12 1,14 1,16 1,18 1,2 1,22 1,24

$t_2, \text{ }^\circ\text{C}$ 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270

$q_1, \text{ Вт}/\text{м}$ 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700

Задача 3. Стенка котла толщиной δ и теплопроводностью $\lambda_1 = 50$ Вт/(мК), омывается с одной стороны дымовыми газами при температуре $t_{ж1}$, а с другой – кипящей водой при температуре $t_{ж2}$. Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке α_1 , от стенки к воде – α_2 . Определить коэффициент теплопередачи от стенки к воде, плотность теплового потока и температуры поверхности стенки.

Решить задачу при условии, что стенка покрылась со стороны газов слоем сажи δ_c , а со стороны воды – слоем накипи δ_n . Коэффициент теплопередачи сажи $\lambda_c = 0,08$ Вт/(мК), накипи – $\lambda_n = 0,5$ Вт/(мК). Сравнить результаты расчетов.

Определить уменьшение плотности теплового потока. Построить график распределения температур по толщине стенки.

Данные для каждого варианта выбрать в таблице.

Параметры Вариант

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

$t_{ж1}, \text{ }^\circ\text{C}$ 1400 1300 1150 1500 1200 1100 1000 1200 1400 1350

$t_{ж2}, \text{ }^\circ\text{C}$ 300 280 250 300 260 200 190 270 300 290

$\alpha_1, \text{ Вт}/(\text{мК})$ 150 140 130 140 130 120 100 130 150 140

$\alpha_2, \text{ Вт}/(\text{мК})$ 5500 5300 5200 5100 5000 4900 4800 5000 5500 5400

$\delta_c, \text{ мм}$ 1,0 1,5 1,3 1,2 0,8 1,6 1,8 2,0 1,0 1,5

$\delta_n, \text{ мм}$ 0,8 1,0 1,5 1,8 1,3 1,5 2,0 2,1 2,2 1,2

$\delta, \text{ мм}$ 20 18 16 14 12 10 22 24 26 12

Задача 4. Внутри вертикальной стальной трубы высотой 1 м и диаметром $d_n/d_{вн}$, мм движется вода, температура которой $t_1, \text{ }^\circ\text{C}$. Скорость течения воды $w_{ж}$ м/с. Снаружи стенка трубы охлаждается поперечным потоком воздуха с температурой $t_2, \text{ }^\circ\text{C}$ и скоростью 5 м/с. Вычислить коэффициент теплопередачи от воды к воздуху и количество передаваемой теплоты. Температуру стенки принять равной $t_{ст} = t_1 - (5 \div 10)^\circ\text{C}$.

Данные для каждого варианта выбрать в таблице.

Параметры Вариант

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

$t_1, \text{ }^\circ\text{C}$ 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60

$t_2, \text{ }^\circ\text{C}$ 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36

$d_n/d_{вн}, \text{ мм}$ 32/38 32/38 32/38 28/25 28/25 28/25 28/25 25/19 25/19 25/19

$l, \text{ м}$ 2,0 2,2 2,4 2,6 2,7 2,8 3,0 3,2 3,4 3,6

$w_{ж}, \text{ м}/\text{с}$ 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,2 2,3

Задача 5. Определить средний коэффициент теплоотдачи n – рядного: а) коридорного и б) шахматного пучков кипящих труб котлоагрегата,

| |
|--|
| <p>омываемого дымовыми газами (воздухом), направление потока которых к трубам осуществляется под углом атаки φ. Скорость движения потока в узком сечении w, диаметр трубок d, средняя температура дымовых газов, омывающих пучок $t_{ж}$.</p> <p>Данные для каждого варианта выбрать в таблице.</p> <p>Параметры Вариант</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p>$t_{ж}$, оС 600 700 500 450 550 600 700 500 650 550</p> <p>d, мм 24 32 38 52 38 24 32 52 38 24</p> <p>n 6 8 10 7 5 9 11 12 4 8</p> <p>φ, град 25 30 40 25 45 35 25 50 35 40</p> <p>w, м/с 8 10 12 14 15 8 10 6 12 15</p> <p>Задача 6. Определить удельный тепловой поток и коэффициент теплоотдачи излучения между двумя параллельно расположенными пластинами, с температурой t_1 и t_2 и степенью черноты ϵ_1 и ϵ_2. Как изменится удельный тепловой поток, если между пластинами установить экран со степенью черноты ϵ_3?</p> <p>Данные для каждого варианта выбрать в таблице.</p> <p>Параметры Вариант</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p>t_1, оС 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650</p> <p>t_2, оС 20 30 40 50 60 50 40 30 70 50</p> <p>ϵ_1 0,5 0,55 0,6 0,7 0,8 0,7 0,65 0,75 0,8 0,65</p> <p>ϵ_2 0,6 0,65 0,7 0,75 0,6 0,5 0,85 0,65 0,7 0,5</p> <p>ϵ_3 0,04 0,06 0,07 0,08 0,1 0,08 0,05 0,06 0,07 0,1</p> <p>Задача 7. Выполнить тепловой расчёт пароводяного кожухотрубного теплообменника, предназначенного для нагрева G_1 т/ч воды от температуры $t^{\prime\prime}в = 10$оС до $t^{\prime\prime}в$. Вода движется внутри латунных трубок диаметром $d_n/d_{вн} = 17/14$ мм, коэффициент теплопроводности латуни $\lambda=85$Вт/(мК). Греющий теплоноситель – сухой насыщенный пар давлением p движется в межтрубном пространстве. Скорость движения воды w принять 1...2,5 м/с.</p> <p>Данные для каждого варианта выбрать в таблице.</p> <p>Параметры Вариант</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p>$t^{\prime\prime}в$, оС 100 95 90 85 80 85 90 95 100 105</p> <p>p, МПа 0,476 0,547 0,147 0,17 0,198 0,234 0,27 0,315 0,361 0,419</p> <p>G_1, т/ч 45 50 55 60 70 75 80 85 90 70</p> |
|--|

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен Текст учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 559 с. ил.
2. Сборник задач по теплотехнике Текст учеб. пособие для высш. проф. образования по направлениям подготовки бакалавров "Эксплуатация трансп. машин" и др. М. Г. Шатров и др.; под ред. М. Г. Шатрова. - М.: Академия, 2012. - 268, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Теплотехника Учебник для инж.-техн. спец. вузов А. П. Баскаков и др.; Под общ. ред. А. П. Баскакова. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат,

1991. - 223 с. ил.

2. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Задания для самостоятельной работы

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Задания для самостоятельной работы

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|--------|--|
| Лекции | | компьютерная техника, проектор, доска |