

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль):

Металлургия чугуна

Электрометаллургия стали

Программа:

Бакалавриат

Форма обучения:

очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	4	6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	6,0 (216)	6,0 (216)
Контактная работа (час.), в том числе:	91	18
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	51	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	71	162
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	4/27	6/27
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», направленность (профили): «Металлургия чугуна», «Электрометаллургия стали») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

профессор кафедры
«Техническая теплофизика»,
д-р техн. наук, доцент

(подпись)

Н.И. Захаров
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры
«Техническая теплофизика»

Протокол от «10» марта 2023 года № 12

Заведующий кафедрой

(подпись)

А.Б. Бирюков
(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»

Заведующий кафедрой

(подпись)

В.В. Кочура
(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Электрометаллургия»

И.о. заведующего кафедрой

(подпись)

В.И. Заика
(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ГОУВПО
«ДОННТУ» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия»

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель

(подпись)

Снитко С.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приема на заседании кафедры
«Техническая теплофизика»

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Электromеталлургия»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы: основные законы передачи тепла, особенности передачи теплопроводностью, конвекцией, тепловым излучением, рассмотрением конкретных положений передачи тепла каждым из перечисленных видов передачи тепла, применение каждого закона передачи тепла и их особенностей к решению задач.

Цель дисциплины – изучение процессов распространения тепла и массы.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: законы передачи тепла и массы, основные понятия, положения, на основании которых выводятся уравнения теплопроводности и диффузии, условия однозначности; методы решения дифференциальных уравнений тепломассопереноса; численные методы в задачах тепломассообмена; передачу тепла через плоскую и цилиндрическую стенку, от одной среды к другой через разделительную стенку произвольной формы; гидродинамику течения жидкости при свободном и вынужденном движении; передачу тепла излучением, законы излучения, их применение, что такое «серое» тело, использование угловых коэффициентов для расчета тепла излучением между двумя телами, какие газы способны излучать тепло; типы теплообменных аппаратов, их назначение, основные положения теплового расчета, средний температурный напор; условия подобия процессов переноса теплоты и массы; критерии подобия и критериальные уравнения;

уметь: определить количество тепла, которое передается теплопроводностью, конвекцией, излучением; применение дифференциальных уравнений для решения задач теплопроводности и диффузии; сформулировать необходимые условия однозначности; решать задачи передачи тепла и массы при граничных условиях I рода через плоскую и цилиндрическую стенку и при граничных условиях III рода через разделительную стенку плоской и цилиндрической формы, применяя численный метод для решения этих задач; рассчитать передачу тепла при свободной конвекции, при вынужденной конвекции вдоль плоской поверхности, при поперечном обтекании труб; рассчитать количество тепла излучением при теплообмене между двумя телами, при установке экранов, в окружающее пространство, рассчитать количество тепла при излучении газов; определить температуру теплоносителя, средний температурный напор; определить температуру горячего и холодного теплоносителя на выходе из теплообменника при прямотоке и противотоке; рассчитать теплообменник; выполнить расчет процессов нагрева (охлаждения) металла и диффузионных процессов в его расплаве с помощью критериальных графиков и численным методом;

владеть: навыками решения задач по основным разделам дисциплины «Тепломассообмен» связанных с изучением процессов тепло- и массопереноса.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

УК-2 способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: высшая математика, физика, физическая химия, теплотехника, гидрогазодинамика.

Знания, умения и навыки реализуются студентом при обучении следующих дисциплин: теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах, теплогенерирующие установки, высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки, а также при выполнении НИР. Кроме того, знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются при прохождении производственной и преддипломной практик, государственной

итоговой аттестации при выполнении и защите выпускной квалификационной работы бакалавра, а также при продолжении обучения в магистратуре.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	в том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Введение. Виды процессов тепло-массопереноса. Теплопроводность. Поле температур и концентраций.	5/3	1/1	-/-	2/-	3/2
Тема 2. Температурный градиент, тепловой поток, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.	5/4	1/-	-/-	2/1	3/3
Тема 3. Виды теплообменников. Схемы рекуперативных теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета, коэффициент теплопередачи.	6/4	2/-	-/-	2/1	2/3
Тема 4. Среднелогарифмический температурный напор.	6/5	1/-	-/-	2/-	3/5
Тема 5. Расчет конечных температур рабочих теплоносителей.	6/4	1/1	-/-	2/-	3/3
Тема 6. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности с использованием плотности теплового потока.	6/4	1/-	-/-	2/-	3/4
Тема 7. Условия однозначности (краевые условия).	5/5	1/-	-/-	2/-	2/5
Тема 8. Передача тепла теплопроводностью через плоскую однослойную стенку (граничные условия I рода).	6/6	1/1	-/-	2/-	3/5
Тема 9. Передача тепла теплопроводностью через плоскую и цилиндрическую многослойную стенки (граничные условия I рода).	5/5	2/-	-/-	2/-	3/5
Тема 10. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую однослойную стенку (граничные условия I рода).	6/6	1/-	-/-	2/1	3/5
Тема 11. Передача тепла от одной среды к другой через одно и многослойную плоскую стенку.	6/6	1/-	-/-	3/1	4/5
Тема 12. Передача тепла от одной среды к другой через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.	6/7	2/1	-/-	2/-	2/6
Тема 13. Основные положения конвективного теплообмена. Понятие о теории подобия. Турбулентное и ламинарное движение.	5/8	2/-	-/-	2/-	3/8
Тема 14. Теплоотдача при свободном движении в неограниченном пространстве, теплоотдача при свободном движении в ограниченном пространстве.	6/8	2/1	-/-	2/-	3/7

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	в том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 15. Вынужденная конвекция. Гидродинамические условия развития процесса при продольном омывании плоской поверхности.	5/8	2/-	-/-	2/1	3/7
Тема 16. Особенности движения и теплообмена в трубах.	5/7	1/1	-/-	2/-	3/6
Тема 17. Теплоотдача при поперечном обтекании труб и пучка труб.	5/7	2/1	-/-	2/1	4/5
Тема 18. Природа лучистой энергии. Виды лучистых потоков.	5/7	1/-	-/-	2/-	3/7
Тема 19. Законы теплового излучения.	5/7	1/-	-/-	2/-	4/7
Тема 20. Теплообмен между двумя телами по закону Стефана-Больцмана. Черные температуры. Лучистый теплообмен между телами.	5/7	2/1	-/-	2/	2/5
Тема 21. Угловые коэффициенты. Теплообмен излучением между двумя поверхностями через лучепрозрачную среду.	5/7	2/-	-/-	2/1	4/6
Тема 22. Излучение газов и паров.	5/7	1/-	-/-	2/-	2/7
Тема 23. Решение задач охлаждения пластины при граничных условия III рода.	5/7	1/-	-/-	2/	3/6
Тема 24. Численный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.	5/6	2/-	-/-	2/1	2/5
Контактная работа (дополнительная)	6/8				-/-
Курсовая работа (проект)	27/27				27/27
Итого по видам занятий	162/180	34/4		51/6	71/162
Контроль	54/36				
Итого:	216/216				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-2	Тема 1-24

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Виды процессов тепломассопереноса. Теплопроводность. Поле температур и концентраций

Содержание темы 1: Введение. Передача тепла теплопроводностью, конвекцией, излучением. Стационарное и нестационарное поле температур и концентраций. Механизм передачи тепла теплопроводностью.

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 2. Температурный градиент, тепловой поток, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Содержание темы 2: Градиент температуры, физический смысл градиента температуры. Коэффициент теплопроводности, физический смысл, коэффициент теплопроводности газов, жидкостей, металлов, механизм передачи тепла.

Литература к теме 2: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 3. Виды теплообменников. Схемы рекуперативных теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета, коэффициент теплопередачи.

Содержание темы 3: Уравнение теплового баланса. Расчет температуры дымовых газов на выходе из теплообменника. Коэффициент теплопередачи для плоской и цилиндрической стенки.

Литература к теме 3: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 4. Среднелогарифмический температурный напор.

Содержание темы 4: Вывод выражения среднелогарифмического температурного напора для прямотока и противотока.

Литература к теме 4: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 5. Расчет конечных температур рабочих теплоносителей.

Содержание темы 5: Определение конечной температуры холодного и горячего теплоносителя при прямотоке и при противотоке.

Литература к теме 5: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 6. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности с использованием плотности теплового потока.

Содержание темы 6: Стационарное и нестационарное тепловое состояние. Коэффициент температуропроводности.

Литература к теме 6: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 7. Условия однозначности (краевые условия).

Содержание темы 7: Получение конкретного решения дифференциального уравнения требует задания условий однозначности: геометрических, физических, начальных условий и граничных условий.

Литература к теме 7: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 8. Передача тепла теплопроводностью через плоскую однослойную стенку (граничные условия I рода).

Содержание темы 8: Передача тепла теплопроводностью и концентраций при диффузии при стационарном тепловом состоянии при известной температуре поверхности.

Литература к теме 8: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 9. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую однослойную стенку (граничные условия I рода).

Содержание темы 9: Передача тепла теплопроводностью и вещества диффузией через однослойную цилиндрическую стенку при заданной температуре поверхности.

Литература к теме 9: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 10. Передача тепла теплопроводностью через плоскую и цилиндрическую многослойные стенки (граничные условия I рода).

Содержание темы 10: Плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока, термическое (тепловое) и линейное тепловое сопротивление.

Литература к теме 10: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 11. Передача тепла от одной среды к другой через одно- и многослойную плоскую стенку.

Содержание темы 11: Определение плотности теплового потока, коэффициента теплопередачи, определение температуры на границах слоев.

Литература к теме 11: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 12. Передача тепла от одной среды к другой через одно- и многослойную цилиндрическую стенку.

Содержание темы 12: Стационарное тепловое состояние для цилиндрических стенок, тепловое содержание, линейная плотность теплового потока.

Литература к теме 12: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 13. Основные положения конвективного теплообмена. Понятие о теории подобия. Турбулентное и ламинарное движение.

Содержание темы 13: Свободное и вынужденное движение, отличие свободного движения от вынужденного. Подобные явления. Числа подобия.

Литература к теме 13: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 14. Теплоотдача при свободном движении в неограниченном пространстве и теплоотдача при свободном движении в ограниченном пространстве.

Содержание темы 14: Теплообмен при свободном движении вдоль вертикальной поверхности, вдоль горизонтальной поверхности при теплоотдающей поверхности вверх и вниз, теплоотдача в щелях.

Литература к теме 14: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 15. Вынужденная конвекция. Гидродинамические условия развития процесса при продольном омывании плоской поверхности.

Содержание темы 15: Пограничный слой. Ламинарное и турбулентное движение в пограничном слое.

Литература к теме 15: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 16. Особенность движения и теплообмена в трубах.

Содержание темы 16: Образование пограничного слоя в замкнутом пространстве. Теплообмен при ламинарном и турбулентном движении.

Литература к теме 16: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 17. Теплоотдача при поперечном обтекании труб и пучка труб.

Содержание темы 17: Особенности поперечного обтекания труб, коридорное и шахматное расположение труб в пучке. Стабилизация коэффициента теплоотдачи на 3 ряде пучка труб.

Литература к теме 17: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 18. Природа лучистой энергии. Виды лучистых потоков.

Содержание темы 18: Способность тел поглощать, отражать и пропускать лучистую энергию. Изменение количества лучистой энергии, излучаемой телом с температурой.

Литература к теме 18: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 19. Законы теплового излучения.

Содержание темы 19: Законы Планка, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, закон Ламберта.

Литература к теме 19: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 20. Теплообмен между двумя телами по закону Стефана-Больцмана. Чёрные температуры. Лучистый теплообмен между телами.

Содержание темы 20: Радиационная, яркостная, цветовая температура.

Литература к теме 20: [\[1\]](#), [\[2\]](#)

Тема 21. Угловые коэффициенты. Теплообмен излучением между двумя поверхностями через лучепрозрачную среду.

Содержание темы 21: Теплообмен излучением в окружающее пространство, при установке экранов.

Литература к теме 21: [1, 2]

Тема 22. Излучение газов и паров.

Содержание темы 22: Расчет степени черноты газов.

Литература к теме 22: [1, 2]

Тема 23. Решение задач охлаждения пластины при граничных условия III рода.

Содержание темы 23: Расчет охлаждения пластины при граничных условия III рода.

Литература к теме 23: [1, 2]

Тема 24. Численный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.

Содержание темы 24: Определение температуры во внутренних и граничных точках тела.

Литература к теме 24: [1, 2]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Решение задач при передаче тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением. Определение теплового потока, градиента температуры.	4/0	[1, 2, 4]
2	Расчет тепловых мощностей, среднелогарифмического температурного напора	4/1	[1, 2, 4]
3	Расчет конечной температуры жидкостей	4/0	[1, 2, 4]
4	Решение задач при передаче тепла теплопроводностью через плоскую однослойную и многослойную стенки	3/1	[1, 2, 4]
5	Решение задач при передаче тепла теплопроводностью через цилиндрическую однослойную и многослойную стенки	3/1	[1, 2, 4]
6	Решение задач при передаче тепла от одной среды к другой через плоскую разделительную одно и многослойную стенку	3/0	[1, 2, 4]
7	Решение задач при передаче тепла от одной среды к другой через разделительную цилиндрическую стенку	3/1	[1, 2, 4]
8	Критический радиус изоляции	3/0	[1, 2, 4]
9	Решение задач при свободной конвекции	5/0	[1, 2, 4]
10	Решение задач при вынужденной конвекции	5/1	[1, 2, 4]
11	Решения задач по видам измерения	3/0	[1, 2, 4]
12	Решение задач по закону Планка, по закону Вина	3/0	[1, 2, 4]
13	Решение задач по закону Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта	3/0	[1, 2, 4]
14	Решение задач при излучении газов	5/1	[1, 2, 4]
Итого:		51/6	

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/заочная	Литература
	Учебным планом не предусмотрено.		
	Итого:		

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. (очная/заочная)
1	Изучение лекционного материала	20/56
2	Подготовка к лабораторным работам	-/-
3	Подготовка к практическим занятиям	24/79
4	Выполнение курсовой работы	27/27
5	Выполнение курсового проекта	-/-
6	Выполнение индивидуального задания	-/-
Итого:		71/162

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Индивидуальная работа не предусмотрена.

Учебным планом предусмотрена курсовая работа. Объем учебной нагрузки при выполнении курсовой работы – 27 часов.

О выполнении курсовой работы сообщается студентам в начале семестра.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

Выполнение курсовой работы осуществляется в часы СРС. Сдача курсовой работы осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по курсовой работе– 30-40 страниц формата А4 (210×297 мм). Задание и порядок выполнения курсовой работы представлены в методических указаниях [5], [6].

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

– нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

– минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

– пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

– средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

– нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

– минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

– пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

– средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

– нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

– средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

– продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

– высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

– нулевой уровень: компетенции не сформированы;

– минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

– пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

– средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;

– продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;

– высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Определение перепада температур между осью симметрии пластины при $x=0$.
2. Сферический реактор с внутренним и внешним диаметрами, равными соответственно $d_1=600\text{мм}$ и $d_2=900\text{мм}$, изоляция изготовлена из материала, теплопроводность которого $\lambda=50\text{ Вт/мК}$. Определить температуру внешней поверхности, если плотность теплового потока, проходящего через нее $q=10000\text{ Вт/м}^2$, а температуре внутренней поверхности $t=1500^\circ\text{C}$.
3. Что такое диффузия.
4. Что характеризует 2 уравнение диффузии.
5. Диффузионный поток

6. В чем состоит аналогия теплопроводности и диффузии.
7. Что характеризуют граничные условия.
8. Уравнение Фика
9. Определение концентрации вещества во внутренних точках тела.
10. Определение концентрации вещества в граничных точках тела.
11. Дифференциальные уравнения теплообмена
12. Теплопроводность это
13. Что представляет метод прогонки?
14. Конвективный теплообмен
15. Теплообмен при кипении
16. Что представляют подобные явления
17. В чем заключается теория подобия
18. Метод прогонки
19. Определение коэффициента теплоотдачи при конденсации пара
20. Общие представления о процессе кипения
21. Коэффициент теплоотдачи при пленочном кипении.
22. Вынужденная конвекция
23. Влияние нагрева пара
24. Виды лучистых потоков
25. Законы теплового излучения
26. Закон Бугера
27. Нестационарное тепловое состояние
28. Конечно-разностный метод
29. Несимметричный нагрев тел
30. Основные положения теплового расчета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа:

бакалавриат

Направление подготовки

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

22.03.02 «Металлургия»

Направленность (профиль):

(код, название)

Металлургия чугуна

Электрометаллургия стали

(название)

Семестр:

4 (6)

Учебная дисциплина:

Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах

БИЛЕТ № 1

1. Вычислить потери теплоты через единицу поверхности кирпичной обмуровки печи и температуру на поверхностях стенки, если толщина стенки $s = 250$ мм, температура газов $t_r = 700$ °С и окружающего воздуха $t_b = 30$ °С. Коэффициент теплоотдачи от газов к поверхности стенки $\alpha_1 = 23$ Вт/(м²·К) и от стенки к воздуху $\alpha_2 = 12$ Вт/(м²·К). коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,7$ Вт/(м·К).
2. Определить коэффициент теплоотдачи и количество тепла, отдаваемого в единицу времени горизонтальной плитой, обращенной теплоотдающей поверхностью с размерами $a \times b = 2 \times 3$ м кверху к окружающему спокойному воздуху, если известно, что температура поверхности плиты $t_c = 100$ °С и температура окружающего воздуха вдали от плиты $t_{\infty} = 20$ °С.
3. Поверхность стального изделия имеет температуру 727 °С, степень черноты $0,7$. Излучающую поверхность можно считать серой. Вычислить плотность собственного излучения поверхности изделия.

Утверждено на заседании кафедры

Техническая теплофизика

(наименование кафедры полностью)

Протокол	№	от	г.
Зав. кафедрой			
	(подпись)		(Ф.И.О.)
Экзаменатор			
	(подпись)		(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам текущей аудиторной работы, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы (индивидуального задания). Итоговая оценка успеваемости студента по учебной дисциплине включает оценки успеваемости студента по каждому из следующих видов работ студента: текущая аудиторная работа и текущая самостоятельная работа. **Текущая аудиторная работа** предполагает текущий контроль знаний студента по результатам учебных занятий. Объектами текущего контроля являются: посещаемость аудиторных учебных занятий; работа на практических (лабораторных) занятиях; текущий опрос. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает подготовку доклада по выбранной теме; выполнение самостоятельной работы (индивидуального задания) в соответствии с методическими рекомендациями.

Общее количество баллов за текущую работу определяется на основании результатов, зафиксированных в журнале успеваемости группы в течение семестра.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая аудиторная работа:	
– посещаемость аудиторных учебных занятий (за все занятия)	30
– работа на занятиях (за все занятия)	30
– текущий опрос (за все опросы)	30
Текущая самостоятельная работа	
– ход выполнения КР	10

Текущий контроль знаний студента **заочной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа включает в себя текущую самостоятельную работу. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
Текущая самостоятельная работа	
– выполнение и защита КР	100

Промежуточная аттестация студентов **очной и заочной** форм обучения осуществляется в форме экзамена: в экзаменационном билете предусмотрено два теоретических задания и задача.

Промежуточная аттестация	Максимальное количество баллов
– теоретический вопрос (за каждый вопрос)	40
– задача	20

Расчет баллов (**Б**) для студентов **очной и заочной** формы обучения определяется с учетом долевого участия текущей работы (**ТР**) и промежуточной аттестации (**ПА**):

$$Б = ТР * 0,3 + ПА * 0,7$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

При невыполнении всех заданий, предусмотренных учебной программой дисциплины согласно «Положению об организации учебного процесса» студенту в ведомость по курсу ставится запись «Не зачтено».

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях или лабораторных работах

На примере одной из тем:

1. От каких величин зависит коэффициент теплоотдачи?
2. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
3. Назовите виды передачи тепла.
4. Законы теплообмена.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

В случае успешного выполнения курсовой работы и сдачи ее в установленные сроки студент заслуживает оценку 100. В случае наличия незначительных неточностей/ошибок в расчетах, студент заслуживает оценку в диапазоне 80-99. В случае наличия более значительных ошибок при выполнении курсовой работы студент заслуживает оценки в диапазоне 60-79. При отсутствии курсовой работы или наличии грубых ошибок работа оценивается баллами в диапазоне 0-59.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Горбачев М.В. Тепломассообмен. Теплопроводность : учебное пособие / Горбачев М.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-7782-4134-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98744.html>

II. Дополнительная литература

2. Теория тепломассообмена : учебник для вузов / С.И. Исаев [и др.].. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-7038-4527-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93924.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

3. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов (СРС) по дисциплине "Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.02 "Металлургия" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; сост.: Н. И. Захаров, Е. В. Сапронова. - 295 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

4. Методические рекомендации для проведения практических (семинарских) занятий по дисциплине "Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.02 "Металлургия" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; сост.: Н. И. Захаров, Е. В. Сапронова. - 722 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

5. Методические рекомендации для выполнения курсовой работы по дисциплине "Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.02 "Металлургия" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; сост.: С. И. Гинкул [и др.]. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

6. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине "Тепломассообменные процессы в металлургических агрегатах" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 22.03.02 "Металлургия" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. техн. теплофизики ; сост. Н. И. Захаров. - 287 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория №5.436 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (Мультимедийное оборудование: компьютер, операционная система Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные макеты, стенды и плакаты).

2. Учебная лаборатория №5.013 учебный корпус 5 для проведения практических занятий. (Компьютер, операционная система Linux Ubuntu 18.04, LibreOffice 5.3.4; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, стенды и плакаты. Лабораторная работа по определению конвективного теплообмена на поверхности горизонтальной трубы; лабораторная работа по изучению истечения газа низкого давления через отверстия и насадки; лабораторная работа по определению коэффициента теплопроводности разнородных металлов; лабораторная работа исследования теплопередачи при вынужденном движении воздуха в трубе; лабораторная работа по построению пьезометрической и напорной линии для трубопровода переменного сечения; лабораторная работа по определению потерь давления и трения на местных сопротивлениях; лабораторная работа исследования аэродинамики свободной струи; выставка лопаток паровых турбин; выставка огнеупорных изделий; нагревательные печи для исследования нестационарного теплового состояния различных тел; макеты металлургических печей с одной верхней горелкой; макеты теплоизоляции трубопроводов; макет камеры печи для исследования аэродинамической картины течения газов; физическая модель установки кипящего слоя; демонстрационный образец современной газовой горелки; макет зонтового отсоса; амперметры и другие приборы для измерения различных электрических параметров).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.