

Документ подписан простыми электронными подписями
Информация: Высунский Виктор Викторович
ФИО: Кудашов Дмитрий Викторович
Должность: Директор Высунского филиала НИТУ «МИСиС»
Дата подписания: 15.12.2022 14:48:10
Уникальный программный ключ:
619b0f1717227a6c5c9c004bba4212de121f068

Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ МИСиС
от «28» июня 2021г.
протокол № 9-21

Рабочая программа дисциплины (модуля) Теплофизика и теплотехника

Закреплена за кафедрой

Общепрофессиональных дисциплин

Направление подготовки

22.03.02 Metallургия

Профиль

Обработка металлов давлением

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 5 семестр

в том числе:

аудиторные занятия

16

самостоятельная работа

86

часов на контроль

4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)			
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
КСР	2	2	2	2
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	18	18	18	18
Сам. работа	86	86	86	86
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, Проф., Прибытков Иван Алексеевич; ктн, Доц., Шатохин Константин Станиславович

Рабочая программа

Теплофизика и теплотехника

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ОМ-21 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Общепрофессиональных дисциплин

Протокол от 25.06.2021 г., №10

Зав. кафедрой Уснунц-Кригер Т.Н.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель дисциплины – сформировать знания о тепловых процессах при производстве и обработке металлов; научить методам применения основных закономерностей этих процессов для анализа и расчета конструктивных и эксплуатационных параметров металлургических агрегатов, обеспечивающих высокое качество металлопродукции и энергосбережение при выполнении нормативов по защите окружающей среды.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика
2.1.2	Химия
2.1.3	Математика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Научно-исследовательская работа

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	
ОПК-1.1: Демонстрирует навыки применения фундаментальных, естественнонаучных и общинженерных знаний для решения задач профессиональной деятельности	
Знать:	
ОПК-1.1-35 методы контроля качества изделий и объектов	
ОПК-1.1-36 методы планирования и проведения физических экспериментов, обработки их результатов и оценивания погрешности	
ОПК-1.1-37 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам в металлургических печах	
ОПК-1.1-34 Знать конструкции и тепловую работу металлургических печей.	
ОПК-1.1-31 Знать основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам	
ОПК-1.1-32 Знать методы планирования и проведения физических экспериментов, обработки их результатов и оценивания погрешности	
ОПК-1.1-33 Знать принципы составления теплового баланса металлургических печей	
Уметь:	
ОПК-1.1-У4 планировать и проводить теплофизические эксперименты, для печей, обрабатывать их результаты и оценивать погрешности	
ОПК-1.1-У5 проводить анализ нарушений технологических процессов	
ОПК-1.1-У6 Уметь рассчитывать процессы горения топлива в металлургических печах.	
ОПК-1.1-У1 Планировать и проводить теплофизические эксперименты, обрабатывать их результаты и оценивать погрешности.	
ОПК-1.1-У2 Рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения.	
ОПК-1.1-У3 рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения	
Владеть:	
ОПК-1.1-В3 ледеть методами анализа тепловой работы металлургических печей для производства металлов и сплавов и обработки металлов.	
ОПК-1.1-В2 Владеть методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности с опытом выполнения элементов исследовательских работ в печной теплотехнике	
ОПК-1.1-В1 Владеть опытом выполнения элементов исследовательских работ.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Гидрогазодинамика					
1.1	Основные понятия механики жидкостей и газов: сплошная среда, плотность, вектор скорости, идеальная и реальная жидкость. Формула Ньютона для касательного напряжения трения. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера и Навье-Стокса. Режимы течения реальной жидкости. Критерий Рейнольдса. Постановка задачи для расчета движения жидкости. Статика жидкостей и газов. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
1.2	Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Уравнения Прандтля. Уравнение потока импульса для пограничного слоя (Уравнение Кармана). /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
1.3	Расчет ламинарного пограничного слоя на основе интегрального метода. Уравнение Бернулли для струйки тока идеальной жидкости и для потока реальной жидкости. Расчет потерь давления на трение и на местные сопротивления. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
1.4	Особенности струйного течения. Изменение основных характеристик осесимметричной турбулентной струи (давления, потоков импульса и кинетической энергии, осевой скорости, объемного расхода) по ее длине. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
1.5	Течение реальной жидкости по трубам и каналам. Потери на трение и местные сопротивления. Течение жидкости в ламинарном пограничном слое. Течение жидкости в турбулентном пограничном слое. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
1.6	Исследование уравнения Бернулли. Определение коэффициентов трения и местного сопротивления при движении воздуха в трубе /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1	
1.7	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. Выполнение домашнего задания №1 /Ср/	5	15	ОПК-1.1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
	Раздел 2. Конвекция					
2.1	Основные положения переноса теплоты. Три вида теплообмена. Основные понятия конвективного теплопереноса, дифференциальное уравнение конвективной теплоотдачи. Дифференциальное уравнение энергии Фурье- Кирхгофа и его решение. Тепловой пограничный слой, критерий Прандтля. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
2.2	Тепловой пограничный слой и его расчет при ламинарном режиме течения жидкости. Уравнения конвективной теплоотдачи при вынужденном движении в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	

2.3	Конвективная теплоотдача при свободном движении. Уравнения конвективной теплоотдачи при свободном движении в безразмерном (критериальном) виде и особенности их использования при практических расчетах. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
2.4	Теплоотдача и массоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности. Определение коэффициентов теплоотдачи при вынужденном турбулентном движении жидкости в трубе. Применение методов теории подобия для приведения исходных уравнений к безразмерному виду. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
2.5	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. Выполнение домашнего задания №2 /Ср/	5	15	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
Раздел 3. Радиационный теплообмен						
3.1	Основные понятия радиационного переноса теплоты. Количественные характеристики излучения. Законы излучения абсолютно черного тела. Применение основных законов излучения абсолютно черного и серого тела к анализу и расчету радиационного теплообмена. Угловые коэффициенты излучения как показатели, учитывающие геометрию теплообменной системы. Свойства средних угловых коэффициентов излучения, их определение в простейших случаях. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
3.2	Зональный метод расчета радиационного теплообмена. Смешанная и фундаментальная постановки задачи. Замкнутая система из 2 серых тел, разделенных диатермической средой. Действие экранной теплоизоляции. Зональный метод расчета радиационного теплообмена: излучение через окна печи. Радиационный теплообмен в системе серых тел, заполненных поглощающе-излучающей средой. Закон Бугера. Эффективная длина луча, формула Невского /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
3.3	Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен излучением в поглощающей среде. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
3.4	Излучение твердых тел /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
3.5	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/	5	15	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
Раздел 4. Теплопроводность						
4.1	Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности и условия однозначности для его решения. Передача тепла при стационарной теплопроводности через одно- и многослойную плоскую стенку при граничных условиях первого и третьего рода. Передача тепла при стационарной теплопроводности через цилиндрическую одно- и многослойную стенку при граничных условиях первого и третьего рода. Влияние наружного диаметра однородной цилиндрической стенки на ее суммарное линейное тепловое сопротивление. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	

4.2	Нестационарная теплопроводность при граничных условиях первого и третьего рода. Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая термически массивных тел. Общее решение уравнения нестационарной теплопроводности и его использование для случая термически тонких тел. Регулярный тепловой режим и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ, коэффициента теплоотдачи. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.3 Э1	
4.3	Теплопроводность и молекулярная диффузия при стационарном режиме. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
4.4	Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя (стационарный режим теплопроводности). /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
4.5	Нагрев твердых тел /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
4.6	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/	5	5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1	
	Раздел 5. Топливо и его горение. (Теплогенерация)					
5.1	Энергетическая сущность производственных процессов. Создание научных основ теплотехники и промышленного печестроения. Классификация топлива, показатели его качества. Кинетический и диффузионный режимы горения топлива. Расчёт калориметрической, теоретической и действительной температуры Конструкции и схемы выбора устройств для сжигания топлива. Тепловые эквиваленты сырьевых материалов шихты. Генерация теплоты за счёт электрической энергии. Классификация, физические и эксплуатационные свойства огнеупоров /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
5.2	Расчёт горения газообразного и жидкого топлива. Контрольная работа /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3Л2.1 Э2	
5.3	Определение теплоты сгорания газообразного топлива. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.2 Э2	
5.4	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. Выполнение домашнего задания №3 /Ср/	5	5	ОПК-1.1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
	Раздел 6. Огнеупорные и строительные материалы печей					
6.1	Принципы выбора материала огнеупорной кладки. Огнеупорные растворы, массы, бетоны. Выбор теплоизоляционных материалов. Строительные элементы печей: фундамент, кладка, каркас. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
6.2	Тепловой расчёт многослойного ограждения печей при стационарном или нестационарном тепловом режиме. Контрольная работа /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
6.3	Определение плотности и газопроницаемости огнеупорных материалов. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
6.4	Определение термостойкости и шлакоустойчивости огнеупорных материалов /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
6.5	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/	5	15	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	

Раздел 7. Конструкции и тепловая работа печей						
7.1	Типовые режимы работы печей-теплообменников и печей-теплогенераторов. Основные показатели тепловой работы печей: температура, тепловой режим, коэффициенты полезного тепло- и топливоиспользования. Тепловой баланс печей и его использование для оценки эффективности работы печей. /Лек/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
7.2	Шахтные печи. Особенности теплообмена в слое. Движение газов и шихты. Водяные эквиваленты кусковых материалов и газов. Типичное изменение температуры по высоте шахтной печи. Тепловые процессы в зоне фурм. Газогенераторный и топочный режимы работы шахтных печей цветной металлургии. Способы интенсификации тепловой работы шахтных печей. Конвертеры чёрной и цветной металлургии. Особенности конвертирования медных штейнов: периоды накопления и потребления теплоты. Способы интенсификации тепловой работы подовых сталеплавильных агрегатов. Отражательные печи для плавки на штейн. Конструкция, тепловой и температурный режимы. Внешняя и внутренняя задачи теплообмена в отражательной печи. Теплотехнические основы рациональной технологии нагрева металла перед обработкой давлением. /Лек/	5	1	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
7.3	Тепловой расчёт металлического прямо трубного рекуператора и определение его конструктивных характеристик /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
7.4	Расчёт конического сопла или сопла Лавалля для сожигательных устройств. Контрольная работа /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
7.5	Регулярный тепловой режим. Тепловой баланс электропечи сопротивления. /Пр/	5	0,5	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	
7.6	Проработка лекционного материала, материала практических занятий. /Ср/	5	16	ОПК-1.1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Э2	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Арутюнов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н., Капитанов В.А.	Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Механика жидкостей и газов: Лабораторный практикум	Методические пособия	Москва, 2007
Л1.2	Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н.	Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: Лабораторный практикум	Методические пособия	Москва, 2007

Л1.3	Кривандин В.А., Арустамов В.А., Мастрюков Б.С. Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мастрюков Б.С.	Металлургическая теплотехника .В 2томах.Т1. Теоретические основы: учебник	Электронный каталог	Москва Metallurgy, 1986
Л1.4	Кривандин В.А., Арустамов В.А., Мастрюков Б.С. Кривандин В.А., Неведормская И.Н, Кобахидзе В.В.	Металлургическая теплотехника .В 2томах.Т2. Конструкция и работа печей: учебник	Электронный каталог	Москва Metallurgy, 1986

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Сборщиков.	Теплотехника. Расчет и конструирование элементов промышленных печей: Учебно-методическое пособие	Методические пособия	Москва, 2004
Л2.2	Тимофеева А.С., Федина В.В. Тимофеева А.С., Федина В.В.	Справочник теплофизика- металлурга: учебное пособие	Электронный каталог	старый Оскол Роса, 2008
Л2.3	Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В. Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В.	Теплотехника металлургического производства. Т.1. Теоретические основы: учебное пособие	Электронный каталог	Москва МИСиС, 2002

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Курс "Теплофизика" в LMS Canvas	https://lms.misis.ru
Э2	Курс "Теплотехника" в LMS Canvas	https://lms.misis.ru

6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

П.1	MS Office,
П.2	LMS Canvas,
П.3	MS Teams.

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
2	Теплофизика и теплотехника	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций
6	Теплофизика и теплотехника	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы - LMS Canvas и MS Teams.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.