

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «24» июня 2025 г.
протокол № 26

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообменные процессы при производстве металлизированного сырья

Закреплена за кафедрой **Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Тепломассообменные процессы и оборудование при производстве
металлизированного сырья

Квалификация **Бакалавр**
Форма обучения **Очная**
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

часов на контроль

Формы контроля в семестрах:
зачет 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 7 | | Итого | |
|------------------------|-----|-----|-------|-----|
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Контактная работа | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа | 74 | 74 | 74 | 74 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

Год набора 2023.
В редакции 2025 г.

Программу составил:
доцент, кандидат технических наук
Черменев Евгений Александрович


подпись

старший преподаватель
Кочергина Ирина Николаевна


подпись

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообменные процессы при производстве металлизированного сырья

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,

Профиль: Тепломассообменные процессы и оборудование при производстве металлизированного сырья,
утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 24.06.2025 г. протокол № 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

«05» июня 2025 г.


подпись

А.В. Сазонов

Руководитель ОПОП ВО
зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой,
кандидат технических наук, доцент

«05» июня 2025 г.


подпись

А.В. Сазонов

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ | |
|--|--|
| Цель освоения дисциплины – подготовка обучающихся в области производства металлизированного продукта, формирование у обучающихся системного понимания тепломассообменных процессов, лежащих в основе современных технологий производства металлизированного сырья. | |
| Задачи дисциплины: | |
| <ul style="list-style-type: none"> – изучить фундаментальные закономерности теплообмена и массообмена в многофазных системах, характерных для производства металлизированного продукта; – научить определять теплофизические параметры металлизированного продукта; – научить анализировать теплофизические особенности получения металлизированного продукта; – научить пользоваться теоретическими знаниями при расчетах теплофизических процессов производства металлизированного продукта. | |

| 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|--|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Математика |
| 2.1.2 | Физическая химия |
| 2.1.3 | Огнеупорные и теплоизоляционные материалы |
| 2.1.4 | Тепломассообмен |
| 2.1.5 | Теплотехника |
| 2.1.6 | Металлургические технологии |
| 2.1.7 | Технология производства металлизированного сырья |
| 2.1.8 | Теория и процессы получения восстановительных газов |
| 2.1.9 | Технологические энергоносители в процессах производства металлизированного сырья |
| 2.1.10 | Теория и практика сжигания топлива |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

| 3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | |
|---|--|
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач | |
| Знать: | УК-1-31 Теплофизическую сущность получения металлизированного продукта. |
| Уметь: | УК-1-У1 Рассчитывать теплофизические параметры металлизированного продукта. |
| Владеть: | УК-1-В1 Навыками определения теплофизических свойств металлизированного продукта. |
| ОПК-2: Способен демонстрировать знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе соответствующей инженерной специализации, применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | |
| Знать: | ОПК-2-31 Процессы переноса теплоты и массы вещества при получении металлизированного продукта. |
| Уметь: | ОПК-2-У1 Рассчитывать температуры материала и газа на различных этапах производственного цикла. |
| Владеть: | ОПК-2-В1 Методикой расчета температур по высоте различных зон печи металлизации. |
| ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | |
| Знать: | ОПК-3-31 Физико-химические процессы, протекающие при производстве металлизированного продукта. |
| Уметь: | ОПК-3-У1 Прогнозировать физико-химические процессы, происходящие при производстве металлизированного продукта на различных этапах производственного цикла. |
| Владеть: | ОПК-3-В1 Методиками системного анализа физико-химических процессов, протекающих при производстве металлизированного продукта. |
| ОПК-5: Способен проектировать процессы и системы, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | |
| Знать: | ОПК-5-31 Методы математического описания процессов переноса теплоты и массы вещества при получении металлизированного продукта. |
| Уметь: | ОПК-5-У1 Использовать математические модели для исследования процессов тепломассообмена при получении металлизированного продукта. |
| Владеть: | ОПК-5-В1 Методами математического моделирования процессов тепломассообмена при получении металлизированного продукта. |
| ПК-1: Анализ и совершенствование теплотехнического оборудования на металлургических предприятиях | |
| Знать: | ПК-1-31 Взаимосвязь качества выпускаемого продукта и теплофизических и термодинамических особенностей производства металлизированного продукта. |
| Уметь: | ПК-1-У1 Использовать теоретические знания особенностей теплофизических и термодинамических процессов получения металлизированного продукта для повышения эффективности производства и качества |

| | |
|---|--|
| | продукции. |
| Владеть: | ПК-1-В1 Методикой расчета процессов тепломассообмена при прямом восстановлении железа и при охлаждении, брикетировании металлizedованного продукта. |
| ПК-2: Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | |
| Знать: | ПК-2-31 Методику выполнения расчетов процессов тепломассообмена при получении металлizedованного продукта. |
| Уметь: | ПК-2-У1 Обосновывать практические инженерные решения по нахождению рациональных условий реализации процессов тепломассообмена при получении металлizedованного продукта. |
| Владеть: | ПК-2-В1 Навыками выполнения инженерных расчетов процессов тепломассообмена при получении металлizedованного продукта. |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ | | | | | | |
|---------------------------|---|---------|------------------|---|---------------------------------------|------------|
| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр | Количество часов | Компетенции | Литература и электронные ресурсы | Примечание |
| | Раздел 1. Основы получения металлizedованного сырья | | | | | |
| 1.1 | Основные физико-химические процессы при производстве металлizedованного сырья. /Лек/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.1 | |
| 1.2 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Основные физико-химические процессы при производстве металлizedованного сырья». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.1 | |
| 1.3 | Процессы тепломассообмена в шахтной печи металлizationи. /Лек/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 1.4 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Процессы тепломассообмена в шахтной печи металлizationи». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 1.5 | Расчет газодинамических и теплофизических характеристик плотного слоя. /Пр/ | 7 | 4 | УК-1-У1 УК-1-В1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.6 | |
| 1.6 | Изучение методик расчета газодинамических и теплофизических характеристик плотного слоя. /Ср/ | 7 | 8 | УК-1-У1 УК-1-В1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.6 | |
| 1.7 | Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/ | 7 | 3 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.1-Л 2.3, Л 2.5 | |
| | Раздел 2. Методы расчета тепломассообменных процессов при получении металлizedованного сырья | | | | | |
| 2.1 | Особенности тепломассообмена при наличии химических реакций в процессе получения | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|--|
| | металлизированного сырья. /Лек/ | | | ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | | |
| 2.2 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Особенности тепломассообмена при наличии химических реакций в процессе получения металлизированного сырья». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 2.3 | Особенности газодинамики в шахтной печи металлизации. /Лек/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2-Л 2.5 | |
| 2.4 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Особенности газодинамики в шахтной печи металлизации». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2-Л 2.5 | |
| 2.5 | Изменение температуры и состава газов по высоте шахтной печи металлизации. /Лек/ | 7 | 1 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 2.6 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Изменение температуры и состава газов по высоте шахтной печи металлизации». /Ср/ | 7 | 1 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 2.7 | Процессы тепломассообмена при получении восстановительного газа. /Лек/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.2, Л 1.4, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 2.8 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Процессы тепломассообмена при получении восстановительного газа». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.2, Л 1.4, Л 2.2-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 2.9 | Тепловой и материальный балансы печей прямого восстановления железа. /Лек/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.1-Л 2.3, Л 2.5 | |

| | | | | | | |
|------|---|---|----|--|---|--|
| | | | | ПК-2-31 ПК-2-У1 | | |
| 2.10 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Тепловой и материальный балансы печей прямого восстановления железа». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.1-Л 2.3, Л 2.5 | |
| 2.11 | Теплообмен в плотном слое. /Пр/ | 7 | 4 | ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.6 | |
| 2.12 | Изучение методики расчета теплообмена в плотном слое. /Ср/ | 7 | 8 | ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.6 | |
| 2.13 | Расчет температуры по высоте зоны восстановления железа в шахтной печи. /Пр/ | 7 | 6 | УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6 | |
| 2.14 | Изучение методики расчета температуры по высоте зоны восстановления железа в шахтной печи. /Ср/ | 7 | 12 | УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6 | |
| 2.15 | Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/ | 7 | 4 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.4, Л 2.1-Л 2.5 | |
| | Раздел 3. Влияние теплофизических процессов на качество металлизированного сырья | | | | | |
| 3.1 | Влияние тепломассообменных | 7 | 2 | УК-1-31 | Л 1.1-Л 1.2, | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|----|--|---|--|
| | процессов на качество металлизированного продукта и производительность шахтной печи. /Лек/ | | | ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 2.1 | |
| 3.2 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Влияние тепломассообменных процессов на качество металлизированного продукта и производительность шахтной печи». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.2, Л 2.1 | |
| 3.3 | Тепломассообменные процессы, протекающие при вторичном окислении металлизированного продукта. /Лек/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.2, Л 2.1 | |
| 3.4 | Усвоение текущего и самостоятельное изучение учебного материала по теме «Тепломассообменные процессы, протекающие при вторичном окислении металлизированного продукта». /Ср/ | 7 | 2 | УК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л 1.1-Л 1.2, Л 2.1 | |
| 3.5 | Расчет процесса охлаждения брикетов ГБЖ. /Пр/ | 7 | 3 | УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6 | |
| 3.6 | Изучение методики расчета процесса охлаждения брикетов ГБЖ. /Ср/ | 7 | 6 | УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6 | |
| 3.7 | Выполнение домашнего задания /Ср/ | 7 | 14 | УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6 | |
| 3.8 | Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/ | 7 | 3 | УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 | Л 1.1-Л 1.2, Л 2.1 | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачету с оценкой)

Экзамен (зачет с оценкой) не предусмотрен.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 7 по курсу предусмотрен зачет. Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 7.

В семестре 7 предусмотрены:

1. Расчетно-графические работы по практическим занятиям № 1 по разделу 1 [Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.6]. (УК-1-У1, УК-1-В1)
2. Контрольная работа № 1 по разделу 1. (УК-1-31, ОПК-2-31, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ОПК-5-31, ОПК-5-У1, ПК-2-31, ПК-2-У1)
3. Расчетно-графические работы по практическим занятиям №№ 2-3 по разделу 2 [Л 1.1-Л 1.4, Л 2.2-Л 2.6]. (УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-2-У1, ОПК-2-В1, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, ОПК-5-У1, ОПК-5-В1, ПК-1-У1, ПК-1-В1, ПК-2-У1, ПК-2-В1)
4. Контрольная работа № 2 по разделу 2. (УК-1-31, ОПК-2-31, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ОПК-5-31, ОПК-5-У1, ПК-2-31, ПК-2-У1)
5. Расчетно-графические работы по практическим занятиям № 4 по разделу 3 [Л 1.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6]. (УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-2-У1, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, ОПК-5-У1, ОПК-5-В1, ПК-1-У1, ПК-1-В1, ПК-2-У1, ПК-2-В1)
6. Контрольная работа № 3 по разделу 3. (УК-1-31, ОПК-2-31, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-2-31, ПК-2-У1)
7. Домашнее задание [Л 1.1-Л 1.3, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.5, Л 2.6]. (УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-2-У1, ОПК-2-В1, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, ОПК-5-У1, ОПК-5-В1, ПК-1-У1, ПК-1-В1, ПК-2-У1, ПК-2-В1)

Домашнее задание выполняется в форме расчетно-графической работы «Расчет изменения температуры материала по высоте зоны восстановления печи металлизации».

Контрольная работа № 1 по разделу 1 «Основы получения металлizedованного сырья»

Дать ответ на вопрос.

1. Что относится к теплофизическим свойствам окатышей?
2. Что такое плотность, как она определяется и от чего и как зависит?
3. Как экспериментально определить истинную плотность окатышей?
4. Как определить экспериментально кажущуюся плотность окатышей?
5. Как определить насыпную плотность окатышей?
6. Что такое пористость окатышей и от чего она зависит? Как определяется?
7. Теплопроводность окатышей и ее виды.
8. От чего зависит теплопроводность окатышей и как она рассчитывается?
9. Что такое температуропроводность, от чего она зависит и как ее определить?
10. Что такое порозность от чего она зависит и какие методы расчета существуют?
11. Что такое коэффициент сопротивления слоя и как его определить? От чего он зависит?
12. Как определить средний, средневзвешенный, эффективный диаметры окатышей?
13. Как определить перепад давления в плотном слое окатышей?
14. Как определить скорость в слое окатышей?

Контрольная работа № 2 по разделу 2 «Методы расчета тепломассообменных процессов при получении металлizedованного сырья»

Дать ответ на вопрос.

1. Как происходит теплообмен в восстановительной зоне шахтной печи металлизации процесса «MIDREX»?
2. Какие тепловые процессы происходят при прямом восстановлении железа в шахтной печи?
3. Опишите восстановительные реакции в печи, их температуры, тепловые эффекты.
4. По каким тепловым законам рассчитывается теплообмен в шахтной печи металлизации при прямом восстановлении железа?
5. Что необходимо для обеспечения требуемой температуры восстановительного газа для протекания реакций восстановления железорудных окатышей внутри реактора.
6. Каковы основные секции процесса прямого восстановления, в которых протекают химические реакции.
7. Какие основные механизмы используются внутри реакторов в процессах с реакторами с подвижным слоем?
8. Как рассчитать температуру в печи восстановления ХИЛ?
9. Как определить температуру окатышей в транспортной зоне.
10. Температура в печах восстановления и по зонам. Влияние температуры на процесс прямого восстановления железа.

Контрольная работа № 3 по разделу 3 «Влияние теплофизических процессов на качество металлizedованного

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| сырья» Дать ответ на вопрос. | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите тепловой процесс охлаждения горячебрикетированного железа. 2. На какие свойства ГБЖ влияет вид охлаждения брикетов? 3. Какие виды охлаждения брикетов могут быть? 4. Какие виды теплообмена участвуют при охлаждении брикетов процесса ХИЛ-3? 5. Какое отличие охлаждения ГБЖ в процессе МИДРЕКС и ХИЛЗ? 6. При пузырьковом кипении как происходит охлаждение ГБЖ? 7. Как происходит охлаждение в проточной ванне? Каков теплообмен? 8. Влияние метода охлаждения брикетов на их прочность? 9. Как влияет охлаждение водой брикетов на вторичное окисление металлизированного продукта? | | | | |
| 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.) | | | | |
| Экзамен не предусмотрен. | | | | |
| 5.4. Методика оценки освоения дисциплины | | | | |
| <p>Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет.</p> <p>Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости:</p> <p>Методика расчета оценки контрольной работы:</p> <p>– Оценка «зачтено» – обучающийся показывает достаточные знания в объеме пройденной программы, ответы излагает без ошибок либо с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.</p> <p>– Оценка «не зачтено» – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.</p> <p>Методика расчета оценки расчетно-графических работ по практическим занятиям:</p> <p>– Оценка «зачтено» – обучающийся выполняет полное и аргументированное решение задачи, либо выполняет полное решение задачи, но не может аргументировать свое решение, либо выполняет решение задачи, однако допускает не принципиальные ошибки, устраняемые после обсуждения хода решения с преподавателем и другими обучающимися.</p> <p>– Оценка «не зачтено» – обучающийся не может решить задачу.</p> <p>Методика расчета оценки домашнего задания:</p> <p>– Оценка «зачтено» – домашнее задание оформлено в соответствии с требованиями, выполнен весь объем задания, правильность выполнения составляет не менее 75-80 %, выявленные недочеты обучающийся может устранить при защите, владеет терминологией, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, логически мыслит, показывает достаточные знания в объеме защищаемой темы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу.</p> <p>– Оценка «не зачтено» – оформление домашнего задания не соответствует требованиям, выполнены не все части задания, обучающийся не может устранить выявленные недочеты и замечания, не понимает сущности задаваемых вопросов, не ориентируется в тематике домашнего задания, допускает грубые ошибки при ответе.</p> <p>Условия получения зачета по дисциплине:</p> <p>– выполнение контрольных работ №№ 1-3;</p> <p>– выполнение расчетно-графических работ по практическим занятиям №№ 1-4;</p> <p>– выполнение и защита домашнего задания.</p> | | | | |

| 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ | | | | |
|--|--|---|--|----------------------------|
| 6.1. Рекомендуемая литература | | | | |
| 6.1.1 Основная литература | | | | |
| Обозначение | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| Л 1.1 | А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко, В.В. Федина, А.А. Шевченко. | Теплофизика получения металлизированного продукта: учебное пособие | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС», Электронно-библиотечная система "Тонкие наукоемкие технологии" URL: https://www.tnt-ebook.ru/library/book/524 | Старый Оскол: "ТНТ", 2018. |
| Л 1.2 | А.С. Тимофеева, Е.С. Тимофеев. | Теплофизические особенности производства окисленных окатышей и металлизированного продукта: учебное пособие | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС», Электронно-библиотечная система "Тонкие наукоемкие технологии" URL: https://www.tnt-ebook.ru/library/book/163 | Старый Оскол: "ТНТ", 2016. |
| Л 1.3 | А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко, Е.С. Тимофеев, В.В. Федина. | Теплофизика получения окисленных окатышей: учебное пособие | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС», Электронно-библиотечная система "Тонкие наукоемкие технологии" URL: https://www.tnt-ebook.ru/library/book/5 | Старый Оскол: "ТНТ", 2020. |

| | | | | |
|-------|---|---|---|-------------------------------|
| | | | 34 | |
| Л 1.4 | А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко, Е.С. Тимофеев, В.В. Федина. | Физико-химические основы реформинга газов: учебное пособие | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС», Электронно-библиотечная система "Тонкие наукоемкие технологии" URL: https://www.tnt-ebook.ru/library/book/463 | Старый Оскол: "ТНТ", 2019. |

6.1.2 Дополнительная литература

| Обозначение | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------------|--|--|--|--|
| Л 2.1 | Ю.С. Юсфин, Н.Ф. Пашков. | Металлургия железа: учебник для ВУЗов | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» | Москва: ИКЦ "Академкнига", 2007. |
| Л 2.2 | Б.С. Матрюков | Теплофизика металлургических процессов: Учебник для вузов | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» | Москва: МИСиС, 1996. |
| Л 2.3 | А.С. Тимофеева, В.В. Федина | Теплофизика металлургических процессов: Учебное пособие | Электронно-библиотечная система "Тонкие наукоемкие технологии" URL: https://www.tnt-ebook.ru/library/book/164 | Старый Оскол: ТНТ, 2020. |
| Л 2.4 | А.С. Тимофеева | Гидродинамика двухфазных систем: учебное пособие | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» | Старый Оскол: "ТНТ", 2014. |
| Л 2.5 | Я.М. Гордон, Б.А. Боковиков, В.С. Швыдкий, Ю.Г. Ярошенко. | Тепловая работа шахтных печей и агрегатов с плотным слоем | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» | Москва: Металлургия, 1989. |
| Л 2.6 | А.С. Тимофеева, В.В. Федина. | Справочник теплофизика-металлу рга: учебное пособие | НТБ СТИ НИТУ «МИСИС» | Старый Оскол: кпц "Роса", 2008. |

6.1.3 Методические разработки

| Обозначение | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|-------------|---------------------|----------|------------|-------------------|
| | | | | |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

6.3. Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|------------|
| П 1 | MS Windows |
| П 2 | MS Office |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|---|
| | Полнотекстовые российские научные журналы и статьи: |
| И 1 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ |
| | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС): |
| И 2 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И 3 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И 4 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И 5 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| | |
|-----|--|
| 7.1 | Аудитория № 301 Лаборатория промышленной безопасности и экологии Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, моноблок MSI AE2210 HR, проектор для презентаций Epson EB-485W. |
| 7.2 | Аудитория № 310 Лаборатория теории горения и теплопередачи Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, моноблок MSI AE2210 HR, установка для изучения пластинчатого теплообменника, установка для изучения теплообмена излучением, установка для изучения теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости, установка для изучения теплопередачи при вынужденном течении нагретой жидкости в трубе круглого |

| | |
|-----|--|
| | <p>сечения (труба в трубе), установка для определения коэффициента температуропроводности методом регулярного режима, установка для изучения теплопередачи при вынужденном течении жидкости в условиях естественной конвекции, учебная лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима, учебная лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи при пленочном кипении жидкости, учебная лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха на обогреваемом цилиндре.</p> |
| 7.3 | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130, рабочая станция HP Z420, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.</p> |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Тепломассообменные процессы при производстве металлизированного сырья» обучающемуся необходимо:

- Посещать все виды занятий.
- Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
- При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
- Отчеты по практическим работам и домашнее задание рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
- Своевременно сдать на проверку и защитить практические работы и домашнее задание.
- Активно работать с научными базами в сети Интернет.
- Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.