

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Металлургические технологии**

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | Электromеталлургии |
| Направление подготовки | 22.03.02 Metallургия |
| Профиль | Metallургия черных металлов |
| Квалификация | бакалавр |
| Форма обучения | заочная |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 144 Формы контроля в семестрах: |
| в том числе: | зачет с оценкой 6 |
| аудиторные занятия | 12 |
| самостоятельная работа | 130 |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| | Неделя | | | |
| Вид занятий | уп | рп | уп | рп |
| Лекции | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Практические | 6 | 6 | 6 | 6 |
| КСР | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Контактная работа | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Сам. работа | 130 | 130 | 130 | 130 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

дтн, Проф., Сафонов Владимир Михайлович

Рабочая программа

Металлургические технологии

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-22 ЗО.рлх Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электротехнологии

Протокол от 25.05.2022 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- 1.1 Сформировать знания по основным теоретическим и технологическим основам производства стали в ДСП, включая выплавку углеродистого полупродукта, ковшовую обработку и разливку стали на МНРС; сформировать способность к аналитическому мышлению при решении ряда технологических задач, сопровождающих производство стали в ЭСПЦ.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

- 2.1.1 Математика
2.1.2 Химия
2.1.3 Экология
2.1.4 Методы контроля и анализа веществ

2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

- 2.2.1 Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД
2.2.2 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2: Способен участвовать в проектировании и разработке технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений

ОПК-2.1: Демонстрирует знания технических объектов, систем и технологических процессов

Знать:

- ОПК-2.1-33 теоретические основы процессов окислительного рафинирования
ОПК-2.1-32 структуру и особенности интегрированных металлургических предприятий и минизаводов;
ОПК-2.1-31 классификацию и потребительские свойства стали;

Уметь:

- ОПК-2.1-У3 анализировать преимущества и недостатки двух основных схем производства стали
ОПК-2.1-У2 выбирать тип плавильного агрегата для обеспечения необходимых технико-экономических показателей плавки;
ОПК-2.1-У1 анализировать преимущества и недостатки двух основных схем производства стали;

Владеть:

- ОПК-2.1-В2 оценкой ресурсо-экологических характеристик производственных процессов
ОПК-2.1-В1 навыками решения инженерных задач на базе полученных теоретических знаний;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|-------------|---------------------------------------|------------|
| | Раздел 1. Электросталеплавильное производство. Мини металлургический завод. | | | | | |
| 1.1 | Предпосылки развития технологии сталелитейного модуля, их классификация. Сущность современной технологии производства стали в электропечах. Классификация металлургических мини заводов. Обзор современных, прогрессивных и инновационных вариантов технологии и агрегатов выплавки, ковшовой обработки и разливки в сталелитейном модуле. Концепция построения сталелитейного модуля. /Лек/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |

| | | | | | | |
|--|--|---|----|---------|---------------------------------------|--|
| 1.2 | Анализ особенностей развития и современного состояния металлургии различных стран мира (на базе информации сайта worldsteel.org). Структура и планировка комплекса. Выбор основного технологического оборудования. Принцип взаимодействия основного и вспомогательного оборудования сталеплавильного модуля. Состав и назначение агрегатов электросталеплавильного модуля, особенности технологической схемы и планировки оборудования /Пр/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 1.3 | 1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/ | 6 | 26 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| Раздел 2. Дуговая сталеплавильная печь | | | | | | |
| 2.1 | Классификация электропечей. Конструкция, оборудование и технические параметры ДСП. Электрический ток. Электрическая дуга. Электродинамические явления в дуге. Вольтамперная характеристика электрической дуги. Регулирование параметров электрической дуги. Упрощенная электрическая схема дуговой печи. Коэффициент мощности электроплавильного агрегата. Условия горения электрической дуги в ДСП, электрические потери. Тепловой к.п.д. электрической дуги. Факторы, влияющие на эффективность нагрева ванны электрической дугой в ДСП. Механическое оборудование, средства ввода химической энергии, конструкция футеровки подины, система водяного охлаждения элементов конструкции, газоход и газоочистка. Рабочие характеристики ДСП. Технические характеристики и эксплуатация графитированных электродов. /Лек/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 2.2 | Технические характеристики и особенности конструкции ДСП-180 Выксунского металлургического завода. Изучение конструкции и работы ДСП на материалах сайта Steeluniversity.org /Пр/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 2.3 | 1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/ | 6 | 22 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| Раздел 3. Технология выплавки углеродистого продукта в ДСП. | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|---|----|---------|---------------------------------------|--|
| 3.1 | <p>Особенности современной системы сталеплавильной технологии во взаимосвязи с физико-химическими процессами в расплавах железа. Химические реакции в металле и шлаке при выплавке углеродистого полупродукта. Реакции растворения водорода и азота в металле. Способы управления физико-химическими процессами выплавки. Средства и способы управления технологическим процессом выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи. Шихтовые материалы. Способы организации технологического процесса плавления стального лома и окисления примесей в жидком металле. Принципы выбора оптимальных параметров нагрева металла электрической дугой. Окислительные реакции в ванне ДСП. Особенности окисления углерода в современной ДСП. Дефосфорация стали. Технология выплавки углеродистого полупродукта в дуговой сталеплавильной печи. Энергетический и материальный баланс выплавки углеродистого полупродукта в современной ДСП. /Лек/</p> | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 3.2 | <p>Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Температурная зависимость растворимости кислорода в железе на выпуске из ДСП. Сравнительная оценка равновесного и фактического содержания кислорода и углерода в железе. Зависимость равновесного содержания кислорода и углерода в железе от температуры и давления. Оценка равновесного содержания кислорода и кремния в железе. Оценка равновесного содержания кислорода и алюминия в железе. /Пр/</p> | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 3.3 | <p>1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям и лабораторной работе. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/</p> | 6 | 18 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| Раздел 4. Сталеплавильное производство | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|----|---------|---------------------------------------|--|
| 4.1 | <p>Устройство и принцип работы оборудования АКП. АКП: механическое оборудование, электрооборудование, короткая сеть, конструкция футеровки сталеразливочного ковша и продувочных узлов, система водяного охлаждения. Рабочие характеристики АКП. Средства и способы управления технологией ковшовой обработки стали. Принципы выбора оптимальных параметров нагрева металла электрической дугой и продувки стали инертным газом в сталеразливочном ковше. Энергетический баланс АКП. Основные технологические операции, выполняемые в агрегате ковш-печь. Формирование шлака: оценка состояния шлакового покрова, корректировка химического состава шлака, основные принципы удаление серы из стали, влияние состава и количества шлака, продувки инертным газом на скорость реакции и глубину десульфурации. Нагрев металла: электрический и продувочный режимы, контроль температуры. Перемешивание: усреднение состава и температуры, нагрев, десульфурация, взаимодействие с футеровкой ковша, покровным шлаком и печной атмосферой. Раскисление металла и шлака: глубинное (осаждающее) раскисление, диффузионное раскисление. Раскисление марганцем, кремнием, алюминием, кальцием. Совместное раскисление кремнием, марганцем, алюминием и кальцием. Доводка металла по химическому составу и температуре. Контроль химического состава металла. Вторичное окисление. /Лек/</p> | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 4.2 | <p>Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Раскисление и легирование заданной марки стали. Методика оценки интенсивности вдувания инертного газа в сталеразливочный ковш для выполнения технологических операций. Ферросплавы. Выбор ферросплава. /Пр/</p> | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 4.3 | <p>1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/</p> | 6 | 20 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| | Раздел 5. Вакуумирование стали | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------|--|---|----|---------|---------------------------------------|--|
| 5.1 | Основные способы вакуумирования стали в ковше. Сущность и назначение процесса VD. Устройство и принцип работы VD. Возможности дегазации раскисленной стали при продувке инертным газом при атмосферном давлении и под вакуумом. Техника создания вакуума. Механическое оборудование, вакуумное оборудование, система водяного охлаждения, система очистки и охлаждения отходящих газов. Особенности технологии вакуумирования нераскисленной и раскисленной стали. Контроль кондиций стали перед вакуумированием. Набор вакуума: визуальный контроль, поведение шлака, рабочие режимы продувки инертным газом. Выдержка: продолжительность достижения требуемой степени рафинирования, режим продувки, скорость охлаждения стали. Разгерметизация камеры. Рабочие характеристики VD. /Лек/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 5.2 | Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Методика оценки дегазации стали в сталеразливочном ковше /Пр/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 5.3 | 1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/ | 6 | 22 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| Раздел 6. Разливка стали | | | | | | |
| 6.1 | Процесс кристаллизации непрерывнолитого слябового слитка. Основные параметры тонкослябовой МНРС. Основные особенности конструкции тонкослябовой МНРС. Основные функциональные узлы МНРС. Поворотный стенд. Промежуточный ковш. Защитная труба. Подвод металла в кристаллизатор. Кристаллизатор МНРС. Зона вторичного охлаждения. Система мягкого обжата слитка. Технологический перелив стали на МНЛЗ. Дефекты непрерывнолитой заготовки. /Лек/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 6.2 | Изучение огнеупорных материалов. Демонстрация на холодной модели и анализ поведения металла в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС. Работа на модели «Непрерывная разливка стали» на компьютерной модели сайта Steeluniversity.org. /Пр/ | 6 | 1 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| 6.3 | 1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям и лабораторной работе. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/ | 6 | 22 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |
| | КСР | 6 | 2 | ОПК-2.1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | |

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 | Воскобойников В.Г, Кудрин В.А. | Общая металлургия: учебник | Электронный каталог | Москва Металлургия, 1985 |
| Л1.2 | Еланский Д.Г., Линчевский Б.В, Кальменев А.А. | Основы производства и обработки металлов: учебник | Электронный каталог | Москва МГВМИ, 2005 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | | | | |
|------|--|--|---------------------|-----------------------------------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| Л2.1 | Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. | Металлургия железа: учебник | Электронный каталог | Москва ИКЦ "Академкнига", 2007 |
| Л2.2 | Кудрин В.А. В.А. Шишимиров | Технологические процессы производства стали: учебник | Электронный каталог | Ростов н/Д Феникс, 2017 |
| Л2.3 | Еланский Г.Н. Еланский Д.Г. | Строение и свойства металлических расплавов: учебное пособие | Электронный каталог | Москва ЮРАЙТ, 2020 |
| Л2.4 | Кудрин В.А., Шишимиров В.А. | Технология производства стали: учебное пособие | Электронный каталог | Москва Изд. Альянс, 2017 |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|------------------------|
| П.1 | Windows 7 Professional |
| П.2 | MicrosoftOffice 2007 |
| П.3 | антивирусное ПО Dr.Web |
| П.4 | MS Teams |
| П.5 | LMS Canvas |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|---|
| И.1 | Научная электронная библиотека https://elibrary.ru |
| И.2 | Электронная библиотека МИСиС http://lib.misis.ru |
| И.3 | ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru |
| И.4 | Российская платформа открытого образования http://openedu.ru |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|-----------------------------|--|
| 32 | Металлургические технологии | Компьютерный класс для проведения практических занятий, занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (16 шт.) ПО: Windows 7 Professional, MicrosoftOffice 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MSTeams, VisualStudio, комплект тематических презентаций, Виртуальный лабораторный комплекс: - Сталевар электропечи (ДСП) - Сталевар установки внепечной обработки стали: агрегат печь-ковш - Разливщик стали: слябовая машина непрерывного литья заготовок |

| | | |
|----|--|--|
| 4 | Металлургические технологии | 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, MicrosoftOffice 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MSTeams, VisualStudio, комплект тематических презентаций |
| 46 | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся | 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

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются классические методы решения задач. В начале каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации