

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 19.08.2023 09:38:08  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля) ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ Б1.В.ДВ.4 Электрометаллургия стали и ферросплавов

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля на курсах:

в том числе:

экзамен 4

аудиторные занятия 38

самостоятельная работа 133

часов на контроль 9

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 4   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | уп  | рп  |       |     |
| Лекции            | 20  | 20  | 20    | 20  |
| Лабораторные      | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические      | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Итого ауд.        | 38  | 38  | 38    | 38  |
| Контактная работа | 38  | 38  | 38    | 38  |
| Сам. работа       | 133 | 133 | 133   | 133 |
| Часы на контроль  | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого             | 180 | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*доцент, Егорова А.Н.*

Рабочая программа

**Электрометаллургия стали и ферросплавов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов, 22.03.02\_20\_Металлургия\_Пр1\_заоч\_2020.plz.xml, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 18.06.2020 г., №11

Руководитель подразделения доцент, к.т.н. А.Н. Шаповалов

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель - формирование знаний о теоретических основах и технологиях электрометаллургического производства стали и ферросплавов, обеспечивающих требуемые свойства и качество готовой продукции.  |
| 1.2 | Задачи:   |
| 1.3 | - изучить процессы и оборудование для производства стали и ферросплавов: конструкции печей, технологии выплавки, параметры электроплавки, электрического режима и автоматизацию производства; |
| 1.4 | - научить проводить физико-химические и инженерные расчеты процессов, протекающих в электропечах;   |
| 1.5 | - научить разрабатывать технологическую схему производства заданной марки стали на базе современных методов выплавки в электродуговой печи, внепечной обработки и разливки.                   |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.04 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Теория и технология окускования сырья и доменного производства  |            |
| 2.1.2      | Экстракция черных металлов из природного сырья  |            |
| 2.1.3      | Персональная эффективность  |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы   |            |
| 2.2.2      | Разливка и кристаллизация стали   |            |
| 2.2.3      | Теория и технология разливки стали  |            |
| 2.2.4      | Государственная итоговая аттестация   |            |
| 2.2.5      | Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2  |            |
| 2.2.6      | Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3  |            |
| 2.2.7      | Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4  |            |
| 2.2.8      | Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.5  |            |
| 2.2.9      | Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.6  |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|   |
|---|
| <b>УК-11.1: Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений</b>                                |
| <b>Знать:</b>   |
| УК-11.1-31 Теоретические основы электрометаллургических процессов производства металлов   |
| <b>ПСК-2: Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы получения жидкой стали и сплавов</b>  |
| <b>Знать:</b>   |
| ПСК-2-31 Влияние технологических параметров плавки и конструктивных особенностей электроплавильного оборудования на технико-экономические показатели производства высококачественных сталей, сплавов и ферросплавов |
| <b>ПК-3.1: Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>  |
| <b>Знать:</b>   |
| ПК-3.1-31 Устройство, принцип действия и правила эксплуатации технологического оборудования электрометаллургического производства   |
| <b>УК-11.1: Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений</b>                                |
| <b>Уметь:</b>   |
| УК-11.1-У1 Анализировать и рассчитывать основные параметры электрометаллургических производств  |
| <b>ПСК-2: Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы получения жидкой стали и сплавов</b>  |
| <b>Уметь:</b>   |
| ПСК-2-У1 Анализировать и совершенствовать технологические процессы производства высококачественных сталей, сплавов и ферросплавов в современных электроплавильных агрегатах   |

|  |
|--|
| <b>ПК-3.1: Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>   |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-3.1-У1 Осуществлять технологический процесс производства высококачественных сталей и сплавов различными электрохимическими способами  |
| <b>УК-11.1: Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений</b> |
| <b>Владеть:</b>  |
| УК-11.1-В1 Навыками выбора параметров электрометаллургических систем   |
| <b>ПСК-2: Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы получения жидкой стали и сплавов</b>   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПСК-2-В1 Методикой определения оптимальных технологических параметров производства высококачественных сталей, сплавов и ферросплавов в современных электроплавильных агрегатах       |
| <b>ПК-3.1: Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-3.1-В1 Методами анализа технологических процессов в электрометаллургии и их влияния на качество сталей и сплавов  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы            | Примечание                  | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Электродуговые печи</b>  |                |       |                                    |                                     |                             |    |                    |
| 1.1         | Электросталеплавильные печи: общая характеристика, рабочее пространство, футеровка. /Лек/   | 4              | 1     |                                    | Л1.1Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                             |    |                    |
| 1.2         | Конструкции ферросплавных печей: классификация печей ферросплавного производства, футеровка, определение параметров ванны ферросплавной печи. /Лек/ | 4              | 1     |                                    | Л2.1 Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4            |                             |    |                    |
| 1.3         | Расчет баланса металла по переделам: прокатному, кузнечному, и электросталеплавильному / Пр/  | 4              | 2     |                                    | Л1.1Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                             |    |                    |
| 1.4         | Определение размеров дуговой электросталеплавильной печи /Пр/   | 4              | 1     |                                    | Л1.1Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                             |    |                    |
| 1.5         | Изучение минералов руд и образцов ферросплавов /Лаб/  | 4              | 2     |                                    | Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4     | по форме "Групповая работа" |    |                    |
| 1.6         | Конструкция электродуговых печей: механическое и электрическое оборудование /Лаб/   | 4              | 2     |                                    | Л1.1Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | по форме "Групповая работа" |    |                    |
| 1.7         | Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/  | 4              | 10    |                                    | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                             |    |                    |

|     |  |   |    |  |                                |                             |  |  |
|-----|--|---|----|--|--------------------------------|-----------------------------|--|--|
| 1.8 | Самостоятельное изучение материала на тему:<br>Электрическое и механическое оборудование электросталеплавильных печей /Ср/   | 4 | 17 |  | Л1.Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                             |  |  |
|     | <b>Раздел 2. Технология плавки стали в открытых дуговых печах</b>  |   |    |  |                                |                             |  |  |
| 2.1 | Физико-химические основы производства стали в дуговых печах /Лек/  | 4 | 2  |  | Л1.Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                             |  |  |
| 2.2 | Основы технологии плавки стали в открытых дуговых печах:<br>- технология выплавки стали в дуговых печах с основной футеровкой;<br>- выплавка стали в кислых дуговых печах. /Лек/ | 4 | 4  |  | Л1.Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         |                             |  |  |
| 2.3 | Расчет шихты для выплавки стали в ДСП с использованием легированных отходов /Пр/   | 4 | 2  |  | Л1.Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | по форме "Групповая работа" |  |  |
| 2.4 | Расчет материального и теплового балансов для выплавки углеродистой стали в ДСП (с применением кислорода) /Пр/   | 4 | 3  |  | Л1.Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                             |  |  |
| 2.5 | Самостоятельное изучение материала на тему:<br>Ковшевая обработка стали: способы, содержание, конструктивная и технологическая реализация, эффективность. /Ср/                   | 4 | 15 |  | Л1.Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                             |  |  |
| 2.6 | Выполнение контрольной работы /Ср/   | 4 | 40 |  | Л1.Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4         |                             |  |  |
|     | <b>Раздел 3. Производство ферросплавов</b>   |   |    |  |                                |                             |  |  |
| 3.1 | Способы производства ферросплавов. /Лек/   | 4 | 2  |  | Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            |                             |  |  |
| 3.2 | Производство кремния и его сплавов. /Лек/  | 4 | 4  |  | Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            |                             |  |  |
| 3.3 | Производство марганца и его сплавов. /Лек/   | 4 | 4  |  | Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            |                             |  |  |
| 3.4 | Производство хрома и его сплавов. /Лек/  | 4 | 2  |  | Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            |                             |  |  |
| 3.5 | Расчет материального и теплового баланса производства ферросилиция. /Пр/   | 4 | 2  |  | Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            | по форме "Групповая работа" |  |  |
| 3.6 | Расчет материального и теплового баланса производства ферромарганца. /Пр/  | 4 | 2  |  | Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            | по форме "Групповая работа" |  |  |
| 3.7 | Изучение физических свойств различных видов ферросплавов /Лаб/   | 4 | 2  |  | Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4            | по форме "Групповая работа" |  |  |
| 3.8 | Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/   | 4 | 6  |  | Л2.Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         |                             |  |  |

|      |   |   |    |  |   |  |  |  |
|------|---|---|----|--|---|--|--|--|
| 3.9  | Самостоятельно изучение материала на тему:<br>Шихтовые материалы ферросплавного производства.<br>/Ср/ | 4 | 15 |  | Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4                     |  |  |  |
| 3.10 | Подготовка к экзамену по дисциплине /Ср/  | 4 | 30 |  | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |  |  |
| 3.11 | Экзамен по дисциплине /Экзамен/   | 4 | 9  |  |   |  |  |  |

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

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

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам;

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

Перечень вопросов и заданий по видам текущего контроля и промежуточной аттестации представлен ниже.

Вопросы к экзамену(ПК-3.1-31,ПК-3.1-B1, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, УК-11.1-31):

- 1 Структура электрометаллургии.
- 2 Общая характеристика электрических печей.
- 3 Классификация электрических печей.
- 4 Рабочее пространство дуговых печей.
- 5 Дуговой разряд, электрическая дуга, управление дугой.
- 6 Футеровка электропечей.
- 7 Механическое оборудование печей.
- 8 Электрическое оборудование печей и режим работы печей.
- 9 Теория жидкого состояния.
- 10 Природа и свойства жидких сплавов железа.
- 11 Химическая активность примесей в жидком железе
- 12 Состав сталеплавильных шлаков и их свойства.
- 13 Теория жидких шлаков.
- 14 Окисление углерода.
- 15 Окисление и восстановление примесей
- 16 Окисление фосфора.
- 17 Десульфурация стали.
- 18 Методы раскисления стали.
- 19 Водород и азот в стали. Дегазация стали.
- 20 Основы технологии плавки стали в открытых дуговых печах.
- 21 Методы плавки стали в дуговых печах.
- 22 Шихтовые материалы электроплавки.
- 23 Период плавления.
- 24 Окислительный период.
- 25 Восстановительный период.
- 26 Технология переплава легированных отходов.
- 27 Внепечное вакуумирование стали.
- 28 Обработка стали в установках ковш-печь.
- 29 Рафинирование металла вакуумом, газом или шлаком при переплавных процессах.
- 30 Технология плавки в открытых индукционных печах.
- 31 Классификация и назначение ферросплавов
- 32 Общие требования к качеству ферросплавов
- 33 Основы физико-химических процессов производства ферросплавов
- 34 Углетермическое восстановление металлов
- 35 Металлотермическое восстановление металлов
- 36 Способы производства ферросплавов
- 37 Типы ферросплавных печей
- 38 Определение параметров ванны ферросплавной печи
- 39 Практика работы ферросплавных печей
- 40 Руды, используемые в производстве ферросплавов, и их обогащение
- 41 Кремний и его сплавы с железом
- 42 Физико-химические основы получения ферросилиция
- 43 Шихтовые материалы для производства ферросилиция
- 44 Технология плавки ферросилиция
- 45 Углетермический процесс выплавки ферросилиция
- 46 Силкотермический процесс выплавки ферросилиция
- 47 Физико-химические свойства марганца и его соединений
- 48 Марганцевые руды и их подготовка к плавке
- 49 Физико-химические закономерности восстановления марганца
- 50 Технология выплавки ферромарганца
- 51 Производство низкофосфористого ферромарганца
- 52 Выплавка средне и малоуглеродистого ферромарганца
- 53 Производство металлического марганца
- 54 Физико-химические свойства хрома и его соединений
- 55 Хромовые руды и их подготовка к переработке
- 56 Физико-химические основы выплавки углеродистого феррохрома

- 57 Производство силикохрома
- 58 Силикотермическое производство феррохрома
- 59 Бесфлюсовый метод выплавки феррохрома
- 60 Алюмотермическое производство феррохрома

Перечень вопросов для защиты лабораторных работ (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В1, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, ПСК-2-В1, УК-11.1-31, УК-11.1-У1, УК-11.1-В1):

- Л/р 1:
- 1 Дайте общую характеристику электродуговой печи.
  - 2 Расскажите о классификации дуговых печей по роду тока и способу нагрева.
  - 3 Как формируется электрическая дуга в дуговых печах прямого действия?
  - 4 Опишите конструкцию дуговой печи прямого действия.
  - 5 Какие варианты загрузки шихты применяются на электродуговых печах?
  - 6 В чем заключается конструктивное отличие крупных высокомоощных ДСП?
  - 7 Перечислите основные конструктивные элементы электродуговой печи прямого действия
  - 8 Для чего и каким образом осуществляется наклон электродуговых печей?
  - 9 Какие материалы применяют для футеровки подины электродуговой печи?
  - 10 Какие варианты выпуска стали применяют на электродуговых печах?
  - 11 Как осуществляется электрический контакт между электродом и токоподводящими контактными щечками?
  - 12 Из чего изготавливают электроду электродуговых печей?
  - 13 Что может стать причиной облома электродов?
  - 14 Какие функции выполняют электрододержатели дуговых печей?
  - 15 Для чего нужны механизмы перемещения сводов и электродов?
  - 16 Какие функции выполняют экономайзеры?
  - 17 Что входит в состав электрооборудования современной электродуговой печи?
- Л/р 2:
- 1 Перечислите разновидности технологии электродуговой плавки и опишите их особенности
  - 2 В чем заключаются особенности плавки стали на углеродистой («све-жей») шихте?
  - 3 Перечислите технологические операции выплавки стали с полным окислением
  - 4 В чём заключаются основные недостатки плавки стали на углеродистой шихте с полным окислением?
  - 5 Расскажите об особенностях технологии выплавки стали методом переплава.
  - 6 Перечислите достоинства и недостатки технологии выплавки стали методом переплава.
  - 7 В чём заключается отличительная особенность технологии электроплавки с частичным окислением от других известных вариантов технологии?
  - 8 В чём заключается работа по подготовке печи к плавке?
  - 9 В каком порядке следует укладывать шихтовые материалы в корзину (бадью) при загрузке электродуговой печи?
  - 10 На что влияет порядок укладки шихтовых материалов в корзину при загрузке электродуговой печи?
  - 11 Укажите оптимальное соотношение фракционного состава металлического лома в шихте ДСП.
  - 12 Какой запас по углероду необходимо иметь в начале электродуговой плавки и за счёт чего он создаётся?
  - 13 Задачи и способы снижения продолжительности периода плавления.
  - 14 Задачи окислительного периода и применяемые технологические приёмы для их решения.
  - 15 Варианты проведения раскисления стали при электродуговой плавке.
  - 16 Перечислите основные задачи восстановительного периода.
  - 17 Расскажите о современных технических решениях и технологических приёмах, повышающих эффективность электродуговой плавки.
- Л/р 3:
- 1 Принцип нагрева металла в индукционной тигельной печи.
  - 2 Перечислите достоинства и недостатки индукционных тигельных печей.
  - 3 От чего зависит эффективность работы индукционной тигельной печи?
  - 4 Как изменяется к.п.д. индукционной печи в зависимости от частоты подводимого тока?
  - 5 С какой целью схема электроснабжения индукционных печей включается конденсаторной батареи?
  - 6 Какие тигли целесообразнее всего использовать в индукционной печи при исследованиях, проводимых с металлом (сталь, чугун) и шлаком?
  - 7 Расскажите принцип нагрева материалов в камерной электропечи сопротивления?
  - 8 Каким путем происходит передача тепла от нагревательных элементов расплавляемому материалу в печах сопротивления?
  - 9 Как классифицируются камерные электрические печи сопротивления в зависимости от рабочей температуры?
  - 10 Что является нагревательным элементом в печи Таммана?
- Л/р 4:
- 1 Что такое раскисление стали и с какой целью оно проводится?
  - 2 Что такое легирование стали и с какой целью оно проводится?
  - 3 Какие раскислители используются при раскислении кипящей, полуспокойной и спокойной стали?
  - 4 Какие факторы влияют на угар элементов при раскислении?
  - 5 Какие задачи решаются при обработке металла на агрегате доводки?
  - 6 Назначение и технология продувки металла инертными газами?
  - 7 Назначение и технология обработки металла порошкообразными реагентами?
  - 8 Способы корректировки температуры металла на АДС и их эффективность?
  - 9 Технологические особенности обработки металла на АДС?



|  |   |
|--|---|
| Л/р 5:   |   |
| 1  | Что называют ферросплавами, для чего их применяют и как получают?   |
| 2  | Что такое основной и ведущий элемент в ферросплаве и какие другие элементы в нем содержатся?  |
| 3  | Что называют комплексным ферросплавом?  |
| 4  | Что такое лигатура?   |
| 5  | Какой из сплавов является ферромарганцем, ферросилицием (45%-ным, 65%-ным, 75%-ным), силикомарганцем, ферромolibденом, феррохромом, металлическим хромом, металлическим марганцем, ферромolibденом, ферровольфрамом, феррованадием, ферротитаном? |
| 6  | Какие свойства придает стали Mn, Si, Cr, Mo, W, V, Ti?  |
| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.</b>   |   |
| Контрольная работа на тему: "Технология и расчет плавки стали в дуговых сталеплавильных печах" (по вариантам) (ПК-3.1-31, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, ПСК-2-В1, УК-11.1-31, УК-11.1-У1, УК-11.1-В1).<br>Объем домашнего задания – 20-25 стр. Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению контрольной работы.<br>Оформленная контрольная работа сдается на кафедру Metallургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа считается зачетным. Контрольная работа, выполненная неверно или имеющая замечания, возвращается на доработку.   |   |
| <b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>   |   |
| Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В1, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, ПСК-2-В1, УК-11.1-31, УК-11.1-У1, УК-11.1-В1).<br>Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.<br><br>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования<br>«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»<br>НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ<br>Кафедра металлургических технологий и оборудования<br>БИЛЕТ № 0<br>к экзамену<br>Дисциплина: «Электрометаллургия стали и ферросплавов»<br>Направление: 22.03.02 Metallургия<br>Форма обучения: заочная<br>Форма проведения экзамена: устная<br><br>1. Структура электрометаллургии<br>2. Влияние состава металла на десульфурацию стали.<br>3. Классификация и назначение ферросплавов<br><br>Составил: _____<br>Зав. кафедрой МТиО _____<br>«__» _____ 20__ г.<br><br>Дистанционно экзамен проводится в LMS Canvas.<br>Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Canvas (ПК-3.1, ПСК-2, УК-11.1):<br>ПК-3.1-31:<br>1) По какому общему признаку классифицируются электрические печи?<br>1. по конструктивным особенностям;<br>2. по используемым шихтовым материалам;<br>3. по способу превращения электрической энергии в тепловую.<br><br>2) Какова общая продолжительность процесса графитизации электродов?<br>1. 50-60 ч;<br>2. 5-6 сут;<br>3. 7-10 сут.<br><br>ПК-3.1-У1:<br>1) Выберите компоненты шихты для изготовления графитизированных электродов.<br>1. антрацит;<br>2. энергетический уголь;<br>3. кокс;<br>4. каменноугольная смола;<br><br>2) Какие отрицательные последствия имеют место при использовании водоохлаждаемых элементов в конструкции электропечей?<br>1. снижение производительности печи;<br>2. увеличение простоев;<br>3. увеличение расхода электроэнергии; |   |

**ПСК-2-31:**

1) Какие меры способствуют повышению стойкости футеровки ДСП?

- 1.улучшение качества применяемых огнеупоров;
- 2.увеличение удельной мощности трансформатора;
- 3.увеличение диаметра распада электродов;
- 4.предварительный подогрев металлошихты.

2) Какова оптимальная степень металлизации окатышей для при их использовании в шихте ДСП?

- 1.75-80%;
- 2.80-85%;
- 3.90-95%.

**ПСК-2-У1:**

1) Какой компонент шихты из используемых в качестве шлакообразующих, способствует наибольшему удалению серы и фосфора?

- 1.известняк;
- 2.известь;
- 3.бокситы;
- 4.плавиковый шпат.

2) Какие недостатки имеют место при электрошлаковом переплаве по сравнению с вакуумно-дуговой плавкой?

- 1.высокое содержание серы;
- 2.большее содержание неметаллических включений;
- 3.окисление активных элементов (Ti, Al) в процессе плавки.

**УК-11.1-31:**

1) К какому типу раскисления относится способ присадки порошкообразного раскислителя на шлак с целью снижения FeO?

- 1.глубинное;
- 2.диффузионное.

**УК-11.1-У1:**

1) Какое количество твердых окислителей (руды или агломерата) необходимо ввести в ДСП для удаления 0,01% C/т жидкого металла?

- 1.0,6-1,5 кг
- 2.1,5-2,2 кг;
- 3.2,0-3,0 кг.

#### **5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

При оценке результатов защиты отчетов по лабораторным работам используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«Зачтено», если выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы

«Не зачтено», если не выполнены или выполнены неправильно задания лабораторной работы, ответы на контрольные вопросы с ошибками или нет ответов на контрольные вопросы.

При поведении экзамена в форме устного опроса критериями оценки являются:

«Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

При проведении экзамена в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время.

«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время.

«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время.

«Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители                                     | Заглавие                                     | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес  |
|------|---|--|------------|---|
| Л1.1 | Братковский Е.В.,<br>Заводяный А. В.,<br>Шевченко Е. А. | Электрометаллургия стали:<br>Учебное пособие |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2018,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=12143">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=12143</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес |
|------|---------------------|---|------------|------------------------------|
| Л2.1 | А.Ф.Каблуковский    | Производство электростали и ферросплавов: Учебник |            | М.: ИКЦ «Академия», 2003,    |
| Л2.2 | В.А. Кудрин         | Теория и технология производства стали            |            | Мир, 2003,                   |

**6.1.3. Методические разработки**

|      | Авторы, составители                 | Заглавие  | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес  |
|------|-------------------------------------|---|------------|---|
| Л3.1 | Братковский Е.В.,<br>Шаповалов А.Н. | Электрометаллургия стали и ферросплавов: Лабораторный практикум   |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2019,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12369">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12369</a> |
| Л3.2 | Егорова А.Н.                        | Технология и расчет плавки стали в дуговых сталеплавильных печах: Методические указания для выполнения домашнего задания/контрольной работы |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2020,<br><a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12515">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12515</a> |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |   |  |
|----|---|--|
| Э1 | НФ НИТУ "МИСиС"                           | <a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>             |
| Э2 | Российская научная электронная библиотека | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>             |
| Э3 | НЭБ НИТУ "МИСиС"                          | <a href="http://www.elibrary.misis.ru">www.elibrary.misis.ru</a> |
| Э4 | КиберЛенинка                              | <a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>     |

**6.3 Перечень программного обеспечения****6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Успешному освоению курса также поможет ведение терминологического словаря, что позволит быстрее усваивать теоретический материал, грамотно строить свою речь при устных и письменных ответах.

Программа дисциплины включает лекционные, практические и лабораторные занятия, выполнение домашнего задания.

Контрольная работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала, методических указаний по выполнению работы и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению методических указаний существенно осложнит выполнение контрольной работы. Подготовка к выполнению контрольной работы заключается в изучении соответствующих методических указаний. Оформленная контрольная работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа считается зачтенной. Не зачтенная работа возвращается студенту на доработку.

Лабораторные работы отличаются значительными энергозатратами. Часть работ проводится при использовании высокотемпературных агрегатов, связана со значительными затратами времени, кроме того, для их полноценного выполнения требуется участие в ней нескольких студентов под руководством преподавателя. В связи с этим, при планировании своей учебной работы вам следует учитывать, что пропуск лабораторного занятия связан со сложностями их выполнения.

Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в составлении теоретического введения к лабораторной работе. После выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Работа считается полностью зачтенной после ее защиты. Защита лабораторных работ проводится на лабораторных занятиях.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. На практических занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют расчеты сталеплавильных процессов, а полученные результаты сопоставляют с реальными производственными величинами.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы. Допуском к экзамену являются защищенные отчеты по лабораторным работам. Экзамен по дисциплине проводится в устной форме.

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме.

LMS Canvas позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате. Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

- 6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;
- 7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;
- 8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;
- 9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;
- 10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams.

Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.