

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Дарья Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 14.02.2023 09:58:43  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

## МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
НИТУ «МИСиС»  
от «31» августа 2020 г.  
протокол № 1-20

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

Закреплена за кафедрой	<b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>		
Учебный план	22.03.02_20_Металлургия_Пр2_2020.plm.xml Направление подготовки 22.03.02 Металлургия Профиль. Металлургия черных металлов		
Квалификация	<b>Бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:		экзамены 7	
аудиторные занятия	68		
самостоятельная работа	76		
часов на контроль	36		

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
В том числе инт.	23	23	23	23
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

доцент, Егорова А.Н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Электротехнология стали и ферросплавов**

разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования НИТУ "МИСиС" по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата). Утвержден приказом НИТУ "МИСиС" от 02 декабря 2015г. №602о.в.

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов  
утвержденного учёным советом вуза от 21.05.2020 протокол № 10/зг.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

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

Протокол от 18.06.2020 г. № 11

Срок действия программы: 2020-2021 уч.г.

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. А.Н. Шаповалов

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)**

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 ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.ДВ.4
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Металлургические технологии	
2.1.2	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.3	Теплотехника	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Оборудование аглодоменного и сталеплавильного производств	
2.2.2	Проектирование сталеплавильных и доменных цехов	
2.2.3	Разливка и кристаллизация стали	
2.2.4	Теория и технология разливки стали	
2.2.5	Государственная итоговая аттестация	

**3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР), СООТНЕСЕННЫЕ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ДОСТИГНУТЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ**

<b>ПК-3.1 : Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	Устройство, принцип действия и правила эксплуатации технологического оборудования электрометаллургического производства
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	Осуществлять технологический процесс производства высококачественных сталей и сплавов различными электрохимическими способами
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	Методами анализа технологических процессов в электрометаллургии и их влияния на качество сталей и сплавов
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>ПСК-2 : Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы получения жидкой стали и сплавов</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	Влияние технологических параметров плавки и конструктивных особенностей электроплавильного оборудования на технико-экономические показатели производства высококачественных сталей, сплавов и ферросплавов
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	Анализировать и совершенствовать технологические процессы производства высококачественных сталей, сплавов и ферросплавов в современных электроплавильных агрегатах
Уровень 2	
Уровень 3	

<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	Методикой определения оптимальных технологических параметров производства высококачественных сталей, сплавов и ферросплавов в современных электроплавильных агрегатах
Уровень 2	
Уровень 3	
<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>	
Уровень 1	Теоретические основы электрометаллургических процессов производства металлов
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	Анализировать и рассчитывать основные параметры электрометаллургических производств
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	Навыками выбора параметров электрометаллургических систем
Уровень 2	
Уровень 3	

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
<b>Раздел 1. Электродуговые печи</b>						
1.1	Электросталеплавильные печи: общая характеристика, рабочее пространство, футеровка, электрическое и механическое оборудование. /Лек/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.2	Конструкции ферросплавных печей: классификация печей ферросплавного производства, футеровка, определение параметров ванны ферросплавной печи. /Лек/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.3	Расчет баланса металла по переделам: прокатному, кузнечному, и электросталеплавильному /Пр/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.4	Определение размеров дуговой электросталеплавильной печи /Пр/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.5	Изучение минералов руд и образцов ферросплавов /Лаб/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.6	Конструкция электродуговых печей: механическое и электрическое оборудование /Лаб/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.2Л3.1 1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.7	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 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/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.2	Основы технологии плавки стали в открытых дуговых печах: - технология выплавки стали в дуговых печах с основной футеровкой; - выплавка стали в кислых дуговых печах. /Лек/	7	8	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.3	Ковшовая обработка стали: способы, содержание, конструктивная и технологическая реализация, эффективность. /Лек/	7	6	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	

2.4	Расчет шихты для выплавки стали в ДСП с использованием легированных отходов /Пр/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
2.5	Расчет материального и теплового балансов для выплавки углеродистой стали в ДСП (с применением кислорода) /Пр/	7	5	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.6	Контрольная работа №1 /Пр/	7	1	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1		
2.7	Выплавка стали в лабораторной печи сопротивления (Таммана) /Лаб/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
2.8	Раскисление стали, выплавленной в ДСП /Лаб/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1Л3.1 1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
2.9	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.10	Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/	7	10	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.11	Выполнение домашнего задания /Ср/	7	24	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
<b>Раздел 3. Производство ферросплавов</b>						
3.1	Способы производства ферросплавов. Шихтовые материалы ферросплавного производства. /Лек/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.2	Производство кремния и его сплавов. /Лек/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.3	Производство марганца и его сплавов. /Лек/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.4	Производство хрома и его сплавов. /Лек/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.5	Расчет материального и теплового баланса производства ферросилиция. /Пр/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
3.6	Расчет материального и теплового баланса производства ферромарганца. /Пр/	7	2	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
3.7	Контрольная работа №2 /Пр/	7	1	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1		
3.8	Изучение физических свойств различных видов ферросплавов /Лаб/	7	3	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
3.9	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	7	4	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.10	Подготовка к контрольной работе №2 /Ср/	7	10	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.11	Подготовка к экзамену по дисциплине /Ср/	7	20	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.12	Экзамен по дисциплине /Экзамен/	7	36	ПСК-2 ПК-3.1 УК-11.1		

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля, практики, НИР)

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;
2. Выполнение контрольных работ в письменной форме по вопросам, входящим в раздел (тему) УД, или в тестовой форме

по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

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 контрольной работе №1 (ПК-3.1-31, ПК-3.1-B1, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, УК-11.1-31):

1. История развития электрометаллургии стали.
2. Структура электрометаллургии.
3. Общая характеристика электрических печей.
4. Классификация электрических печей.
5. Рабочее пространство дуговых печей.
6. Дуговой разряд, электрическая дуга, управление дугой.
7. Альтернативные источники тепла в электроплавке. Экономия энергии.
8. Футеровка электродуговых и индукционных печей.
9. Механическое оборудование электродуговых и индукционных печей.
10. Электрическое оборудование печей и режим работы электродуговых и индукционных печей.
11. Теория жидкого состояния.
12. Природа и свойства жидких сплавов железа.
13. Химическая активность примесей в жидком железе
14. Состав сталеплавильных шлаков и их свойства.
15. Теория жидких шлаков.
16. Окисление углерода в процессе плавки.
17. Окисление и восстановление кремния в процессе плавки.
18. Окисление и восстановление марганца в процессе плавки.
19. Окисление и восстановление хрома в процессе плавки.
20. Окисление фосфора в процессе плавки.
21. Десульфурация стали в процессе плавки.
22. Распределение серы между металлом и шлаком.
23. Влияние состава металла на десульфурацию стали.

Вопросы к контрольной работе №2 (ПК-3.1-31, ПК-3.1-B1, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, УК-11.1-31):

1. Методы раскисления стали.
2. Раскисление шлаком.
3. Водород и азот в стали. Дегазация стали.
4. Основы технологии плавки стали в открытых дуговых печах.
5. Методы плавки стали в дуговых печах.
6. Шихтовые материалы электроплавки.
7. Подготовка печи к плавке и загрузка шихты.
8. Период плавления в ДСП
9. Окислительный период плавки
10. Восстановительный период плавки
11. Технология переплава легированных отходов в ДСП.
12. Внепечное вакуумирование стали.
13. Обработка стали в установках ковш-печь.
14. Обработка стали порошками щелочноземельных металлов и их соединений.
15. Обработка стали жидким синтетическим шлаком в ковше.
16. Продувка стали в ковше аргоном.
17. Выплавка конструкционной стали
18. Выплавка шарикоподшипниковой стали
19. Выплавка нержавеющей и жаропрочной стали
20. Выплавка быстрорежущей стали
21. Рафинирование металла вакуумом, газом или шлаком при переплавных процессах.
22. Технология плавки в открытых индукционных печах.
23. Экологические аспекты электрометаллургического производства.

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 Силикотермический 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 высокомошных 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 электроды 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, ферромолибденом, феррохромом, металлическим хромом, металлическим марганцем, ферромолибденом, ферровольфрамом, феррованадием, ферротитаном?
- 6 Какие свойства придает стали Mn, Si, Cr, Mo, W, V, Ti?

**5.2. Перечень письменных работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы или проекты, отчёты о практике или НИР и др.**

Домашнее задание 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).

Объем домашнего задания – 20-25 стр. Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению домашнего задания.

Оформленное домашнее задание сдается на кафедру Metallurgical technologies and equipment. Правильно выполненное задание считается зачтенным. Домашнее задание, выполненное неверно или имеющее замечания, возвращается на доработку.

**5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена**

Формой текущего контроля являются контрольные работы (ПК-3.1-31, ПК-3.1-В1, ПСК-2-31, ПСК-2-У1, УК-11.1-31):  
Ниже представлены образцы билетов для контрольных работ в письменной форме.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ  
Кафедра металлургических технологий и оборудования  
БИЛЕТ № 0

к контрольной работе № 1

Дисциплина: «Электрометаллургия стали и ферросплавов»

Направление: 22.03.02 Metallurgy

Форма обучения: очная

Форма проведения контрольной работы: письменная

1. История развития электрометаллургии стали.
2. Влияние состава металла на десульфурацию стали.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ  
Кафедра металлургических технологий и оборудования  
БИЛЕТ № 0

к контрольной работе № 2

Дисциплина: «Электрометаллургия стали и ферросплавов»

Направление: 22.03.02 Metallurgy

Форма обучения: очная

Форма проведения контрольной работы: письменная

1. Методы раскисления стали.
2. Экологические аспекты электрометаллургического производства.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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).

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ  
Кафедра металлургических технологий и оборудования  
БИЛЕТ № 0

к экзамену

Дисциплина: «Электрометаллургия стали и ферросплавов»

Направление: 22.03.02 Metallurgy

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1. Структура электрометаллургии
2. Влияние состава металла на десульфурацию стали.
3. Классификация и назначение ферросплавов

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дистанционно экзамен проводится в LMS Canvas.

Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Canvas (ПК-3.1, ПСК-2, УК-11.1):

ПК-3.1-31:

1) По какому общему признаку классифицируются электрические печи?

1. по конструктивным особенностям;
2. по используемым шихтовым материалам;
3. по способу превращения электрической энергии в тепловую.

2) Какова общая продолжительность процесса графитизации электродов?

- 1.50-60 ч;
- 2.5-6 сут;
- 3.7-10 сут.

ПК-3.1-У1:

1) Выберите компоненты шихты для изготовления графитизированных электродов.

- 1.антрацит;
- 2.энергетический уголь;
- 3.кокс;
- 4.каменноугольная смола;

2)Какие отрицательные последствия имеют место при использования водоохлаждаемых элементов в конструкции электропечей?

- 1.снижение производительности печи;
- 2.увеличение простоев;
- 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.

В системе оценки знаний, умений и навыков по результатам проведения контрольных работ в письменной форме используются следующие критерии:

«Отлично» - за полное овладение содержанием учебного материала, владение понятийным аппаратом, умение решать практические задачи, грамотное, логичное изложение ответа.

«Хорошо» - если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания

для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности.  
«Удовлетворительно» - если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения.

«Неудовлетворительно» - если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать.

При проведении 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 и контрольных работ 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 ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ,

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л1.1	Братковский Е.В., Заводяный А. В., Шевченко Е. А.	Электрометаллургия стали: Учебное пособие	НФ НИТУ "МИСиС", 2018, <a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=12143">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=12143</a>	0

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л2.1	А.Ф.Каблуковский	Производство электростали и ферросплавов: Учебник	М.: ИКЦ «Академия», 2003,	11
Л2.2	В.А. Кудрин	Теория и технология производства стали	Мир, 2003,	13

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л3.1	Братковский Е.В., Шаповалов А.Н.	Электрометаллургия стали и ферросплавов: Лабораторный практикум	НФ НИТУ "МИСиС", 2019, <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>	5
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, <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>	0

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	НФ НИТУ "МИСиС"
Э2	Российская научная электронная библиотека
Э3	НЭБ НИТУ "МИСиС"
Э4	КиберЛенинка

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	1. Microsoft Office;
6.3.1.2	2. Операционная система Windows;
6.3.1.3	3. Электронный образовательный ресурс LMS Canvas;
6.3.1.4	4. Система видеоконференцсвязи Microsoft Teams или Zoom.
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b>	
7.1	Для проведения лекций, практических занятий и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные специализированной мебелью (парты, стулья, классная доска), персональным компьютером (с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета), мультимедийным оборудованием.
7.2	Для проведения лабораторных работ используется специализированная лаборатория по металлургии, оснащенная коллекцией минералов и ферросплавов, набором плакатов для изучения конструкций электропечей.
7.3	Для выполнения домашнего задания, подготовки к лабораторным работам используется аудитория для самостоятельной работы, оснащенная учебной мебелью, компьютерами с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b>	
<p>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.</p> <p>Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.</p> <p>Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.</p> <p>Успешному освоению курса также поможет ведение терминологического словаря, что позволит быстрее усваивать теоретический материал, грамотно строить свою речь при устных и письменных ответах.</p> <p>Программа дисциплины включает лекционные, практические и лабораторные занятия, выполнение домашнего задания. Домашнее задание отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала, методических указаний по выполнению задания 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 домашнего задания. Подготовка к выполнению домашнего задания заключается в изучении соответствующих методических указаний. Оформленное домашнее задание сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненное задание считается зачтенным. Не зачтенное задание возвращается студенту на доработку.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме.</p> <p>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».</p> <p>Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>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.;</li> <li>3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;</li> <li>4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;</li> </ol>	

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.