

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 27.05.2026 12:11:33  
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**

Приложение 4

к ОПОП ВО 22.03.02 Metallургия  
Metallургия черных металлов

## Рабочая программа дисциплины

# Теория и технология доменного производства

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

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия

Образовательная программа 22.03.02 Metallургия / Metallургия черных металлов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **180**

Виды контроля в семестрах:

**экзамен 5**  
**курсовая работа 5**

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 19			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	85	85	85	85
В том числе сам. работа в рамках ФОС		44		
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Шаповалов А.Н.*

Рабочая программа дисциплины

### **Теория и технология доменного производства**

Составлен на основании учебного плана:

22.03.02\_25\_Металлургия\_ПрМЧМ .plx.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.03.02 Metallurgy Metallurgy черных металлов протокол от 25.12.2024 №58.

Рабочая программа одобрена на заседании

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

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Нефедов Андрей Викторович.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Подготовить выпускников к производственно-технологической деятельности, связанной с подготовкой шихтовых материалов черной металлургии.
1.2	Изучить теоретические основы окискования железорудных материалов.
1.3	Изучить способы подготовки железорудных материалов к доменной плавки, технологические особенности, оборудование и показатели.
1.4	Научить оценивать металлургические свойства железорудных материалов и выбирать рациональный способ их подготовки.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Металлургические технологии	
2.1.2	Безопасность жизнедеятельности	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)	
2.2.2	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)	
2.2.3	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 3)	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Теория и технология производства стали	
2.2.6	Основы сталеплавильного производства	
2.2.7	Электрометаллургия стали и ферросплавов	
2.2.8	Современные методы получения высококачественных сталей и сплавов	
2.2.9	Теория и технология ковшевой обработки стали	
2.2.10	Внепечная обработка стали	
2.2.11	Теория и технология разливки стали	
2.2.12	Разливка и кристаллизация стали	

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

<b>ПК-1: Способен осуществлять технологические процессы по получению черных металлов, оценивать риски и определять меры по обеспечению их безопасности</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 Устройство, принцип действия и правила эксплуатации доменной печи
<b>ПК-2: Способен разрабатывать технологические процессы получения черных металлов, осуществлять контроль их выполнения и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению дефектности продукции</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Влияние технологии выплавки чугуна на технико-экономические показатели доменного производства
<b>ПК-5: Способен определять технико-экономические показатели процессов получения черных металлов, проводить анализ эффективности технологических процессов производства черных металлов и разрабатывать предложения по их совершенствованию</b>
<b>Знать:</b>
ПК-5-31 Технологические основы процессов доменной плавки
<b>ПК-6: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов получения черных металлов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-6-31 Возможности цифровых технологий и способы их применения для анализа эффективности работы доменной печи
<b>ПК-1: Способен осуществлять технологические процессы по получению черных металлов, оценивать риски и определять меры по обеспечению их безопасности</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Осуществлять технологический процесс доменной плавки с учетом особенностей оборудования и требований к

качеству продукции
<b>ПК-2: Способен разрабатывать технологические процессы получения черных металлов, осуществлять контроль их выполнения и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению дефектности продукции</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Анализировать и совершенствовать технологию выплавки чугуна в доменных печах
<b>ПК-5: Способен определять технико-экономические показатели процессов получения черных металлов, проводить анализ эффективности технологических процессов производства черных металлов и разрабатывать предложения по их совершенствованию</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 Анализировать технологию доменной плавки
<b>ПК-6: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов получения черных металлов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 Анализировать технологию выплавки чугуна и показатели работы доменной печи статистическими методами
<b>ПК-1: Способен осуществлять технологические процессы по получению черных металлов, оценивать риски и определять меры по обеспечению их безопасности</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Методами расчета оптимальных технологических параметров доменной плавки с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции
<b>ПК-2: Способен разрабатывать технологические процессы получения черных металлов, осуществлять контроль их выполнения и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению дефектности продукции</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Методикой определения оптимальных конструктивных параметров доменной печи
<b>ПК-5: Способен определять технико-экономические показатели процессов получения черных металлов, проводить анализ эффективности технологических процессов производства черных металлов и разрабатывать предложения по их совершенствованию</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 Методами повышения эффективности доменной плавки
<b>ПК-6: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов получения черных металлов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-6-В1 Навыками применения цифровые технологии для повышения эффективности выплавки чугуна в доменных печах

#### 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. Тема 1. Общая схема доменного процесса. Движение материалов и газов в доменной печи</b>							
1.1	Общая схема доменного процесса. /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1

1.2	Движение материалов и газов в доменной печи /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
1.3	Расчеты потерь напора газового потока по высоте столба доменной шихты и активного веса шихты /Пр/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
1.4	Промежуточное тестирование по теме /Пр/	5	0,5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1
1.5	Изучение процесса схода шихтовых материалов на модели доменной печи /Лаб/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р2
1.6	Изучение газодинамических параметров на модели доменной печи /Лаб/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р3
1.7	Самостоятельное изучение лекционно-практического материала и подготовка к текущей аттестации /Ср/	5	5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,КМ5	
	<b>Раздел 2. Тема 2. Физико-химические процессы доменной плавки</b>							
2.1	Процессы испарения и диссоциации в доменной печи /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р1

2.2	Процессы восстановления оксидов металлов в доменной печи /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р1
2.3	Изучение восстановимости железных руд /Лаб/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р4
2.4	Балансовые расчеты физико-химических процессов доменной плавки /Пр/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
2.5	Промежуточное тестирование по теме /Пр/	5	0,5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р1
2.6	Самостоятельное изучение лекционно-практического материала и подготовка к текущей аттестации /Ср/	5	5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2,К М5	Р1
	<b>Раздел 3. Тема 3. Образование чугуна и шлака в доменной печи</b>							
3.1	Образование чугуна и шлака в доменной печи /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р1
3.2	Процессы, протекающие в горне доменной печи /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р1

3.3	Дусульфурация чугуна /Лаб/	5	5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р5
3.4	Расчеты по науглероживанию и дусульфурации чугуна /Пр/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р1
3.5	Промежуточное тестирование по теме /Пр/	5	0,5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р1
3.6	Выполнение курсовой работы на тему "Расчет шихты, материального и теплового балансов доменной плавки" по индивидуальным вариантам /Ср/	5	20	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ5	Р1
3.7	Самостоятельное изучение лекционно-практического материала и подготовка к текущей аттестации /Ср/	5	5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3,КМ5	Р1
	<b>Раздел 4. Тема 4. Методы интенсификации доменного процесса. Перспективы развития доменного производства</b>							
4.1	Методы интенсификации доменного процесса. /Лек/	5	6	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р1
4.2	Перспективы развития доменного производства /Лек/	5	4	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р1

4.3	Расчет производительности и расхода кокса при изменении параметров доменной плавки /Пр/	5	3	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р1
4.4	Промежуточное тестирование по теме /Пр/	5	0,5	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р1
4.5	Самостоятельное изучение лекционно-практического материала и подготовка к текущей аттестации /Ср/	5	6	ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ4,КМ5	Р1
	<b>Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>							
5.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	5	18	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1,КМ2,КМ3,КМ4,КМ5	
5.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	5	26	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1,Р2,Р3,Р4,Р5

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Текущий контроль по теме 1 "Общая схема доменного процесса. Движение материалов и газов в доменной печи"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Вопросы и задачи к текущему контролю №1</p> <p>Теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Структура классического двухступенчатого способа производства черных металлов.</li> <li>2 Общая схема доменного производства.</li> <li>3 Исходные материалы и продукты доменной плавки.</li> <li>4 Основные особенности доменного производства и его недостатки.</li> <li>5 Сущность доменного производства.</li> <li>6 Профиль доменной печи</li> <li>7 Основные процессы доменной плавки.</li> <li>8 Функции кокса в доменной плавке.</li> <li>9 Технология производства кокса и стадии процесса коксования.</li> <li>10 Основные показатели качества кокса и их содержание.</li> <li>11 Движение газов в доменной печи. Требования к распределению газов, и причины, препятствующие равномерному распределению газов по сечению доменной печи</li> <li>12 Рациональное распределение газов и способы его оценки. Типы распределения газовых потоков по сечению печи. Газопроницаемость шихтовых материалов доменной плавки.</li> <li>13 Схема подачи материалов в печь и формирование поверхности засыпи.</li> <li>14 Факторы, влияющие на распределение материалов на колошнике, механизм их влияния.</li> <li>15 Движение шихтовых материалов в доменной печи. Причины опускания шихты.</li> <li>16 Активный вес шихты и силы, препятствующие опусканию шихтовых материалов. Движение материалов в нижней части доменной печи.</li> </ol> <p>Практические задания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Определить полезный объем печи, выплавляющей в сутки 4000 т чугуна, если среднее время пребывания материалов в печи составляет 6 часов, а объем материалов на 1т чугуна – 2 м<sup>3</sup>.</li> <li>2 Определить среднее время пребывания материалов в доменной печи полезным объемом 2000 м<sup>3</sup>, выплавляющей в сутки 4000 т чугуна, если объем материалов на 1т чугуна – 1,9 м<sup>3</sup>.</li> <li>3 Определить объем шихтовых материалов на 1 т чугуна, если среднее время пребывания материалов в печи полезным объемом 2700 м<sup>3</sup>, выплавляющей за сутки 4500 т чугуна, составляет 6 часов.</li> <li>4 Определить насыпную массу кокса, если его порозность равна 0,5, а кажущаяся объемная масса – 1 т/м<sup>3</sup>.</li> <li>5 Определить кажущуюся объемную массу агломерата, если его порозность 0,4, а насыпная масса – 1,7 т/м<sup>3</sup>.</li> <li>6 Определить общий перепад давления газа в доменной печи по известным данным.</li> <li>7 Определить активный вес столба шихты по известным данным.</li> <li>8 Определить часовую потребность в шихтовых материалах при известных показателях выплавки чугуна</li> </ol>
-----	--	---	---

КМ2	Текущий контроль по теме 2 "Физико-химические процессы доменной плавки"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Вопросы и задачи к текущему контролю №2</p> <p>Теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Процессы, происходящие в верхней части шахты доменной печи: удаление влаги и летучих веществ топлива, разложение карбонатов.</li> <li>2 Закономерности удаления влаги и летучих веществ топлива.</li> <li>3 Закономерности разложения карбонатов в доменной печи.</li> <li>4 Описать принцип последовательности восстановительных процессов А.А. Байкова на примере восстановления железа.</li> <li>5 Указать температурные зоны восстановления железа из оксидов.</li> <li>6 Физико-химические основы восстановительных процессов.</li> <li>7 Зависимость химического сродства элементов к кислороду от температуры. Химическая прочность оксидов доменной плавки.</li> <li>8 Восстановление оксидов железа монооксидом углерода. Кривые равновесия газовых смесей CO<sub>2</sub> и CO с оксидами железа и железом.</li> <li>9 Восстановление оксидов железа водородом. Кривые равновесия газовых смесей H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>Oпар, CO<sub>2</sub> и CO с оксидами железа и железом.</li> <li>10 Восстановление оксидов железа углеродом.</li> <li>11 Сравнение прямого и косвенного восстановления.</li> <li>12 Адсорбционно-автокаталитический механизм восстановления оксидов железа газами.</li> <li>13 Влияние различных факторов на скорость восстановления</li> <li>14 Восстановление кремния, марганца и фосфора в доменной печи.</li> </ol> <p>Практические задания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Содержание железа в агломерате 54 %, FeO – 12%. Рассчитайте количество кислорода связанного в Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.</li> <li>2 При прокаливании 30 г кальцитового известняка получили 17,3 г твердого остатка. Рассчитайте п.п.п. и содержание CaO в известняке.</li> <li>3 Определите, какое количество извести образуется при полном разложении 1 т известняка, содержащего 40% CO<sub>2</sub> (атомная масса Ca = 40).</li> <li>4 Определите, какое количество углекислоты (в м<sup>3</sup>) перейдет в газовую фазу при разложении 560 кг известняка, содержащего 50% CaO (атомная масса Ca = 40).</li> <li>5 Определить степень использования водорода в доменной печи, если состав колошникового газа, %: CO<sub>2</sub> – 21; CO – 27; H<sub>2</sub> – 8; H<sub>2</sub>O – 11,4.</li> <li>6 Определить степень использования монооксида углерода в доменной печи, если состав колошникового газа, %: CO<sub>2</sub> – 21; CO – 27; H<sub>2</sub> – 8; H<sub>2</sub>O – 11,4.</li> <li>7 Из оксидов железа восстанавливается 930 кг Fe/т чугуна. Определить расход углерода на прямое восстановление железа (кг/т чугуна), если степень прямого восстановления железа (rd) составляет 0,4.</li> <li>8 При прямом восстановлении Fe из FeO израсходовано 7,06 т кокса (85% C). Сколько FeO восстановлено?</li> <li>9 В результате прямого восстановления оксида железа образовалось 67,2 м<sup>3</sup> CO. Какое количество FeO восстановлено?</li> <li>10 Определите, какое количество кремнезема из шлака должно быть восстановлено (для 1 т чугуна), если содержание кремния в чугуне - 1% (атомная масса Si = 28).</li> <li>11 Чугун содержит 1% кремния. Сколько углерода затрачено на восстановление кремния для 1 т чугуна? (атомная масса Si = 28).</li> <li>12 Чугун содержит 1% марганца. Сколько углерода израсходовано на его восстановление (для 1 т чугуна) из оксида?</li> </ol>
-----	---	---	---

			<p>(атомная масса марганца – 55).</p> <p>13 При взаимодействии 100 л <math>\text{CO}_2</math> с коксом образовалась газовая смесь, состоящая из 60% <math>\text{CO}</math> и 40% <math>\text{CO}_2</math>. Сколько углерода из кокса окислилось?</p> <p>14 При взаимодействии 100 л <math>\text{CO}_2</math> с коксом образовалась газовая смесь, состоящая из 60% <math>\text{CO}</math> и 40% <math>\text{CO}_2</math>. Сколько углерода из кокса окислилось?</p>
--	--	--	---

КМЗ	Текущий контроль по теме 3 "Образование чугуна и шлака в доменной печи"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Вопросы и задачи к текущему контролю №3</p> <p>Теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Науглероживание железа и образование чугуна.</li> <li>2 Образование шлака и его состав.</li> <li>3 Физические и химические свойства шлака.</li> <li>4 Десульфурация чугуна в доменной печи.</li> <li>5 Условия удаления серы из чугуна.</li> <li>6 Процесс горения углерода кокса на фурмах.</li> <li>7 Формирование и параметры зон циркуляции, параметры фурменных газов.</li> <li>8 Окисление составляющих чугуна в фурменных очагах и их повторное восстановление в горне: сущность и последствия</li> </ol> <p>Практические задания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Шлак содержит: CaO - 45%, SiO<sub>2</sub> - 40%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5%. Количество этих компонентов на 1 т чугуна составляет - 360 кг. Определите удельный выход шлака.</li> <li>2 Агломерат содержит 10% SiO<sub>2</sub>, 1% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 15% CaO. Расход агломерата составляет 2 т/т чугуна. Определите удельный выход шлака, если сумма указанных оксидов в конечном шлаке составляет 90%.</li> <li>3 Определите содержание SiO<sub>2</sub> (%) в шлаке, если в нем содержится 45% - CaO, 5% - MgO, 7% - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а суммарная основность равна - 1.</li> <li>4 Шлак характеризуется следующим содержанием оксидов: CaO - 45%, MgO - 5%, SiO<sub>2</sub>- 34%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 6%. Определите его основность (простую и суммарную).</li> <li>5 Определить состав газа перед фурмами, если для сжигания углерода кокса подают сухое атмосферное дутье. Расчет вести на 100м<sup>3</sup> дутья.</li> <li>6 Определить количество углерода, сжигаемого перед фурмами (т/час) при интенсивности подачи дутья с содержанием кислорода 21% - 2300 м<sup>3</sup>/мин</li> <li>7 Определить состав продуктов горения кокса в горне для дутья, содержащего 30% кислорода. Летучими веществами кокса и влажностью дутья пренебречь. Расчет вести на 100м<sup>3</sup> дутья.</li> <li>8 Определить количество углерода, сжигаемого перед фурмами (т/час) при интенсивности подачи дутья с содержанием кислорода 23% - 3400 м<sup>3</sup>/мин</li> <li>9 В печь подают 3000 м<sup>3</sup>/мин. атмосферного воздуха. Какое содержание кислорода в дутье должно быть, чтобы интенсивность горения кокса возросла на 10%?</li> <li>10 В горновом газе содержится 58% азота. Определить содержание кислорода в сухом дутье, если количество вдуваемого природного газа D = 0,04. Состав природного газа: CH<sub>4</sub>=95%, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=5%.</li> <li>11 Состав горнового газа: CO= 39%, H<sub>2</sub> = 7%, N<sub>2</sub>= 54%. Определить содержание кислорода в дутье и расход природного газа. Состав природного газа: CH<sub>4</sub>=96%, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=4%. (Расчет выполнить для сухого дутья и дутья с влажностью 1%).</li> <li>12 Определить приход серы в печь (кг/т чугуна) для следующих условий: LS = 50, выход шлака 400 кг/т чугуна, [S] = 0,03%. Удалением серы из печи с газом пренебречь.</li> <li>13 Определить содержание серы в чугуне для следующих условий: приход серы в печь - 4 кг/т чугуна; LS = 45; выход шлака - 500 кг/т. С газом удаляется 10% серы.</li> <li>14 Определить коэффициент распределения серы между шлаком и чугуном для следующих условий: приход серы в печь - 4 кг/т чугуна; [S] = 0,03%; выход шлака - 400 кг/т. С газом удаляется 5% серы.</li> </ol>
-----	--	---	---

КМ4	Текущий контроль по теме 4 "Методы интенсификации доменного процесса. Перспективы развития доменного производства"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Вопросы и задачи к текущему контролю №4</p> <p>Теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Способы интенсификации доменного процесса и их краткая характеристика.</li> <li>2 Интенсификация доменной плавки в результате повышения температуры дутья.</li> <li>3 Интенсификация доменной плавки увлажнением дутья и обогащение его O<sub>2</sub>.</li> <li>4 Интенсификация доменной плавки вдуванием природного газа, мазута.</li> <li>5 Комбинированное дутье.</li> <li>6 Внедоменные способы получения железа. Кричное производство.</li> <li>7 Мидрекс процесс. Плавка жидкофазного восстановления.</li> <li>8 В чем заключаются преимущества ПЖВ перед доменной плавкой?</li> <li>9 В чем преимущества комбинированного дутья?</li> <li>10 Почему при увлажнении дутья необходимо увеличивать его температуру?</li> <li>11 Как влияет вдувание природного газа на ход доменной плавки?</li> <li>12 Какими технологическими параметрами можно увеличить интенсивность хода доменной плавки?</li> <li>13 Как увеличение содержания кремния в чугуна влияет на ход доменной плавки?</li> <li>14 На какие параметры доменной плавки влияет увеличение температуры дутья?</li> <li>15 В чем преимущества внедоменных способов получения железа?</li> <li>16 Какими методами можно повысить технико-экономические показатели доменной плавки?</li> </ol> <p>Практические задания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Определить коэффициент использования полезного объема доменной печи емкостью 1013 м<sup>3</sup> при суточной производительности 1930 т.</li> <li>2 Суточная производительность доменной печи 4000 т чугуна, суточный расход кокса 2000 т, КИПО – 0,5 м<sup>3</sup>/т сутки. С какой интенсивностью плавки по сожженному коксу работает доменная печь?</li> <li>3 Суточная производительность доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> увеличилась с 10000 т до 11000 т чугуна. На сколько изменился КИПО?</li> <li>4 Доменная печь объемом 2000 м<sup>3</sup> работает с интенсивностью по сожженному коксу 1 т/м<sup>3</sup> сутки. Сколько кокса в сутки расходует печь?</li> <li>5 Определить удельную производительность доменной печи по известным данным.</li> <li>6 Определить изменение суточной производительности доменной печи при введении дополнительных параметров плавки, интенсифицирующих процесс.</li> <li>7 Определить изменение удельного расхода кокса при введении дополнительных параметров плавки, способствующих снижению потребности в тепле и восстановителе.</li> <li>8 Определить коэффициент использования полезного объема доменной печи емкостью 1513 м<sup>3</sup> при суточной</li> </ol>
-----	--	---	--

КМ5	Экзамен	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Вопросы для подготовки к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Структура классического двухступенчатого способа производства черных металлов.</li> <li>2 Общая схема доменного производства. Исходные материалы и продукты доменной плавки. Основные особенности доменного производства и его недостатки.</li> <li>3 Сущность доменного производства. Профиль доменной печи и основные процессы доменной плавки.</li> <li>4 Движение газов в доменной печи. Требования к распределению газов, и причины, препятствующие равномерному распределению газов по сечению доменной печи</li> <li>5 Рациональное распределение газов и способы его оценки. Типы распределения газовых потоков по сечению печи. Газопроницаемость шихтовых материалов доменной плавки.</li> <li>6 Схема подачи материалов в печь и формирование поверхности засыпи.</li> <li>7 Факторы, влияющие на распределение материалов на колошнике, механизм их влияния.</li> <li>8 Движение шихтовых материалов в доменной печи. Причины опускания шихты.</li> <li>9 Активный вес шихты и силы, препятствующие опусканию шихтовых материалов. Движение материалов в нижней части доменной печи.</li> <li>10 Процессы, происходящие в верхней части шахты доменной печи: удаление влаги и летучих веществ топлива, разложение карбонатов.</li> <li>11 Принцип последовательности восстановительных процессов А.А. Байкова на примере восстановления железа. Температурные зоны восстановления железа из оксидов.</li> <li>12 Физико-химические основы восстановительных процессов. Зависимость химического сродства элементов к кислороду от температуры. Химическая прочность оксидов доменной плавки.</li> <li>13 Восстановление оксидов железа монооксидом углерода. Кривые равновесия газовых смесей CO<sub>2</sub> и CO с оксидами железа и железом.</li> <li>14 Восстановление оксидов железа водородом. Кривые равновесия газовых смесей H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>Oпар, CO<sub>2</sub> и CO с оксидами железа и железом.</li> <li>15 Восстановление оксидов железа углеродом.</li> <li>16 Сравнение прямого и косвенного восстановления.</li> <li>17 Адсорбционно-автокаталитический механизм восстановления оксидов железа газами. Влияние различных факторов на скорость восстановления</li> <li>18 Восстановление кремния, марганца и фосфора в доменной печи.</li> <li>19 Науглероживание железа и образование чугуна.</li> <li>20 Образование шлака и его состав. Важнейшие свойства шлаков.</li> <li>21 Десульфурация чугуна в доменной печи. Условия удаления серы из чугуна.</li> <li>22 Процессы в горне доменной печи. Процесс горения углерода кокса на фурмах, формирование и параметры зон циркуляции, параметры фурменных газов.</li> <li>23 Процессы в горне доменной печи. Окисление составных частей чугуна в фурменных очагах и их повторное восстановление в горне: сущность и последствия</li> <li>24 Способы интенсификации доменного процесса и их краткая характеристика.</li> <li>25 Способы бездоменного восстановления железа (прямое восстановление) и их сравнительная характеристика.</li> <li>26 Перспективы развития доменного производства</li> </ol> <p>Задачи к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Определить количество углекислоты (в м<sup>3</sup>), переходящее</li> </ol>
-----	---------	---	--

			<p>в газовую фазу при разложении 50 кг/т известняка, содержащего 50% CaO (атомная масса Ca = 40).</p> <p>2 Содержание железа в агломерате 54 %, FeO – 12%. Рассчитайте количество кислорода связанного с оксидами железа.</p> <p>3 Определить состав газа перед фурмами, если для сжигания углерода кокса подают сухое атмосферное дутье. Расчет вести на 100м<sup>3</sup> дутья.</p> <p>4 Определить количество углерода, сжигаемого перед фурмами (т/час) при интенсивности подачи дутья с содержанием кислорода 21% - 2300 м<sup>3</sup>/мин</p> <p>5 Определить потребность в воздушном дутье для сжигания углерода кокса с интенсивностью 100 кг/час.</p> <p>6 Определить степень использования водорода в доменной печи ( ), если состав колошникового газа, %: CO<sub>2</sub> – 21; CO – 27; H<sub>2</sub> – 8; H<sub>2</sub>O – 11,4.</p> <p>7 Определить степень использования монооксида углерода в доменной печи ( ), если состав колошникового газа, %: CO<sub>2</sub> – 21; CO – 27; H<sub>2</sub> – 8; H<sub>2</sub>O – 11,4.</p> <p>8 Из оксидов железа восстанавливается 930 кг Fe/т чугуна. Определить расход углерода на прямое восстановление железа (кг/т чугуна), если степень прямого восстановления железа (rd) составляет 0,4.</p> <p>9 При прямом восстановлении Fe из FeO израсходовано 7,06 т кокса (85% C). Сколько FeO восстановлено?</p> <p>10 Определите, какое количество кремнезема из шлака должно быть восстановлено (для 1 т чугуна), если содержание кремния в чугуне - 1% (атомная масса Si = 28).</p> <p>11 Чугун содержит 1% кремния. Сколько углерода затрачено на восстановление кремния для 1 т чугуна? (атомная масса Si = 28).</p> <p>12 Чугун содержит 1% марганца. Сколько углерода израсходовано на его восстановление (для 1 т чугуна) из оксида? (атомная масса марганца – 55).</p> <p>13 При взаимодействии 100 л CO<sub>2</sub> с коксом образовалась газовая смесь, состоящая из 60% CO и 40% CO<sub>2</sub>. Сколько углерода из кокса окислилось?</p> <p>14 Определить коэффициент использования полезного объема доменной печи емкостью 1013 м<sup>3</sup> при суточной производительности 1930 т.</p> <p>15 Определить приход серы в печь (кг/т чугуна) для следующих условий: LS = 50, выход шлака 400 кг/т чугуна, [S] = 0,03%. Удалением серы из печи с газом пренебречь.</p> <p>16 Определить содержание серы в чугуне для следующих условий: приход серы в печь - 4 кг/т чугуна; LS = 45; выход шлака - 500 кг/т. С газом удаляется 10% серы.</p> <p>17 Определить коэффициент распределения серы между шлаком и чугуном для следующих условий: приход серы в печь - 4 кг/т чугуна; [S] = 0,03%; выход шлака - 400 кг/т. С газом удаляется 5% серы.</p> <p>18 Суточная производительность доменной печи 4000 т чугуна, суточный расход кокса 2000 т, КИПО – 0,5 м<sup>3</sup>/т сутки. С какой интенсивностью плавки по сожженному коксу работает доменная печь?</p> <p>19 Суточная производительность доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> увеличилась с 10000 т до 11000 т чугуна. На сколько изменился КИПО?</p> <p>20 Доменная печь объемом 2000 м<sup>3</sup> работает с интенсивностью по сожженному коксу 1 т/м<sup>3</sup> сутки. Сколько кокса в сутки расходует печь?</p> <p>21 В дутье <math>\alpha = 0,28</math> и <math>\beta = 0,01</math>. Соотношение между Ставропольским природным газом и дутьем 0,12 нм<sup>3</sup>/нм<sup>3</sup>. Выход сухого колошникового газа 6000 м<sup>3</sup>/мин. (CO<sub>2</sub> – 20%; CO – 24%; H<sub>2</sub> – 9%). Определить степень прямого восстановления железа.</p> <p>22 Определить полезный объем печи, выплавляющей в сутки 4000 т чугуна, если среднее время пребывания материалов в печи составляет 6 часов, а объем материалов на 1т чугуна – 2 м<sup>3</sup>.</p> <p>23 Определить среднее время пребывания материалов в доменной печи полезным объемом 2000 м<sup>3</sup>, выплавляющей в сутки 4000 т чугуна, если объем материалов на 1т чугуна – 1,9 м<sup>3</sup>.</p>
--	--	--	--

			24 Определить объем шихтовых материалов на 1 т чугуна, если среднее время пребывания материалов в печи полезным объемом 2700 м <sup>3</sup> , выплавляющей за сутки 4500 т чугуна, составляет 6 часов.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Выполнение и защита курсовой работы по теме «Расчет шихты, материального и теплового балансов доменной плавки»	ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Курсовая работы выполняется в соответствии с методическими указаниями по индивидуальному варианту. После выполнения задания и проверки его преподавателем, курсовая работа защищается студентом.</p> <p>Вопросы для защиты курсовой работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Структура классического двухступенчатого способа производства черных металлов.</li> <li>2 Общая схема доменного производства. Исходные материалы и продукты доменной плавки. Основные особенности доменного производства и его недостатки.</li> <li>3 Сущность доменного производства. Профиль доменной печи и основные процессы доменной плавки.</li> <li>4 Движение газов в доменной печи. Требования к распределению газов, и причины, препятствующие равномерному распределению газов по сечению доменной печи</li> <li>5 Рациональное распределение газов и способы его оценки. Типы распределения газовых потоков по сечению печи. Газопроницаемость шихтовых материалов доменной плавки.</li> <li>6 Схема подачи материалов в печь и формирование поверхности засыпи.</li> <li>7 Факторы, влияющие на распределение материалов на колошнике, механизм их влияния.</li> <li>8 Движение шихтовых материалов в доменной печи. Причины опускания шихты.</li> <li>9 Активный вес шихты и силы, препятствующие опусканию шихтовых материалов. Движение материалов в нижней части доменной печи.</li> <li>10 Процессы, происходящие в верхней части шахты доменной печи: удаление влаги и летучих веществ топлива, разложение карбонатов.</li> <li>11 Принцип последовательности восстановительных процессов А.А. Байкова на примере восстановления железа. Температурные зоны восстановления железа из оксидов.</li> <li>12 Физико-химические основы восстановительных процессов. Зависимость химического сродства элементов к кислороду от температуры. Химическая прочность оксидов доменной плавки.</li> <li>13 Восстановление оксидов железа монооксидом углерода. Кривые равновесия газовых смесей CO<sub>2</sub> и CO с оксидами железа и железом.</li> <li>14 Восстановление оксидов железа водородом. Кривые равновесия газовых смесей H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>Oпар, CO<sub>2</sub> и CO с оксидами железа и железом.</li> <li>15 Восстановление оксидов железа углеродом.</li> <li>16 Сравнение прямого и косвенного восстановления.</li> <li>17 Адсорбционно-автокаталитический механизм восстановления оксидов железа газами. Влияние различных факторов на скорость восстановления</li> <li>18 Восстановление кремния, марганца и фосфора в доменной печи.</li> <li>19 Науглероживание железа и образование чугуна.</li> <li>20 Образование шлака и его состав. Важнейшие свойства шлаков.</li> <li>21 Десульфурация чугуна в доменной печи. Условия удаления серы из чугуна.</li> <li>22 Процессы в горне доменной печи. Процесс горения углерода кокса на фурмах, формирование и параметры зон циркуляции, параметры фурменных газов.</li> </ol>

		<p>23 Процессы в горне доменной печи. Окисление составных частей чугуна в фурменных очагах и их повторное восстановление в горне: сущность и последствия</p> <p>24 Способы интенсификации доменного процесса и их краткая характеристика.</p> <p>25 Способы бездоменного восстановления железа (прямое восстановление) и их сравнительная характеристика.</p> <p>26 Перспективы развития доменного производства</p> <p>Задачи для защиты курсовой работы</p> <p>1 Определить количество углекислоты (в м<sup>3</sup>), переходящее в газовую фазу при разложении 50 кг/т известняка, содержащего 50% CaO (атомная масса Ca = 40).</p> <p>2 Содержание железа в агломерате 54 %, FeO – 12%. Рассчитайте количество кислорода связанного с оксидами железа.</p> <p>3 Определить состав газа перед фурмами, если для сжигания углерода кокса подают сухое атмосферное дутье. Расчет вести на 100м<sup>3</sup> дутья.</p> <p>4 Определить количество углерода, сжигаемого перед фурмами (т/час) при интенсивности подачи дутья с содержанием кислорода 21% - 2300 м<sup>3</sup>/мин</p> <p>5 Определить потребность в воздушном дутье для сжигания углерода кокса с интенсивностью 100 кг/час.</p> <p>6 Определить степень использования водорода в доменной печи ( ), если состав колошникового газа, %: CO<sub>2</sub> – 21; CO – 27; H<sub>2</sub> – 8; H<sub>2</sub>O – 11,4.</p> <p>7 Определить степень использования монооксида углерода в доменной печи ( ), если состав колошникового газа, %: CO<sub>2</sub> – 21; CO – 27; H<sub>2</sub> – 8; H<sub>2</sub>O – 11,4.</p> <p>8 Из оксидов железа восстанавливается 930 кг Fe/т чугуна. Определить расход углерода на прямое восстановление железа (кг/т чугуна), если степень прямого восстановления железа (rd) составляет 0,4.</p> <p>9 При прямом восстановлении Fe из FeO израсходовано 7,06 т кокса (85% C). Сколько FeO восстановлено?</p> <p>10 Определите, какое количество кремнезема из шлака должно быть восстановлено (для 1 т чугуна), если содержание кремния в чугуне - 1% (атомная масса Si = 28).</p> <p>11 Чугун содержит 1% кремния. Сколько углерода затрачено на восстановление кремния для 1 т чугуна? (атомная масса Si = 28).</p> <p>12 Чугун содержит 1% марганца. Сколько углерода израсходовано на его восстановление (для 1 т чугуна) из оксида? (атомная масса марганца – 55).</p> <p>13 При взаимодействии 100 л CO<sub>2</sub> с коксом образовалась газовая смесь, состоящая из 60% CO и 40% CO<sub>2</sub>. Сколько углерода из кокса окислилось?</p> <p>14 Определить коэффициент использования полезного объема доменной печи емкостью 1013 м<sup>3</sup> при суточной производительности 1930 т.</p> <p>15 Определить приход серы в печь (кг/т чугуна) для следующих условий: LS = 50, выход шлака 400 кг/т чугуна, [S] = 0,03%. Удалением серы из печи с газом пренебречь.</p> <p>16 Определить содержание серы в чугуне для следующих условий: приход серы в печь - 4 кг/т чугуна; LS = 45; выход шлака - 500 кг/т. С газом удаляется 10% серы.</p> <p>17 Определить коэффициент распределения серы между шлаком и чугуном для следующих условий: приход серы в печь - 4 кг/т чугуна; [S] = 0,03%; выход шлака - 400 кг/т. С газом удаляется 5% серы.</p> <p>18 Суточная производительность доменной печи 4000 т чугуна, суточный расход кокса 2000 т, КИПО – 0,5 м<sup>3</sup>/т сутки. С какой интенсивностью плавки по сожженному коксу работает доменная печь?</p> <p>19 Суточная производительность доменной печи объемом 5000 м<sup>3</sup> увеличилась с 10000 т до 11000 т чугуна. На сколько изменился КИПО?</p> <p>20 Доменная печь объемом 2000 м<sup>3</sup> работает с</p>
--	--	---

			<p>интенсивностью по сожженному коксу 1 т/м<sup>3</sup> сутки. Сколько кокса в сутки расходует печь?</p> <p>21 В дутье <math>\alpha = 0,28</math> и <math>\beta = 0,01</math>. Соотношение между Ставропольским природным газом и дутьем 0,12 нм<sup>3</sup>/нм<sup>3</sup>. Выход сухого колошникового газа 6000 м<sup>3</sup>/мин. (СО<sub>2</sub> – 20%; СО – 24%; Н<sub>2</sub> – 9%). Определить степень прямого восстановления железа.</p> <p>22 Определить полезный объем печи, выплавляющей в сутки 4000 т чугуна, если среднее время пребывания материалов в печи составляет 6 часов, а объем материалов на 1т чугуна – 2 м<sup>3</sup>.</p> <p>23 Определить среднее время пребывания материалов в доменной печи полезным объемом 2000 м<sup>3</sup>, выплавляющей в сутки 4000 т чугуна, если объем материалов на 1т чугуна – 1,9 м<sup>3</sup>.</p> <p>24 Определить объем шихтовых материалов на 1 т чугуна, если среднее время пребывания материалов в печи полезным объемом 2700 м<sup>3</sup>, выплавляющей за сутки 4500 т чугуна, составляет 6 часов.</p>
P2	Лабораторная работа "Изучение процесса схода шихтовых материалов на модели доменной печи"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные закономерности движения шихтовых материалов в доменной печи?</li> <li>2. От чего зависит активных вес шихты?</li> <li>3. Как влияют различные технологические параметры на скорость движения шихтовых материалов?</li> <li>4. Какие особенности движения шихтовых материалов в нижней части доменной печи?</li> </ol>
P3	Лабораторная работа "Изучение газодинамических параметров на модели доменной печи"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как влияет газовый поток на расход кокса и производительность доменной печи?</li> <li>2. Какую работу выполняет газовый поток при прохождении столба шихты?</li> <li>3. По каким параметрам определяют распределение газового потока по сечению печи?</li> <li>4. От каких факторов зависит величина сопротивлений газового потока?</li> <li>5. Что такое определяющая зона доменной печи и от чего зависит высота ее появления?</li> <li>6. Какие существуют виды движений газовых потоков?</li> </ol>
P4	Лабораторная работы "Изучение восстановимости железных руд"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные термодинамические особенности восстановления оксидов металлов?</li> <li>2. Что такое принцип Ле-Шателье и какие коэффициенты с его помощью можно определить?</li> <li>3. В чем заключается не прямое и прямое восстановление оксидов?</li> <li>4. Каким должно быть соотношение прямого и непрямого восстановления для минимальных энергозатрат в доменной плавке?</li> <li>5. Как происходит восстановление кремния в процессе доменной плавки?</li> <li>6. Почему с увеличением расхода кокса увеличивается степень пере-хода кремния в чугун?</li> </ol>
P5	Лабораторная работы "Дусульфурация чугуна"	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом и в виде каких соединений попадает сера в домен-ную печь?</li> <li>2. Как распределяется сера в доменной печи между шихтовыми ма-териалами, продуктами плавки и по высоте?</li> <li>3. Что такое коэффициент распределения серы и от каких факторов он зависит?</li> <li>4. От каких факторов зависит степень дусульфурации чугуна?</li> <li>5. Каким должен быть оптимальный шлаковый режим для макси-мальной дусульфурации?</li> <li>6. Какие существуют способы удаления из чугуна серы вне доменной печи?</li> </ol>

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)**

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 этапов промежуточного контроля по темам курса в форме компьютерного тестирования. Перечень вопросов компьютерного тестирования представлен в одноименном курсе на платформе LMS Moodle.

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

- 1). Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Moodle.
- 2). Экзамен, который может проводится в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Moodle.

Ниже представлен образец экзаменационного билета.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Теория и технология доменного производства»

Направление подготовки бакалавров: 22.03.02 Metallurgy

Профиль подготовки: «Металлургия черных металлов»

Форма обучения:

Форма проведения экзамена: устная

1. Общая схема доменного производства. Исходные материалы и продукты доменной плавки. Основные особенности доменного производства и его недостатки.

2. Десульфурация чугуна в доменной печи. Условия удаления серы из чугуна.

Задача. Определить коэффициент использования полезного объема доменной печи емкостью 1013 м<sup>3</sup> при суточной производительности 1930 т.

Составил:

доцент кафедры МТиО \_\_\_\_\_ А.Н. Шаповалов

Тесты для экзамена генерируются системой LMS Moodle из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 18 теоретических вопросов (20 баллов за правильный ответ) и 4-х задач (60 баллов за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 35 минут.

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

- 1). Критерии оценки текущего контроля освоения УД (в виде компьютерного тестирования):  
 «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
- 2). Критерии оценки отчетов по лабораторным работам в устной форме:  
 «зачтено» - выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы.  
 «не зачтено» - студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.
- 3). Критерии оценки защиты курсовой работы в устной форме  
 «Отлично» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.  
 «Хорошо» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.  
 «Удовлетворительно» - работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.  
 «Неудовлетворительно» - работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.
- 4). Критерии защиты курсовой работы в форме тестирования:  
 «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
- 5). Критерии оценки экзамена в устной форме:  
 «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.
- 6). Критерии оценки экзамена в форме компьютерного тестирования:  
 «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
Л1.1	В.Г.Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М.Якушев	Общая металлургия: Учебник		М.:ИКЦ «Академкнига», 2002
Л1.2	под ред. Ю.С. Юсфина	Металлургия чугуна		ИКЦ «Академкнига», 2004

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	В.П.Тарасов	Теория и технология доменной плавки		М.: Интермет Инжиниринг, 2007
Л2.2	А.С.Тимофеева, Т.В.Никитченко, Е.С.Тимофеева	Экстракция черных металлов из природного и техногенного сырья: учеб.пособие		ТНТ, 2014

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Братковский Е.В., Заводяный А.В., Пареньков А.Л.	Экстракция черных металлов из природного и техногенного сырья: Лабораторный практикум		НФ НИТУ "МИСиС", 2008
Л3.2	Шаповалов А.Н.	Расчет состава шихты, материального и теплового балансов доменной плавки: Методические указания для выполнения курсовой работы		НФ НИТУ "МИСИС", 2026

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

Э1	Сайт НФ НИТУ "МИСиС"	www.nf.misis.ru
Э2	НЭБ НИТУ "МИСиС"	www.elibrary.ru
Э3	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP
П.2	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.3	Zoom
П.4	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level
П.5	Браузер Google Chrome
П.6	7-zip
П.7	Microsoft Teams

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Лек	1 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ; 1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 22 шт. - Стол студенческий; 1 шт. - Преподавательский стол; 44 шт. - Стул.
217	Учебная лаборатория	Лаб	1 шт. - Металлический стенд; 1 шт. - Стеллаж под образцы 900*500*2000; 1 шт. - Стеллаж под образцы 900*500*2000; 1 шт. - Весы лабораторные технические; 1 шт. - Макет доменного цеха; 1 шт. - Макет мартеновского цеха.
217a	Учебная лаборатория	Лаб	1 шт. - Металлический стенд-21013400147; 2 шт. - Стеллаж под образцы 900*500*2000; 1 шт. - Весы лабораторные технические; 1 шт. - Макет доменного цеха; 1 шт. - Макет мартеновского цеха; 4 шт. - Стол ученический; 9 шт. - Стул.

**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 Moodle.

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.

Программа дисциплины включает лекционные, практические занятия и лабораторные занятия, выполнение курсовой работы.

Курсовая работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала, методических указаний по выполнению курсовой 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 курсовой работы.

Подготовка к выполнению курсовой работы заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работы. Задание на выполнение курсовой работы выдается на практических занятиях в соответствии с РПД. Срок сдачи на проверку – за 2 недели до экзаменационной сессии. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием.

Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите, которая проводится в устной форме на экзаменационной сессии. Работа, не допущенная к защите, 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 или лаборанта. 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.

Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, проследить их взаимосвязь с вашей специальностью, необходимо постоянно расширять свой кругозор, в чем большую помощь может оказать периодическая литература: журналы «Известия вузов. Черная металлургия», «Металлург» и «Сталь».

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ МИСИС (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является электронный образовательный ресурс LMS Moodle.

LMS Moodle используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

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

- 1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом 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. 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;

б) 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 система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

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.