Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий устойчивого развития
_____ А.В. Феоктистов
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургия черных металлов

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Экономика и управление на предприятиях в металлургии»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 3ac043361902970c9a538ca69a96ec6362b22b98
Владелец: Директор ИЭиМ Феоктистов Андрей Владимирович
Действителен: с 13 ноября 2025 г. по 6 февраля 2027 г.
Дата и время: 27-03-2026 12:57:40 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– получение базовых знаний металлургических процессов и современных подходов к проведению металлургических технологий производства металлопродукции, повышение её качества.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение технологических основ металлургического производства;

– выработка у обучающихся приемов и навыков совершенствования технологических процессов металлургического производства;

– ознакомление обучающихся с перспективными направлениями развития металлургии.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Химия;

– Физическая химия;

– Введение в профессиональную деятельность.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Теория и технология производства чугуна;

– Теория и технология производства стальной продукции;

– Теория и технология производства прокатной продукции;

– Обработка металлов давлением;

– Теория металлургических процессов.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Общепрофессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК | Код и наименование индикатора достижения ОПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| Принятие решений | ОПК-6: Способен принимать обоснованные | ОПК-6.1 Принимает обоснованные технические решения | – знать: задачи и цели профессиональной |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии | в профессиональной деятельности | деятельности.<br>– уметь: выполнять профессиональную деятельность в полном объеме . |
| | | ОПК-6.2 Выбирает эффективные технологии и технические средства в профессиональной деятельности | – знать: эффективные технологии и технические средства используемые в производстве.<br>– уметь: выбрать факторы для сравнительной оценки технологий и технических средств. |
| Применение прикладных знаний | ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли | ОПК-7.1 Понимает основы составления действующих нормативных документов и применяет их на практике | – знать: действующие нормативные документы .<br>– уметь: работать с нормативными документами . |
| | | ОПК-7.2 Применяет техническую документацию в практических целях | – знать: нормативные документы действующие в металлургической отрасли.<br>– уметь: оценивать требования нормативной документации. |
| | | ОПК-7.3 Анализирует действующую нормативную документацию металлургической отрасли | – знать: действующую нормативную документацию металлургической отрасли.<br>– уметь: работать с действующей нормативной документацией . |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении

промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***4 семестр*** | ***5 семестр*** |
|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *экзамен* | *зачет с оценкой* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***252*** | *144* | *108* |
| | *зачетных единиц* | ***7*** | *4* | *3* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***48*** | *32* | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***24*** | *16* | *8* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***40*** | *32* | *8* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***95*** | *28* | *67* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***45*** | *36* | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Сырые материалы и их подготовка;

Тема 1.1 Руды, флюсы и их заменители. Топливо;

Тема 1.2 Подготовка железорудного сырья к доменной плавке;

Раздел 2 Доменный процесс;

Тема 2.1 Конструкция доменной печи;

Тема 2.2 Распределение температур, удаление влаги и разложение карбонатов;

Тема 2.3 Процессы восстановления;

Тема 2.4 Образование чугуна и шлака;

Раздел 3 Конвертерное производство стали;

Тема 3.1 Маркировка и классификация стали;

Тема 3.2 Сырье и материалы для конвертерной плавки;

Тема 3.3 Шлакообразование и поведение отдельных элементов в кислородном конвертере;

Тема 3.4 Технология конвертерной плавки. Раскисление и легирование стали;

Тема 3.5 Газы и неметаллические включения;

Тема 3.6 Конструкции конвертеров. Дутьевые устройства. Комбинированная и донная продувка металла в конвертерах;

Тема 3.7 Разливка стали;

Раздел 4 Производство стали в дуговых сталеплавильных печах;

Тема 4.1 Место электрометаллургии в металлургических технологиях;

Тема 4.2 Электрические плавильные печи черной металлургии;

Тема 4.3 Выплавка стали в основных дуговых электропечах;

Тема 4.4 Внепечная обработка стали;

Раздел 5 Производство ферросплавов;

Тема 5.1 Шихтовые материалы для производства ферросплавов;

Тема 5.2 Агрегаты для выплавки ферросплавов;

Тема 5.3 Основы производства ферросплавов.

## 5 Перечень тем лекций

| № раздела / темы дисциплины | Темы лекций | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Тема 1.1. | Общая характеристика железных руд. Требования, предъявляемые доменным производством к железным рудам. Основные, кислые и глиноземистые флюсы. Заменители руд и флюсов | 1 | |
| Тема 1.2. | Дробление и измельчение, грохочение и классификация. Основные способы обогащения. Окускование руд и концентратов | 3 | |
| Тема 2.1. | Конструкция колошника, шахты , распара, заплечиков, горна. Футеровка печи | 2 | |
| Тема 2.2. | Испарение влаги и разложение гидратов. Удаление летучих веществ из кокса. Разложение карбонатов. Распределение температур | 1 | |
| Тема 2.3. | Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности | 2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | восстановления оксидов железа в доменной печи | | |
| Тема 2.4. | Науглероживание железа и образование чугуна. Виды, состав и качество чугунов. Сущность процесса шлакообразования | 2 | |
| Тема 3.1. | Маркировка сталей обыкновенного качества, качественных, инструментальных | 1 | |
| Тема 3.2. | Шихтовые материалы и предъявляемые к ним требования по физическому состоянию и химическому составу | 2 | |
| Тема 3.3. | Источники шлаков . Роль шлака. Химическое сродство элементов к кислороду. Константы равновесия | 4 | |
| Тема 3.4. | Периоды конвертерной плавки. Технологические особенности кислородной продувки металла. раскисления и легирования | 4 | |
| Тема 3.5. | Вредное влияние на качество стали газов и неметаллических включений. Снижение содержания газов и загрязненности металла неметаллическими включениями | 2 | |
| Тема 3.6. | Конструктивные особенности кислородного конвертера. Конструктивные особенности фурм для подачи кислорода. Донная и комбинированная продувка металла | 4 | |
| Тема 3.7. | Технология разливки стали в изложницы и непрерывным способом. Кристаллизация и строение стального слитка. | 4 | |
| Тема 4.1. | Технологические преимущества применения электронагрева в черной металлургии | 1 | |
| Тема 4.2. | Общая характеристика и | 3 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | конструктивные особенности электрических печей | | |
| Тема 4.3. | Исходные материалы для электроплавки стали. Методы плавки стали в дуговых печах | 4 | |
| Тема 4.4. | Применение методов внепечной обработки стали | 2 | |
| Тема 5.1. | Сырые материалы для производства ферросплавов: руды и концентраты, восстановители, железосодержащие материалы, флюсы и осадители. Подготовка сырых материалов к плавке | 2 | |
| Тема 5.2. | Устройство рудотермической ферросплавной печи. Устройство рафинировочной ферросплавной печи | 2 | |
| Тема 5.3. | Физико-химические основы производства ферросплавов. Основные реакции и особенности процессов | 2 | |
| **Итого:** | | **48** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы практических занятий (семинаров)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 2. | Расчет шихты доменной плавки | 12 | |
| Раздел 3. | Расчет материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки | 20 | |
| Раздел 4. | Материальный баланс электроплавки стали | 8 | |
| **Итого:** | | **40** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| **№ раздела / темы** | **Темы лабораторных** | **Трудоемкость, *академ.час*** |
|---|---|---|

| дисциплины | работ | всего | в форме практической подготовки |
|---|---|---|---|
| Раздел 1. | Сырые материалы доменной плавки | 4 | |
| Раздел 2. | Окускование рудных материалов | 4 | |
| Раздел 3. | Моделирование продувки металла в конвертере | 4 | |
| Раздел 3. | Изучение кинетики кристаллизации и формирования зон макроструктуры стального слитка | 4 | |
| Раздел 4. | Выплавка стали в 2-х кг дуговой печи | 4 | |
| Раздел 5. | Выплавка металлического марганца внепечным способом | 4 | |
| **Итого:** | | **24** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| Раздел 1. | 1. Подготовка к лабораторной работе;<br>2. Прохождение тестирования. | 16 | |
| Раздел 2. | 1. Подготовка к лабораторной работе;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 20 | |
| Раздел 3. | 1. Подготовка к лабораторной работе;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 22 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Раздел 4. | 1. Подготовка к лабораторной работе;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 23 | |
| Раздел 5. | 1. Подготовка к лабораторной работе;<br>2. Прохождение тестирования. | 14 | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 36 | |
| *Контроль* | *Подготовка к зачёту* | 9 | |
| **Итого:** | | **140** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе;<br>2. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>3. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе;<br>2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Тестовые задания |
| Раздел 3. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе;<br>2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Тестовые задания |
| Раздел 4. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе;<br>2. Вопросы для собеседования при защите отчета о |

| | | |
|---|---|---|
| | | практической работе;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Тестовые задания |
| Раздел 5. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе;<br>2. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>3. Тестовые задания |
| Зачет с оценкой. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы к зачету с оценкой |
| Экзамен. | ОПК-6;<br>ОПК-7 | 1. Вопросы к экзамену |

## 11 Входной контроль

**11.1 Цель входного контроля** − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

### 11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование на бумажном носителе или в СУО СибГИУ проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

### Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Процент результативности (правильных ответов) | Оценка |
|---|---|
| 86 до 100 | «отлично» |
| от 67до 85 | «хорошо» |
| от 50 до 66 | «удовлетворительно» |
| менее 50 | «неудовлетворительно» |

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

**Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.**

## 12 Текущий контроль

**12.1 Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии.

### 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия,

быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2,5 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

**Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания. | 2,5 |
| Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

### 12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2,5 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

### 12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

**Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания. | 2,5 |
| Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои | 1,25 |

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные. | |
| Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

**Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.**

## 13 Промежуточная аттестация

**13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации** обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет с оценкой; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету с оценкой; вопросы к экзамену.

### 13.2 Оценивание обучающегося на зачете с оценкой

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| отлично | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций. |
| хорошо | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении |

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| | практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения. |
| удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине. |

## 13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| отлично | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций. |
| хорошо | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения. |
| удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине. |

**Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.**

## 14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

**а) литература:**

1 Беляев, С. В. Основы металлургического и литейного производства : учебное пособие / С. В. Беляев, И. О. Леушин. – Москва : Феникс, 2016. – 206 с. – ISBN 978-5-222-24740-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222247402.html (дата обращения: 12.03.2026);

2 Воскобойников, В. Г. Общая металлургия : учебник для вузов / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академкнига, 2002. – 768 с. : ил. – (Учебники для вузов).;

3 Металлургия чугуна : учебник для вузов / Е. Ф. Вегман, Б. Н. Жеребин, А. Н. Похвиснев [и др.] ; под ред. Ю. С. Юсфина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академкнига, 2004. – 774 с.;

4 Галевский, Г. В. Введение в металлургию : учебное пособие для вузов / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, В. В. Руднева ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : СибГИУ, 2003. – 171 с. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=2152&lngFile=2139&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 12.03.2026);

5 Рожихина, И. Д. Основы теории и технологии производства ферросплавов : учебное пособие для вузов / И. Д. Рожихина, О. И. Нохрина ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2017. – 356 с. – ISBN 978-5-7806-0488-4. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=66&lngEdition=3600&lngFile=3511&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 12.03.2026);

6 Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали : учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 576 с. – ISBN 978-5-9729-0630-7. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617668 (дата обращения: 12.03.2026).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL:

http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– ProjectLibre;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оборудованную лабораторными установками для обогащения, агломерации, восстановления, моделирования продувки и кристаллизации, печами для выплавки стали и металлического марганца;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Дмитриенко Владимир Иванович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии);

доцент Чернышева Наталья Анатольевна (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Начальник сталеплавильного отдела Управления по технологии производства рельсового проката Технической дирекции по производству железнодорожного — Д.В. Бойков

проката ПАО «ЕВРАЗ», к.т.н.



## Приложение

## Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

**Выберите один правильный ответ.**

*1. К черной металлургии относится производство:*

а) дюралюминов и силуминов; б) бронзы и латуни;
в) олова и свинца; г) чугуна и стали.

*2. Содержание углерода в стали составляет:*

а) менее 0,3 %; б) от 0,3 % до 2 %;
в) от 2 % до 4 %; г) от 4 **%** до 6 %;

*3. Содержание углерода в чугуне составляет*

а) менее 0,3%; б) от 0,3 % до 2 %;
в) от 2% до 4%; г) от 4 % до 6 %.

*4. Металлургический процесс включает следующую стадию:*

а) обогащение природных руд;
б) получение металла или сплава из руды;
в) механическая обработка металла;
г) процесс включает все эти стадии.

*5. Расположите перечисленные сплавы в порядке уменьшения объемов их производства и применения:1) сплавы на основе алюминия,2) сплавы на основе железа, 3) сплавы на основе меди.*

а) 2, 1, 3; в) 3, 1, 2;
б) 2, 3, 1; г) 1, 2, 3.

*6. Напишите суммарное уравнение реакции восстановления железа из магнитного железняка $Fe_3O_4$ с помощью водорода. Ответ дайте в виде коэффициента перед восстановителем.*

а) 1; в) 3;
б) 2; г) 4.

*7. Напишите суммарное уравнение реакции восстановления железа из красного железняка $Fe_2O_3$ с помощью оксида углерода(II). Ответ дайте в виде коэффициента перед восстановителем.*

а) 1; в) 3;
б) 2; г) 4.

*8. Обычно сталь получают из:*

а) только из железной руды;
б) только из железного лома;

в) только из чугуна;
г) *из* чугуна и железного лома.

*9. В качестве окислителя при получении стали используют?*

а) воздух; б) кислород;
в) метан; г) аммиак.

*10. Химические реакции, проходящие с выделением тепла называются?*

а) эндотермическими;
б) экзотермическими;
в) нет правильного ответа.

*11. При химическом взаимодействии металлов с кислородом образуются?*

а) интерметаллиды;
б) оксиды;
в) карбиды.

*12. Нейтральным газом называется газ:*

а) вступающий в химическое взаимодействие только с некоторыми химическими элементами;
б) вступающий в химическое взаимодействие со всеми химическими элементами;
в) не вступающий в химическое взаимодействие.

*13. Какой из перечисленных газов относится к нейтральным:*

а) аргон;
б) монооксид углерода;
в) кислород.

*14. Температура плавления железа составляет:*

а) 1339 °С;
б) 1539 °С;
в) 1739 °С.

*15. В настоящее время основным конструкционным материалом в мировом производстве является:*

а) алюминий;
б) пластики;
в) сталь.

*16. Ведущим мировым производителем стали и проката является:*

а) Россия;
б) США;
в) Китай.

17. Первым по времени возникновения является следующий способ выплавки стали
а) мартеновский;
б) кислородно-конвертерный;
в) выплавка стали в дуговых электропечах.

18. Основным процессом в мировом производстве стали является:
а) мартеновский;
б) выплавка стали в дуговых электропечах;
в) кислородно-конвертерный;
г) выплавка стали в индукционных электропечах.

19. Шлак это:
а) остатки расплава от предыдущей плавки;
б) Расплав, сформировавшийся из загрязнений вносимых шихтовыми материалами;
в) Оксидный расплав, сформированный для рафинирования и защиты металла.

20. Развитие металлургии шло от:
а) двух стадийного процесса к одностадийному;
б) одностадийного к двух стадийному процессу;
в) шло попеременно.

## Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

### Раздел 1 Сырые материалы и их подготовка

**1 Тестирование по результатам освоения материала**

Перечень вопросов для тестирования.

1. *При техническом анализе кокса определяются:*
а) C, V, S, A;
б) A, S, V, W;
в) A, S, V, N2, $H_2$;
г) A, V, O2, H2, C.

2. *Содержание серы в коксе из кузнецких углей составляет, %:*
а) 0,4 – 0,5;

б) 0,6 – 1,0;
в) 1,1 – 1,4;
г) 1,5 – 1,8.

3. *Основным компонентом природного газа является:*
а) метан – $CH_4$;
б) этан – $C_2H_6$;
в) бутан – $C_4H_{10}$;
г) водород – $H_2$.

4. *Основными компонентами коксового газа являются:*
а) CO и $CO_2$;
б) $H_2$ и $CH_4$;
в) CO и $O_2$;
г) $O_2$ и $N_2$.

5. *Пористость кокса составляет, %:*
а) 10 – 20;
б) 30 – 40;
в) 41 – 50;
г) 60 – 70.

6. *Основными требованиями, предъявляемыми к качеству железных руд, являются:*
а) высокое содержание железа;
б) минимальное содержание вредных примесей, высокое содержание основных оксидов в пустой породе;
в) высокое содержание железа, минимальное содержание вредных примесей, высокое содержание основных оксидов в пустой породе, постоянство химического состава.

7. *Наиболее распространенными вредными примесями железных руд являются:*
а) S, P, As, Ni;
б) S, P, As, Ni, Co;
в) S, P, As, Cu;
г) S, P, As, Zn.

8. *Самоплавкой пустой породой называется порода с повышенным содержанием:*
а) кремнезема;
б) глинозема;
в) кремнезема и глинозема;
г) оксидов кальция и магния.

9. *Главным типом железорудных минералов являются:*

а) оксиды железа;
б) карбонаты железа;
в) сульфиды железа;
г) кварциты.

10. *При выплавке передельного чугуна содержание марганца в марганцевой руде должно составлять, %:*
а) 10 – 15;
б) 20 – 22;
в) 37 – 47;
г) 48 – 52.

11. *Наиболее часто встречающимися вредными примесями марганцевых руд являются:*
а) As и Zn;
б) Zn и Cu;
в) P и S;
г) S и As.

12. *Основным компонентом пустой породы марганцевых руд является:*
а) известь;
б) кремнезем;
в) глинозем;
г) магнезия.

13. *Главным видом флюса для доменной плавки является:*
а) кислый;
б) глиноземистый;
в) основной;
г) глиноземисто–кислый.

14. *Степень среднего дробления составляет:*
а) 3 – 4;
б) 4 – 7;
в) 5 – 10;
г) 10 – 50.

15. *Подготовка сырых материалов к доменной плавке включает следующие операции:*
а) дробление и измельчение, обжиг, окускование;
б) усреднение, обогащение, окускование;
в) обжиг и брикетирование;
г) дробление и измельчение, грохочение и классификацию, обжиг, усреднение, обогащение и окускование.

16. *Целью обогащения является:*

а) разделение пустой породы и примесей;

б) разделение рудного материала и пустой породы;

в) разделение рудного материала и примесей.

17. *Для обогащения железных руд наиболее широко применяется:*

а) промывка;

б) флотация;

в) рудоразборка;

г) магнитнаясепарация.

18. *Главными показателями обогащения являются:*

а) выход концентрата и коэффициент обогащения;

б) степень извлечения железа в концентрат и коэффициент обогащения;

в) выход концентрата, степень извлечения железа в концентрат, коэффициент обогащения.

19. *Наиболее распространенным в настоящее время является следующий способ окускования:*

а) брикетирование;

б) агломерация;

в) производство окатышей;

г) флотация.

20. *Подготовка металлургического сырья методом окускования позволяет:*

а) повысить газопроницаемость столба шихты и увеличить производительность доменной печи;

б) повысить расход кокса;

в) снизить производительность печи;

г) снизить производительность печи и увеличить расход кокса.

21. *Степень удаления фосфора при агломерации составляет, %:*

а) 0;

б) 20;

в) 50;

г) 100.

22. *Степень выгорания сульфатной серы при агломерации достигает, %:*

а) 40 – 60;

б) 70 – 80;

в) 90 – 95.

23. *Скорость движения зоны горения при агломерации характеризуется:*

а) перемещением температурного максимума;
б) изменением разрежения;
в) изменением температуры отходящих газов;
г) изменением высоты готового агломерата.

24. *Высота зоны горения при агломерации составляет, мм:*

а) 5 – 10;
б) 10 – 15;
в) 15 – 30;
г) 30 – 45.

25. *Применение офлюсованного агломерата позволило:*

а) увеличить производительность доменной печи на 25 – 30 % и снизить расход кокса на 20 %;

б) снизить производительность доменной печи на 10 – 15 % и увеличить расход кокса на 5 %;

в) увеличить производительность доменной печи и расход кокса на 25 – 30 и 20 % соответственно.

**Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной**

Лабораторная работа «Сырые материалы доменной плавки»

1. Изложить сущность восстановительных процессов в доменной печи.
2. Что понимается под прямым и косвенным восстановлением железорудных материалов?
3. Объясните зависимость химического сродства веществ к кислороду от температуры.
4. Опишите устройство установки и принцип ее действия.
5. Изложите порядок выполнения работы

## Раздел 2. Доменный процесс

### 1 Тестирование по результатам освоения материала

Перечень вопросов для тестирования.

1 *Основой доменного процесса является противоток:*

а) шихты и газов;
б) чугуна и газов;
в) шлака и газов;
г) чугуна и шлака.

*2 Время пребывания шихтовых материалов в современных доменных печах составляет, ч:*

а) 2 – 3;
б) 3 – 5;
в) 5 – 8;
г) 8 – 10.

*3 Удаление гигроскопической влаги их шихтовых материалов происходит при температуре, °С:*

а) 100 – 150;
б) 200 – 230;
в) 500 – 570;
г) 800 – 1000.

*4 Энергичное разложение $CaCO_3$ начинается при температуре, °С:*

а) 760;
б) 921;
в) 1050;
г) 1200.

*5 Снижение крупности загружаемого в доменную печь известняка показатели доменной плавки:*

а) ухудшает;
б) улучшает;
в) не изменяет.

*6. Задержка разложения известняка и перенос этого процесса в область более высоких температур показатели доменной плавки:*

а) ухудшает;
б) улучшает;
в) не изменяет.

*7. Основными факторами, определяющими скорость восстановления железорудных материалов в доменной печи, являются:*

а) размер кусков, минеральный состав, пористость, состав шлака;

б) минеральный состав, пористость, температура и состав газа, состав чугуна;

в) размер кусков, пористость, минеральный состав, температура и состав газа;

г) размер кусков, температура и состав газа.

8. *Повышение пористости железорудных материалов их восстановимость:*

а) увеличивает;

б) снижает;
в) не изменяет;
г) сначала увеличивает, а затем снижает.

9. *Основными восстановителями в доменной печи являются:*
а) $CO_2$, $H_2$, $CH_4$;
б) $CO_2$, CO, C;
в) CO, $H_2$, C;
г) $CO_2$, $CH_4$, C.

10. *Правильная последовательность восстановления оксидов железа в доменной печи:*
а) $Fe_2O_3 \rightarrow FeO \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe$;
б) $Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$;
в)$Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$;
г) $Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe$.

11*. Оксиды $Fe_2O_3$ и $Fe_3O_4$ в доменной печи восстанавливаются по реакциям восстановления:*
а) прямого;
б) непрямого;
в) прямого и частичнонепрямого.

12*. Прямым восстановлением называется восстановление при помощи:*
а) CO;
б) CO и $H_2$;
в) C;
г) CO и C.

*13. Прямое восстановление оксидов железа происходит в:*
а) шахте;
б) распаре;
в) шахте и распаре;
г) заплечиках и горне.

*14. Степень восстановления и перехода железа в чугун составляет:*
а) 70 – 80;
б) 80 – 85;
в) 85 – 90;
г) 99,5 – 99,8.

*15. Основные шлаки восстановление оксидов марганца:*
а) облегчают;

б) затрудняют;
в) неизменяют.

*16. Окончательное науглероживание чугуна в доменной печи происходит в:*

а) шахте;
б) распаре;
в) заплечиках;
г) горне.

*17. Насыщение восстановленного железа углеродом температуру его плавления:*

а) повышает;
б) не изменяет;
в) снижает.

*18. Содержание углерода в передельном чугуне составляет, %:*

а) 1,0 – 1,5;
б) 2,0 – 2,5;
в) 3,0 – 3,5;
г) 4,2 – 4,6.

*19. Основными составляющими конечного доменного шлака являются:*

а) CaO, FeO, MnO, CaS;
б) CaO, MgO, MnO, $SiO_2$;
в) MgO, MnO, $SiO_2$, $Al_2O_3$;
г) $SiO_2$, $Al_2O_3$, CaO, MgO.

*20. Первичный шлак отличается от конечного прежде всего содержанием:*

1) $Fe_2O_3$ и $Mn_2O_3$;
2) FeO и MnO;
3) CaS и FeS;
4) $SiO_2$ и $Al_2O_3$.

*21. Состав шлака определяется:*

а) видом выплавляемого чугуна;
б) составом сырых материалов;
в) принятой технологией доменной плавки;
г) видом выплавляемого чугуна, составом сырых материалов и принятой технологией доменной плавки.

*22. Увеличение коэффициента распределения серы $L_S$ серопоглотительную способность шлака:*

а) увеличивает;

б) снижает;
в) не изменяет.

*23. Основной реакцией десульфурации чугуна в доменной печи является:*

а) $FeS_2 \rightarrow FeS + S$;
б) $FeS + 10\ Fe_2O_3 \rightarrow 7Fe_3O_4 + SO_2$;
в) $FeS + Mn \rightarrow Fe + MnS$;
г) $FeS + CaO + C \rightarrow Fe + CaS + CO$.

*24. Основное количество поступающей в печь серы переходит в:*

а) чугун;
б) шлак;
в) газ;
г) чугун и газ.

*25. Основное количество серы в доменную печь вносится:*

а) агломератом и окатышами;
б) коксом;
в) флюсом;
г) природным газом.

**Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе**

1.Что такое чугун?
2.Назовите основные железорудные материалы, применяемые в доменном процессе.
3. Для какой цели используется флюс?
4. Роль кокса в производстве чугуна.
5.Классификация чугунов по маркам, группам, классам и категориям

**Вопросы для собеседования при защите отчета по лабораторным работам**

Лабораторная работа «Окускование рудных материалов»

1.Чем объясняется необходимость восстановления рудных материалов? Что такое восстановимость оксидов?
2. Что понимают под прямым восстановлением, под косвенным?
3. Каковы функции кокса в восстановительных процессах?
4. Какие процессы называют углетермическими, металлотермическими?
5. Каким образом можно выбрать металл-восстановитель для восстановления оксида заданного металла?

6. Какие основные вопросы рассматриваются при изучении процессов восстановления?

7. Дать определение понятию «степень восстановления».

8. Для чего в работе производится расчет количества кокса? Как это делают?

9. Объяснить понятие «коэффициент распределения элемента».

10. Для чего перед проведением опыта руду и кокс тщательно перемешивают?

11. Чем объясняется убыль веса шихты при проведении опыта?

12. Каким образом можно практически рассчитать степень восстановления?

13. Как будет изменяться степень восстановления при неопределенно длительной выдержке шихты в печи при постоянной температуре?

## Раздел 3. Конвертерное производство стали

### 1 Тестирование по результатам освоения материала

Перечень вопросов для тестирования.

1. *В каких марках стали содержится марганец?:*
   а) только в спокойной стали;
   б) в спокойной и полуспокойной стали;
   в) практически во всех сталях.

2. *В каких сталях кремний практически отсутствует?:*
   а) кипящих;
   б) полуспокойных;
   в) спокойных.

3. *Газовая фаза конвертерного процесса:*
   а) Al, Si, Mn;
   б) $SiO_2$, MnO, FeO;
   в) $O_2$, CO, $CO_2$.

4. *Основные способы производства стали в мире?*
   а) конвертерные и мартеновские процессы;
   б) электросталеплавильные и конвертерные процессы;
   в) электросталеплавильные и мартеновские процессы;
   г) процессы прямого восстановления.

5. *Металлическая фаза конвертерного процесса:*
   а) Fe, Si, Mn;
   б) $SiO_2$, MnO, FeO;
   в) $O_2$, CO, $CO_2$.

6. *Шлаковая фаза конвертерного процесса:*

а) Fe, Si, Mn;

б) $SiO_2$, CaO, FeO;

в) $O_2$, CO, $CO_2$.

7. *Исходный материал для производства конвертерной стали:*

а) боксит;

б) чугун;

в) известняк.

8. *Сталь представляет собой сплав железа с:*

а) алюминием;

б) медью;

в) углеродом.

9. *При какой температуре протекают конвертерные процессы:*

а) комнатной;

б) более 1500°С;

в) более 2000 °С.

10. *Отличительные признаки основных и кислых шлаков:*

а) химический состав;

б) физические свойства;

в) химический состав и физические свойства.

11. *Температура плавления огнеупорной футеровки конвертеров:*

а) выше температуры сталеплавильных процессов;

б) равна температуре сталеплавильных процессов;

в) ниже температуры сталеплавильных процессов.

12. *Какой должна быть температура конвертерного процесса:*

а) Выше температуры плавления металла;

б) Равна температуре плавления металла;

в) Ниже температуры плавления металла.

13. *Как влияет повышение температуры на плотность шлака?*

а) уменьшает;

б) способствует возрастанию;

в) не оказывает влияния.

14. *Вязкость основного гомогенного шлака с ростом его окисленности:*

а) повышается;

б) понижается:

в) не изменяется.

15. *Основное количество углерода окисляется в процессе конвертерной плавки:*

а) до CO;

б) до $CO_2$;

в) доля углерода, окисляющегося до CO и $CO_2$ примерно одинакова.

16. *Где преимущественно идет процесс окисления-восстановления марганца в конвертере?*

а) на границе раздела металл-шлак;

б) на границе с газовой фазой;

в) непосредственно в объеме металла.

17. *Удалению какого вредного элемента способствует марганец?*

а) серы;

б) фосфора;

в) мышьяка.

18. *Каким должно быть оптимальное содержание кремния в передельном чугуне для конвертерной плавки?*

а) 0,10 – 0,30 %;

б) 0,40 – 0,60 %;

в) 0,8 – 1,2 %.

19. *Основные условия удаления фосфора из металла?*

а) высокая окисленность шлака, низкая основность шлака, низкая температура;

б) высокая окисленность шлака, высокая основность шлака, низкая температура;

в) высокая окисленность шлака, высокая основность шлака, высокая температура.

20. *Основные условия удаления серы из металла?*

а) низкая окисленность шлака, низкая основность шлака, высокая температура;

б) высокая окисленность шлака, высокая основность шлака, низкая температура;

в) низкая окисленность шлака, высокая основность шлака, высокая температура.

21. *Источником какого газа в стали является известь длительного хранения?*

а) водорода;

б) углекислого газа;

в) азота.

22. *Скорость всплывания неметаллических включений в наибольшей степени определяется:*

а) размером включений;

б) вязкостью металла;

в) плотностью включений.

23. *Наиболее распространенные неметаллические включения в стали?*

а) сульфиды, нитриды;

б) оксиды, фосфиды;

в) оксиды, сульфиды.

24. *Влияние азота на качество стали:*

а) красноломкость, трещины;

б) снижение механических свойств;

в) снижение пластических свойств, повышение склонности к старению, хладноломкость.

25. *Влияние водорода на качество стали:*

а) снижение электрических и магнитных свойств, пластичности;

б) повышение вязкости;

в) повышение предела прочности.

**Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе**

Практическое занятие «Расчет материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки»

1. Роль чугуна в кислородно-конвертерном процессе.
2. Роль металлолома в кислородно-конвертерном процессе.
3. Как рассчитывается средний состав шихты?
4. Особенности окисления углерода в кислородно-конвертерном процессе.
5. Назовите источники шлака.
6. Принцип расчета расхода извести на плавку.
7. Как определяется основность шлака?
8. Назовите содержание кислорода и азота в составе технически чистого кислорода.
9. Составляющие газовой фазы кислородно-конвертерного процесса.
10. Принцип расчета расхода раскислителей и легирующих.
11. Статьи приходной части материального баланса плавки.
12. Статьи расходной части материального баланса плавки.

13. Статьи приходной части теплового баланса плавки.
14 Статьи расходной части теплового баланса плавки.
15 Способы корректировки теплового баланса плавки.

**Вопросы для собеседования при защите отчета по лабораторным работам**

Лабораторная работа «Моделирование продувки металла в конвертере»

1. Назовите конструкционные особенности кислородной фурмы.
2. Что такое физическое моделирование?
3. Как влияет высота расположения фурмы на параметры реакционной зоны?
4. Преимущества использования в конвертерном процессе многосопловых продувочных устройств
5. Как влияет расход дутья на параметры реакционной зоны?
6. В каких вариантах продувки наблюдается максимальный брызгоунос.

Лабораторная работа «Изучение кинетики кристаллизации и формирования зон макроструктуры стального слитка»

1. Опишите механизм кристаллизации стали.
2. Расскажите о структуре слитка спокойной стали.
3. Что является моделирующей жидкостью в проводимых опытах?
4. Почему при кристаллизации слитка образуется усадочная раковина?
5. Как определяется коэффициент затвердевания?

**Раздел 4. Выплавка стали в дуговых сталеплавильных печах**
**1 Тестирование по результатам освоения материала**

Перечень вопросов для тестирования:

*1) металлошихта для выплавки стали в дуговой электропечи состоит из:*

а) стального лома;
б) флюсов;
в) ферросилиция.

*2) какие из перечисленных ниже элементов используются в качестве раскислителей?*

а) Si;
б) Ni;
в) Cu.

*3) какие из представленных ниже элементов являются легирующими*?

а) Mn;
б) Ca;
в) Mg.

*4) для повышения жидкоподвижности шлака используют:*

а) плавиковый шпат;
б) известь;
в) магнезит.

*5) в качестве окислителей в процессе производства электростали используют:*

а) железную руду;
б) плавиковый шпат;
в) магнезитовый порошок;

*6) к сверхмощным относятся печи:*

а) емкостью более 40 т;
б) удельной мощностью 500 кВт / т;
в) оборудованные газово-кислородными горелками;

*7) применение газово-кислородных горелок:*

а) увеличивает производительность печи;
б) увеличивает интенсивность продувки металла инертными газами;
в) увеличивает удельный расход электроэнергии;

*8) первая буква в маркировке электропечи обозначает:*

а) способ нагрева;
б) конструктивные особенности печи;
в) разновидность переплавляемых рудных материалов.

*9) основной характеристикой шлака электрометаллургического производства является:*

а) плотность;
б) основность;
в) относительный объем.

*10) плавку методом переплава легированных отходов проводят:*

а) с окислением газообразным кислородным;
б) с окислением твердыми окислителями;
в) без окисления.

*11) выделение монооксида углерода способствует:*

а) легированию;

б) ускорению диффузионных процессов;

в) снижению температуры металла.

*12) процессу дефосфорации способствует:*

а) высокое содержание оксидов железа в шлаке;

б) низкая основность шлака;

в) высокая температура.

*13) процессу десульфурации способствует:*

а) низкая основность шлака;

б) низкая температура ванны;

в) низкая окисленность шлака.

*14) водород и азот удаляются из металла преимущественно в следующий период плавки:*

а) плавления;

б) окислительный;

в) восстановительный.

*15) раскисление – это процесс:*

а) удаления кислорода;

б) удаление водорода;

в) удаления азота.

*16) раскисление металла будет более полным:*

а) при использовании марганца;

б) при использовании кремния;

в) при использовании алюминия.

*17) Существуют следующий способ раскисления стали:*

а) окислительный;

б) диффузионный;

в) последовательный.

*18) К методу плавки стали в дуговых электропечах относится:*

а) переплав железной руды;

б) переплав пиритных огарков;

в) переплав легированных отходов.

19) при выплавке стали по «классической» технологии легирование производится во время:

а) восстановительного периода;

б) окислительного периода;

в) периода плавления.

*20) плавка «на болоте» предполагает:*

а) наличие в печи шлака от предыдущей плавки;

б) наличие в печи заранее загруженных шлакообразующих;

в) наличие в печи металла от предыдущей плавки.

*21) Заправка печи предполагает:*

а) загрузку металлошихты;

б) вдувание кислорода;

в) текущий ремонт футеровки.

*22) процесс дефосфорации металла может быть описан уравнением следующей суммарной реакции:*

а) $2[P] + 5(FeO) = 5[Fe] + (P_2O_5)$;

б) $2[P] + 5(FeO) + 4CaO = 5[Fe] + (4CaO \cdot P_2O_5)$;

в) $(4CaO \cdot P_2O_5) + 4(SiO_2) + 5[C] = \{P_2\} + 5\{CO\} + 4(CaO \cdot SiO_2)$.

*23) Назначение вакуумной обработки металла:*

а) дегазация;

б) дефосфорация;

в) десиликонизация.

*24) Способ нагрева металла в сталеразливочном ковше:*

а) электрической дугой;

б) за счет тепла окисления железа при продувке металла кислородом;

в) за счет тепла окисления меди при продувке металла кислородом.

*25) зачем необходимо отсекать шлак при выпуске металла из дуговой печи?*

а) для снижения расхода раскислителей;

б) для увеличения угара элементов;

в) для снижения дефосфорации.

## Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе

1. Из каких периодов состоит плавка стали в дуговой электросталеплавильной печи?
2. Каковы задачи каждого периода?
3. Назовите условия, необходимые для дегазации металла.
4. Назовите условия, необходимые для дефосфорации.
5. Зачем нужно кипение ванны?

6. Что такое десульфурация металла?
7. Каким образом осуществляется раскисление стали?
8. Что такое легирование металла?
9. Почему скачивается шлак периода плавления на 70 % и окислительный шлак полностью?
10. Почему металл выпускается вместе со шлаком?

## Вопросы для собеседования при защите отчета по лабораторным работам

1. Описать задачи периодов выплавки стали.
2. Схема окисления углерода в подовых агрегатах.
3. Технология проведения дефосфорации.
4. Технология проведения десульфурации.
5. Оценка дегазации в окислительный период.
6. Схема легирования стали.
7. Процессы реализуемые при выпуске плавки.

## Раздел 5. Ферросплавное производство
## 1 Тестирование по результатам освоения материала

Перечень вопросов для тестирования.

*1) Укажите реакцию прямого восстановления марганца:*

а) $Mn_mO_n + nCO = mMn + nCO_2$;
б) $Mn_mO_n + n/2C = mMn + n/2CO_2$;
в) $Mn_mO_n + nC = mMn + nCO$.

*2) укажите цепочку восстановления оксидов марганца:*

а) $MnO_2 \rightarrow Mn_3O_4 \rightarrow Mn_2O_3 \rightarrow MnO \rightarrow Mn$;
б) $MnO_2 \rightarrow Mn_2O_3 \rightarrow Mn_3O_4 \rightarrow MnO \rightarrow Mn$.

*3) укажите формулу, соответствующую минералу гаусманит:*

а) $MnO_2$;
б) $Mn_3O_4$;
в) $MnCO_3$;
г) $Mn_2O_3$.

*4) укажите способы дефосфорации марганцевых руд:*

а) пирометаллургический;
б) электролитический;
в) гидрометаллургический;
г) химический.

*5) укажите способы окомкования марганцевых руд:*

а) агломерация;

б) получение окатышей;
в) прессование;
г) брикетирование.

*6) при производстве феррованадия известь необходима для:*
а) шлакообразования;
б) снижения активности кремнезема;
в) увеличения извлечения ванадия;
г) увеличения извлечения железа.

*7) для более полного осаждения капель титана используют:*
а) электроподогрев шлака;
б) введение в шихту железотермитной смеси;
в) введение в шихту CaF2.

*8) в качестве восстановителей при производстве феррованадия используются:*
а) Al + C;
б) Si + Al;
в) C + Si.

*9) Ферротитан производят:*
а) силикотермическим способом;
б) алюминотермическим способом;
в) карботермическим способом;
г) силикокарботермическим способом.

*10) Сидерит используется:*
а) для повышения электросопротивления шихты;
б) для повышения содержания железа;
в) для улучшения условий восстановления кремнезема;
г) для снижения содержания алюминия в сплаве.

*11) Монооксид кремния существует в газовой фазе при температурах:*
а) выше 1773 К;
б) выше 1273 К;
в) выше 2000 К.

*12) К реакции диспропорционирования относятся реакции:*
а) $SiO_2 + 2C = Si + 2CO$;
б) 2SiO = SiO2 + Si;
в) $SiO_2 + C = SiO + CO$.

*13) При восстановлении кремнезема наблюдается:*

а) стадия карбидообразования, стадия разрушения карбида кремния;

б) стадия газификации, стадия улавливания монооксида кремния, стадия разрушения карбида кремния;

в) процесс диспропорционирования, стадия карбидообразования, стадия разрушения карбида кремния.

*14) кремнезем имеет следующие модификации:*

а) $\alpha$-кварц,$\beta$-кварц, $\gamma$-кварц;

б) кварц, кристобалит, тридимит;

в) кварц, цементит, карбид кремния.

*15) сплавы ферросилиция разливаются в тонкий слиток из-за:*

а) склонности к ликвации железа;

б). простоты дробления;

в) склонности к ликвации кремния.

*16) одной из причин рассыпания сплавов ферросилиция является:*

а) наличие ликватов по границам зерен;

б) быстрое охлаждение;

в) медленное охлаждение слитка.

*17) к углеродистому феррохрому относятся сплавы:*

а) ФХ650, ФХ800, ФХП900;

б) ФХ10;

в) ФСХ20, ФСХ40, ФСХ48.

*18) назначение рудного слоя при выплавке углеродистого феррохрома заключается в:*

а) рафинировании сплава от кремния и углерода;

б) создании оптимального состава шлака;

в) снижении расхода электроэнергии.

*19) при плавке углеродистого феррохрома шлаковый режим определяется диаграммой состояния системы:*

а) $CaO-MgO-Al_2O_3$; б) $FeO-Al_2O_3-SiO_2$;

в) $SiO_2$ –$MgO-$ $Al_2O_3$; г) $Cr_2O_3-MgO-$ $Al_2O_3$.

*20) среднеуглеродистый феррохром производят:*

а) флюсовым способом;

б) внепечным способом;

в) шлаковым способом;

г) бесфлюсовым способом.

*21) методом смешивания расплавов производят:*

а) ферросиликохром;

б) передельный феррохром;
в) низкоуглеродистый феррохром.

*22) для получения оптимального по составу шлака при выплавке углеродистого феррохрома в качестве флюса добавляют:*
а) доломит;
б) известь;
в) известняк;
г) кварцит.

*23) область применения углеродистого феррохрома:*
а) легирование стали;
б) раскисление стали;
в) производство ферросиликохрома.

*24) ферросиликохром производят:*
а) бесшлаковым двухстадийным методом;
б) флюсовым методом;
в) одностадийным шлаковым методом.

*25) назначение натриевой селитры при производстве металлического хрома:*
а) восстановитель;
б) шлакообразующий материал.

**Вопросы для собеседования при защите отчета по лабораторным работам**

1. Описать оборудование для проведения металлотермического получения ферросплавов.
2. Описать технологию металлотермического процесса.
3. Изучить физико-химические закономерности металлотермического процесса получения ферросплавов.
4. Изучить требования к шихтовым материалам.
5. Состав шихтовых материалов.

## 3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

## 4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

## 5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Основные требования, предъявляемые к топливу.
2. Восстановление железа из оксидов железосодержащих материалов.
3. Прямое восстановление железа.
4. Косвенное восстановление железа.
5. Движение шихты и газов в доменной печи.
6. Заменители кокса в доменном процессе.
7. Эффективность работы доменной печи.
8. Общая характеристика железных руд.
9. Получение чугуна.
10. Полезные и вредные примеси в железных рудах.
11. Производство агломерата.
12. Взаимодействующие фазы в сталеплавильных агрегатах и их состав.
13. Роль шлака в сталеплавильных процессах, его источники и основные составляющие.
14. Температура плавления шлака. Теплопроводность шлака и ее роль в процессе плавки.
15. Характеристики основности шлака. Роль основности шлака при сталеплавильных процессах.
16. Условия удаления серы из металла.
17. Термодинамика окисления марганца в сталеплавильных процессах.
18. Поведение легирующих элементов.
19. Источники неметаллических включений в стали и их влияние на качество стали.
20. Изменение содержания фосфора в процессе окислительного рафинирования. Влияние фосфора на свойства стали.

## 6 Вопросы к зачету с оценкой для промежуточной аттестации

1. Взаимодействующие фазы в сталеплавильных агрегатах и их состав.
2. Роль шлака в сталеплавильных процессах, его источники и основные составляющие.
3. Температура плавления шлака. Теплопроводность шлака и ее роль в процессе плавки.
4. Характеристики основности шлака. Роль основности шлака при сталеплавильных процессах.
5. Условия удаления серы из металла.
6. Термодинамика окисления марганца в сталеплавильных процессах.
7. Поведение легирующих элементов.

8. Источники неметаллических включений в стали и их влияние на качество стали.

9. Изменение содержания фосфора в процессе окислительного рафинирования. Влияние фосфора на свойства стали.

10. Агрегаты для выплавки ферросплавов.

11. Основные реакции и особенности процессов при производстве ферросплавов.

12. Шихтовые материалы для производства ферросплавов.