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 металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные технологии производства стали

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия (в)»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 14-05-2025 11:59:23 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование инженерного мышления и представлений о современных технологических вариантах выплавки стали различного сортамента.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение обучающимися достаточных теоретических знаний в области физико-химических основ сталеплавильных процессов;
– формирование у обучающихся приемов и навыков совершенствования технологии сталеплавильных процессов;
– формирование у обучающихся знаний о процессах шлакообразования и их влиянии на качество производимой стали;
– формирование у обучающихся первичных практических навыков управления процессами выплавки стали в различных сталеплавильных агрегатах.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физическая химия;
– Металлургия черных металлов.

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

– Внепечная обработка стали;
– Разливка и непрерывная разливка стали.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен определять организационно-технические | ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического | – знать: технологические процесс металлургической |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | меры по выполнению технологических процессов в металлургии | производства | отрасли..<br>– уметь:<br>:проектировать технологические процессы применительно к конкретным условиям производства.. |
| | | ПК-1.2 Выбирает рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства | – знать: варианты технологии получения готовой продукции..<br>– уметь: выбирать рациональный вариант технологии получения готовой продукции металлургического производства.. |
| | | ПК-1.3 Проектирует технологические процессы металлургической отрасли на основе современных технико-экономических требований | – знать: современные технико-экономические требования к металлургическим процессам.<br>– уметь: оценивать эффективность известных металлургических процессов. |

## 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*** | ***6 семестр*** | ***7 семестр*** |
|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *экзамен* | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***360*** | *180* | *180* |
| | *зачетных единиц* | ***10*** | *5* | *5* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***40*** | *24* | *16* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | ***12*** | *8* | *4* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | ***32*** | *24* | *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.* | ***222*** | *106* | *116* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | ***54*** | *18* | *36* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Теоретические основы и технологические аспекты выплавки стали в конвертерах (Представлены теория и практика современного конвертерного производства);

Раздел 2 Теоретические основы и технологические аспекты выплавки стали в электропечах (Представлены теория и практика современного электросталеплавильного производства).

## 5 Перечень тем лекций

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лекций** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Физико-химические процессы, протекающие в металлической ванне | 2 | |
| Раздел 1. | Гидродинамика, конвертерной ванны. Конструкция кислородной фурмы | 2 | |
| Раздел 1. | Основные положения технологии конвертерной плавки | 2 | |
| Раздел 1. | Процессы рафинирования металла в конвертерах | 2 | |
| Раздел 1. | Дутьевой и шлаковый режимы плавки | 2 | |
| Раздел 1. | Комбинированные процессы | 2 | |
| Раздел 1. | Особенности технологии при переделе чугунов специфического состава | 2 | |
| Раздел 1. | Качество кислородно- | 2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | конвертерной стали | | |
| Раздел 2. | Место электрометаллургии в производстве конструкционных материалов | 4 | |
| Раздел 2. | Основы физико-химических процессов применительно к электросталеплавильным системам | 4 | |
| Раздел 2. | Исходные материалы электроплавки стали | 4 | |
| Раздел 2. | Технология плавки двухшлаковым процессом | 4 | |
| Раздел 2. | Одношлаковый процесс выплавки электростали в мощных дуговых электропечах | 4 | |
| Раздел 2. | Производство коррозионностойкой стали | 4 | |
| **Итого:** | | **40** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы практических занятий (семинаров)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Кинетика массообменных процессов. Расчет скорости растворения твердых материалов в жидкой фазе | 4 | |
| Раздел 1. | Расчет глубины проникновения кислородной струи в металл и поверхности контакта взаимодействующих фаз | 2 | |
| Раздел 1. | Расчет мощности перемешивания конвертерной ванны. Брызго- и пылеунос из конвертера | 2 | |
| Раздел 1. | Расчет расхода охладителей и регулирование температуры конвертерной ванны | 4 | |
| Раздел 1. | Поведение примесей в конвертерной ванне | 4 | |
| Раздел 2. | Расчет содержания кислорода по ходу окислительного периода | 8 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Раздел 2. | Расчет дегазации в окислительный период | 8 | |
| **Итого:** | | **32** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| № раздела / темы дисциплины | Темы лабораторных работ | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Моделирование гидродинамики конвертерной плавки при продувке струями с разным динамическим напо-ром | 4 | |
| Раздел 1. | Исследование особенностей гидродинамики конвер-терной ванны | 4 | |
| Раздел 2. | Деазотация стали | 4 | |
| **Итого:** | | **12** | **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. Изучение лекционного материала;<br>2. Оформление отчета о практической работе;<br>3. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>4. Подготовка к лабораторной работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию;<br>6. Составление конспекта лекций. | 111 | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала; | 111 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 2. Оформление отчета о практической работе;<br>3. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>4. Подготовка к лабораторной работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию;<br>6. Составление конспекта лекций. | | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену (6 семестр)* | 18 | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену (7 семестр)* | 36 | |
| **Итого:** | | **276** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ПК-1 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Конспект лекций;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Отчет о лабораторной работе;<br>6. Отчет о практической работе;<br>7. Оценка участия в работе на лекционном занятии |
| Раздел 2. | ПК-1 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Конспект лекций;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Отчет о лабораторной работе;<br>6. Отчет о практической работе;<br>7. Оценка участия в работе на лекционном занятии |
| Экзамен (6 семестр). | ПК-1 | 1. Вопросы к экзамену |
| Экзамен (7 семестр). | ПК-1 | 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 проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

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 «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); конспект лекций; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; отчет о практической работе; оценка участия в работе на лекционном занятии.

### 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

**Критерии оценки:**

– 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);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию конспекта лекций

### 12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие |
|---|---|
| Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций | 0,5 |
| Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе:<br>- материал изложен последовательно, четко и аккуратно<br>- в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы | 0,5 |
| Всего | 1 |

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

### 12.2.4 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».

### 12.2.5 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

**Критерии оценки отчета о практической работе:**

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы. | 2,5 |
| Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей. | 1,25 |
| Отчет о практической работе оформлен аккуратно. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

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

### 12.2.6 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».

### 12.2.7 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

**Критерии оценки отчета о лабораторной работе:**

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы. | 2,5 |
| Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей. | 1,25 |
| Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно. | 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: экзамен (6 семестр); экзамен (7 семестр).

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

### 13.2 Оценивание обучающегося на экзамене (6 семестр)

| 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 |

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| | 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 (7 семестр)

| 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 Бигеев, А. М. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали : учебник для вузов / А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. – 3-е изд.,

перераб. и доп. – Магнитогорск : МГТУ, 2000. – 543 с. – ISBN 5711401793.;

2 Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали : учебник для вузов / В. Е. Рощин, А. В. Рощин ; Южно-Уральский государственный университет. – 4-е изд., перераб. и доп. – Челябинск : ЮУрГУ, 2013. – 572 с. – ISBN 9785696043548.;

3 Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали : учебник для вузов. – Москва : Мир, 2003. – 527 с. – (Учебник для высших учебных заведений). – ISBN 5030035338.;

4 Электрометаллургия стали и ферросплавов : учебник для вузов / Д. Я. Поволоцкий, В. Е. Рощин, М. А. Рысс [и др.] ; под ред. Д. Я. Поволоцкого. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Металлургия, 1984. – 568 с.

**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 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

9 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;
– 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);
- 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);

профессор Протопопов Евгений Валентинович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник сталеплавильного отдела
Управления по технологии производства
рельсового проката Технической дирекции
по производству железнодорожного проката
АО «ЕВРАЗ ЗСМК», к.т.н. Д.В. Бойков



## Приложение

### Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

**Выберите один правильный ответ.**

1. Какая главная задача любого сталеплавильного процесса?

а) Согласование скоростей удаления примесей металла и его нагрева

б) Достижение высоких технико-экономических показателей

в) Получение необходимой температуры металла

г) Получение металла необходимого состава

2. Какой элемент, содержащийся в стали и чугуне, наиболее сильно влияет на температуру плавления этих сплавов?

а) Кремний

б) Марганец

в) Фосфор

г) Углерод

3. Что характеризует «активность вещества»?

а) Скорость диффузии вещества

б) Количество тепла, выделяющегося при его взаимодействии с другими веществами

в) Способность реагировать с другими веществами

4. Как влияет повышение температуры на плотность шлака?

а) Способствует возрастанию

б) Не оказывает влияния

в) Уменьшает

5. Чем лимитируется процесс, находящийся в кинетической области?

а) Скоростью диффузии

б) Скоростью химической реакции

6. В чем заключается важная особенность реакции обезуглероживания по сравнению с другими окислительными процессами, протекающими в сталеплавильной ванне?

а) Тепловой эффект реакции окисления углерода наибольший

б) Требует обязательного использования охладителей

в) Невозможно восстановление углерода

г) Результатом реакции является газообразный продукт

7. Основное количество углерода окисляется в процессе плавки:

а) До двуокиси углерода ($CO_2$)

б) Доля углерода, окисляющегося до CO и $CO_2$ примерно одинаково

в) До монооксиси углерода (CO)

8. Обязательным условием непрерывности процесса обезуглероживания является:

а) Высокая температура

б) Высокая окисленность шлака

в) Превышение фактического содержания кислорода в металле над равновесием

9. С уменьшением содержания углерода в металле по ходу процесса разница между фактическим содержанием кислорода и равновесием по реакции с углеродом ([O]ф - [O]р):

а) Уменьшается

б) Не изменяется

в) Увеличивается

10. Для ускорения диффузии кислорода из газовой фазы наиболее значимо:

а) Увеличение основности шлака

б) Перегрев металла над температурой плавления

в) Энергичное кипение ванны

11. Какая стадия определяет скорость окисления углерода:

а) Процесс химического взаимодействия

б) Образование, рост и всплывание пузырей окиси углерода

в) Процесс диффузии кислорода к месту реакции

12. Что произойдет с окисленностью шлака в конвертере при продувке ванны через днище нейтральными газами?

а) Увеличится

б) Не изменится

в) Уменьшится

13. Как изменится выход жидкого металла при донной продувке ванны аргоном?

а) Уменьшится

б) Не изменится

в) Увеличится

14. Окисление углерода по ходу плавки стали должно сопровождаться:

а) Увеличением степени перегрева металла над температурой плавления

б) Уменьшением количества подаваемых твердых окислителей и кислорода

в) Соответствующим синхронным повышением температуры металла

15. Что обозначает число в маркировке сталей Ст 3кп, 20Г, 40, 10У?

а) 3 - содержание углерода 0,3%; 20Г - содержимое марганца 0,2%; 40 - содержание углерода 0,4%; 10У - содержание углерода 0,10%

б) 3 - условный номер, присвоенный стали; 20Г и 40 - среднее содержание углерода в сотых долях процента; 10 - содержание углерода равное 1% в высокоуглеродистой стали

16. В каких марках стали содержится марганец?

а) Только в спокойной стали

б) В спокойной и полуспокойной стали

в) Практически во всех сталях

17. Где преимущественно идет процесс окисления - восстановления марганца в сталеплавильном агрегате?

а) Непосредственно в металле

б) На границе с газовой фазой

в) На границе раздела металл-шлак

18. Почему при сталеплавильных процессах перешли на переработку чугунов с пониженным содержанием марганца?

а) Улучшается шлаковый режим

б) Сокращается расход кислорода и уменьшается себестоимость металла

в) Чем ниже содержание марганца в металлошихте (чугуне и скрапе), тем меньше абсолютные потери дорогостоящего элемента

19. Как влияет увеличение температуры на константу равновесия реакции окисления - восстановления марганца?

а) Не значительно

б) Не влияет

в) Значительно

20. Какие условия способствуют восстановлению марганца?

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

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

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

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

Раздел 1.

Тема1.1. Физико-химические процессы, протекающие в металлической ванне

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Что характеризует «активность вещества»?

2 В чем заключается важная особенность реакции обезуглероживания по сравнению с другими окислительными процессами, протекающими в сталеплавильной ванне?

3 Какая стадия определяет скорость окисления углерода?

4 Какие условия способствуют появлению «Марганцового горба»?

5 Каковы основные условия удаления фосфора из металла?

6 Какие газы не растворимы в металле?

7 Какой элемент, содержащийся в стали и чугуне, наиболее сильно влияет на температуру плавления этих сплавов?

8 Где преимущественно идет процесс окисления - восстановления марганца в сталеплавильном агрегате?

9 Как влияет увеличение температуры на константу равнове-сия реакции окисления - восстановления марганца?

10 Что обозначает число в маркировке сталей Ст 3кп, 20Г, 40, 10У?

Тема 1.2. Гидродинамика конвертерной ванны

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Особенности газодинамики при продувке металлического расплава в конвертере кислородом сверху;

2 Особенности гидро- и газодинамики при комбинированной продувке металлического расплава в конвертере;

3 Как влияет расход кислорода на высоту фурмы над конвертерной ванны?

4 В какой фазе продувки скорость окисления углерода достигает максимального значения?

5 Что такое коэффициент турбулентной диффузии?

6 В результате каких процессов происходит перемешивание конвертерной ванны?

7 Какое количество энергии дутья затрачивается на сообще-ние эжектируемым и сгорающим каплям кинетической энергии?

8 Как влияет увеличение температуры ванны и скорости обезуглероживания на мощность перемешивания?

9 От каких параметров зависит кинетическая энергия струи вдуваемого окислительного газа?

10 Что происходит в результате окисления углерода в реакционной зоне?

Тема 1.3. Дутьевой и шлаковый режимы плавки

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие методы используются для управления дутьевым ре-жимом плавки?;

2 Какие методы используются для управления шлаковым ре-жимом плавки?;

3 Какие режимы присадки сыпучих материалов используются в современном кислородно-конвертерном процессе?

4 Как влияет дутьевой режим плавки на процесс обезуглеро-живания?

5 Какие параметры определяют дутьевой режим плавки?

6 Какие сыпучие материалы используются в кислородно-конвертерном процессе?

7 Какие существуют способы управления шлаковым режимом плавки?

8 Какова роль оксидов железа в процессе шлакообразования?

9 Строение конвертерной ванны;

10 Что такое реакционная зона?

Тема 1.4. Качество кислородно-конвертерной стали

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Что такое качество стали и чем оно определяется?

2 Какие существуют способы корректировки конвертерной плавки?

3 Какие технологические способы уменьшения содержания водорода в стали используются в конвертерных процессах?

4 Какие технологические способы уменьшения содержания азота в стали используются в конвертерных процессах?

5 Какими свойствами обладает конвертерная стали, выплавленная различными методами?

6 Каково назначение конвертерной стали?

7 Какие используются методы для предотвращения попадания конвертерного шлака в сталеразливочный ковш при сливе металла?

8 Какие существуют способы снижения загрязненности конвертерной стали примесями цветных металлов?

9 Что такое раскисление стали?

10 Какие материалы применяются для раскисления стали?

Раздел 2

Тема 2.1. Основы физико-химических процессов примени-тельно к электросталеплавильным системам.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Что такое электрическая дуга?

2 Как работает электрическая дуга, как источник нагрева материалов?

3 Какие физические закономерности применяются при формировании электрической дуги?

4 Как выглядит схема питания электродуговых печей?

5 Какие требования предъявляются к электродам для электродуговых печей?

6 Как происходит процесс нагрева металла в индукционных печах?

7 Как формируется шлак в электродуговых печах?

8 Каким образом распределяется тепловое поле в электродуговой печи?

9 Что из себя представляет дуговая печь, как подовый сталеплавильный агрегат?

10 Каково взаимодействие между фазами металл-шлак-газ в дуговой печи?

Тема 2.2. Исходные материалы электроплавки стали.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Перечень вопросов для устного опроса:

2 Какие материалы используют в качестве металлошихты

3 Какие существуют виды металлолома?

4 Из чего состоит чугун?

5 Какое бывает металлизованное сырье?

6 Какие применяют шлакообразующие материалы?

7 Какие бывают виды окислителей?

8 Что такое науглероживатели?

9 Что из себя представляют легирующие и раскислители?

10 Как происходит подготовка металлошихты?

11 Как происходит подготовка шихтовых материалов?

Тема 2.3. Технология плавки двухшлаковым процессом.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Назовите периоды плавки стали по двухшлаковой технологии?

2 Назовите задачи технологических периодов плаки?

3 Достоинства и недостатки двухшлаковой технологии?

4 Температурный режим двухшлаковой технологии?

5 Разновидности восстановительного периода двухшлаковой технологии?

6 Особенности проведения межплавочного ремонта печи?

7 Технология получения «белого» шлака?

8 Восстановительный период с диффузионным раскислени-ем?

9 Какие задачи решаются при выпуске плавки в ковш?

10 Варианты раскисления стали алюминием?

Тема 2.4. Одношлаковый процесс выплавки электростали в мощных дуговых электропечах

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 В каком порядке загружается металлошихта?

2 В чем заключаются задачи периода расплавления?

3 В чем заключаются задачи окислительного периода?

4 Какие средства применяются для интенсификации плавки?

5 Что из себя представляет выпуск плавки?

6 Пенистые шлаки – формирование и особенности контроля процесса?

7 Что такое температурный режим плавки?

8 Как и когда выполняется межплавочный ремонт футеровки печи?

9 В чем заключается шлаковый режим ведения плавки?

Тема 2.6. Производство коррозионностойкой стали.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие стали относятся к коррозионностойким?

2 Как работает механизм защитного действия в коррозионно-стойких сталях?

3 Как классифицируются коррозионностойкие стали?

4 Как влияет углерод на свойства коррозионностойких ста-лей?

5 Что из себя представляет механизм разрушения коррозионностойких сталей?

6 Как химические элементы влияют на структуру коррозион-ностойких сталей?

7 Какие существуют варианты технологий производства кор-розионностойких сталей?

8 Какие существуют основные технологические особенности выплавки в дуговой печи монопроцессом?

9 Каковы главные особенности процесса AOD?

10 Что такое процесс VOD?

**3 Выполнение практических работ**

Задания для практических работ, теоретический и методиче-ский материал для самостоятельного изучения и вопросы для со-беседования 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 (6 се-местр)**

1. Строение реакционной зоны, основные характеристики.
2. Технико-экономические показатели и перспективы развития кислородно-конвертерного процесса.
3. Характеристики газовых струй. Сопло Лаваля.
4. Комбинированная продувка конвертерной ванны. Дутьевые устройства.
5. Характеристики сверхзвуковых газовых струй. Режим истечения.
6. Газы в конвертерной стали. Свойства и применение конвертерной стали.
7. Дутьевой режим плавки.
8. Роторный процесс.
9. Продувка высокофосфористых чугунов. Варианты и особенности технологии.
10. Стальной лом. Твердые сыпучие охладители операции. Особенности технологии при различных вариантах охлаждения плавки.
11. Массоперенос в конвертерной ванне.
12. Конструкции кислородных фурм. Система охлаждения и компенсации фурм.

13. Температурный режим реакционной зоны.
14. Технология продувки чугунов мартеновского состава.
15. Особенности донной кислородно-топливный продувки. Преимущества и недостатки.
16. Шихтовые материалы конвертерных процессов.
17. Особенности конструкции газоотводящего тракта. Режимы работы тракта.
18. Охлаждение конвертерной операции. Организация исправления плавки.
19. Перемешивание конвертерной ванны.
20. Способы увеличения доли перерабатываемого лома в конвертерной плавке.
21. Предельный чугун. Влияние содержания примесей чугуна на технологические показатели.
22. Донная кислородно-топливная продувка. Особенности технологии технико-экономические показатели.
23. Способы снижения интенсивности дымообразования.
24. Механизм взаимодействия дутья с ванной.
25. Плавление металлолома. Механизм диффузионного и теплового плавления металлолома в ванне.
26. Дополнительное топливо для конвертерной плавки. Требование к нему.
27. Тепловой и температурный режим конвертерной плавки.
28. Качество конвертерной стали.
29. Механизм растворения футеровки кислородных конвертеров.
30. Процесс Кал-До.
31. Классификация сталей.

**6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации (7 семестр)**

1. Ферросплавы. Их роль в металлургии.
2. Как происходит удаление фосфора при выплавке ста-лей?
3. Как происходит удаление серы при выплавке сталей?
4. Какие бывают шихтовые материалы для выплавки ста-лей?
5. Удаление газов, растворенных в металле, при выплавке сталей (дегазация).
6. Энергоносители в сталеплавильном производстве.
7. Классификация технологий производства стали в дуго-вых печах.
8. Что такое электрическая дуга?
9. Физические закономерности формирования электриче-ской дуги.
10. Как выглядит схема питания электродуговых печей?

11. В чем заключается принцип нагрева металла в индукци-онных печах?
12. Как происходит формирование шлака в электродуговых печах?
13. Распределение теплового поля в электродуговой печи.
14. Порядок загрузки металлошихты.
15. В чем заключаются задачи периода расплавления?
16. В чем заключаются задачи окислительного периода?
17. Средства интенсификации плавки.
18. Как происходит выпуск плавки?
19. Пенистые шлаки – формирование и особенности кон-троля процесса.
20. Температурный режим плавки.
21. Межплавочный ремонт футеровки печи.
22. Какие стали относятся к коррозионностойким?
23. Как работает механизм защитного действия в коррозионностойких сталях?
24. Классификация коррозионностойких сталей.
25. Влияние химических элементов на структуру коррозионностойких сталей.
26. Варианты технологий производства коррозионностойких сталей.
27. Основные технологические особенности выплавки в дуговой печи моно-процессом.
28. Особенности процесса AOD.
29. Что такое процесс VOD.