

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных  
металлов (чугуна, стали и ферросплавов)**

**МДК 01. 02 Управление технологическими процессами производства  
стали и контроль за ними**

**22.02.01 Metallurgy of black metals. Blast production  
of basic preparation**

Магнитогорск, 2020

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Металлургия черных металлов  
Председатель: И.В. Решетова  
Протокол №7 от 17.02.2020 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №3 от 26.02.2020 г.

## **Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО МГТУ МпК И.А. Крашенинникова

Методические указания по выполнению практических занятий разработаны на основе рабочей программы ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов).

Содержание практических работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.01 Metallургия черных металлов. Доменное производство: МДК 01. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	7
Практическое занятие 3	10
Практическое занятие 4	11
Практическое занятие 5	13
Практическое занятие 6	15

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия и лабораторные работы.

Состав и содержание практических занятий и лабораторных работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений - профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности), необходимых в последующей учебной деятельности по профессиональным модулям.

В соответствии с рабочей программой ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов), МДК 01. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними.

В результате их выполнения, обучающийся должен:  
уметь:

- подбирать и рассчитывать состав шихтовых материалов;
- рассчитывать тепловой и материальный баланс выплавки черных металлов;
- осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов к плавке;
- работать с технологической, конструкторской, организационно-распорядительной документацией, справочниками и другими информационными источниками;

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю основной профессиональной образовательной программы по специальности:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

И овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

Выполнение студентами практических работ по ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов), МДК 01. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам междисциплинарных курсов;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.

Продолжительность выполнения практической работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующего занятия, которое обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 2.2

#### Основы теории металлургических процессов

#### Практическое занятие № 1

#### Изучение основных диаграмм состояния шлаковых систем. Определение температуры плавления по заданному составу шлака

##### Формируемая компетенция:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

**Цель работы:** определить основные характеристики шлаковых систем и температуры плавления по химическому составу шлака

##### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

выбирать оптимальные технологические процессы подготовки сырья и получения металла

##### Материальное обеспечение:

Образцы шлака с различной степенью пористости; с неравномерным распределением включений, с дефектами, нарушающими сплошность шлака, с волокнистостью.

##### Задание:

определить основные характеристики шлаковых систем в соответствии с полученными образцами шлаков

##### Порядок выполнения работы:

1. Получить составы шлака у преподавателя.
2. Определить основные характеристики шлака в соответствии с примером, данным в конспекте лекций.
3. Заполнить сравнительную таблицу по данным составов шлака, с указанием их основных характеристик.

##### Ход работы:

1. Приготовить образцы шлака.

Поверхность образца для макроанализа обрабатывают на фрезерном или строгальном станке (если материал с невысокой

твердостью), или на плоскошлифовальном станке (если материал твердый). Для получения более гладкой поверхности образец шлифуют. Шлифование начинают шкуркой с наиболее грубым абразивным зерном, затем постепенно переходят на шлифование шкуркой с более мелким зерном. При переходе с одного номера шкурки на другой направление шлифования меняют на  $90^{\circ}$ . После шлифования образцы протирают ватой и подвергают травлению.

2. Выявить неоднородность шлака .

3. Макрошлиф протереть ватой, смоченной спиртом или бензином.

4. Лист бромосеребряной фотобумаги вымочить на свету в течение 5...10 минут в 5% водном растворе  $H_2SO_4$ , слегка просушить между двумя листами фильтровальной бумаги для удаления избытка раствора, наложить эмульсионной стороной на макрошлиф и, приглаживая сверху резиновым валиком, удалить образующиеся пузырьки газов, выдержать на макрошлифе в течение 3...5 минут и осторожно снять.

5. Полученный отпечаток промыть в воде, зафиксировать в 25 % водном растворе гипосульфита, снова промыть в воде и просушить.

Полученные на фотобумаге участки коричневого цвета указывают на места

### **Форма представления результата:**

Заполнение сравнительной таблицы в тетради для практических работ

## **Тема 2.2**

### **Основы теории металлургических процессов**

#### **Практическое занятие № 2**

#### **Вычисление содержания кислорода в металле в зависимости от температуры расплава и содержания углерода в нём**

#### **Формируемая компетенция:**

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.3. Эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование, обеспечивающее процесс производства черных металлов.

**Цель работы:** определить основные характеристики стали и шлака по изломам и визуально; определить основные характеристики стали и шлака при помощи металлографического микроскопа;

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать оптимальные технологические процессы подготовки сырья и получения металла.

### **Материальное обеспечение:**

Образцы стали, шлака с различной степенью пористости; с неравномерным распределением включений, с дефектами, нарушающими сплошность металла и шлака, сернистые включения, металлографический микроскоп МИМ-10

### **Задание:**

определить основные характеристики шлака и стали в соответствии с полученными образцами

### **Порядок выполнения работы:**

1. Получить образцы у преподавателя.
2. Определить основные характеристики стали и шлака в соответствии с примером, данным в конспекте лекций.
3. Заполнить сравнительную таблицу по данным составов шлака, с указанием их основных характеристик.

### **Ход работы:**

Ознакомиться с устройством и работой металлографического микроскопа.

Микроскоп МИМ-7 состоит из трёх основных частей: осветителя, корпуса и верхней части.

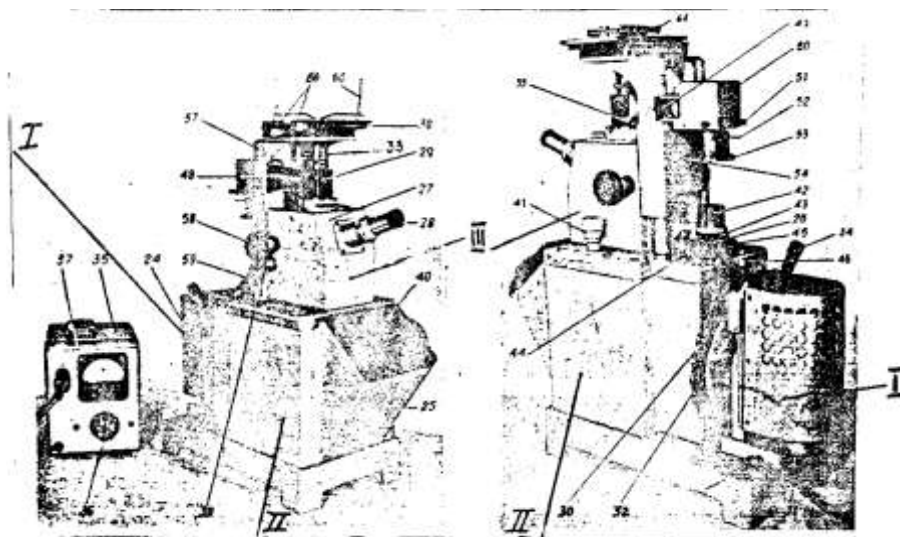
Осветитель имеет фонарь 24 и центрировочные винты 34. В корпусе II находятся: диск 38 с набором светофильтров, рамка 40 с матовым стеклом (сюда же вставляется фотокассета 9x12), узел аппретурной диафрагмы – 26 и кольцо 43, которое служит для изменения диаметра аппретурной диафрагмы.

В верхней части III расположены иллюминаторный тубус 29, в который вставляется объектив 33. Под кожухом 50 расположена пентапризма. В нижней части кожуха имеются центрировочные винты 51 полевой диафрагмы, которая открывается и закрывается перемещением рукоятки 52. На верхнем корпусе 27 укреплен визуальный тубус 28 (окуляр), который при фотографировании выдвигается до отказа.

Принцип работы микроскопа заключается в следующем. Световые лучи от электрической лампы **1**, отражаясь от зеркала **2**, попадают на



светофильтр **3** (обычно желтый), затем на аппретурную диафрагму **4** и полевую диафрагму **5**. Далее световые лучи преломляются пентапризмой **6**, попадают на отражательную пластинку **7**, направляются в объектив **8** и на микрошлиф **9**. Отразившись от микрошлифа, лучи вновь проходят через объектив и попадают на зеркало **10**, которое отклоняет лучи в окуляр **11**. При фотографировании зеркало вместе с окуляром выдвигается, лучи направляются к фотоокуляру **12**, попадают на зеркало **13**, отражаются от него и попадают на фотопластину **14**. Предметный столик **30** может перемещаться по высоте грубой подачи (макровинт) рукояткой **58**.



**Рис. 1. Конструкция микроскопа**

Барашек **41** служит для микрометрической фокусировки объекта (микровинт).

4.2. Зарисовать оптическую схему микроскопа. Оптическая схема микроскопа МИМ-7 (Рис. 4.2.).

4.3. Выбрать увеличение микроскопа (Табл. 4.1.) и навести микрошлиф на фокус.

**Форма представления результата:**

В устной форме: ответы на вопросы преподавателя по определению составов в зависимости от марки стали. Уметь определять основные характеристики стали в готовом виде и в виде расплава

В письменной форме: выписать основные составы расплава с изменением температуры и содержания углерода. Заполнить сравнительную таблицу в тетради для практических работ

## Тема 2.3

### Исходные материалы сталеплавильного производства

#### Практическое занятие № 3

#### Расчёт металлической части шихты для углеродистых и легированных сталей

#### Формируемая компетенция:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

**Цель работы:** Научиться определять количество металлической шихты в зависимости от марки стали и типа и садки печи.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- выбирать оптимальные технологические процессы получения металла.

#### Материальное обеспечение:

ГОСТ на сталь, ТУ предприятия на шихтовые материалы и другие виды присадок.

#### Задание:

Ознакомится с основными определениями и терминами на шихтовые материалы. Ознакомится с основными этапами расчета шихты. Рассчитать количество металлической шихты для заданной печи и марки стали.

#### Краткие теоретические сведения:

Расчёт шихты производится в соответствии с заданной маркой стали и количеством углерода, который в этой стали содержится. Для этого определяют технологию плавки и тип печи, где эта сталь выплавляется. Расчет шихты ведётся на углерод. Вся шихта делится на перелый чугун и стальной лом. Если печь мартеновская, угар углерода принимается в пределах 40-60 %, и по этому угару считается содержание науглероживателя (перелого чугуна). Если же сталь выплавляется в электропечи, угар углерода уменьшается до 10-15 %, а науглероживателем может являться кокс.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Получить папку с ГОСТами у преподавателя.
2. Выбрать марку стали для расчета шихты
3. Выбрать метод расчета в зависимости от марки стали и вида производства
4. Рассчитать шихтовые материалы
5. Сравнить полученные результаты с ГОСТами.

#### **Ход работы:**

1. Ознакомится со структурой ГОСТа.
3. Ознакомится с основными определениями и терминами на шихту для расчета.
4. Ознакомится с требованиями, предъявляемыми к шихтовым материалам.
5. Изучить этапы ведения расчета.
6. Составить схему технологического процесса заданной марки стали.
7. Рассчитать количество металлической шихты для выбранной марки.

#### **Форма представления результата:**

Расчет шихтовых материалов

### **Тема 2.3**

#### **Исходные материалы сталеплавильного производства**

#### **Практическое занятие № 4**

#### **Расчет ферросплавов для раскисления сталей**

### **Формируемая компетенция:**

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

**Цель работы:** Научиться определять количество металлической шихты в зависимости от марки стали и типа и садки печи.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать оптимальные технологические процессы получения металла.

### **Материальное обеспечение:**

ГОСТ на сталь, ТУ предприятия на ферросплавы и другие виды присадок.

### **Задание:**

Ознакомится с основными определениями и терминами на раскислители и легирующие материалы. Ознакомится с основными этапами расчета ферросплавов. Рассчитать количество раскислителей для заданной печи и марки стали. Рассчитать количество легирующих для заданной печи и марки стали.

### **Краткие теоретические сведения:**

Выбор ферросплавов зависит от марки стали. При этом ферросплавы подбираются по справочникам химических составов сталей и рассчитываются по формуле

$$ФС = (Т \cdot e / a \cdot p) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где ФС – количество требуемого ферросплава, кг;

Т – садка печи, кг;

e – среднее содержание расчетного элемента в марке стали за вычетом этого же остаточного элемента в ванне, %;

a – усвояемость элемента (100% - угар элемента), %;

p – содержание чистого элемента в ферросплаве, %.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Получить папку с ГОСТами у преподавателя.
2. Выбрать марку стали для расчета ферросплавов
3. Выбрать метод расчета в зависимости от марки стали и вида производства

4. Рассчитать ферросплавы для раскисления и легирования
5. Сравнить полученные результаты с ГОСТами.

**Ход работы:**

1. Ознакомится со структурой ГОСТа.
3. Ознакомится с основными определениями и терминами на ферросплавы для расчета.
4. Ознакомится с требованиями, предъявляемыми к раскисляющим и легирующим материалам.
5. Изучить этапы ведения расчета.
6. Составить схему технологического процесса заданной марки стали.
7. Рассчитать количество раскислителей и легирующих для выбранной марки.

**Форма представления результата:**

Расчет ферросплавов

**Тема 2.3**

**Исходные материалы сталеплавильного производства**

**Практическое занятие № 5**

**Расчет ферросплавов для легирования сталей**

**Формируемая компетенция:**

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

**Цель работы:** Научиться определять количество металлической шихты в зависимости от марки стали и типа и садки печи.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать оптимальные технологические процессы получения металла.

**Материальное обеспечение:**

ГОСТ на сталь, ТУ предприятия на ферросплавы и другие виды присадок.

**Задание:**

Ознакомится с основными определениями и терминами на раскислители и легирующие материалы. Ознакомится с основными этапами расчета ферросплавов. Рассчитать количество раскислителей для заданной печи и марки стали. Рассчитать количество легирующих для заданной печи и марки стали.

**Краткие теоретические сведения:**

Выбор ферросплавов зависит от марки стали. При этом ферросплавы подбираются по справочникам химических составов сталей и рассчитываются по формуле

$$ФС = (Т \cdot e / a \cdot p) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где ФС – количество требуемого ферросплава, кг;

Т – садка печи, кг;

e – среднее содержание расчетного элемента в марке стали за вычетом этого же остаточного элемента в ванне, %;

a – усвояемость элемента ( 100% - угар элемента), %;

p – содержание чистого элемента в ферросплаве, %.

**Порядок выполнения работы:**

1. Получить папку с ГОСТами у преподавателя.
2. Выбрать марку стали для расчета ферросплавов
3. Выбрать метод расчета в зависимости от марки стали и вида производства
4. Рассчитать ферросплавы для раскисления и легирования
5. Сравнить полученные результаты с ГОСТами.

**Ход работы:**

1. Ознакомится со структурой ГОСТа.
3. Ознакомится с основными определениями и терминами на ферросплавы для расчета.
4. Ознакомится с требованиями, предъявляемыми к раскисляющим и легирующим материалам.
5. Изучить этапы ведения расчета.
6. Составить схему технологического процесса заданной марки стали.
7. Рассчитать количество раскислителей и легирующих для выбранной марки.

**Форма представления результата:**  
Расчет ферросплавов

**Тема 2.5**  
**Производство стали в кислородных конвертерах**

**Практическое занятие № 6**  
**Изучение конструкции и принципа действия кислородного конвертера**

**Формируемая компетенция:**

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.3. Эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование, обеспечивающее процесс производства черных металлов.

**Цель работы:** **Формирование умения производить расчеты основных параметров кислородных конвертеров**

**Материальное обеспечение:**

Презентация по выплавке стали в кислородном конвертере

**Задание**

1. Определить садку конвертера
2. Выбрать необходимые для расчета параметры согласно садке конвертера
3. Рассчитать глубину ванны
4. Рассчитать высоту конвертера
5. Сделать вывод

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе, выводы, устное сообщение

