

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
/ С.А. Махновский  
«27» февраля 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ И РАБОТ**

**по учебной дисциплине  
ОПЦ.12 ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

**для студентов специальностей  
13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и  
электромеханического оборудования**

Магнитогорск, 2019

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Монтаж и эксплуатация электрооборудования  
Председатель С.Б. Меняшева  
Протокол №6 от 20.02.2019 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №5 от 21.02.2019 г

**Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК А.Е. Кожемякина

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Технология металлургической отрасли».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на формирование универсальных учебных действий, подготовку обучающихся к освоению программы подготовки специалистов среднего звена.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА         | 4  |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ | 5  |
| 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ         | 6  |
| Практическое занятие 1          | 6  |
| Практическое занятие 2          | 10 |
| Практическое занятие 3          | 14 |
| Практическое занятие 4          | 17 |

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Технология металлургической отрасли» предусмотрено проведение практических занятий. В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У1. ориентироваться в производственных процессах в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах;

У2. самостоятельно определять маршруты при выполнении работ по обслуживанию производственного процесса в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах.

Содержание практических занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования ;

ПК 3.1. Участвовать в планировании работы персонала производственного подразделения.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

Выполнение обучающихся практических работ по учебной дисциплине направлено на:

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

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

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

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

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Разделы/темы  | Темы практических/лабораторных занятий  | Количество часов | Требования ФГОС СПО (уметь)                |
|---|---|------------------|--|
| Раздел 2. Технологические процессы изготовления готовой продукции |   | <b>8</b>         |  |
| 2.1 Технология получения чугуна                                   | 1. Практическое работа № 1: Изучение диаграммы железо-углерод                                 | 2                | У1, У2, У05.1, У05.2, У05.3, У05.5,        |
|   | 2. Практическое работа № 2: Анализ технологического процесса производства чугуна              | 2                | У1, У2, У05.1, У05.2, У05.3, У05.5, У04.2, |
| 2.2 Сущность получения кокса                                      | 1. Практическое работа № 3: Составление технологической схемы производства кокса              | 2                | У1, У2, У05.1, У05.2, У05.3, У05.5, У04.2, |
| 2.3 Технология получения стали                                    | 1. Практическое работа № 4: Сравнительная характеристика основных способов производства стали | 2                | У1, У2, У05.1, У05.2, У05.3, У05.5         |
| <b>ИТОГО</b>  |   | <b>8</b>         |  |

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### Тема 2.1.

#### Технология получения чугуна

#### Практическое занятие № 1

#### Изучение диаграммы железо-углерод

##### Цель:

- 1) изучение диаграммы состояния железо-углерод, анализ превращений, происходящих в сплавах при образовании фаз и структур;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

##### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- У1. ориентироваться в производственных процессах в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах;
- У2. самостоятельно определять маршруты при выполнении работ по обслуживанию производственного процесса в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах.

##### Материальное обеспечение:

индивидуальный раздаточный материал на данную тему

##### Задание:

1. Изучить диаграмму.
2. Ответить на вопросы, характеризующие основные области диаграммы.

##### Краткие теоретические сведения:

Для правильного понимания свойств разнообразных марок современных сталей и чугунов необходимо получить хорошее представление о диаграмме железо – углерод.

Диаграмма – это графические изображения, дающие наглядное представление о кристаллизации и превращениях, совершающихся при их нагреве и охлаждении.

Диаграммой пользуются для назначения режимов термообработки сталей и чугунов и определения температурных пределов.

Кроме того, диаграмма может быть использована для предсказания микроструктуры при любой заданной температуре.

По горизонтальной оси диаграммы откладывается содержание углерода в сплаве в процентах, по вертикальной - температура в °С. Каждая точка на диаграмме характеризует определенный состав сплава при определенной температуре. Превращения в сплавах железо - углерод происходят не только при затвердевании сплава в жидком состоянии, но и в твердом благодаря переходу железа из одной формы в другую.

В зависимости от температуры и содержания углерода сплавы железо - углерод могут иметь структурные составляющие: феррит, цементит, перлит, аустенит, ледебурит и графит.

В системе железо-углерод имеются следующие фазы: жидкий раствор, твердые растворы - феррит и аустенит, а также химическое соединение - цементит. Физико-химическая природа этих структурных составляющих различна.

Линия ABCD – линия ликвидус. Выше этой линии сплавы находятся в жидком состоянии. Когда температура сплава соответствует линии ABCD, начинается процесс

первичной кристаллизации из жидкого состояния в твердое (под линией ABC – в аустенит, под линией CD – в цементит).

Аустенит – это твердый раствор углерода в  $\gamma$  – железе. Очень пластичен.

Феррит – это твердый раствор углерода в  $\alpha$  – железе (ОЦК – решетка). Феррит обладает высокой пластичностью, низкой твердостью, прочностью и магнитными свойствами, которые сохраняются до температуры 768° С.

Перлит – это смесь феррита и цементита, образованная при температуре 723°С. Перлит- это продукт распада аустенита при медленном охлаждении. Он может быть пластинчатым или зернистым. В нем содержится 0,8% углерода. Механические свойства перлита зависят от степени измельчения частичек цементита.

Ледебурит – эвтектическая смесь (затвердевшая смесь кристаллов двух (или нескольких) веществ, чаще всего сплавов металлов) аустенита с цементитом при температуре 1147 °С. Ледебурит обладает высокой твердостью и хрупкостью.

Цементит – это химическое соединение железа с углеродом Fe<sub>3</sub>C, т. е. карбид железа Fe<sub>3</sub>C. Он электропроводен, имеет металлический блеск, очень твердый, очень хрупкий. Делится на первичный и вторичный цементит. В структуре стали и чугуна он находится в виде игл, отдельных включений и сетки, по границам зерен.

Когда температура сплава соответствует линии AC, начинается процесс кристаллизации: из жидкого сплава выделяются кристаллы аустенита, а на линии CD - цементит.

Первичный цементит выделяется непосредственно из жидкого сплава в процессе первичной кристаллизации.

Первичная кристаллизация – это процесс образования твердого вещества из жидкого.

Вторичный цементит выделяется в процессе вторичной кристаллизации (из аустенита).

Вторичная кристаллизация – это процесс образования более твердого вещества из менее твердого.

При понижении температуры ниже линии ликвидус продолжается кристаллизация с постепенным увеличением количества твердых кристаллов за счет уменьшения количества жидкого сплава.

Линия AECF – линия солидус. Соответствует моменту полного затвердевания сплава.

В точке С сплав, содержащий 4,3% углерода, переходит в твердое кристаллическое состояние. Сплав такого состава называют эвтектическими. Точка С (содержание углерода 4,3% и температура 1130°С) называется эвтектической. В эвтектической точке температуры ликвидус и солидус совпадают. Эта точка соответствует чугунам, и в соответствии с точкой С чугуны делятся на 3 вида:

- 1) доэвтектический (углерода менее 4,3%);
- 2) эвтектический (углерода 4,3%);
- 3) заэвтектический (углерода более 4,3%).

Область BCE состоит из кристаллов аустенита и жидкого сплава. Обе фазы переменного состава в зависимости от температуры.

Область DCF состоит из первичного цементита и жидкого сплава.

Линия GSEF – начинается процесс вторичной кристаллизации за счет аустенита, т.е. процесс кристаллизации из твердого раствора.

Линия ECF при 1147 °С происходит образование ледебурита.

Линия SE показывает выделение вторичного цементита из аустенита.

Точка S (содержание углерода 0,8% и температура 723°С) называется эвтектоидной. В точке S при содержании 0,8% С и при температуре 723°С весь аустенит распадается и одновременно кристаллизуется тонкая механическая смесь феррита и цементита - перлит.

Эта точка соответствует сталям, и в соответствии с точкой S стали делятся на 3 вида:

- 1) доэвтектоидная (углерода менее 0,8%);
- 2) эвтектоидная (углерода 0,8%);
- 3) заэвтектоидная (углерода более 0,8%).

Линия PSK при 727 °С соответствует окончательному распаду аустенита и образованию перлита. В области ниже линии PSK никаких изменений структуры не происходит.

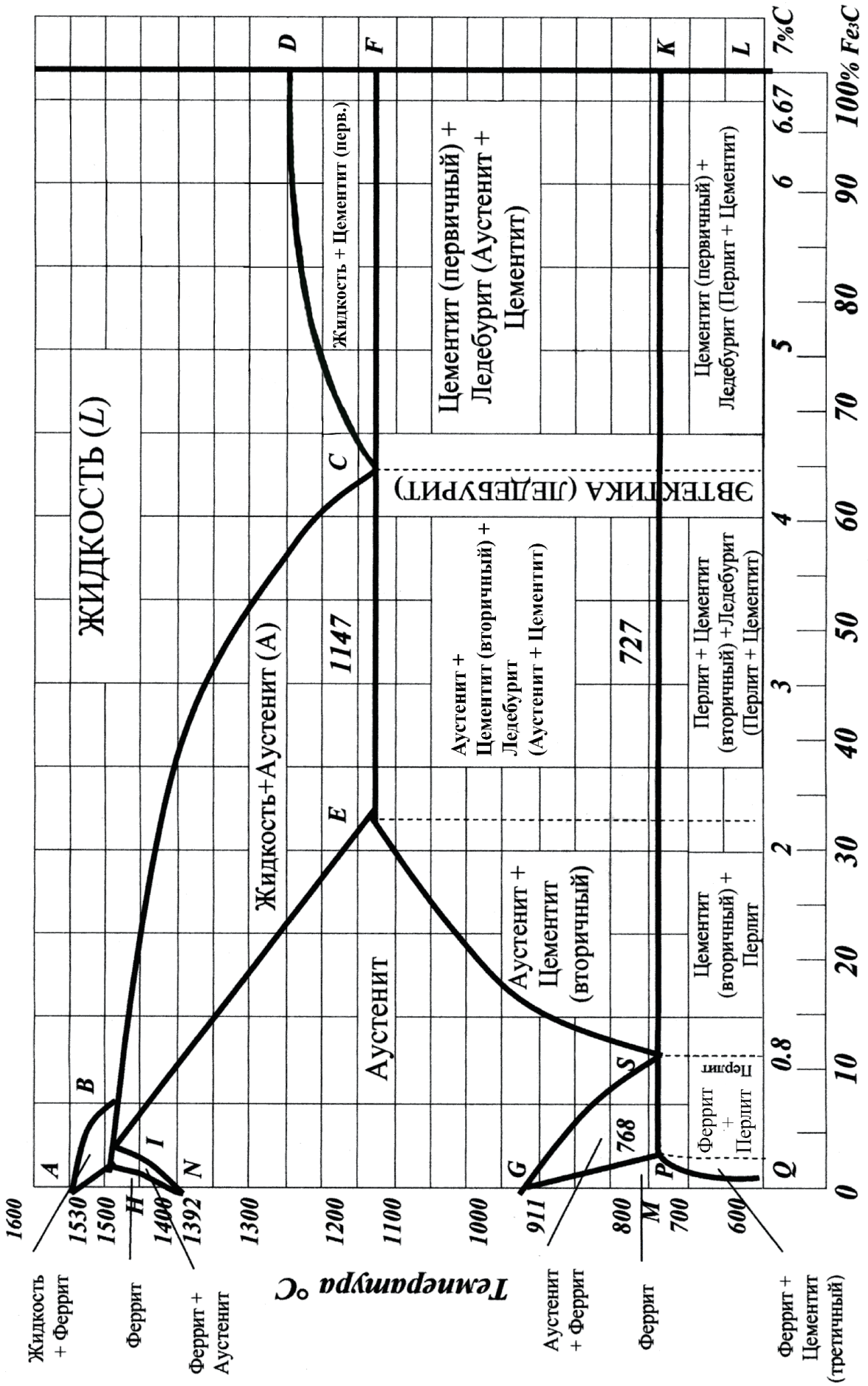
**Порядок выполнения работы:**

- 1 Зарисовать диаграмму.
- 2 Законспектировать теоретические основы.
- 3 Ответить на вопросы, характеризующие основные области диаграммы:
  - необходимость использования диаграммы железо-углерод;
  - фазы в системе железо-углерод;
  - структурные составляющие системы железо-углерод;
  - основные линии, изображенные на диаграмме;
  - основные точки (С и S), обозначенные на диаграмме.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.





## Тема 2.1. Технология получения чугуна

### Практическое занятие № 2 Анализ технологического процесса производства чугуна

#### **Цель:**

- 1) ознакомиться с исходными материалами для производства чугуна, изучить процесс получения чугуна в доменной печи;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

##### **уметь:**

У1. ориентироваться в производственных процессах в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах;

У2. самостоятельно определять маршруты при выполнении работ по обслуживанию производственного процесса в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах.

#### **Материальное обеспечение:**

индивидуальный раздаточный материал на данную тему

#### **Задание:**

1. Изучить основные стадии производства чугуна.
2. Ответить на вопросы, характеризующие особенности производства чугуна.

#### **Краткие теоретические сведения:**

Чугун - это сплав железа с углеродом, где содержание углерода свыше 2,14%. Его состав может кроме них включать марганцевые, фосфорные, кремниевые, серные и др. компоненты. Изначально материалами для производства чугуна служат железосодержащие руды, топливные материалы, флюсы. Как правило, в виде сырья для производств чугуна применяются железняки, имеющие в составе от 30 до 70% железа и прочих химических веществ в пустой породе, а также вредных серо- и фосфоросодержащих соединений. Топливным материалом для производства чугуна служит кокс, представляющий собой результат сухой, то есть без участия воздуха, переработки каменного коксугля. Применяемые флюсы, чаще всего это кварц, доломит, песчаники и известняки, позволяют снизить температуру расплавления пустой породы, а также привести ее вместе с золой от топлива к шлаку.

Наибольшее применение нашел в производстве чугуна доменный процесс. Он включает ряд физических, физико-химических, а также механических проявлений, наблюдаемых в действующей доменной печи. Помещенные в эту печь исходные компоненты (кокс, железосодержащие материалы с флюсами) при прохождении всех операций преобразуются в сплав чугуна, выделяющиеся доменные газы со шлаками. Задача доменного производства чугуна – создание этого сплава из железосодержащих компонентов посредством их переплавления в доменных печах в очень высокой температуре.

Поэтому доменный цех – один из важнейших в структуре завода по производству чугуна. Помимо этого производство чугуна в доменной печи – основа для изготовления стали, прокатных изделий – конечной продукции металлургического цикла других предприятий. Часть чугуна является товарным продуктом, поставляемым в твердом виде в форме небольших слитков (чушек). Их получают на разливочных машинах, установленных в

стороне от доменного цеха в специальном разливочном отделении. Другая часть чугуна идет на производство сталей. Газ, получаемый в ходе процесса производства чугуна, используют в мартеновском и коксохимическом производствах в металлургии. Он служит основным топливом нагревательных устройств прокатных цехов, доменных воздухонагревателей.

Чугун выплавляется в печах, куда помещаются, чередуясь слоями, железосодержащие компоненты с флюсами, топливом. От воздействия своей массы они спускаются в низ печи, куда в особые отверстия подается подогретый воздух под определенным давлением. Он поддерживает нужные условия горения загруженного кокса. Технологический процесс производства чугуна предполагает восстановление железа, а также других элементов из их окислов. В процессе восстановления кислород отнимают от окислов и получают из них компоненты или окислы меньшего содержания кислорода.

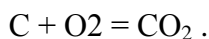
Физико-химические процессы в доменной печи

В доменной печи одновременно происходят следующие процессы:

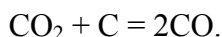
- 1) горение углерода топлива и образование восстановителей;
- 2) разложение компонентов шихты;
- 3) восстановление окислов;
- 4) науглероживание железа и образование чугуна;
- 5) образование шлака.

Горение топлива и образование восстановителей

Горение углерода топлива происходит в нижней части печи при взаимодействии воздуха при температуре 1000-1300 °С с коксом:



Образующийся углекислый газ поднимается к раскаленному коксу и взаимодействует с ним по реакции с образованием восстановителя CO:



Восстановитель CO в присутствии железа разлагается по реакции с образованием атомарного сажистого восстановителя C:



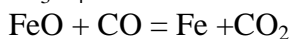
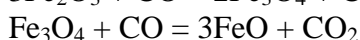
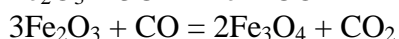
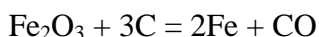
Восстановление окислов железа

Главная задача доменного процесса – восстановление железа из его оксидов. Основную роль в восстановлении железа играют окись углерода и атомарный сажистый углерод, которые образуются в результате доменного процесса.

Восстановление окислов железа идет в следующей последовательности:



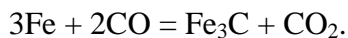
Основными реакциями восстановления являются следующие:



В восстановлении железа также участвует водород, который образуется из воды, которая содержится в шихте.

Науглероживание железа

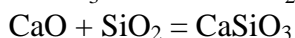
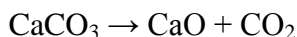
Науглероживание железа происходит за счет взаимодействия твердого губчатого железа с углеродом:



Сплав железа с углеродом имеет температуру плавления ниже, чем у чистого железа. В результате этого образуются капли жидкого чугуна, которые стекают на дно горна (лещадь) через слой раскаленного кокса, насыщаясь при этом углеродом.

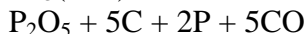
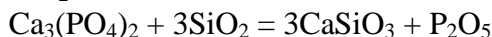
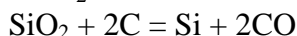
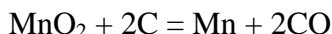
Образование доменного шлака

Основными реакциями образования шлака являются следующие:



Побочные реакции восстановления примесей

В результате побочных реакций происходит восстановление примесных элементов – марганца, кремния и фосфора:



Таким образом, в доменной печи мы получаем своего рода загрязненное примесями железо, то есть чугун, который содержит в больших количествах свободный углерод, а также примесные элементы — марганец, кремний и фосфор.

Доменный чугун

Типичный химический состав доменного первичного чугуна:

Железо (Fe) = 93,5-95,0%

Кремний (Si) = 0,30-0,90%

Сера (S) = 0,025-0,050%

Марганец (Mn) = 0,55-0,75%

Фосфор (P) = 0,03-0,09%

Титан (Ti) = 0,02-0,06%

Углерод (C) = 4,1-4,4%

Из доменного первичного чугуна выплавляют сталь. Процесс выплавки стали, грубо говоря, заключается в снижении в железе содержания углерода и очистке его от чрезмерного содержания марганца, кремния, фосфора и других примесей.

### **Порядок выполнения работы:**

1 Зарисовать диаграмму.

2 Законспектировать теоретические основы.

3 Заполнить схему «Исходные материалы для производства чугуна».

4 Ответить на вопросы, характеризующие особенности производства чугуна:

- понятие чугуна;
- основные реакции в доменной печи.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

## Тема 2.2 Сущность получения Кокса

### Практическое занятие № 3

Составление технологической схемы производства кокса

#### Цель:

- 1) ознакомиться с исходными материалами для производства кокса, изучить процесс коксования;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У1. ориентироваться в производственных процессах в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах;
- У2. самостоятельно определять маршруты при выполнении работ по обслуживанию производственного процесса в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах.

#### Материальное обеспечение:

индивидуальный раздаточный материал на данную тему

#### Задание:

1. Изучить основные стадии производства кокса.
2. Ответить на вопросы, характеризующие особенности производства чугуна.

#### Краткие теоретические сведения:

Коксование осуществляется в высокопроизводительных коксовых печах, обогреваемых низкокалорийным (доменным) или высококалорийным (коксовым) газом. На рис. 1 представлена одна из существующих схем производства кокса.



Рис. 1 – Технологическая схема производства кокса

Для получения кокса изначально используют смесь углей разных составов. Смешивание углей осуществляется непосредственно на коксовой установке и сопровождается значительным пылением.

Подготовленную угольную смесь перед загрузкой в печную камеру обычно подогревают до температуры около 200 °С, чтобы снизить в углях содержание влаги до 6-10%. Предварительный нагрев, способствующий также повышению стабильности кокса, осуществляется в камерах сгорания.

Коксование углей протекает в несколько стадий. При нагревании до 300 °С выделяется небольшое количество легкой смолы, образующейся при расщеплении кислородных соединений, входящих в состав угля. Приблизительно при 350 °С уголь размягчается, переходя в тестообразное, пластическое состояние. В расплаве происходит интенсивное разложение угля с выделением так называемых первичных продуктов (первичного газа и первичного дегтя), имеющих сложный состав.

Тяжелые углеродистые остатки от разложения угля спекаются при температуре около 500 °С, образуется твердый пористый продукт полукокс. После охлаждения и конденсации из летучих продуктов, выделяют полукоксовую, или низкотемпературную, смолу и газообразные продукты полукоксовый газ.

Полукокс находит широкое применение. В частности, он является высокоэффективным бытовым и энергетическим топливом, так как горит практически бездымно и не образует смол при нагревании, как многие угли. Кроме того, он обладает большой реакционной способностью при взаимодействии с кислородом.

Полукокс используется также в процессах газификации и при производстве ферросплавов. В последнее время полукокс применяется в качестве промежуточного продукта при производстве формованного металлургического кокса. Буроугольный полукокс можно использовать в шихтах для коксования. Значительный эффект достигается при вдувании измельченного полукокса в доменную печь, где он играет роль топлива, а также химического реагента. Это позволяет сэкономить значительное количество доменного кокса из дорогих и дефицитных спекающихся углей.

Полукоксовый газ в основном используется на нагрев топлива и другие нужды на самом предприятии, где проводится коксование. Избыток полукоксового газа может быть использован как бытовое топливо, а также для органического синтеза.

Полукоксовые смолы, в принципе, могут быть сырьем для получения моторных топлив, фенолов, парафинов, углеводов ароматического ряда, в частности бензолов, гомологов нафталина и др.

При дальнейшем нагревании полукокс теряет остаточные летучие вещества, главным образом водород, и претерпевает усадку, вызывающую его растрескивание. При температуре от 650 до 800 °С полукокс переходит в кокс среднетемпературного коксования. Выше 950 °С полукокс полностью превращается в кокс.

Первичные продукты разложения, соприкасаясь с раскаленными стенками и сводом печи, а также с коксом, подвергаются пиролизу и превращаются во вторичные продукты. В составе газа преобладающими становятся  $H_2$  (50% об.) и  $CH_4$  (25% об.). Вторичные продукты улавливаются и используются как ценное сырье для химической промышленности.

Образование коксового пирога продолжается 14 - 16 ч. За это время угольная масса проходит постепенно все стадии коксования. Процесс идет от наружной стенки камеры к ее центру. Сначала прогревается уголь, расположенный около стенок камеры, он быстро спекается и превращается в кокс. Средние слои шихты превращаются в кокс значительно позднее. Только через 8 - 9 ч размягчение и коксование угля, начавшиеся у стенок камеры, достигают середины угольного слоя. Поскольку процесс коксования направлен к центру с двух сторон - от стенок, то примерно по осевой линии происходит разрывание коксового

пирога по смоляной линии - шву. Кроме образования вертикальной центральной трещины в результате выделения газов, коксовый пирог разрывается рядом горизонтальных трещин. Он претерпевает значительную усадку, отходит от стенок.

Технологический процесс производства кокса заканчивается выдачей его из печей с температурой 950 - 1100 °С. Чтобы предотвратить горение раскаленного кокса после выгрузки из печи, а также сделать кокс пригодным для транспортировки и хранения, необходимо снизить его температуру до 250 100 °С, при которой исключается самовозгорание и тление, т. е. кокс необходимо «потушить».

При мокром тушении кокс орошают водой в тушильной башне. Часть (10-15%) воды, идущей на тушение, испаряется, часть остается в коксе. При этом его влажность увеличивается в среднем до 3-5%, а все тепло кокса, поглощенное водой, теряется полностью. Большая же часть воды входит в оборотный цикл. Вода оборотного цикла загрязняется коксовой мелочью и поступает для осветления в специальные отстойники. После отстоя вода снова используется для тушения кокса. Коксовый шлам периодически удаляют из отстойников.

Основным недостатком мокрого тушения является потеря тепла почти половина его теряется с парами воды. При мокром тушении в кусках возникают тепловые напряжения, приводящие к образованию трещин и разрушению кокса. При последующем использовании в доменной печи этот кокс подвергается еще большему дроблению. В результате кокс поступает в зону фурм домы с большим содержанием мелочи. Это приводит к ухудшению ее работы в результате засорения труб, отводящих газы, коксовой мелочью, уносимой вместе с газовым потоком.

Сухое тушение кокса. Метод основан на охлаждении раскаленного кокса циркулирующими газами с последующим использованием тепла в котельной установке.

Преимуществами данного метода по сравнению с мокрым тушением являются:

- отсутствие выбросов паров воды в атмосферу и сбросов сточных вод тушильной башни;
- выдача потребителю сухого кокса с минимальной влажностью;
- получение кокса, более однородного по крупности;
- улучшение качества кокса, так как в этом случае он не подвергается разрушению из-за резкого охлаждения (расход этого кокса в доменном производстве на 2 3% ниже, чем кокса мокрого тушения);
- отсутствие коррозии металлоконструкций от паров мокрого тушения и др.

Основным недостатком является сильное пыление.

#### **Порядок выполнения работы:**

1 Зарисовать схему.

2 Законспектировать теоретические основы.

3 Ответить на вопросы, характеризующие особенности производства чугуна:

- продукты коксования углей;
- стадии образования коксового пирога;
- способы тушения кокса.

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

Отчет о проделанной работе.



## Тема 2.3 Технология получения стали

### Практическое занятие № 4

#### Сравнительная характеристика основных способов производства стали

##### Цель:

- 1) ознакомиться с исходными материалами для производства стали;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

##### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- У1. ориентироваться в производственных процессах в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах;
- У2. самостоятельно определять маршруты при выполнении работ по обслуживанию производственного процесса в доменных, сталеплавильных, прокатных цехах.

##### Материальное обеспечение:

индивидуальный раздаточный материал на данную тему

##### Задание:

1. Изучить основные стадии производства стали.
2. Ответить на вопросы, характеризующие особенности производства стали.

##### Краткие теоретические сведения:

Стали - железоуглеродистые сплавы, содержащие практически до 2,14 % углерода, при большем его содержании значительно увеличиваются твёрдость и хрупкость сталей и они не находят широкого применения. Основными исходными материалами для производства стали являются передельный чугун и стальной лом.

Способы выплавки стали.

Чугун переделывается в сталь в различных по принципу действия металлургических агрегатах: мартеновских печах, кислородных конвертерах, электрических печах.

Производство стали в мартеновских печах.

Мартеновский процесс (1864-1865, Франция). В период до семидесятых годов являлся основным способом производства стали. Способ характеризуется сравнительно небольшой производительностью, возможностью использования вторичного металла - стального скрапа. Вместимость печи составляет 200-900 т. Способ позволяет получать качественную сталь. Мартеновская печь по устройству и принципу работы является пламенной отражательной регенеративной печью. В плавильном пространстве сжигается газообразное топливо или мазут. Высокая температура для получения стали в расплавленном состоянии обеспечивается регенерацией тепла печных газов.

Продолжительность плавки составляет 3...6 часов, для крупных печей - до 12 часов. Печи работают непрерывно, до остановки на капитальный ремонт - 400...600 плавков. В зависимости от состава шихты, используемой при плавке, различают разновидности мартеновского процесса:

- скрап-процесс, при котором шихта состоит из стального лома (скрапа) и 25...45 % чушкового передельного чугуна, процесс применяют на заводах, где нет доменных печей, но много металлолома.

- скрап-рудный процесс, при котором шихта состоит из жидкого чугуна (55...75 %), скрапа и железной руды, процесс применяют на металлургических заводах, имеющих доменные печи.

Футеровка печи может быть основной и кислой.

В основных мартеновских печах выплавляют стали углеродистые конструкционные, низко- и среднелегированные (марганцовистые, хромистые), кроме высоколегированных сталей и сплавов, которые получают в плавильных электропечах. В кислых мартеновских печах выплавляют качественные стали. Применяют шихту с низким содержанием серы и фосфора. Стали содержат меньше водорода и кислорода, неметаллических включений. Следовательно, кислая сталь имеет более высокие механические свойства, особенно ударную вязкость и пластичность, их используют для особо ответственных деталей: коленчатых валов крупных двигателей, роторов мощных турбин, шарикоподшипников.

Производство стали в кислородных конвертерах.

Кислородно-конвертерный процесс - выплавка стали из жидкого чугуна в конвертере с основной футеровкой и продувкой кислородом через водоохлаждаемую фурму. Первые опыты в 1933-1934. В настоящее время способ является основным в массовом производстве стали. Кислородный конвертер - сосуд грушевидной формы из стального листа, футерованный основным кирпичом. Вместимость конвертера - 130-350 т жидкого чугуна. В процессе работы конвертер может поворачиваться на 360° для загрузки скрапа, заливки чугуна, слива стали и шлака. Шихтовыми материалами кислородно-конвертерного процесса являются жидкий переплавный чугун, стальной лом (не более 30%), известь для наведения шлака, железная руда, а также боксит и плавиковый шпат для разжижения шлака.

После очередной плавки стали выпускное отверстие заделывают огнеупорной массой и осматривают футеровку, ремонтируют. В кислородных конвертерах выплавляют стали с различным содержанием углерода, кипящие и спокойные, а также низколегированные стали. Легирующие элементы в расплавленном виде вводят в ковш перед выпуском в него стали. Плавка в конвертерах вместимостью 130-300 т заканчивается через 25-30 минут.

Производство стали в электропечах.

Плавильные электропечи имеют преимущества по сравнению с другими плавильными агрегатами: легко регулировать тепловой процесс, изменяя параметры тока, получать высокую температуру металла, а так же раскислять металл с образованием минимального количества неметаллических включений. Электропечи используют для выплавки конструкционных, высоколегированных, инструментальных, специальных сплавов и сталей. Различают дуговые и индукционные электропечи.

Дуговая плавильная печь.

Дуговая печь питается трёхфазным переменным током. Имеет три цилиндрических электрода из графитизированной массы, закреплённых в электрододержателях, к которым подводится электрический ток по кабелям. Между электродом и металлической шихтой возникает электрическая дуга. Корпус печи имеет форму цилиндра. Вместимость печей составляет 0,5-400 тонн. В металлургических цехах используют электропечи с основной футеровкой, а в литейных - с кислой. В основной дуговой печи осуществляется плавка двух видов: на шихте из легированных отходов (методом переплава) и на углеродистой шихте (с окислением примесей).

Плавку на шихте из легированных отходов ведут без окисления примесей. После расплавления шихты из металла удаляют серу, при необходимости науглероживают и доводят металл до заданного химического состава. Проводят диффузионное раскисление, подавая на шлак измельченные алюминий, молотый кокс. Так выплавляют легированные стали из отходов машиностроительных заводов. Плавку на углеродистой шихте применяют для производства конструкционных сталей. В печь загружают шихту: стальной лом,

чушковый перелый чугун, электродный бой или кокс, для науглероживания металлов и известь. Опускают электроды, включают ток. Шихта под действием электродов плавится, металл накапливается в подине печи.

Во время плавления шихты кислородом воздуха, оксидами шихты и окислы окисляются железо, кремний, фосфор, марганец, частично, углерод. Оксид кальция из извести, и оксид железа образуют основной железистый шлак, способствующий удалению фосфора из металла. После нагрева до 1500-1540 °С загружают руду и известь, проводят период «кипения» металла, происходит, а после удаляют шлак. Затем приступают к удалению серы и раскислению металла заданного химического состава. Конечное раскисление проводят алюминием, выпускают сталь в ковш. При выплавке легированных сталей в дуговых печах в сталь вводят легирующие элементы в виде ферросплавов. В дуговых печах выплавляют высококачественные углеродистые стали - конструкционные, инструментальные, жаростойкие и жаропрочные.

**Индукционные тигельные плавильные печи.**

Выплавляют наиболее качественные коррозионно-стойкие, жаропрочные и другие стали и сплавы. Вместимость от десятков килограммов до 30 тонн. Печь состоит из водоохлаждаемого индуктора, внутри которого находится тигель (основные или кислые огнеупорные материалы) с металлической шихтой, через индуктор от генератора высокой частоты проходит однофазный переменный ток повышенной частоты (500-2000 Гц). Под действием электромагнитного поля индуктора при плавке происходит интенсивная циркуляция жидкого металла, что способствует ускорению химических реакций, получению однородного по химическому составу металла, быстрому всплыванию неметаллических включений, выравниванию температуры. В индукционных печах выплавляют сталь и сплавы из легированных отходов методом переплава, или из чистого шихтового железа и скрапа с добавкой ферросплавов методом сплавления. После расплавления шихты на поверхность металла загружают шлаковую смесь для уменьшения тепловых потерь металла и уменьшения угара легирующих элементов, защиты его от насыщения газами. При плавке в кислых печах, после расплавления и удаления плавильного шлака, наводят шлак из боя стекла. Для окончательного раскисления перед выпуском металла в ковш вводят ферросилиций, ферромарганец и алюминий. В основных печах раскисление проводят смесью из порошкообразной извести, кокса, ферросилиция, ферромарганца и алюминия.

В основных печах выплавляют высококачественные легированные стали с высоким содержанием марганца, титана, никеля, алюминия, а в печах с кислой футеровкой - конструкционные, легированные другими элементами стали. В печах можно получать стали с незначительным содержанием углерода и безуглеродистые сплавы, так как нет науглероживающей среды. При вакуумной индукционной плавке индуктор, тигель, дозатор шихты и изложницы, помещают в вакуумные камеры. Получают сплавы высокого качества с малым содержанием газов, неметаллических включений и сплавы, легированные любыми элементами.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Законспектировать теоретические основы.
- 2 Отразить в виде таблицы краткую характеристику и особенности каждого способа производства стали.
- 3 Ответить на вопросы, характеризующие особенности производства стали.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

