

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

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.05 Основы металлургического производства  
для обучающихся специальности  
22.02.01 Металлургия черных металлов**

Магнитогорск, 2022

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Металлургии и обработки металлов  
давлением

Председатель: О.В. Шелковникова

Протокол № 10 от 22.06.2022 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

**Разработчик:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

И.В. Решетова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Основы металлургического производства»

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению вида деятельности Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.01 «Металлургия черных металлов» и овладению профессиональными компетенциями.

## Содержание

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 ВВЕДЕНИЕ.....                                                                         | 4  |
| 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....                                                            | 6  |
| Тема 1 Понятие о топливе, виды топлива .....                                            | 6  |
| Практическая работа № 1 Характеристика топлива, применяемого в черной металлургии ..... | 6  |
| Тема 2 Горно-обогащительное производство.....                                           | 7  |
| Практическая работа № 2 Подготовка шихты для производства агломерата .....              | 7  |
| Практическая работа №3 Устройство агломашины. Технология производства агломерата.....   | 9  |
| Тема 3 Коксохимическое производство .....                                               | 11 |
| Практическая работа № 4 Устройство коксовых батарей.....                                | 11 |
| Практическая работа № 5 Технология получения кокса.....                                 | 12 |
| Тема 4 Доменное производство .....                                                      | 14 |
| Практическая работа № 6 Устройство доменной печи .....                                  | 14 |
| Практическая работа № 7 Технология выплавки чугуна в доменной печи .....                | 15 |
| Тема 5 Основы сталеплавильного процесса .....                                           | 20 |
| Практическая работа № 8 Устройство мартеновской печи.....                               | 20 |
| Практическая работа № 9 Технология выплавки стали в мартеновской печи .....             | 21 |
| Практическая работа №10 Устройство ККЦ ПАО «ММК».....                                   | 23 |
| Практическая работа № 11 Устройство кислородного конвертера .....                       | 26 |
| Практическая работа № 12 Технология выплавки стали в кислородном конвертере .....       | 28 |
| Практическая работа №13 Устройство электродуговой печи .....                            | 29 |
| Практическая работа № 14 Технология выплавки стали в дуговой печи.....                  | 31 |
| Практическая работа №15 Сравнение основных способов выплавки стали.....                 | 32 |
| Тема 6 Технология разливки стали .....                                                  | 34 |
| Практическая работа №16 Разливка стали сверху, оборудование и технология.....           | 34 |
| Практическая работа №17 Разливка стали сифоном, оборудование и технология .....         | 36 |
| Практическая работа №18 Непрерывная разливка стали, МНЛЗ .....                          | 38 |
| Практическая работа №19 Сравнение основных способов разливки стали .....                | 40 |
| Лабораторная работа №1 Приготовление литейной формы, получение литейной отливки .....   | 42 |
| Тема 7 Обработка металлов давлением.....                                                | 47 |
| Практическая работа № 20 Прокатка, ковка, штамповка- оборудование и технология.....     | 47 |
| Практическая работа № 21 Волочение и прессование – оборудование и технология .....      | 53 |
| Практическая работа №22 Экскурсия в прокатный цех ПАО ММК.....                          | 57 |

## ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических занятий 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 учебной дисциплины «Основы металлургического производства» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате освоения дисциплины обучающийся **должен:**  
*уметь:*

У 1.1.11 производить расчеты основных параметров металлургического производства;

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.2. Использовать системы автоматического управления технологическим процессом.

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

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

ПК 2.1. Планировать и организовывать собственную деятельность, работу коллектива исполнителей, подразделения, организации

ПК 3.1. Принимать участие в разработке новых технологий и технологических процессов.

ПК 3.2. Участвовать в обеспечении и оценке экономической эффективности.

**В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие компетенции:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации

и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение студентами практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы металлургического производства» 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;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Продолжительность выполнения практической проводится после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## Тема 1 Понятие о топливе, виды топлива

### Практическая работа № 1 Характеристика топлива, применяемого в черной металлургии

#### Цель работы:

1. Изучить характеристики топлива, применяемого в черной металлургии.
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- применять знания, связанные с использованием топлива в черной металлургии;
- проводить расчёт теплоты сгорания, температуры воспламенения, температуры горения жидкого, газообразного и твердого топлива;
- применять знания правил безопасности при работе с топливом.

#### Материальное обеспечение:

1. Таблица классификации топлива по газообразному состоянию и способу добывания.

2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

#### Задание:

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите таблицу «Классификация топлив».
3. Изучите формулы расчёта температуры сгорания, температуры воспламенения, температуры горения жидкого, газообразного и твердого топлива.

#### Порядок выполнения работы:

1. Начертите таблицу «Классификация топлив»
2. Ответьте на вопросы:

Что такое топливо? Какие из видов топлива применяются в доменном процессе?

**3. Решите задачи:**

1. Сколько энергии выделится при сгорании 30 кг каменного угля?
2. Определите массу сгоревшего древесного угля, если при его сгорании выделилось  $5,1 \cdot 10^8$  Дж энергии.

**4. Напишите вывод по практической работе.**

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

**Тема 2 Горно-обоганительное производство**

**Практическая работа № 2 Подготовка шихты для производства агломерата**

**Цель работы:**

1. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.
2. Изучить методику подготовки шихты для производства агломерата.
- 3.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с использованием шихты в агломерационном производстве;
- применять знания, по подготовке шихт для производства агломерата.

**Материальное обеспечение:**

1. Конспект лекции «Структура горно-обогатительного производства.

Применяемое оборудование. Агломерация, производство агломерата.

2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Изучите каждый метод подготовки шихты для производства агломерата.

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: в чем необходимость подготовки шихты для агломерационного производства?
2. Систематизируйте материал в таблицы «Методы подготовки шихты для агломерационного производства» и «Методы обогащения рудного и угольного концентратов».
3. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата: выполненная работа****Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

### **Практическая работа №3 Устройство агломашины. Технология производства агломерата**

#### **Цель работы:**

1. Изучить оборудование агломерационного производства
2. Изучить технологию производства агломерата
3. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с устройством агломерационной машины
- применять знания, связанные с технологией получения агломерата

#### **Материальное обеспечение:**

1. Схема ленточной агломерационной машины;
2. Схема технологического процесса агломерации.
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие

/ Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. –

Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

#### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.

2. Начертите /вклейте в тетрадь схемы ленточной агломерационной машины и технологического процесса агломерации;
3. Изучите алгоритм работы агломерационного производства.

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое агломерат? Перечислите что входит в состав агломерационной машины.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схемы ленточной агломерационной машины и технологического процесса агломерации;
3. Составьте алгоритм работы агломерационного производства;
4. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Тема 3 Коксохимическое производство**

### **Практическая работа № 4 Устройство коксовых батарей**

#### **Цель работы:**

1. Изучить устройства коксовых батарей
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные устройством коксовых батарей;
- применять знания правил безопасности при работе на коксовой батарее

#### **Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства коксовой батареи
2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа:  
<https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

#### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Вклейте в тетрадь схему устройства коксовой батареи.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое кокс?

Перечислите основные элементы входящие в состав коксовой батареи.

2. Вклейте в тетрадь схему устройства коксовой батареи.
3. Напишите вывод по практической работе.

#### **Форма представления результата:** выполненная работа

#### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа № 5 Технология получения кокса**

### **Цель работы:**

1. Изучить технологию получения кокса в коксовой батарее
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с технологическим процессом получения кокса;
- применять знания, связанные с назначением и выбором технологического оборудования в коксовом цехе;
- проектировать технологические операции по получению кокса в коксовой батарее
- применять знания правил безопасности при производстве кокса.

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства коксовой батареи;
2. Технологическая схема получения кокса в коксовой батарее.
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] –

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему устройства коксовой батареи и технологическую схему получения кокса;

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое кокс?  
Опишите технологическую схему получения кокса.
3. Составьте алгоритм получения кокса в коксовой батарее.
4. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Тема 4 Доменное производство**

### **Практическая работа № 6 Устройство доменной печи**

#### **Цель работы:**

3. Изучить оборудование и агрегаты доменного цеха
4. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

##### **Уметь:**

- применять знания, связанные с назначением и выбором технологического оборудования в доменном цехе;
- проектировать технологические операции по получению чугуна в доменной печи
- применять знания правил безопасности при загрузке доменной печи, выпуске чугуна, сливе шлака.

#### **Материальное обеспечение:**

1. Схема доменной печи.
2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

#### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему доменной печи.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое чугун? в чем необходимость систематизации грузопотоков шихтовых материалов, подаваемых к доменной печи с фабрик окускования и с коксохимического производства, а также продуктов доменной плавки? Перечислите основные элементы доменной печи.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему доменного печи.
3. Напишите вывод по практической работе.

## **Форма представления результата: выполненная работа**

### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа № 7 Технология выплавки чугуна в доменной печи**

### **Цель работы:**

1. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий
2. Научиться рассчитывать технико-экономические показатели работы доменных печей

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

1. Применять знания правил безопасности при загрузке доменной печи, выпуске чугуна, сливе шлака.
2. Проектировать операции технологического процесса производства чугуна
3. Нормировать операции технологического процесса производства чугуна

**Материальное обеспечение:**

1. Видеофильм «Производство чугуна в доменной печи-ПАО ММК.»
2. Учебное пособие «Технология отрасли»;
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Составить отчет по просмотру видео-фильма «Производство чугуна в доменной печи-ПАО ММК» (печь № 9,10)» по форме в виде таблицы 1.

Таблица 1

|  | Наименование участка(подразделения) цеха | Основные операции/виды работ | Рассчитываемое время, час. |
|--|------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |

1. Определить технико-экономические показатели работы доменных печей

Определите коэффициент использования полезного объема (к.и.п.о.), если

- $V = 1700 \text{ м}^3, Q = 3600 \text{ т/сут.};$
- $V = 2072 \text{ м}^3, Q = 4000 \text{ т/сут.};$
- $V = 5000 \text{ м}^3, Q = 9500 \text{ т/сут.};$

2. Составить опорный конспект по теме о необходимости интенсификации доменного процесса

3. Ответить на контрольные вопросы

- ✓ Указать температуру выпуска чугуна;
- ✓ Описать способы отделения шлака от чугуна;
- ✓ Указать количество воздухонагревателей, используемых для доменной плавки;

- ✓ Указать способ загрузки доменной печи №9,10 на ОАО ММК, указать вид засыпного аппарата;
- ✓ Указать оборудование для транспортировки чугуна из доменного цеха;
  - ✓ Указать вид чугуна, получаемого в доменной печи.

### **Краткие теоретические сведения:**

#### ***Методы интенсификации доменного процесса***

Повысить производительность доменной печи можно следующими методами:

##### ***1. Применение высоконагретого дутья***

Температура дутья – важный показатель. При нагреве дутья появляется дополнительное количество тепла и процессы горения ускоряются, сокращается расход кокса. Экономично и выгодно поддерживать температуру дутья на наивысшем, но оптимальном уровне.

Повышение нагрева дутья возможно лишь в той мере, в какой тепло горячего дутья может быть использовано в нижней части печи.

При повышении температуры дутья от 1000 до 1200<sup>0</sup>С расход кокса снижается на 4,5%.

##### ***2. Обогащение дутья O<sub>2</sub>***

В обычном дутье содержится 21% O<sub>2</sub> по объему. Содержание кислорода в дутье обуславливает протекание горения кокса в доменной печи

1) При увеличении содержания O<sub>2</sub> горение интенсивнее, температура в зоне горения повышается, горение быстрее и зона горения меньше.

2) При увеличении кислорода уменьшается количество азота, следовательно на единицу сгоревшего углерода будет меньше газов, а значит они более полно участвуют в процессе восстановления.

3) Печь за один и тот же промежуток времени, при обогащении кислородом проплавляет большое количество шихтовых материалов. Производительность увеличивается, обогащение дутья кислородом даёт наибольший эффект при выплавке специальных чугунов (FeSi, FeMn).

##### ***3. Повышение давление газа на колошнике***

Увеличение давления газа на колошнике снижает скорость газов, что приводит:

1) К уменьшению выноса пыли и снижению потерь давления в 2 раза;

2) Возрастает время взаимодействия газов с шихтовыми материалами, что ведёт к некоторому сокращению удельного расхода кокса и увеличению производительности доменной печи;

3) Повышение давления газов на колошнике приводит к улучшению распределения газового потока по сечению печи.

#### 4. Вдувание в печь природного газа

Широкие возможности даёт комбинированное дутьё (природный газ и кислород). Назначение комбинированного дутья в основном сводится к использованию более дешёвого, чем СО, полученная из кокса восстановителя и улучшение происходящего в горне процессов.

Так как при вдувании природного газа температура в горне понижается, в результате затрат тепла на разложение паров воды, образовавшихся при горении углеводородов. При этом необходимо температуру дутья повышать.

1) Восстановительная способность газов увеличивается, так как понижается содержание азота и повышается количество окиси углерода, а, следовательно увеличение степени косвенного восстановления.

2) Применение природного газа снижает удельный расход кокса, что сказывается отрицательно на газопроницаемости. Поэтому применение природного газа требует улучшения качества кокса и увеличения газа под колошником.

#### 5. Улучшение подготовки и качества сырых материалов

Основные мероприятия в области подготовки сырья должны быть направлены на повышение прочности агломерата, отсеб мелких фракций, улучшение однородности гранулометрического состава, обеспечение постоянного среднего химического состава сырья. Повышение содержания Fe в сырье на 1% сопровождается повышением производительности печи на 2,5% и снижением расхода кокса на 1,5-2,0%. Замена обычного известняка офлюсованным позволяет исключить из шихты известняк., что приводит к снижению расхода кокса.

### ***Технико-экономические показатели***

1. Производительность печи- оценивается в тоннах передельного чугуна, выплавляемого на печи в сутки.

Для сравнения производительности различных доменных печей принят коэффициент использования полезного объема (к.и.п.о.) – отношение полезного объема  $V(m^3)$  к среднесуточной производительности печи в тоннах (т).

$$к.и.п.о. = V/Q$$

Чем лучше работает доменная печь, тем меньше коэффициент.

(к.и.п.о.)зависит от ряда факторов

- Сорта выплавляемого чугуна
- Степени подготовки руды
- Содержания пустой породы

Экономические показатели доменной плавки в основном определяются *расходом топлива сырья, и затратами по переделу.*

Стоимость чугуна в основном определяется расходом кокса и шихты на 1 тонну чугуна, т.к остальные затраты значительно меньше.

Стоимость кокса составляет 40-50% себестоимости чугуна , поэтому экономическая сторона доменного производства характеризуется расходом кокса на 1 тонну выплавки чугуна.

✓ Удельный расход кокса – непосредственно влияет на производительность.

Средний расход кокса в России составляет 500 кг/т чугуна.

✓ Себестоимость чугуна – охарактеризована следующими затратами:

1. Сырые материалы-45%,
2. Топливо—40%,
3. Расходы по переделу- 10%,
4. В том числе заработная плата-7-8%

#### **Порядок выполнения работы**

1. Устройство доменной печи
2. Работа скипового подъемника
3. Работа воздухонагревателей
4. Контроль за работой доменной печи (пульт управления печью)
5. Выпуск чугуна (вскрытие и закрытие летки)
6. Выпуск шлака, переработка шлака
7. Ковши для перевозки чугуна

**Форма предоставления результата:** выполненная работа

#### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Тема 5 Основы сталеплавильного процесса**

### **Практическая работа № 8 Устройство мартеновской печи**

Изучение оборудования мартеновской печи

#### **Цель работы:**

1. Изучить оборудование мартеновской печи
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь:

- применять знания, связанные с оборудованием мартеновской печи;
- применять знания правил безопасности при работе на мартеновской печи.

#### **Материальное обеспечение:**

1. Схема мартеновской печи.
2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие /

Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. –

Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

#### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему мартеновской печи.

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь?

Перечислите основные элементы мартеновской печи.

2. Начертите /вклейте в тетрадь схему мартеновской печи.
3. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата: выполненная работа****Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

**Практическая работа № 9 Технология выплавки стали в мартеновской печи****Цель работы:**

1. Изучить технологию получения стали в мартеновской печи.
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с технологическим процессом получения стали в мартеновской печи;
- проектировать технологические операции по получению стали в мартеновской печи
- применять знания правил безопасности при производстве стаи в мартеновской печи.

**Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства мартеновской печи;
2. Технологическая схема получения стали в мартеновской печи.
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие /

Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. –

Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему устройства мартеновской печи и

технологическую схему получения стали в мартеновской печи;

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь?

Опишите технологическую схему получения стали в мартеновской печи. Преимущества и недостатки мартеновского производства стали.

3. Составьте алгоритм получения стали мартеновским способом.
4. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для

самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №10 Устройство ККЦ ПАО «ММК»**

### **Цель работы:**

Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

1. Применять знания правил безопасности при работе в конвертерном цехе.
2. Проектировать операции технологического процесса производства чугуна

### **Материальное обеспечение:**

1. Оборудование конвертерного цеха/видеофильм «Современное конвертерное производство стали» и проектирование операций технологического процесса получения стали в кислородно-конвертерном цехе»;
2. Схема кислородного конвертера;
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

### **Задание:**

1. Составить отчет по просмотру видеофильма «Современное конвертерное производство стали» и проектирование операций технологического процесса получения стали в кислородно-конвертерном цехе по форме в виде таблицы1 .
2. Изучите конструкцию фурмы и составьте опорный конспект о работе фурмы.
3. Ответить на контрольные вопросы:

- ✓ Перечислите отделения конверторного цеха;
- ✓ Опишите технологию переливки чугуна из ковша миксерного типа (600т) в чугуновозный ковш(300т), необходимость этой операции;
- ✓ Укажите состав конверторной шихты;
- ✓ Перечислите основные части конвертера;
- ✓ Указать температуру выпуска стали из конвертера.

Таблица 1

|  | Наименование участка(подразделения) цеха | Основные операции/виды работ | Рассчитываемое время, час. |
|--|------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |

### **Краткие теоретические сведения:**

Сущность производства стали в конвертерах заключается в том, что жидкий чугун подвергается воздействию окислительного газа (воздух, кислород). Кислородное дутье окисляет примеси чугуна Si; Mn; C и в случае основных процессов и P. При окислении примесей выделяется значительное количество тепла, разогревающего металл.

### **Сырые материалы**

1. Чугун – обычный мартеновский. Скорость его окисления определяет скорость конверторного процесса.

Si – влияет на количество шлака.

Mn – на десульфурацию.

При P до 0,3% плавку ведут без слива шлака, а больше 0,3% сливают первый шлак.

2. Стальной лом.

Подается в совках и загружается одним приемом краном.

3. Железная руда-охладитель и ускоритель образования шлака.

5. Известь.

6. Раскислители и ферросплавы.

### **Периоды плавки. Окисление примесей**

1 период - начинается с завалки лома,

2 период - заливают чугун.

3 период - конвертер в вертикальном положении и начинается продувка чистым  $O_2$  и одновременная подача сыпучих материалов. В этот период начинается окисление примесей:

а) вначале окисляется Si и Mn;

б) затем происходит одновременное окисление P и C, а известь растворяясь образует высокоосновный шлак.

Этот период заканчивается сливом шлака. Затем окисляется углерод.

Десульфурация затруднена:

а) частично производят в помощью марганцевой руды;

б) быстрого образования шлака;

4 период – взятие пробы и замер температуры.

5 период – слив стали через сталевыпускное отверстие. Перед выпуском в конвертор закидывают массивные стальные шары, которые способствуют отсечению шлака.

6 период – выпуск шлака через горловину, путем переворота конвертора в противоположную сторону.

Весь процесс длится 45 мин.

#### **Порядок выполнения работы ( план экскурсии):**

1. Отделение подготовки совков;
2. Отделение переливки чугуна из ковша миксерного типа (600т) в чугуновозный ковш(300т);
3. Конвертерное отделение;
  - Завалка стального лома;
  - Заливка чугуна;
  - Опускание фурмы, продувка кислородом;
  - Взятие пробы и замер температуры;
  - Слив стали из конвертера;
  - Слив шлака из конвертера;
  - Подготовка и осмотр конвертера;
4. Разливка стали на МНЛЗ;
5. Агрегат доводки стали.
6. Машина для передвижения сталеразливочных ковшей;
7. Разливочные краны.

## **Форма предоставления результата: выполненная работа**

### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа № 11 Устройство кислородного конвертера**

### **Цель работы:**

1. Изучить оборудование кислородного конвертера
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь:

- применять знания, связанные с оборудованием кислородного конвертера;
- применять знания правил безопасности при работе на кислородном конвертере.

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема кислородного конвертера.

2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему кислородного конвертера.

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь?

Перечислите основные элементы кислородного конвертера.

2. Начертите /вклейте в тетрадь схему кислородного конвертера.
3. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа № 12 Технология выплавки стали в кислородном конвертере**

### **Цель работы:**

1. Изучить технологию получения стали в кислородном конвертере.
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с технологическим процессом получения стали в кислородном конвертере;
- проектировать технологические операции по получению стали в кислородном конвертере;
- применять знания правил безопасности при производстве стаи в кислородном конвертере.

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства мартеновской печи;
2. Технологическая схема получения стали в мартеновской печи.
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему устройства мартеновской печи и технологическую схему получения стали в мартеновской печи;

### **Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь? Опишите технологическую схему получения стали в кислородном конвертере. Преимущества и недостатки кислородно-конвертерного производства стали.
3. Составьте алгоритм получения стали кислородно-конверторным способом.
4. Напишите вывод по практической работе.

## **Форма представления результата: выполненная работа**

### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №13 Устройство электродуговой печи**

### **Цель работы:**

1. Изучить оборудование электродуговой печи
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь:

- применять знания, связанные с оборудованием электродуговой печи;
- применять знания правил безопасности при работе на электродуговой печи.

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема электродуговой печи.

2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему электродуговой печи .

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь?

Перечислите основные элементы электродуговой печи.

2. Начертите /вклейте в тетрадь схему электродуговой печи.
3. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа № 14 Технология выплавки стали в дуговой печи**

### **Цель работы:**

1. Изучить технологию получения стали в дуговой печи.
2. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с технологическим процессом получения стали в дуговой печи;
- проектировать технологические операции по получению стали в дуговой печи;
- применять знания правил безопасности при производстве стаи в дуговой печи.

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства дуговой печи;
2. Технологическая схема получения стали в дуговой печи.
3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Начертите /вклейте в тетрадь схему устройства дуговой печи и технологическую схему получения стали в дуговой печи;

### **Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь? Опишите технологическую схему получения стали в дуговой печи. Преимущества и недостатки производства стали в дуговых печах.
3. Составьте алгоритм получения стали в дуговой электропечи.
4. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №15 Сравнение основных способов выплавки стали**

### **Цель работы:**

Сравнить основные способы выплавки стали.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с выбором способа получения стали;
- наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать преимущества и недостатки сталеплавильного оборудования и способов выплавки, делать выводы и обобщения, оформлять результаты в виде таблицы

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства и технологическая схема дуговой печи;
2. Схема устройства и технологическая схема мартеновской печи;

3. Схема устройства и технологическая схема кислородного конвертера;
4. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Составьте сравнительную таблицу преимущества и недостатки видов производства стали.

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь? Суть каждого метода выплавки стали.
3. Составьте сравнительную таблицу преимущества и недостатки видов производства стали.
4. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание

теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Тема 6 Технология разливки стали**

### **Практическая работа №16 Разливка стали сверху, оборудование и технология**

#### **Цель работы:**

1. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий
2. Изучить оборудование и технологию разливки стали сверху.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- применять знания: связанные с разливкой стали;
- применять знания, для выбора сталеразливочного оборудования.

#### **Материальное обеспечение:**

1. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>
2. Схема технологического процесса разливки стали сверху;
3. Схема устройства разливки стали сверху.

#### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.

#### **Краткие теоретические сведения**

Чтобы получить готовую продукцию, жидкую сталь перед ОМД необходимо перевести в твёрдое состояние, т.е. разлить в формы для кристаллизации.

Разливка стали осуществляется 3-мя способами. Долгое время сталь разливали в специальные формы-изложницы, превращая в слитки. Затем эти слитки деформировали в заготовки, только после этого можно было с помощью ОМД превращать заготовки в ГП.

С—слиток---заготовка--- ОМД----ГП

Разливка стали является важной операцией в технологическом процессе, т.к. от этого зависит качество готовой продукции.

Существует 3 способа разливки стали:

1. Разливка сверху;

Сущность: жидкая сталь выпускается из печи через разливочный желоб в сталеразливочный ковш и через отверстие в днище ковша попадает в изложницы. В ковше 2-а отверстия, поэтому могут заполняться только 2 изложницы.

2. Разливка снизу (сифоном);

Металл из ковша поступает в сифон и, через систему каналов (литники), футерованных огнеупорных кирпичом, в изложницу. Металл заполняет изложницу снизу благодаря закону сообщающихся сосудов

3. Непрерывная разливка.

Сущность заключается в том, что жидкую сталь заливают в интенсивно охлаждаемую форму – кристаллизатор, куда предварительно введена затравка.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучите схему и оборудование разливки стали сверху;
2. Проанализируйте преимущества и недостатки данного метода разливки стали;
3. Напишите вывод по проделанной работе

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся

показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №17 Разливка стали сифоном, оборудование и технология**

### **Цель работы:**

1. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий
2. Изучить оборудование и технологию разливки стали сифоном.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания: связанные с разливкой стали;
- применять знания, для выбора сталеразливочного оборудования.

### **Материальное обеспечение:**

1. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>
2. Схема технологического процесса разливки стали сифоном;
3. Схема устройства разливки стали сифоном.

### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.

### **Краткие теоретические сведения**

Чтобы получить готовую продукцию, жидкую сталь перед ОМД необходимо перевести в твёрдое состояние, т.е. разлить в формы для кристаллизации.

Разливка стали осуществляется 3-мя способами. Долгое время сталь разливали в специальные формы-изложницы, превращая в слитки. Затем эти слитки деформировали в заготовки, только после этого можно было с помощью ОМД превращать заготовки в ГП.

Разливка стали является важной операцией в технологическом процессе, т.к. от этого зависит качество готовой продукции.

Существует 3 способа разливки стали:

1. Разливка сверху;

Сущность: жидкая сталь выпускается из печи через разливочный желоб в сталеразливочный ковш и через отверстие в днище ковша попадает в изложницы. В ковше 2-а отверстия, поэтому могут заполняться только 2 изложницы.

2. Разливка снизу (сифоном);

Металл из ковша поступает в сифон и, через систему каналов (литники), футерованных огнеупорных кирпичом, в изложницу. Металл заполняет изложницу снизу благодаря закону сообщающихся сосудов

3. Непрерывная разливка.

Сущность заключается в том, что жидкую сталь заливают в интенсивно охлаждаемую форму – кристаллизатор, куда предварительно введена затравка.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучите схему и оборудование разливки стали сифоном;
2. Проанализируйте преимущества и недостатки данного метода разливки стали;
3. Напишите вывод по проделанной работе

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся

показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №18 Непрерывная разливка стали, МНЛЗ**

### **Цель работы:**

1. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий
2. Изучить оборудование и технологию непрерывной разливки стали.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания: связанные с разливкой стали;
- применять знания, для выбора сталеразливочного оборудования.

### **Материальное обеспечение:**

1. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>
2. Схема технологического процесса непрерывной разливки стали;
3. Схема устройства непрерывной разливки стали.

### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.

### **Краткие теоретические сведения**

Чтобы получить готовую продукцию, жидкую сталь перед ОМД необходимо перевести в твёрдое состояние, т.е. разлить в формы для кристаллизации.

Разливка стали осуществляется 3-мя способами. Долгое время сталь разливали в специальные формы-изложницы, превращая в слитки. Затем эти слитки деформировали в заготовки, только после этого можно было с помощью ОМД превращать заготовки в ГП.

Разливка стали является важной операцией в технологическом процессе, т.к. от этого зависит качество готовой продукции.

Существует 3 способа разливки стали:

1. Разливка сверху;

Сущность: жидкая сталь выпускается из печи через разливочный желоб в сталеразливочный ковш и через отверстие в днище ковша попадает в изложницы. В ковше 2-а отверстия, поэтому могут заполняться только 2 изложницы.

2. Разливка снизу (сифоном);

Металл из ковша поступает в сифон и, через систему каналов (литники), футерованных огнеупорных кирпичом, в изложницу. Металл заполняет изложницу снизу благодаря закону сообщающихся сосудов

3. Непрерывная разливка.

Сущность заключается в том, что жидкую сталь заливают в интенсивно охлаждаемую форму – кристаллизатор, куда предварительно введена затравка.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите схему и оборудование разливки стали сифоном;
2. Проанализируйте преимущества и недостатки данного метода разливки стали;
3. Напишите вывод по проделанной работе

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся

показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №19 Сравнение основных способов разливки стали**

### **Цель работы:**

Сравнить основные способы разливки стали.

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- применять знания, связанные с выбором способа разливки стали;
- наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать преимущества и недостатки сталеразливочного оборудования и способов разливки, делать выводы и обобщения, оформлять результаты в виде таблицы

### **Материальное обеспечение:**

1. Схема устройства и технологическая схема разливки стали сверху;
2. Схема устройства и технологическая схема разливки стали сифоном;
3. Схема устройства и технологическая схема непрерывной разливки стали;
4. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

### **Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.

2. Составьте сравнительную таблицу преимущества и недостатки видов разливки стали.

**Порядок выполнения работы:**

1. По материалу теоретических сведений напишите ответ на вопрос: что такое сталь? Суть каждого метода разливки стали.

3. Составьте сравнительную таблицу преимущества и недостатки видов разливки стали.

4. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Лабораторная работа №1 Приготовление литейной формы, получение литейной отливки**

### **Цель работы:**

Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- выбирать стали и сплавы на основе анализа их свойств для конкретного применения в производстве;
- выбирать способы получения готовой продукции в зависимости от характеристики детали, назначения, экономичности, скорости изготовления.

### **Материальное обеспечение:**

- ✓ Модельные щитки;
- ✓ Модели отливок;
- ✓ стержневые ящики;
- ✓ модели стояков, выпоров и прибылей;
- ✓ опоки;
- ✓ песчано-глинистая формовочная смесь, тальк;
- ✓ трамбовки, гладилки, ланцеты, крючки, душники.

### **Задание:**

1. Приготовить литейную форму по предложенной модели методом ручной формовки;
2. Залить расплавленный парафин в приготовленную литейную форму, используя литейную оснастку;
3. После затвердевания разрушить литейную форму и извлечь готовую литейную отливку;
4. Проанализировать качество литейной отливки и определить недостатки;
5. Ответить на контрольные вопросы

### **Краткие теоретические сведения:**

Литейное производство – это процесс получения фасонных отливок путём заполнения жидким металлом заранее приготовленных форм, в которых металл затвердевает.

Изделия, полученные методом литья, называют **отливками**.

Отливки могут быть вполне готовыми изделиями или заготовками.

### Основные элементы литейной формы

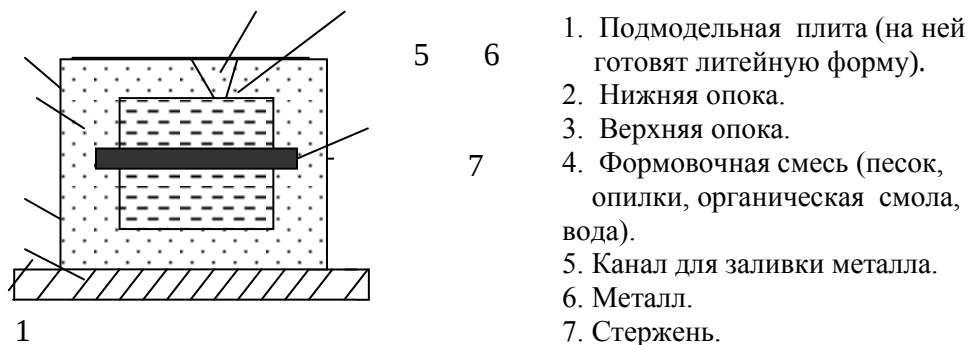


Рис. 1. Литейная форма

Форма состоит из двух половинок - нижней и верхней опок, в которые набивается формовочная земля.

Формы для заливки металла могут быть разовыми, многократными. Разовыми являются формы, получаемые в опоках при набивке и уплотнении формовочной смеси.

**Опока** – это жесткая специальная рамка, которая служит для придания прочности и транспортировки формы. Как правило – металлические с отверстиями облегчения и выхода газов, образующихся при сгорании древесных опилок. Полость формы, представляющая собой отпечаток будущей отливки, получается с помощью разъёма деревянной модели. Опоки бывают чугунные, стальные, из легких сплавов и деревянные.

Для приготовления разовых форм нужна модель.

**Модель** оставляет в литейной форме отпечаток будущей отливки. В зависимости от заливаемого металла модели окрашивают в разный цвет:

- красный, коричневый – чугун;
- серый, голубой - сталь;
- желтый – цветные металлы.

Модели бывают:

- Деревянные ( сосна, бук )
- Металлические
- Пластмассовые.

- Гипсовые

Также модели бывают цельные и разъемные. Модель должна быть больше, чем сама отливка на величину усадки металла. Если в литой детали есть какие-то отверстия, углубления и т.д., то они образуются при помощи **стержней**, устанавливаемые в форму.

**Стержни** служат для получения отверстий и углублений в отливке. Во время заливки металла в форму стержни оказываются окруженными жидким металлом, поэтому стержни должны быть огнеупорными и очень крепкими. Стержни бывают:

1. Песчано-глинистые.
2. Песчано -масляные.
3. Быстрозатвердевающие

Песчано-глинистые и песчано-масляные стержни сушат в печах, а быстрозатвердевающие стержни - продувают газом  $\text{CO}_2$ . При этом они мгновенно затвердевают.

Стержни готовят в разъемных деревянных или металлических стержневых ящиках.

Стержни в литейную форму устанавливаются на место, оставленное стержневыми знаками на модели.

**Стержневой знак** – выступ на модели, окрашенный в черный цвет, показывает, что в этом месте в литейной отливке будет отверстие или углубление.

Жидкий металл заполняет полость формы по каналам литниковой системы (Литник).

**Литниковая система**-совокупность каналов, предназначенных для подвода жидкого металла в полость формы, а также для улавливания шлаковых и других неметаллических включений. Для этого сечение чаши больше, чем сечение стояка, а сечение шлакоуловителя больше суммы сечений всех питателей.

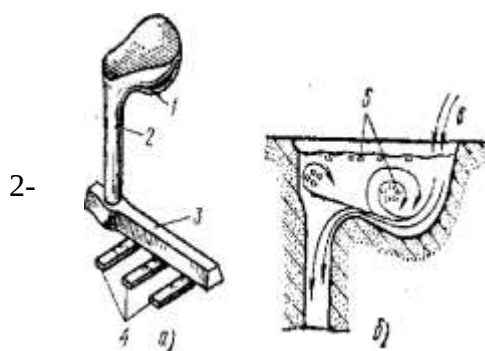


Рис. 3 Нормальная литниковая система:

а-элементы, б-схема течения расплава в чаше: 1-чаша, стояк, 3-шлакоуловитель, 4-питатель, 5-шлак, 6-поток заливаемого в форму расплава.

Вывод: тип, конструкция литниковой системы зависит от размеров, веса и сложности отливки.

К основным элементам литниковой системы относятся: литниковая чаша, стояк, шлакоуловитель, выпор, питатель, прибыль. Литниковая чаша (для приёма металла из ковша) всегда должна быть полной во избежание попадания шлака в отливку.

Стояк – делают суженным книзу, чтобы предупредить засасывание воздуха.

Шлакоуловитель, расположенный выше питателей – горизонтальный канал трапецевидальной формы.

Питатели – подводят металл к форме.

Шлакоуловитель служит для отстаивания шлака, попавшего из литниковой чаши; он же обеспечивает равномерное распределение металла через питатели по отдельным сечениям формы.

**Выпор** – обеспечивает выход воздуха и газов, а также всплывание проникшего шлака при заливке формы ставят на верхних местах; мелкие отливки делают без выпоров.

Процесс получения фасонных отливок путём заполнения жидким металлом заранее приготовленных форм, в которых металл затвердевает.

Изделия, полученные методом литья, называют *отливками*.

Отливки могут быть вполне готовыми изделиями или заготовками.



Рис. 2 Инструменты для изготовления (а), отделки (б) и окраски (в) форм:

1- ручные трамбовки, 2- пневматическая трамбовка, 3-душники, 4- винтовые подъёмы, 5- щётка, 6- лопата, 7-плоские гладилки, 8-фасонные гладилки, 9- торцовая гладилка, 10-крючок, 11-полозок, 12-ложечка, 13-ланцет, 14-кисть пенковая, 15-пульверизатор для мелких форм, 16-пульверизатор для крупных форм

### Порядок выполнения работы:

1. Расплавить парафин для заливки в готовую литейную форму;
2. На подмодельную плиту установить нижнюю половину модели;
3. На нижнюю половину модели установить пустую нижнюю опоку центрирующими ушками вниз;
4. Модель засыпать слоем облицовочной смеси;
5. Оставшуюся часть опоки засыпать наполнительной смесью;
6. Расплавить парафин для заливки в готовую литейную форму;
7. На подмодельную плиту установить нижнюю половину модели;

8. На нижнюю половину модели установить пустую нижнюю опоку центрирующими ушками вниз;
9. Модель засыпать слоем облицовочной смеси;
10. Оставшуюся часть опоки засыпать наполнительной смесью;
11. Утрамбовать сначала острым, а затем плоским концом трамбовки;
12. Излишки смеси убрать; Иглой накалоть вентиляционные каналы (душники);
13. Опoку с заформованной моделью перевернуть на 180° поверхностью разъема вверх;
14. Установить центрирующими шипами вторую половину модели;
15. Поверхность разъема посыпать разделительной смесью;
16. Установить литник и выпор;
17. Наколоть душники;
18. Извлечь модель литника и выпора;
19. Удалить нижнюю половину модели и верхнюю половину модели;
20. Собрать форму, т.е. верхнюю опоку с полученным отпечатком от верхней половины модели установить на нижнюю опоку с полученным отпечатком от нижней половины модели;
21. Залить жидкий парафин в литейную форму;
22. Разрушить литейную форму после застывания жидкого парафина и извлечь литейную отливку;
23. Зарисовать схему литейной формы;
24. Написать вывод по лабораторной работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа.

#### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

### **Тема 7 Обработка металлов давлением**

#### **Практическая работа № 20 Прокатка, ковка, штамповка- оборудование и технология**

##### **Цель работы:**

Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

применять умения: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать преимущества и недостатки способов ОМД, делать выводы и обобщения, оформлять результаты в виде таблицы

##### **Материальное обеспечение:**

1. Схема «Прокатка металла, прокатные валки»;
2. Схема «Ковка металла»;
3. Схемы по штамповке металла: холодная и горячая штамповка, технология горячей штамповки;
4. Схема «Пластическая деформация металла, механизмы пластической деформации»;
5. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольцев В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

##### **Задание:**

2. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
3. Заполните аналитическую таблицу №1

Таблица 1

Сравнительный анализ способов ОМД

| Способы ОМД | Состояние, в котором ведется способ, горячее/холодное | Применяемое оборудование, основное/вспомогательное | Сущность способа |
|-------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------|
| Ковка       |                                                       |                                                    |                  |
| Штамповка   |                                                       |                                                    |                  |
| Прокатка    |                                                       |                                                    |                  |

**Краткие теоретические сведения**

*Существует 5 способов ОМД:*

- Волочение;
- прессование;
- ковка;
- штамповка;
- прокатка.

Пластическая деформация может производиться в горячем и холодном состоянии.

***Нагрев металла перед обработкой под давлением***

Для повышения пластичности и уменьшения необходимых усилий деформирования, металл перед прокаткой нагревают. Слитки массой 3 тонн и больше, предназначенные для прокатки нагревают в нагревательных печах. Печи делятся на:

А) камерные

Б) методические

1. Камерные - заготовка находится в одной температурной зоне и никуда не двигается;

2. Методические печи - имеют несколько температурных зон, заготовка в процессе нагрева движется к более высокой температуре.

***Ковка*** - это деформация металла в гладких бойках молота.

Заготовку куют между нижним (неподвижным) и верхним (подвижным) бойками молота или пресса. При этом могут применяться опорные, подкладные и другие инструменты.

Кузнечные инструменты: топор (а), раскатка (б), обжимка (в).

Операции свободнойковки: протяжка, осадка, гибка, пробивание или прошивание отверстий, рубка и т. д.

При протяжке длина поковки увеличивается за счет уменьшения ее поперечного сечения. Вначале куют на квадрат, после чего (если нужно) скругляют поковку или формуют. Для протяжки заготовку кладут поперек бойков, передвигая ее после каждого удара. Чтобы ускорить протяжку, применяют закругленные бойки и раскатки, увеличивающие удлинение при ковке.

При осадке поперечное сечение поковки увеличивается за счет высоты. Если требуется осадить не всю заготовку, а только часть ее, то нагревают только соответствующую часть заготовки (местный нагрев). Такая местная осадка называется *высадкой*. Для осадки и высадки под молотами нужны широкие бойки, чтобы перекрывать с торцов осаживаемое изделие.

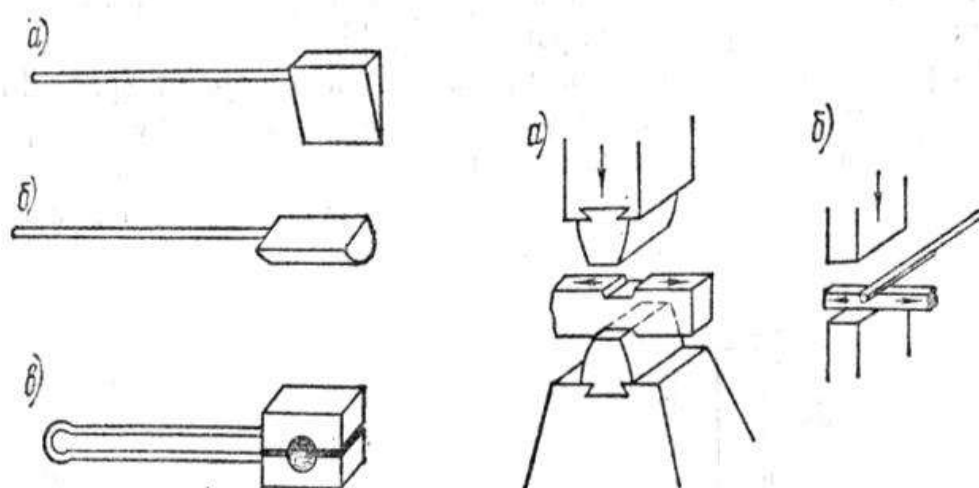


Рис.4. Схема свободнойковки: а-топор; б-раскатка; в-обжимка

Для гибки тоже нужен местный нагрев заготовки. На изгибе толщина заготовки уменьшается и чтобы поковка вышла равномерной по сечению, перед гибкой делают высадку, а затем заготовку зажимают между бойками молота и сгибают кувалдами или ручниками.

Прошивание (пробивание) отверстий производится с помощью пробойника, называемого прошивнем. Заготовку кладут на нижний боек и ударами верхнего бойка вбивают прошивень приблизительно до половины толщ. Затем заготовку переворачивают и вбивают прошивень с другой стороны. В конце операции прошивень срезает часть металла в виде диска. Расширяют и выравнивают отверстия с помощью бочкообразных оправок.

Отрубка под молотом производится топорами.

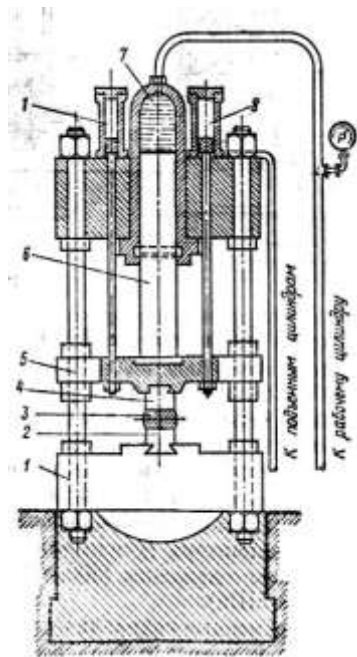


Рис. 5 Ковочный пневматический молот: 1-боек; 2-шток; 3-рабочий цилиндр; 4-поршень; 5-компрессорный цилиндр; 6-кривошип

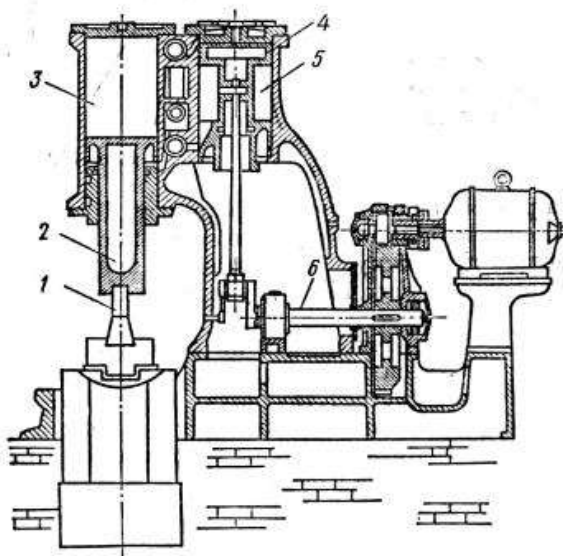


Рис. 6 Паровоздушный молот

### **Оборудование машиннойковки**

1. Ковочный пневматический молот - в зависимости от способа подъема бойка бывают приводные (механические) и паровоздушные. Мощность молота определяется массой падающей части молота (называемой бабой).

**Прокатка металла** –это деформация металла между вращающимися валками.

Исходным материалом являются слитки: квадратного или прямоугольного сечения.

Технология прокатки:

1. Получение из слитка полупродукта (заготовки).
2. Прокатка полупродукта в готовый прокат.

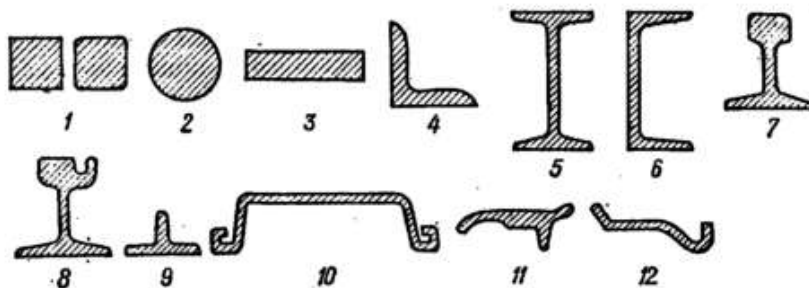


Рис.7 Сортамент прокатки

Различают три вида прокатки:

- 1) продольная – валки вращаются навстречу друг другу, деформируя заготовку
- 2) поперечная – валки вращаются в одном направлении и оси их параллельны, заготовка деформируется ими при вращении около своей оси (зубчатые колеса, звездочки цепных передач)
- поступательно вдоль своей оси (бесшовные трубы, шары, оси)

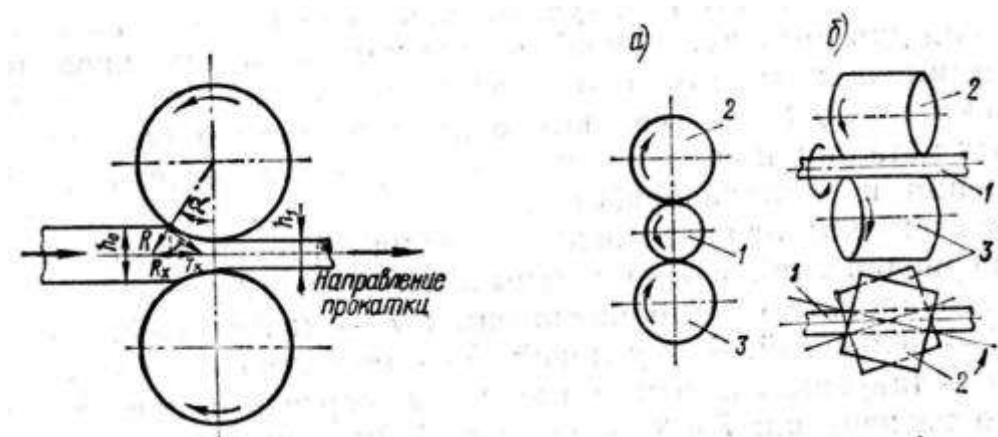


Рис.8. Схема прокатки:

- 1- продольная прокатка; 2- поперечная прокатка; 3- поперечно-винтовая (косая) прокатка

3) косая (винтовая) или поперечно-винтовая – валки вращаются в одном направлении, оси их расположены под углом, поэтому заготовка при обработке не только вращается, но также и перемещается поступательно вдоль своей оси (бесшовные трубы, шары, оси)

**Прокатным станом** — называется совокупность оборудования, предназначенного для пластической деформации в прокатных валках транспортировки, упаковки, отделки проката.

Линия, по которой располагается оборудование называется **главной линией прокатного стана**.

**Штамповка**- деформация металла, при которой «течение»(деформация) металла ограничена ручьями штампов. Штамповка ведется как в горячем, так и в холодном состоянии. Изделие, полученное после штамповки также называется поковкой.. Преимущества штамповки перед ковкой:

- 1) производительность в десятки раз больше, а необходимая квалификация рабочих значительно ниже;
- 2) значительно большая точность размеров и чистота поверхности;
- 3) нередко детали не требуют механической обработки.

Если при ковке течение металла направляется бойками и подкладными инструментами, то при штамповке оно ограничивается полостью штампа, и заготовка принимает форму этой полости (ручья).

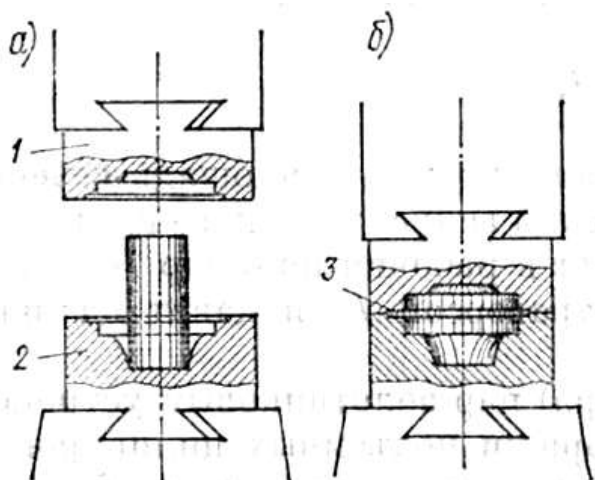


Рис.9 Схема одноручьевого штампа: 1- верхний штамп; 2-нижний штамп

По количеству ручьев штампы разделяют: одноручьевые; многоручьевые.

Одноручьевые штампы применяют для изготовления простых изделий и для штамповки заготовок, предварительно подготовленных ковкой.

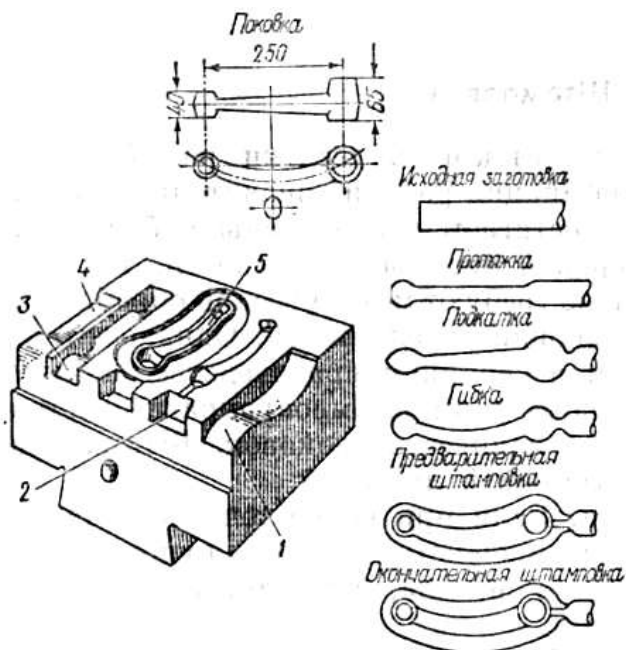


Рис.10 Схема многоручьевого штампа: 1-верхний штамп; 2-нижний штамп

### Порядок выполнения работы:

1. По материалу кратких теоретических сведений заполните Таблицу 1;
2. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа № 21 Волочение и прессование – оборудование и технология**

**Цель работы:** Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

применять умения: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать преимущества и недостатки способов ОМД, делать выводы и обобщения, оформлять результаты в виде таблицы

**Материальное обеспечение:**

1. Схема «Волочение металла»;
2. Макеты волочильных станов;
3. Схема «Прессование металлов»;

4. Схема «Пластическая деформация металла, механизмы пластической деформации»;

5. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал по данной практической работе.
2. Заполните аналитическую таблицу №1

Таблица 1

Сравнительный анализ способов ОМД

| Способы ОМД | Состояние, в котором ведется способ, горячее/холодное | Применяемое оборудование, основное/вспомогательное | Сущность способа |
|-------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------|
| Прессование |                                                       |                                                    |                  |
| Волочение   |                                                       |                                                    |                  |

**Краткие теоретические сведения**

***Существует 5 способов ОМД:***

- Волочение;
- прессование;
- ковка;
- штамповка;
- прокатка.

Пластическая деформация может производиться в горячем и холодном состоянии.

***Нагрев металла перед обработкой под давлением***

Для повышения пластичности и уменьшения необходимых усилий деформирования, металл перед прокаткой нагревают. Слитки массой 3 тонн и больше, предназначенные для прокатки нагревают в нагревательных печах. Печи делятся на:

- А) камерные
- Б) методические

1. Камерные - заготовка находится в одной температурной зоне и никуда не движется;

2. Методические печи - имеют несколько температурных зон, заготовка в процессе нагрева движется к более высокой температуре.

Волочение металла - это протягивание металла через отверстие меньшего диаметра, чем диаметра заготовки.

Волочение ведут только в холодном состоянии.

Заготовкой служат: проволока, прутки и тонкие трубы.

Подготовка металла к волочению заключается в полном удалении окалины с поверхности заготовки. Различают два метода:

1. *Химический* – это травление металла в водном растворе  $H_2SO_4$ ,  $HCl$  при температуре 70-80°C. Время травления 20-40 минут. При травлении может быть дефекты: недотравление, перетравление металла.

2. *Механический способ.*

2.1. *окалиноломатель*

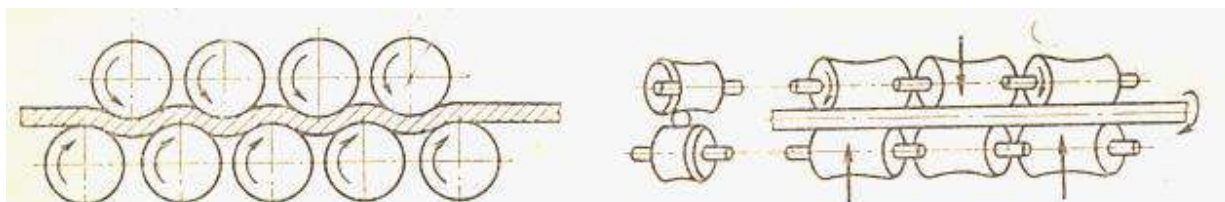


Рис. 1 Окалиноломатель

2.1 Окалиноломатель и металлические щетки

Волочение с небольшой степенью деформации для придания прутковым изделиям повышенной точности размеров сечения называется **калибровкой**.

### ***Процесс волочения***

Отверстие, через которое протягивают металл называется **волочительным очком**. Оно готовится в заготовке, называемой волокой или фильерой.

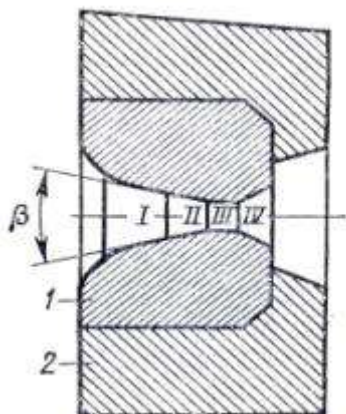


Рис.2. Схема волокни:

1-волока, 2- обойма; 1 – входная зона;2 – деформирующая зона;3 – калибрующая зона;4 – выходная

**Прессование**- это выдавливание нагретого металла через отверстие, заданной формы в матрице.

Изделия, получаемые прессованием: трубы, прутки, фасонные профили.

Прессование чаще всего ведут в горячем состоянии.

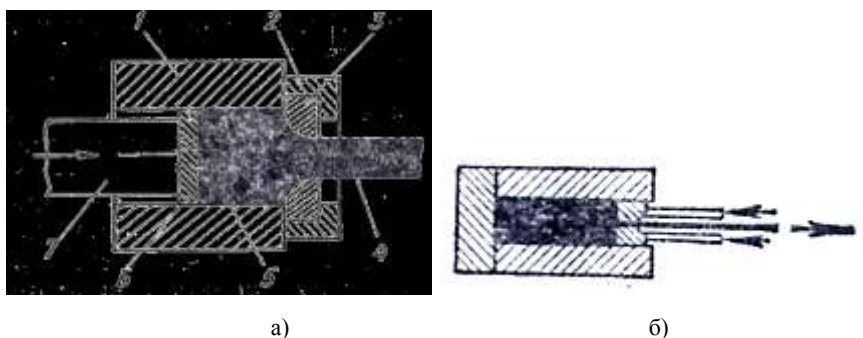


Рис.3 . Схема процесса прессования:

а) процесс прямого прессования прутков б) процесс обратного прессования

1 – цилиндр; 2 – матрицедержатель; 3 – матрица; 4 – изделие; 5 – заготовка; 6 – пресс-шайба; 7 – пуансон;

Нагретая заготовка помещается в контейнер. В матрице готовится отверстие переменного профиля, поршень давит на металл. Течение металла и движение поршня совпадают. К концу прессования в контейнере остается небольшая часть металла, которая называется *пресс-остатком*.

#### **Порядок выполнения работы:**

6. По материалу кратких теоретических сведений заполните Таблицу 1;
7. Напишите вывод по практической работе.

**Форма представления результата:** выполненная работа

#### **Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.

## **Практическая работа №22 Экскурсия в прокатный цех ПАО ММК**

Изучить структуру прокатного цеха ПАО «ММК».

### **Цель работы:**

1. Закрепить знания, полученные во время теоретических занятий

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

1. Применять знания правил безопасности при загрузке доменной печи, выпуске чугуна, сливе шлака.
2. Проектировать операции технологического процесса производства чугуна.
3. Нормировать операции технологического процесса производства чугуна.

.

### **Материальное обеспечение:**

1. Видеофильм «Производство проката ПАО ММК.»
2. Учебное пособие «Технология отрасли»;

3. Основы металлургического производства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бигеев В.А., Вдовин К.Н., Колокольников В.М., [2-е изд., стер.] – Магнитогорск, 2020. – 616 с. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/267362#147>

### Задание:

1. Составить отчет по просмотру видео-фильма «Производство проката ПАО ММК» (печь № 9,10)» по форме в виде таблицы 1.

Таблица 1

|  | Наименование участка(подразделения) цеха | Основные операции/виды работ | Рассчитываемое время, час. |
|--|------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |
|  |                                          |                              |                            |

2.

Составить опорный конспект по теме о необходимости интенсификации доменного процесса

3. Ответить на контрольные вопросы

- ✓ Перечислите способы прокатки
- ✓ В чем отличие сортовой и листовой прокатки?
- ✓ Приведите основные технологические характеристики прокатки.
- ✓ Перечислите типы станов для производства листового и сортового прокатов.

### Порядок выполнения работы

1. Заполнить таблицу 1.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Написать вывод о проделанной работе.

**Форма предоставления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

Отметка «5» ставится, если работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка «4» ставится, если работа выполнена учащимся в полном объеме и самостоятельно. Учащийся использует, указанные учителем источники знаний. работа показывает знание учащимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка «3» ставится, если работа выполняется и оформляется учащимся при помощи учителя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу учащихся. На выполнение работы затрачивается много времени. Учащийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.

Отметка «2» ставится, если результаты, полученные учащимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны учителя оказываются неэффективны в связи плохой подготовкой учащегося.