

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



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПМ 03. Участие в экспериментальных и исследовательских работах**

**МДК.03.01. Технология исследовательской деятельности**

**для студентов специальности  
22.02.01 Metallurgy of black metals.  
basic training**

Магнитогорск, 2018

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Металлургия черных металлов  
Председатель: И.В. Решетова  
Протокол №6 от 21.02.2018 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №4 от 01.03.2018 г.

### **Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО МГТУ МпК И.В. Решетова

Методические указания по выполнению практических занятий разработаны на основе рабочей программы ПМ 03. Участие в экспериментальных и исследовательских работах.

Содержание практических работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по основной профессиональной образовательной программе по специальности 22.02.01 Metallurgy of black metals. МДК.03.01. Technology of research activity.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1 Введение              | 4  |
| 2 Методические указания | 6  |
| Практическое занятие 1  | 6  |
| Практическое занятие 2  | 7  |
| Практическое занятие 3  | 9  |
| Практическое занятие 4  | 11 |
| Практическое занятие 5  | 13 |
| Практическое занятие 6  | 15 |
| Практическое занятие 7  | 19 |
| Практическое занятие 8  | 22 |
| Практическое занятие 9  | 25 |
| Практическое занятие 10 | 27 |
| Практическое занятие 11 | 29 |
| Практическое занятие 12 | 32 |
| Практическое занятие 13 | 35 |
| Практическое занятие 14 | 38 |
| Практическое занятие 15 | 41 |
| Практическое занятие 16 | 44 |
| Практическое занятие 17 | 47 |
| Практическое занятие 18 | 54 |
| Практическое занятие 19 | 57 |
| Практическое занятие 20 | 60 |
| Практическое занятие 21 | 64 |
| Практическое занятие 22 | 65 |
| Практическое занятие 23 | 67 |
| Практическое занятие 24 | 68 |
| Практическое занятие 25 | 69 |
| Практическое занятие 26 | 70 |

## 1 ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

В соответствии с рабочей программой ПМ 03. Участие в экспериментальных и исследовательских работах МДК.03.01. Технология исследовательской деятельности предусмотрено проведение практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

*уметь:*

- устанавливать и поддерживать оптимальные параметры технологии;
- подбирать оптимальный состав сырья;
- прогнозировать качество продукции, исходя из свойств и состава исходного сырья;

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

- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

И овладению профессиональными компетенциями:

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

ПК 3.2. Участвовать в обеспечении и оценке экономической эффективности.

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

Выполнение студентами *практических работ* по ПМ 03. Участие в экспериментальных и исследовательских работах МДК.03.01. Технология исследовательской деятельности направлено на:

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

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

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

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

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1

#### Общие принципы и технология проектирования доменных цехов и печей

#### Практическое занятие № 1

##### Составление задания на проектирование доменного цеха

##### Формируемая компетенция:

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

##### Цель работы:

научиться составлять задание на проектирование доменного цеха

##### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- составлять задание на проектирование доменного цеха

##### Материальное обеспечение:

Конспект лекций по разделу 1 «Проектирование доменных цехов и печей»

##### Задание:

Разработать и составить задание на проектирование доменного цеха в составе одной доменной печи

##### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

##### Ход работы:

1. Составить задание на проектирование доменного цеха согласно своему варианту
- 2 В задании проработать следующие вопросы:

- Объем производства и сортамент продукции;
- Состав доменного цеха, объем и конструкция доменных печей, а также расчет количества основного технологического оборудования;
- Источники сырых материалов и топлива, показатели их качества, расчет в потребности сырья и топлива;
- Технические условия для подсоединения к источникам электро и теплоснабжения;
- Использование новейших научно-исследовательских и конструкторских разработок в области технологии и конструкции оборудования;
- Разработка заданий на проектирование, изготовление и опробование нестандартного оборудования;
- Необходимость проведения дополнительных научных исследований и изысканий в области технологии и конструкции агрегата (заказчик предоставляет проектанту все необходимые отчеты и материалы по научно-исследовательским работам);
- В задании точно оговаривается место строительства цеха или доменной печи и необходимые геологические изыскания.

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

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### **Тема 1.1**

#### **Общие принципы и технология проектирования доменных цехов и печей**

#### **Практическое занятие № 2**

##### **Изучение рабочей документации на строительство и монтаж отдельных объектов доменного цеха**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

Изучить рабочую документацию на строительство и монтаж отдельных объектов доменного цеха

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- заполнять рабочую и проектную документацию

**Материальное обеспечение:**

Рабочая документация на строительство и монтаж отдельных частей оборудования

**Задание:**

Изучить рабочую документацию на строительство и монтаж отдельных объектов доменного цеха

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя необходимые для изучения документы по проектированию
- 2 Ознакомиться с содержанием данных документов
- 3 Заполнить таблицу по следующей форме:

| Наименование документа | номер, шифр документа | Категория документа | Область применения |
|------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
|                        |                       |                     |                    |
|                        |                       |                     |                    |
|                        |                       |                     |                    |
|                        |                       |                     |                    |

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

**Тема 1.2**  
**Содержание проекта доменного цеха**

**Практическое занятие № 3**  
**Разработка технологической схемы работы цеха**

**Формируемая компетенция:**

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

**Цель работы:**

научиться разрабатывать технологическую схему работы доменного цеха

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

разрабатывать технологическую схему работы доменного цеха

**Материальное обеспечение:**

План доменного цеха

**Задание:**

Разработать технологическую схему работы доменного цеха

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы
- 2 По предложенному плану доменного цеха



## **Практическое занятие № 4**

### **Выбор и обоснование основного подъемно-транспортного оборудования**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

Выбрать и обосновать основное подъемно-транспортное оборудование доменного цеха

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

Выбирать и обосновывать основное подъемно-транспортное оборудование доменного цеха

#### **Материальное обеспечение:**

План доменного цеха с конвейерным колошниковыми подъемами

#### **Задание:**

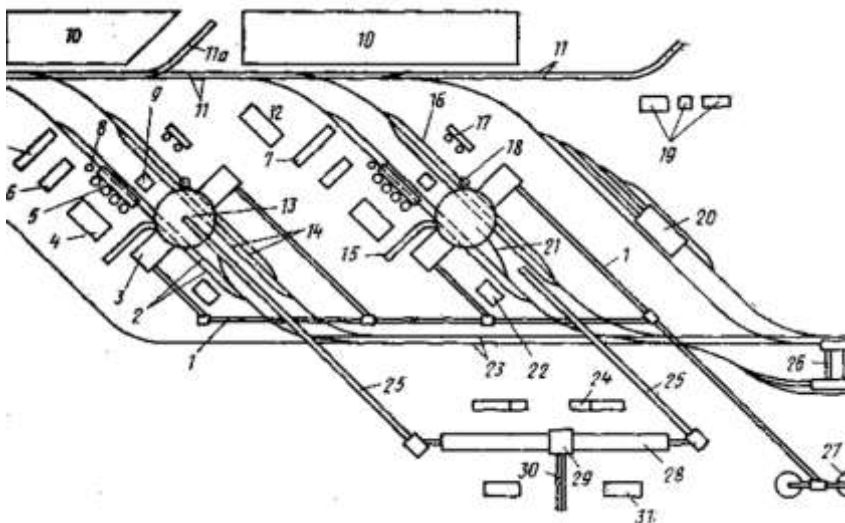
Выбрать и обосновать подачу шихтовых материалов на колошник доменной печи

#### **Порядок выполнения работы:**

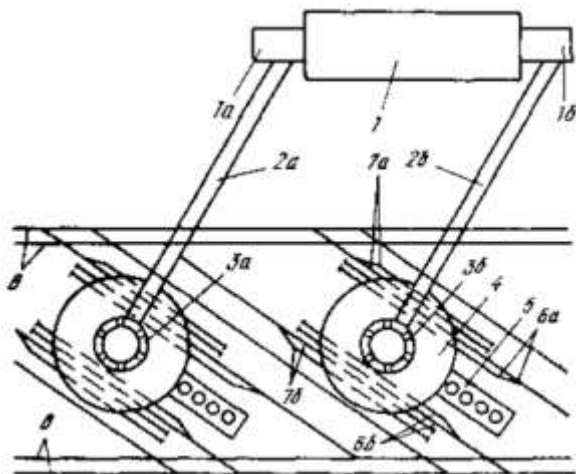
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

#### **Ход работы:**

- 1 Охарактеризовать каждый из представленных планов доменного цеха



План доменного цеха с конвейерным колошниковым подъемом и бесковшейвой уборкой шлака



План доменного цеха с конвейерным колошниковым подъемом и ковшевой уборкой шлака

2 Представить достоинства и недостатки каждого типа планировки цеха

3 На основании предложенных вариантов планов доменного цеха выбрать и обосновать схему доставки шихтовых материалов и колошник доменной печи

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

**Тема 1.2**

**Содержание проекта доменного цеха**

**Практическое занятие № 5**

**Расчет потребного количества оборудования**

**Формируемая компетенция:**

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

**Цель работы:**

Научиться рассчитывать потребное количество оборудования, необходимое для доменной печи

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать дутье вое оборудование, необходимое для доменной печи.

**Материальное обеспечение:**

Калькулятор

**Задание:**

Рассчитать количество фурм, необходимых для доменной печи с заданным диаметром горна.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

### Ход работы:

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для расчета
- 2 Выполнить расчет согласно представленной ниже методики

### Исходные данные:

|                                                                                              |          |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|
| Диаметр горна, м                                                                             | $d_r$    | 7    |
| Высот воздушных фурм, м<br>0,25                                                              | $w_\phi$ |      |
| Диаметр фурм в свету, м                                                                      | $d_\phi$ | 0,2  |
| Удельное количество дутья,<br>приходящееся на одну фурму, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> мин | $V_{sr}$ | 50   |
| Количество дутья,<br>приходящееся на одну фурму, м <sup>3</sup> /мин                         | $V_\phi$ | 206  |
| Температура дутья, К                                                                         | $T$      | 1573 |
| Давление дутья, атм                                                                          | $P$      | 4,8  |

1. По рекомендации М.А. Павлова:  $n_\phi = 2 \cdot d_r + 1$

2. По рекомендации О.Р. Райса:  $n_\phi = 2,6 \cdot d_r - 0,3$

$$n_\phi = \pi \cdot \frac{d_r - 2 \cdot w_\phi}{1,22}$$

3. По рекомендации Гольдштейна:

$$n_\phi = \pi \cdot \frac{d_r - 2 \cdot w_\phi - 1}{1 + d_\phi}$$

4. По рекомендации ГИПРОМЕЗа:  $n_\phi = 2,18 \cdot d_r - 1,66$

5. По рекомендации Е.Н. Тихомирова:  $n_\phi = 3 \cdot d_r - 8$

$$n_{\phi} = \pi \cdot \frac{d_r}{1 + \frac{25}{d_r^2}}$$

6. По рекомендации В.И. Логинова:

$$n_{\phi} = 0,15 \cdot d_r^2 + 0,2 \cdot d_r + 6,8$$

$$n_{\phi} = \pi \cdot \frac{Vs_{\varepsilon} \cdot d_r^2}{V_{\phi} \cdot 4}$$

7. По рекомендации В.Г. Манчинского:

8. По рекомендации М.Я. Остроухова:

$$n_{\phi} = 0,074 \cdot (d_r - 0,9 \cdot d_r) \cdot T / P$$

$$n_{\phi} = 2,24 \cdot d_r$$

9. По рекомендации Н.К. Леонидова:

$$n_{\phi} = 2 \cdot d_r$$

10. По рекомендации В.Г. Дружкова:

$$n_{\phi} = 0,12 \cdot d_r^2 + 0,16 \cdot d_r +$$

7,36

3 Полученные ответы округлить до ближайшего целого четного числа

### **Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.2**

### **Содержание проекта доменного цеха**

#### **Практическое занятие № 6**

#### **Расчет фундамента и несущих конструкций агрегата**

### **Формируемая компетенция:**

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

### **Цель работы:**

Научиться рассчитывать фундамент и несущие конструкции доменной печи

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать фундамент и несущие конструкции доменной печи

**Материальное обеспечение:**

калькулятор

**Задание:**

Рассчитать фундамент доменной печи на основе исходных данных

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

- 1.Получить у преподавателя исходный вариант для расчета
2. Выполнить расчет по предложенной ниже методике

Расчет фундамента доменной печи

*Принцип расчета и справочные данные*

Размер подошвы фундамента рассчитывается исходя из допустимой нагрузки (давления) на грунт ( $P_{\text{доп}}$ ), которая определяется на основании гео- и гидрологических исследований и в зависимости от типа грунта может составлять ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ):

Значение нагрузки в зависимости

| Тип грунта | плотный | средней плотности |
|------------|---------|-------------------|
| Глина      | 6-2,5   | 2,5-1,0           |
| Суглинок   | 4-2,5   | 2,5-1,0           |
| Песчаный   | 2-3     | 1-2               |
| Гравий     | 6       | 5                 |

Вес доменной печи вместе с конструкциями обычно принимают равным  $P_{\text{печ}} = (13/15) V_{\text{пол}}$ , т.

Нагрузка от печи складывается из следующих составляющих (в тоннах, приходящихся на 1 м<sup>3</sup> полезного объема печи):

Нагрузка, т/м<sup>3</sup> полезного объема печи

Составляющие нагрузки

|                                     | на опорные колонны | на фундамент |
|-------------------------------------|--------------------|--------------|
| Футеровка                           | 0,94,0             |              |
| Оборудование и стальные конструкции | 0,6-0,9            | 2,8-3,2      |
| Шихта                               | 0,8-0,9            |              |
| Чугун и шлак -                      |                    | 1,2—1,6      |
| Фундамент и рабочая площадка        | 7-9                |              |

Кроме того, на фундамент также передается нагрузка от следующих устройств (т):

|                                        |         |
|----------------------------------------|---------|
| наклонного моста (при опираний пилона) | 150-200 |
| поддоменника                           | 80-150  |

Следует учитывать, что, помимо статических нагрузок, на фундамент могут действовать динамические нагрузки, например, возникающие при осадке шихты после зависаний (600-1200 т).

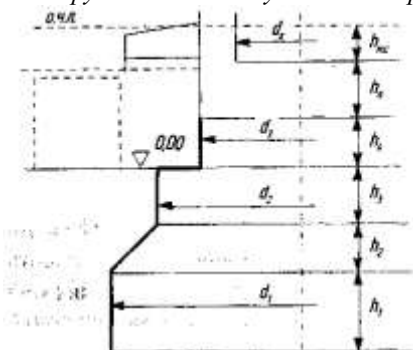
В общем случае нагрузка на фундамент существенно зависит от типа (вида) используемого оборудования, например, системы охлаждения шахты. Так, для доменной печи полезным объемом 2002 м<sup>3</sup> при использовании чугунных холодильников масса огнеупорных материалов (огнеупорная кладка шахты, жаропрочный бетон) составляет около 5000 т, а масса холодильников -820 т. В случае использования системы охлаждения шахты на основе крупноблочных охлаждаемых панелей составляющая нагрузки на фундамент от шахты существенно уменьшается: масса металлических конструкций системы охлаждения шахты (скобы и калачи) составляет 115,4 т, а масса огнеупорных материалов - около 4000 т (в том числе бетон для заполнения панелей и стыков -430 т, огнеупорная кладка - остальное).

Площадь подошвы фундамента, обеспечивающая заданную допустимую нагрузку на грунт, рассчитывается по формуле  $S_{\text{под}} = P_{\text{печ}}/P_{\text{доп}}$ , где  $P_{\text{печ}}$  - вес доменной печи вместе с конструкциями. Зная площадь подошвы, по формуле

$$d_1 = \sqrt{\frac{8S_{\text{под}}}{n \sin \frac{2\pi}{n}}}, \text{ м},$$

где  $n$  - число граней, можно подсчитать диаметр окружности, описывающей подошву 8- или 16-угольной формы (см. также обозначения на рис. П.1).

*Пример расчета размеров подошвы и пня с учетом общей нагрузки на фундамент и допустимой нагрузки на грунт*



**Рис. П.1. Схема к расчету фундамента доменной печи:**

$d_1, d_2$  – диаметры нижней и верхней частей подошвы;  $d_3, d_4$  – диаметры пня и горна печи;  $h_1, h_2, h_3$  – высота нижней, средней (конической) и верхней частей подошвы;  $h_4, h_5, h_{м.с.}$  – высота пня, лещади и мертвого слоя; о.ч.л. – ось чугуновой летки.

Высота нижней части подошвы  $h_1$  составляет около 2 м. Угол наклона конической части подошвы  $\gamma = 45^\circ$ . Высота верхней части подошвы  $h_3$  составляет около 1,0-2,0 м. Для определения высоты конической части подошвы  $h_2$  по формуле:

$$h_2 = (d_1 - d_2) / 2 \tan \gamma$$

необходимо рассчитать диаметр верхней части подошвы  $d_2$ , на которой располагаются пень и кольцевая площадка для установки колонн горна.

Высота пня обычно составляет  $h_4 = 1,5-2$  м. При расчете высоты пня необходимо учитывать расстояние до оси чугуновой летки и конструктивные параметры литейного двора для обеспечения постановки и налива чугуновозных ковшей.

Диаметр пня рассчитывается по формуле  $d_3 = d_1 + 2\Delta d'$ , где  $2\Delta d'$  – толщина стен горна (1-2 м). Тогда диаметр верхней части подошвы  $d_2 = d_3 + 2\Delta d''$ , где  $2\Delta d''$  – ширина площадки (1,5-2,5 м) на верхней части подошвы, где размещаются колонны горна.

3 Сделать вывод по полученным результатам

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.2**

### **Содержание проекта доменного цеха**

#### **Практическое занятие № 7**

#### **Определение технических показателей производства**

##### **Формируемая компетенция:**

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

##### **Цель работы:**

Научиться определять технические показатели производства

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять технические показатели производства

##### **Материальное обеспечение:**

Конспект лекций по разделу 1 проектирование доменных цехов и печей

##### **Задание:**

Определить основные технические показатели доменного производства

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

##### **Ход работы:**

Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы

2 Определить основные технические показатели производства используя следующую методику:

Годовую производительность цеха определяют на основании составляемого баланса металла по заводу. Исходной величиной для составления баланса является годовой объем производства проката — готовой продукции металлургического завода. Зная эту величину и расходные коэффициенты металла, на прокатных станах вначале определяют потребность прокатных цехов в стальных слитках. Далее по известной величине расхода чугуна на 1 т стальных слитков определяют потребность сталеплавильных цехов в жидком чугуне. К найденной величине добавляют количество товарного чугуна, которое завод должен отправлять на сторону, и потребность вспомогательных цехов завода в литейном чугуне, получая требуемую величину  $P_{\text{ц}}$ . Необходимо также учитывать потери чугуна в скрап в желобах, в чугуновозных ковшах и со шлаком, которые по нормативам составляют соответственно 0,15; 0,1 или 0,5%. Кроме того, чугун дополнительно теряется при разливке на разливочных машинах, эти потери по нормам составляют 0,5%.

Производительность доменного цеха и печей определяют в расчете на перепельный чугун. При выплавке чугунов специального состава производительность печи снижается, поэтому проводят ее пересчет на производительность при выплавке перепельного чугуна с помощью пересчетных коэффициентов, учитывающих степень трудности выплавки различных видов чугуна. Величину этих пересчетных коэффициентов принимают для литейного чугуна 1,20; для ферромарганца 2,5; для феррофосфора 4,0. Таким образом, для доменной печи, выплавляющей перепельный и специальные чугуны, годовая производительность по перепельному чугуну составляет:

$$P = P_{\text{пер}} + 1,20 * P_{\text{лит}} + 2,5 * P_{\text{фм}} + 4 * P_{\text{фф}}$$

где  $P_{\text{пер}}$ ,  $P_{\text{лит}}$ ,  $P_{\text{фм}}$ ,  $P_{\text{фф}}$  — потребный годовой объем выплавки соответственно перепельного и литейного чугуна, ферромарганца и феррофосфора (т).

Годовая производительность доменной печи  $P = n_{\text{с}} P_{\text{сут}}$ , где  $P_{\text{сут}}$  — среднесуточная производительность печи, т/сут;  $n_{\text{с}}$  — среднегодовое число рабочих суток печи за кампанию, сут/год.

Среднесуточную производительность доменной печи приближенно можно определить по формуле:  $P_{\text{сут}} = V / \text{КИПО}$ , где  $V$  — объем печи,  $\text{м}^3$ ; КИПО — коэффициент использования полезного объема печи,  $\text{м}^3 \text{сут/т}$ . На хорошо работающих печах КИПО = 0,45–0,40 и иногда менее. Для проектировавшихся в последние годы печей большого объема, работающих на повышенном давлении и с применением природного газа и кислорода Гипромез принимал величину КИПО в пределах 0,370 — 0,385. Существует ряд более сложных методик расчета,

позволяющих учесть конкретные параметры работы печи и более точно определить ее производительность в данных условиях.

Среднегодовое число рабочих суток печи

$$n_c = 365T_p/T_{\text{камп}},$$

где  $T_p$  — общее число рабочих суток за кампанию печи, сут;  $T_{\text{камп}}$  — общее число календарных суток за кампанию печи, сут. Общее число рабочих суток за кампанию получают путем деления объема выплавки чугуна за кампанию ( $\Pi_{\text{камп}}$ ) на среднесуточную производительность печи, т. е.  $T_p = \Pi_{\text{камп}}/\Pi_c$

Общее число календарных суток за кампанию ( $T_{\text{камп}}$ ) представляет собой сумму рабочего времени печи (числа рабочих суток  $T_p$ ) и времени, затрачиваемого на капитальные ремонты печи. Существующими нормами в течение кампании предусмотрены один капитальный ремонт 1-го разряда, два капитальных ремонта 2-го разряда и капитальные ремонты 3-го разряда, выполняемые один или два раза в год. Соответственно,

$$T_{\text{камп}} = T_p + T_1 + 2T_2 + (T_p T_3/365),$$

где  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  — длительность ремонтов соответственно 1, 2 и 3-го разрядов.

Данные о плановой длительности капитальных ремонтов для печей разного объема приведены ниже.

Капитальный ремонт 1-го разряда предусматривает смену футеровки печи с полным выпуском продуктов плавки и капитальный ремонт оборудования печи; зачастую проводят реконструкцию печи, т. е. полную замену печи, выполняемую методом надвижки. Капитальный ремонт 2-го разряда предусматривает полную или частичную смену футеровки шахты, смену засыпного аппарата и защитных сегментов колошника, холодильников шахты и заплечиков. При капитальном ремонте 3-го разряда заменяют засыпной аппарат и защитные сегменты колошника. Годовая производительность доменных печей объемом 3200 и 5000 м<sup>3</sup> составляет соответственно ~3 и 4,6 млн. т чугуна в год.

| Объем печи, м <sup>3</sup> | Длительность ремонта, сут |    |    |
|----------------------------|---------------------------|----|----|
|                            | T1                        | T2 | T3 |
| 1000—1240                  | 35                        | 22 | 3  |
| 1300—1600                  | 40                        | 24 | 3  |
| 1719—2300                  | 4'2                       | 26 | 3  |
| 2700—3200                  | 50                        | 30 | 3  |
| 5000                       | 60                        | 35 | 3  |

3 Заполнить таблицу

| Наименование<br>технического показателя | Единица измерения          | Числовое значение |
|-----------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| КИПО                                    | м <sup>3</sup> /т чугу сут | 0,44              |
|                                         |                            |                   |
|                                         |                            |                   |
|                                         |                            |                   |
|                                         |                            |                   |

### **Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.3**

### **Общая характеристика доменных цехов**

#### **Практическое занятие № 8**

#### **Выбор числа, полезного объема и устройства доменных печей, параметров технологического процесса**

### **Формируемая компетенция:**

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

### **Цель работы:**

Научиться выбирать число, полезный объем и устройство доменных печей, параметров технологических процессов

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- составлять задание на проектирование доменного цеха

### **Материальное обеспечение:**

Таблицы с материалами доменного цеха

### **Задание:**

выбрать число, полезный объем и устройство доменных печей, параметры технологических процессов на основании исходных данных

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

### Ход работы:

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы

2 Выбрать полезный объем печи, исходя из её производительности. Можно воспользоваться следующим материалом:

В соответствии с установленным типовым рядом в нашей стране строились и эксплуатируются доменные печи с полезным объемом 1033, 1386, 1513, 1719, 2000, 2300, 2700, 3000, 3200 и 5000—5500 м<sup>3</sup>; с течением времени полезный объем вновь сооружаемых печей непрерывно возрастал. По расчетам Гипромеца, эффективность повышения объема доменных печей характеризуется следующими цифрами:

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Полезный объем печи, м <sup>3</sup> | 3200  |
| 5000                                |       |
| Удельные капиталовложения, %        | 95,5  |
| 93,3                                |       |
| Производительность труда, % *       | 117,6 |
| 140,0                               |       |
| Себестоимость чугуна, % * . .       | 97,1  |
| 95,7                                |       |
| Расходы по переделу, % *            | 94,3  |
| 88,7                                |       |

\* За 100% приняты показатели для печи объемом 2000 м<sup>3</sup>.

Для вновь сооружаемых цехов рекомендуются печи с объемом 3200, 4200 и 5500 м<sup>3</sup>. При реконструкции существующих цехов и капитальных ремонтах печей рекомендуется замена существующих печей печами большего объема с уменьшением их общего числа в цехе.

Потребное число доменных печей в цехе можно определить из соотношения  $n = \Pi_{ц}/\Pi$ , где  $\Pi_{ц}$  и  $\Pi$  — годовая производительность соответственно цеха и одной печи (т/год).

Выплавляемое за кампанию печи количество чугуна  $\Pi_{камп} = V \cdot \Pi_0$ , где  $V$  — объем печи, м<sup>3</sup>;  $\Pi_0$  — норматив выплавки чугуна за кампанию, т/м<sup>3</sup> объема печи. Величины  $\Pi_0$  для печей различного объема

в соответствии с нормами технологического проектирования приведены ниже:

|                      |        |        |        |        |     |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|-----|
| $V, \text{ м}^3$     | 100    | 130    | 171    | 270    | !   |
| $P_0, \text{ т/м}^3$ | 0—1240 | 0—1600 | 9—2300 | 0—3000 | 000 |
| объема печи          | 110    | 100    | 900    | 800    | !   |
|                      | 00     | 00     | 0      | 0      | 500 |

3 На основании представленной таблицы определить устройство доменной печи или печей, её основные параметры

| Наименование                 | номера доменных печей |       |       |       |
|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|                              | 1                     | 2     | 3     | 4     |
| Полезный объём, $\text{м}^3$ | 1370                  | 1381  | 1371  | 2014  |
| Диаметр, мм:                 |                       |       |       |       |
| горна                        | 8400                  | 8200  | 8000  | 9750  |
| распара                      | 9500                  | 9300  | 9230  | 10900 |
| колошника                    | 6600                  | 6600  | 6600  | 7400  |
| Высота, мм:                  |                       |       |       |       |
| горна                        | 4000                  | 4000  | 3215  | 3600  |
| оси воздушных фурм           | 3600                  | 3600  | 2800  | 3200  |
| Оси шлаковой лётки           | 2300                  | 2300  | 1500  | 1600  |
| запличиков                   | 2800                  | 2800  | 2930  | 3000  |
| распара                      | 2000                  | 2000  | 1976  | 1700  |
| шахты                        | 15250                 | 15092 | 16071 | 18200 |
| колошника                    | 1900                  | 2320  | 2320  | 2320  |
| зумпфа                       | 1753                  | 1350  | 1634  | 1105  |
| полезная                     | 26805                 | 27215 | 27515 | 29400 |
| полная                       | 30540                 | 30400 | 31250 | 32150 |
| объём, $\text{м}^3$ :        |                       |       |       |       |
| горна                        | 222                   | 211   | 162   | 269   |
| запличиков                   | 176                   | 169   | 171   | 252   |
| распара                      | 142                   | 136   | 132   | 159   |
| колошника                    | 65                    | 80    | 80    | 100   |
| шахты                        | 784                   | 757   | 784   | 1211  |
| Количество фурм, шт.         | 20                    | 16    | 16    | 25    |
| Количество лёток:            |                       |       |       |       |
| чугунных                     | 2                     | 2     | 2     | 2     |
| шлаковых                     | 1                     | 1     | 1     | 1     |

|                             |        |        |        |            |
|-----------------------------|--------|--------|--------|------------|
| Количество колонн:<br>горна | 4      | 8      | 9      | 5          |
| шахты                       | 4      | 8      | 8      | 5          |
| Угол наклона, ° ' '' :      |        |        |        |            |
| шахты                       | 84°56' | 85°    | 85°32' | 83°24'31'' |
| запечников                  | 78°53' | 79°89' | 81°18' | 79°30'10'' |

3 Обосновать принятое решение

### **Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.3**

### **Общая характеристика доменных цехов**

#### **Практическое занятие № 9**

#### **Выбор схем доставки в цех шихтовых материалов**

### **Формируемая компетенция:**

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

### **Цель работы:**

Выбрать схему доставки в цех шихтовых материалов

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать схемы доставки в цех шихтовых материалов

### **Материальное обеспечение:**

План доменного цеха

### **Задание:**

Выбрать схему доставки в цех шихтовых материалов

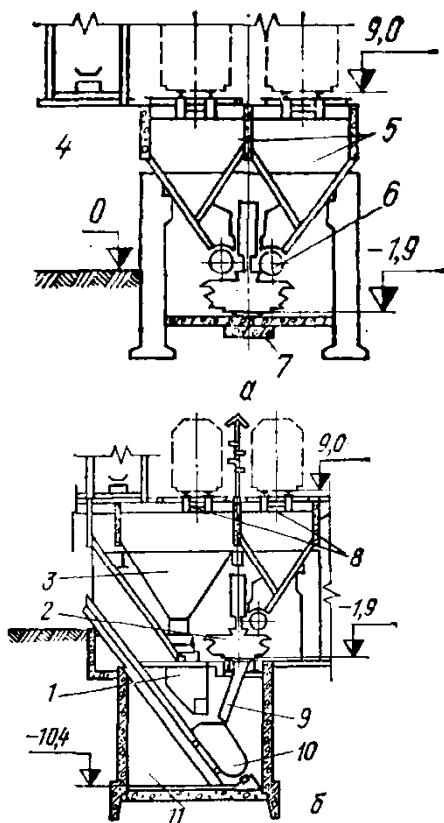
### Порядок выполнения работы:

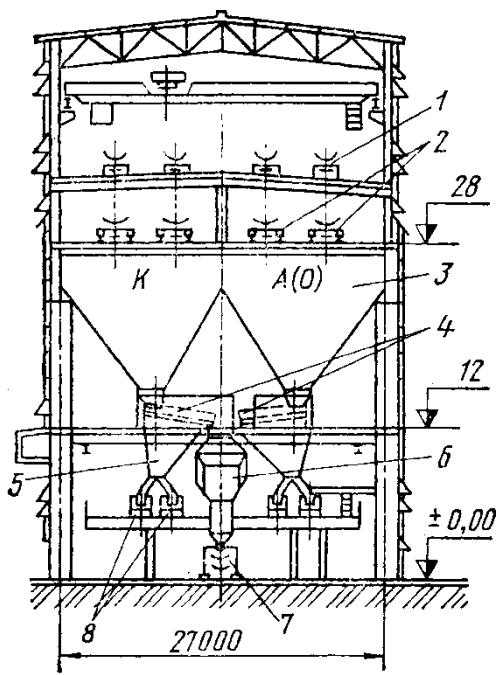
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

### Ход работы:

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы

2 На основании предложенных ниже схем бункерных эстакад, выбрать свою схему доставки шихтовых материалов в цех.





Бункерная эстакада с вагон-весами (а — поперечный разрез по бункерам; б — по скиповой яме) и с конвейерной выдачей материалов (в).

3 Обосновать принятое решение

#### Форма представления результата:

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### Тема 1.3

#### Общая характеристика доменных цехов

#### Практическое занятие № 10

#### Выбор планировки литейного двора и вспомогательных отделений

Формируемая компетенция:

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

**Цель работы:**

научиться выбирать планировку литейного двора и вспомогательных отделений

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать планировку литейного двора

**Материальное обеспечение:**

Схемы блочного и островного расположения доменных печей

**Задание:**

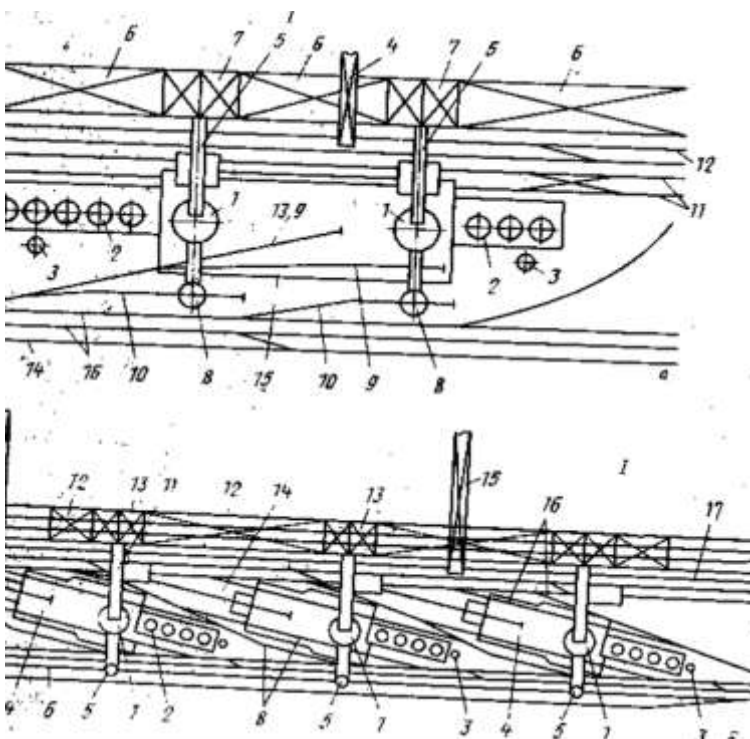
Выбрать и обосновать план литейного двора: островной или блочный

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы
- 2 На основании предложенных ниже планов литейных дворов, выбрать свой план расположения печи и прилегающего оборудования на литейном дворе.



Планировка доменных цехов с блочным расположением печей (а) и островным (б)

3 Обосновать принятое решение

### Форма представления результата:

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## Тема 1.4

Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них

### Практическое занятие № 11

## **Определение суточной потребности цеха в шихтовых материалах**

### **Формируемая компетенция:**

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

### **Цель работы:**

Научиться определять суточную потребность доменного цеха в шихтовых материалах

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять суточную потребность доменного цеха в шихтовых материалах

### **Материальное обеспечение:**

калькулятор

### **Задание:**

Определить суточную потребность доменного цеха в шихтовых материалах на основании исходных данных

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

### **Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения расчёта
- 2 Выполнить расчет согласно методике, представленной ниже:

### **Исходные данные:**

Расход шихтовых компонентов на выплавку 1 т получаемого чугуна:

Агломерата – 0,79 т

Окатышей – 0,78 т

Известняка – 0,004 т

Сварочного шлака – 0,004 т

Содержание фракции 0,5 мм в агломерате – 12%

Методика расчета:

Часть шихтовых материалов (агломерат и кокс) подвергают грохочению с целью удаления мелкой фракции 0-25 мм кокса и 0-5 мм агломерата. Это ведет к увеличению количества агломерата и кокса, которое надо подать на бункерную эстакаду. Выход мелочи агломерата определяем по содержанию ее под бункерами доменного цеха и эффективности грохочения.

Выход мелочи:  $12 \cdot 60 / 100 = 7,2 \quad \%$

При транспортировке кокса происходит его измельчение с образованием мелочи 0-25 мм, которая должна отсеиваться. В зависимости от системы коксододачи и прочности металлургического кокса образуется 7% мелочи. При неблагоприятных условиях потери кокса от измельчения увеличиваются.

Откорректируем расход коэффициентов компонентов шихты на выплавку 1т чугуна с учетом выхода мелочи. Общий вынос пыли составит, кг/т:  $25,1 \cdot 100 / 50 = 50,2$

При содержании в колошниковой пыли 14% углерода вынос углерода с пылью составил, кг/т:  $50,2 \cdot 14 / 100 = 7,03$

Тогда вынос кокса с колошниковой пылью, кг/т:  $7,028 \cdot 100 / 83,3 = 8,44$  Вынос ЖРК шихты и флюса, кг/т:  $50,2 - 8,44 = 41,76$

Распределим этот вынос по материалам пропорционально их расходу тогда выносятся мелких фракций из, кг/т:

агломерата  $41,76 \cdot 0,99 / (0,99 + 0,78 + 0,004) = 23,30$ ;

окатышей  $41,76 \cdot 0,78 / (0,99 + 0,78 + 0,004) = 18,36$ ;

известняк  $41,76 \cdot 0,004 / (0,99 + 0,78 + 0,004) = 0,094$ .

Часть шихтовых материалов (кокс, известняк) содержит гигроскопическую влагу, поэтому в дальнейших расчетах надо пользоваться расходными коэффициентами влажных материалов (см. табл. 1)

Таблица 1 - Определение коэффициентов шихты с учетом влажности пыли и отсева

| Компонент<br>ы шихты | Расхо<br>д<br>сухого<br>мат.<br>кг/т | Выно<br>с<br>пыли<br>кг/т | Расход<br>с<br>учетом<br>выноса<br>кг/т | Влажност<br>ь % | Расход<br>влажных<br>материа<br>л<br>кг/т | Отсев<br>мелоч<br>и<br>% | Расход<br>с<br>учетом<br>рассева<br>кг/т |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|

|           |        |       |         |      |         |      |         |
|-----------|--------|-------|---------|------|---------|------|---------|
| агломерат | 990,00 | 23,30 | 1013,30 |      | 1013,30 | 7,20 | 1086,30 |
| окатыши   | 780,00 | 18,36 | 798,36  |      | 798,36  |      | 798,36  |
| известняк | 4,00   | 0,094 | 4,094   | 3,00 | 4,22    |      | 4,22    |
| св. шлак  | 4,00   |       | 4,00    |      | 4,00    |      | 4,00    |
| кокс      | 445    | 8,44  | 453,44  | 2,50 | 464,30  | 7,00 | 496,80  |

Суточная выплавка составляет 4550,20 т/сут. Используя данные таблицы определим суточную потребность во влажных шихтовых материалах с учетом выноса и отсева

агломерата:  $1086,107/1000 \cdot 4550,20 = 4240,92$

окатышей  $798,36/1000 \cdot 4550,20 = 3116,80$

известии  $4,22/1000 \cdot 4550,20 = 16,48$

сварочного шлака  $4/1000 \cdot 4550,20 = 15,62$

кокса  $496,80/1000 \cdot 4550,20 = 1939,51$

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

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

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### **Тема 1.4**

#### **Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них**

#### **Практическое занятие № 12**

##### **Расчет количества и вместимости шихтовых бункеров**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

научиться рассчитывать количество и вместимость шихтовых бункеров

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать количество и вместимость шихтовых бункеров

**Материальное обеспечение:**

калькулятор

**Задание:**

Рассчитать количество и вместимость шихтовых бункеров на основании исходных данных

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.

2. Выполнить задание.

3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Ход работы:

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения расчета

2 Выполнить расчет согласно методике, представленной ниже

Выбираем конвейерную подачу материалов на колошник и двухрядную бункерную эстакаду расположенную вдоль главного конвейера. Шихтоподача проектируется с отсевом мелочи агломерата и кокса с транспортной уборкой их. Каждый бункер оборудован индивидуальной весовой воронкой.

Высота расположения горловины 18 м. Высоту расположения верха бункеров выбираем из ряда чисел: 24;27;30 (с модулем 30М), такой же модуль используем при выборе размера верха бункеров в плане: с квадратным сечением 9х9,12х12,15х15 или прямоугольным сечением 12х9; 15х12; 18х15 и т.д. Максимальный размер кусков агломерата и кокса близок к 100 мм. Минимальный размер выпускного отверстия (ширину) определяют по формуле:  $dM=5 \cdot a$

, где  $a$  - максимальный размер кусков = 0,5 м, с учетом толщины защиты стенок от износа = 0,1 м

ширина отверстия должна составлять величину не меньшую 0,7м. Принимаем унифицированный размер горловины 0,9 м. Принимаем пирамидально призматическую форму бункера, высоту призматической части бункера с учетом ряда чисел 0,6;1,2;1,8;2,4 и т.д.(модуль 6М) В соответствие с рекомендациями принимаем удельную фактическую

емкость рудных бункеров 1,5 и коксовых 0,7 м куб./м куб. Vп. Тогда суммарная полезная емкость бункеров составит:

рудных 2400 м<sup>3</sup>  
коковых 1120 м<sup>3</sup>

Номинальный объем бункера включает в себя неиспользованную часть объема в связи с образованием откосов на поверхности и толщину стенок, входящих в номинальные размеры.

В первом приближении можно считать, что номинальный объем больше фактического на 15-25%. Принимаем 20%, тогда номинальная емкость бункеров составит:

Рудных  $2400/0,8 = 3000 \text{ м}^3$

Коксовых  $1120/0,8 = 1400 \text{ м}^3$

Для принятого варианта загрузки принимаем размеры бункеров в плане 9х9 м и высоту расположения верха бункера 27 м. Высоту призматической части 1,8 м, высоту расположения горловины 18 м. Тогда высота воронки бункера составит:  $27-18-1,8 = 7,2$  Для квадратного сечения бункера углы наклона всех стенок воронки одинаковы и равны:

$$\text{tga} = (2 \cdot h_b) / (a - c) = (2 \cdot 7,2) / (9 - 0,9) = 1,778$$
$$a = 60,5$$

Номинальный объем бункера равен:

$V_6 = 9 \cdot 9 \cdot 1,8 + 7,2/6 \cdot ((9^2 + 0,9^2) + (9 + 0,9)(9 + 0,9)) = 361,60 \text{ м}^3$  тогда необходимо иметь коксовых бункеров:  $1400/361,60 = 3,87$  примем 4 тогда необходимо иметь рудных бункеров:

$3000/361,60 = 8,29$  примем 8

Принимаем 2х рядную бункерную эстакаду по  $(8+4)/2=6$  в ряду

Для приема известняка и сварочного шлака принимаем 1 бункер уменьшенного объема 9·4,5 м в каждом ряду. Объем таких бункеров составит 258,6

Суммарная номинальная емкость бункеров составит, м<sup>3</sup>

$361,6 \cdot 12 + 258,6 \cdot 2 = 4856,4$

Итого: 4 коксовых, 8 рудных, 2 уменьшенного объема для добавок.

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

### **Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.4**

### **Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них**

#### **Практическое занятие № 13**

#### **Выбор схемы и необходимого оборудования шихтоподачи**

##### **Формируемая компетенция:**

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

##### **Цель работы:**

научиться выбирать схему и необходимое оборудование системы шихтоподачи

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать схему и необходимое оборудование системы шихтоподачи

##### **Материальное обеспечение:**

Схема шихтоподачи материалов на колошник доменной печи

##### **Задание:**

Выбрать и обосновать схему и необходимое оборудование системы шихтоподачи

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

##### **Ход работы:**

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы

2 Выбрать схему и необходимое оборудование для транспортирования шихтовых материалов

3 Определить основные технические и технологические параметры выбранного оборудования, согласно методике, представленной ниже

Для транспортирования цепных грузов (шихтовых материалов доменной плавки) в бункеры применяются ленточные конвейеры общего назначения. Они поставляются промышленностью отдельными частями: приводы разной мощности, роlikоопоры, натяжные устройства, ленты. Конвейер, как транспортирующая машина создается в процессе расчета и проектирования. Проектирование осуществляется на основании исходных данных о расположении начального и конечного пунктов транспортируемых грузов:

1. Выбирают схему трассы конвейера.
2. Определяют расчетную производительность конвейера
3. Выбирают скорость ленты
4. Определяют ширину и желобчатость рабочей ветви
5. В зависимости от сложности трассы, мощности конвейера и других условий выбирают метод расчета: приближенный или уточненный
6. По техническим условиям или ГОСТам выбирают типоразмер
7. По каталогам выбирают оборудование

Таким образом, для выбора трассы надо знать расположение коксохима, аглопроизводства, доменной печи, принять основные проектные решения по доменной печи, бункерной эстакаде и характеру загрузки.

Различается теоретическая и эксплуатационная производительность транспортеров, т/час.

$$Q=3600 \cdot F \cdot v_p; \quad V=3600 \cdot F \cdot v$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения на ленте, м кв.,  $\rho$  - плотность насыпного груза, т/м куб.,

$V$  - скорость ленты. Т.к.  $F$  зависит от ширины ленты то эти выражения и используют для выбора ширины ленты. Если производительность конвейера не заданна, то ее рассчитывают по суточной производительности путем введения коэффициентов, учитывающих его надежность и неизбежность перерывов в работе по техническим и организационным причинам:

$$Q = Q_{cp} / \tau \cdot (K_n / K_b \cdot K_r)$$

где  $Q_{cp}$  - среднесуточная производительность конвейера, т - время работы конвейера в сутках, ч;  $K_n$ ,  $K_b$  и  $K_r$  - соответственно коэффициенты использования конвейера по времени, неравномерности загрузки и готовности.

$K_n = 1,5$  (зависит от способа и характера загрузки)

$K_v = 0,6$  (зависит от типа и назначения конвейера)

$K_g = 0,92$  (принимается, что в конвейерных линиях с коксохима и аглофабрики до бункеров применяется 2 конвейера)

Применим две нитки конвейеров на бункерную эстакаду: одну от коксохима другую от приемного устройства. Отсюда фактическая производительность линии подачи составит: агломерата  $4240,92/1,7 = 2494,66$  м

окаатышей  $3116,80/1,8 = 731,56$  м

извести  $16,48/1,5 = 10,99$  м

сварочного шлака  $15,62/2 = 7,81$  м

кокса  $1939,51/0,45 = 4310,02$  м

Расчетная производительность линии подач составит для кокса, м куб./ч:

Ококса =  $(1939,51 \cdot 1,5) / (24 \cdot 0,6 \cdot 0,92) = 219,60$

Оост.мат =  $((4240,92 + 3116,80 + 16,48 + 15,62) \cdot 1,5) / (24 \cdot 0,6 \cdot 0,92) = 836,71$

Выбор характеристик транспортной ленты: ширины и скорости

Скорость движения ленты выбирается в зависимости от характеристик сыпучего груза, его плотности и гранулометрического состава, ширины ленты и др. Чем больше ширина тем больше допускаются скорости:

Таблица 2 - Зависимость ширины от скорости

| B, мм  | 800   | 1000    | 1200   | 1400 |
|--------|-------|---------|--------|------|
| V, м/с | 1,6-2 | 1,6-2,5 | 2-3,15 | 3,15 |

$K_p$  зависит от многих факторов: от типа роlikоопоры, от угла наклона боковых роlikов, от типа груза, который сказывается на угле откоса материалов

Таблица 3 - Значение величины  $K_p$  в зависимости от роlikоопоры и угла откоса

| Роlikоопора              | Угол откоса на ленте |     |     |     |
|--------------------------|----------------------|-----|-----|-----|
|                          | 10                   | 15  | 20  | 25  |
| однороlikовые            |                      | 250 | 330 | 420 |
| двухроlikовые<br>=15 =20 |                      | 500 | 580 | 660 |
|                          |                      | 570 | 515 | 660 |

|                                  |     |     |     |     |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| трехроликовые<br>=20 =30 =36 =45 | 393 | 470 | 550 | 640 |
|                                  | 480 | 550 | 625 | 700 |
|                                  |     | 590 | 660 | 730 |
|                                  | 580 | 636 | 690 | 750 |

Таблица 4 - Значение величины  $K_p$  в зависимости от подвижности частиц и угла наклона конвейера  $\beta$ , град

| Подвижность частиц | Угол наклона конвейера |      |      |      |      |
|--------------------|------------------------|------|------|------|------|
|                    | 5                      | 10   | 15   | 18   | 20   |
| легкая             | 0,95                   | 0,9  | 0,85 | 0,82 | 0,8  |
| средняя            | 1                      | 0,98 | 0,95 | 0,92 | 0,9  |
| малая              | 1                      | 1    | 0,98 | 0,96 | 0,95 |

Принимаем угол наклона конвейера не более 18 град.

Скорость принимается из следующего ряда нормальных чисел: 0,5;0,63;0,8;1,0;1,25;1,6;2,5;3,15;4;5;6,3. Рекомендуется принимать следующие скорости ленты при пылящих грузах:0,5-0,8м/с; при загрузке конвейера в нескольких точках (сборные конвейеры) 0,5-1,6 м/с; при транспортировании окатышей на наклонных конвейерах 1,25-1,6м/с.

Принимаем трехроликовую опору с углом наклона боковых роликов 30 град и углом откоса груза на движущейся ленте 20 град; угол наклона конвейера на эстакаду 18 град. Тогда величины коэффициентов по таблицам составят:  $K_{п} = 625$   $K_p = 0,82$

Тогда ширина ленты для кокса:

В кокса 0,982136 м

В ост.мат 0,99406 м

Ширину ленты выбираем из нормированного ряда: 300;400;500;650;800; 1000; 1200; 1600;2000;2500;3000;мм

#### 4 Обосновать принятое решение

#### Форма представления результата:

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### Тема 1.4

#### Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них

## **Практическое занятие № 14**

### **Выбор типа загрузочного устройства**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

научиться выбирать тип загрузочного устройства

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать тип загрузочного устройства доменной печи

#### **Материальное обеспечение:**

Схемы засыпных устройств доменной печи

#### **Задание:**

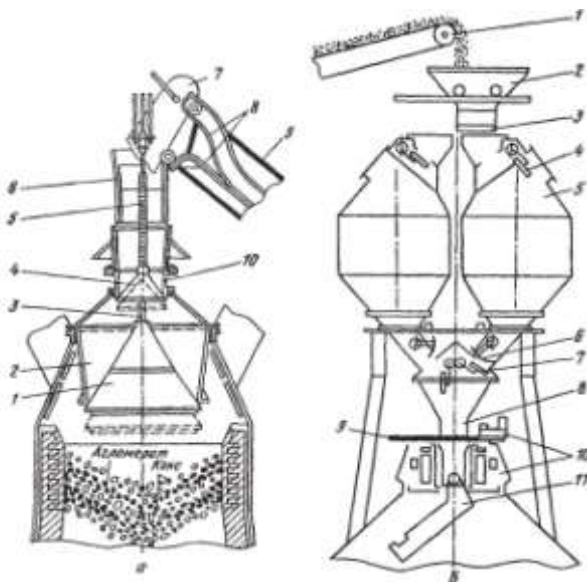
Выбрать и обосновать тип загрузочного устройства доменной печи

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

#### **Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы
- 2 Охарактеризовать типы загрузочных устройств, представленных на схемах:



Засыпной аппарат двухконусный (а) и бесконусный фирмы "Поль—Вюрт" (б):

а: 1 — большой конус; 2— воронка (чаша); 3 — штанга; 4 — малый конус; 5 т-полая трубчатая штанга; 6 — приемная воронка; 7 — скип; 8 — рельсы наклонного моста; 9 — наклонный мост; 10 — воронка;

б: 1 — конвейер шихтоподачи; 2 — приемная воронка; 3 — затвор; 4 — верхний газоотсекающий клапан; 5 - бункер; 6 - затвор бункера; 7 - нижний газо-отсекающий клапан; 8 — трубка; 9 — отсечная задвижка; 10 — механизм вращения лотка; 11 — вращающийся лоток

3 Представить достоинства и недостатки каждого типа засыпного аппарата

4 На основании данных таблицы выбрать характеристику оборудования для выбранного типа загрузочного устройства

Таблица - Характеристика оборудования загрузки доменных печей

| Наименование                      | Номер доменной печи |    |    |    |
|-----------------------------------|---------------------|----|----|----|
|                                   | 1                   | 2  | 3  | 4  |
| Количество коксовых грохотов, шт. | 2                   | 2  | 2  | 4  |
| Ёмкость рудной весовой            | 18                  | 16 | 20 | 25 |

|                                                  |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| воронки, т                                       |       |       |       |       |
| Ёмкость коксовой весовой воронки, м <sup>3</sup> | 8,6   | 12,0  | 7,0   | 17,0  |
| Ёмкость скипа главного подъема, м <sup>3</sup>   | 10,8  | 10,8  | 10,8  | 13,5  |
| Тип лебедки скипового подъёмника                 | ЮУМЗ  | ЮУМЗ  | ЮУМЗ  | ЮУМЗ  |
| грузоподъёмность, т                              | 22,5  | 22,5  | 22,5  | 29,0  |
| длина канатов, м                                 | 155   | 155   | 155   | 175   |
| диаметр каната, мм                               | 39    | 39    | 39    | 46    |
| Тип лебёдки конусов                              | ЮУМЗ  | ЮУМЗ  | ЮУМЗ  | ЮУМЗ  |
|                                                  | ЛК-45 | ЛК-45 | ЛК-45 | ЛК-45 |
| Диаметр малого конуса, мм                        | 2160  | 2160  | 2160  | 2160  |
| Ход малого конуса, мм                            | 800   | 800   | 800   | 800   |
| Диаметр большого конуса, мм                      | 4800  | 4800  | 4800  | 5600  |
| Ход большого конуса, мм                          | 600   | 600   | 600   | 600   |
| Объем межконусного пространства, м <sup>3</sup>  | 42    | 42    | 42    | 62    |

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

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### **Тема 1.4**

#### **Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них**

#### **Практическое занятие № 15**

#### **Выбор воздухоудных средств для обеспечения печи дутьем**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

научиться выбирать воздухоудные средства для обеспечения доменной печи дутьем

**Выполнив работу, Вы будете:***уметь:*

- выбирать воздухоудвные средства для обеспечения доменной печи дутьем

**Материальное обеспечение:**

Схема воздухоудвного средства

**Задание:**

Выбрать и обосновать воздухоудвное средство для обеспечения доменной печи горячим дутьем

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Ход работы:

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы

2 Определить параметры дутья и выбрать тип воздухоудвки согласно представленной ниже методике:

Интенсивность плавки по расходу дутья выражают отношением  $i_d = V_d / V_p$ .

Пределы изменений  $i_d$  при выплавке перед. чугуна,  $m^3/(мин \cdot m^3)$   
 $i_d$  1,6-2,4

Значение  $i_d$  по рекомендации 1946г. принятой по практическим данным,  $m^3/(мин \cdot m^3)$  2,0

В соответствии с этой нормой  $V_d$  должен расти пропорционально полезному объему.

В действительности поперечные размеры доменной печи ( $F_r, \dots, F_k$ ), определяющие пропускную способность ее, растут медленнее чем полезный объем. Поэтому проектная норма интенсивности дутья  $i_d$  с ростом  $V_p$  уменьшается.

|       |         |     |       |      |      |        |     |  |  |
|-------|---------|-----|-------|------|------|--------|-----|--|--|
| $m^3$ | $V_p$ , | 000 | -2700 | 1300 | 3000 | - 3200 | 000 |  |  |
|-------|---------|-----|-------|------|------|--------|-----|--|--|

|                                              |     |    |  |   |      |    |  |  |
|----------------------------------------------|-----|----|--|---|------|----|--|--|
| ид,<br>м <sup>3</sup> /(мин·м <sup>3</sup> ) | ,25 | ,1 |  | 1 | 1,97 | ,9 |  |  |
|----------------------------------------------|-----|----|--|---|------|----|--|--|

Расход дутья можно оценить также с помощью показателей, отражающих интенсивность дутья на единицу площади поперечного сечения горна  $icr = V_d / Fr$ , м<sup>3</sup>/(мин·м<sup>2</sup>)

$icr = 56,3$  м<sup>3</sup>/(мин·м<sup>2</sup>) -для получения максимальной производительности печи;

$icr = 50$  м<sup>3</sup>/(мин·м<sup>2</sup>) -для достижения минимального расхода кокса.

На расход дутья существенно влияет содержание кислорода в нем. Количественное влияние  $O_2$ д,по данным В.И.Логинова, для двух групп доменных печей различного полезного объема составляет:

| Полезный объем                             | Пределы изм. $O_2$ д | Пределы изм.ид |
|--------------------------------------------|----------------------|----------------|
| Средн.изм.ид на 1% $O_2$ д                 |                      |                |
| 900-1180                                   | с 21 до 33           | с 2,22 до 1,9  |
| 0.027м <sup>3</sup> /(мин·м <sup>2</sup> ) |                      |                |
| 1719-2000                                  | с 21 до 35           | с 2,2 до 1,67  |
| 0.037м <sup>3</sup> /(мин·м <sup>2</sup> ) |                      |                |

Исходные данные:  $V_{п,м^3}$

$O_2$ д, %

$d_r, M$

Определение расхода дутья

Интенсив.  $I_d = 2,2 \cdot (O_2д - 21) \cdot 0,037$

Расход дутья, м<sup>3</sup>/мин  $V_d = i_d \cdot V_{п}$

То-же по  $icr$   $V_d = icr \cdot Fr$

### Давление дутья( $P_d$ )

Нормальное абсолютное давление дутья на воздуходувке в мПа складывается  $P_d = dP_{общ} + dP_{впр} + P_{кг} + 0,1 = 0,14 + 0,015 + 0,25 + 0,1$  Р,

где  $dP_{общ}$  - общий перепад давления газа в печи равный

|                  |      |           |           |
|------------------|------|-----------|-----------|
| $V_{п,м^3}$      | 1000 | 1300-2700 | 3000-3200 |
| 5000             |      |           |           |
| $dP_{общ}$ , мПа | 0 12 | 0.13-0.15 | 0.16-0.17 |
| 0.18-0.2         |      |           |           |

$dP_{впр}$  - потери напора в воздухопроводах, составляющие в среднем 0,015 мПа.

$P_{кг}$  - избыточное давление газа на колошнике, мПа

### Выбор воздуходувного агрегата

производим сугубо приближенно из числа отечественных доменных компрессоров Невского завода по двум параметрам:  $V_d$  и  $P_d$

| Центробежные турбовоздуходувки           |                                     |                     | Полезный            |        |
|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|--------|
| объем                                    | Осевые турбовоздуходувки            |                     |                     |        |
| Тип машины                               | V <sub>д</sub> ,м <sup>3</sup> /мин | P <sub>д</sub> ,мПа | печи,м <sup>3</sup> |        |
| Тип машины(разрабатываемые)              |                                     |                     |                     |        |
| К-2990-3.8                               | 3300                                | 0.38                | 930                 | - 1100 |
| Н-2750-31-1                              |                                     |                     |                     |        |
| К-3250-41-1                              | 3230                                | 036                 | 1300                |        |
| У-3800-4.0                               | 4140                                | 0,4                 | 1386-               | 1513   |
| К - 375074.7                             |                                     |                     |                     |        |
| К-4000-41-1                              | 3700                                | 0.35                | 2000                |        |
| К -4300 /4,9                             |                                     |                     |                     |        |
| К-4250-41-1                              | 4100                                | 0,3                 |                     |        |
| К-5500-41-1                              | 5000                                | 0.54                | 2700                | – 3200 |
| К - 4950/5,5                             |                                     |                     |                     |        |
| К-7000-41-1                              | 6900                                | 0.53                | 3200                | – 5000 |
| К - 7100/5.8                             |                                     |                     |                     |        |
| К установке принят воздуходувный агрегат |                                     |                     |                     |        |

3 Обосновать принятое решение

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

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### **Тема 1.4**

#### **Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них**

#### **Практическое занятие № 16**

#### **Выбор схемы газоочистки и газоочистного оборудования**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

научиться выбирать схему газоочистки и газоочистного оборудования

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать схему газоочистки и газоочистного оборудования

**Материальное обеспечение:**

Схемы газоочистки доменной печи

**Задание:**

Выбрать и обосновать схему газоочистки и газоочистного оборудования

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

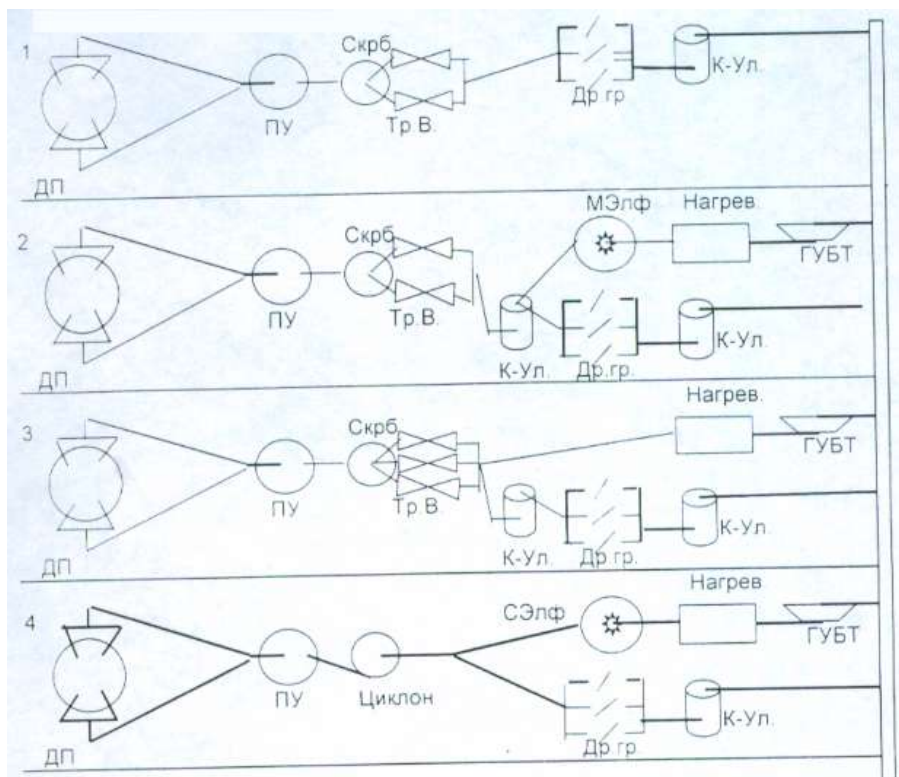
Ход работы:

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения практической работы
- 2 Выбрать схему газоочистного оборудования согласно методике, предложенной ниже

Исходные данные:

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Полезный объем печи, м <sup>3</sup> | V <sub>п</sub>  |
| Диаметр горна, м                    | d <sub>г</sub>  |
| Улов вынос пыли, кг/т чугуна        | Пул             |
| Производительность печи, т/сут      | Q <sub>ч</sub>  |
| Изб давление колош газа, мПа        | Р <sub>кг</sub> |
| Температура колош газа, °C          | Т <sub>кг</sub> |

Возможные схемы очистки газа:



Тип применяемого в заданных условиях электрофилтра  
нет сухой мокрый

Условия применения той или иной схемы газоочистки:

1 схема широко применяется когда  $P_{кг}$  меньше 0,15 мПа

2 схема применима, если  $P_{кг}$  больше или равно 0,25 мПа и используется мокрый электрофилтр для тонкой очистки газа

3 схема наиболее целесообразна при высоком давлении колош. газа и при отсутствии электрофилтра

4 схема целесообразна при  $V_{п} > 2000 \text{ м}^3$  и  $P_{кг} < 0,25 \text{ мПа}$

Определение выхода колошникового газа.

Выход колошникового газа, приведенный к нормальным условиям,  
 $\text{нм}^3/\text{мин}$

$$Q_{кг \text{ пр}} = 1,5 \cdot V_d = 1,5 \cdot 50 \cdot \Pi \cdot d r^2 / 4$$

Выбираем схему газоочистки

3 Обосновать принятое решение

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

**Тема 1.4****Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них****Практическое занятие № 17****Расчет эффективности газоочистного оборудования****Формируемая компетенция:**

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

**Цель работы:**

научиться рассчитывать эффективность газоочистного оборудования

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать эффективность газоочистного оборудования

**Материальное обеспечение:**

калькулятор

**Задание:**

Рассчитать эффективность газоочистного оборудования на основании исходных данных

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.

3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

### Ход работы:

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения расчета

2 Выполнить расчет согласно методике, представленной ниже

Исходные данные для выполнения расчета:

|                                         |                               |       |
|-----------------------------------------|-------------------------------|-------|
| Запыленность газа                       | 29 г/м <sup>3</sup>           |       |
| Давление колошникового газа             | 2,6 ати                       |       |
| Выход влажного газа                     | 2120 м <sup>3</sup> /т чугуна |       |
| Производительность доменной печи        | 10000 т/сут                   |       |
| Время пребывания газа в пылеуловителе   | 14 сек                        |       |
| Скорость подъема газа в пылеуловителе   | 1,3 сек                       |       |
| Скорость газа на вводе в пылеуловитель  | 16 м/сек                      |       |
| Скорость газа на входе из пылеуловителя | 23 м/сек                      |       |
| Время пребывания газа в скруббере       |                               | 20сек |
| Скорость газа в скруббере               | 2,2 м/сек                     |       |

## II. Расчет пылеуловителя

### 1. Расчет пылеуловителя. Определение часового выхода.

$$Q = \frac{\Pi}{24} V = \frac{10000}{24} * 2120 = 883333,3 \text{ м}^3/\text{час},$$

где  $\Pi$  – производительность доменной печи, т/сут  
 $V$  – выход влажного доменного газа, м<sup>3</sup>/т чугуна

Сечение ввода при скорости газа 15 м/с:

$$S_{\text{вв}} = \frac{Q_o}{W_{\text{вв}}} = \frac{1059999,96}{16 * 3600} = 18,4 \text{ м}^2.$$

где  $S_{\text{вв}}$  – сечение ввода, м<sup>2</sup>

$W_{\text{вв}}$  – скорость газа, м/сек

$Q_o$  – количество газа с учетом возможного увеличения на 20%

$$Q_o = 883333,3 * \frac{120}{100} = 1059999,96 \text{ м}^3/\text{час}$$

Тогда:

$$d_{\text{вв}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18,4}{3,14}} = 4,84 \text{ м.}$$

Диаметр ввода наружный:

$$d_{\text{вн}} = d_{\text{вв}} + 2h_{\text{кож}} + 2h_{\text{кл}} = 4,84 + 2 \cdot 0,115 + 2 \cdot 0,012 = 5,094 \text{ м}$$

где  $h_{\text{кл}}$  – толщина кладки, м  
 $h_{\text{кож}}$  – толщина кожуха, м

Сечение трубы центрального ввода равно:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 5,094^2}{4} = 20,37 \text{ м}^2$$

Сечение кольца пылеуловителя должно быть равно:

$$S_{\text{к}} = \frac{Q_0}{3600 \cdot W} = \frac{1059999,96}{3600 \cdot 1,3} = 226,49 \text{ м}^2$$

где  $W$  – скорость подъема газа в пылеуловителе, м/сек

Сечение центральной части пылеуловителя должно быть равно:

$$S_{\text{цп}} = 226,49 + 20,37 = 246,86 \text{ м}^2$$

Внутренний диаметр  $d_1$  пылеуловителя:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 246,86}{3,14}} = \sqrt{314,47} = 17,73 \text{ м}$$

Наружный диаметр пылеуловителя:

$$D = d_1 + 2h_{\text{кл}} + 2h_{\text{кож}} = 17,73 + 2 \cdot 0,23 + 2 \cdot 0,024 = 18,24 \text{ м}$$

Сечение отвода:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{Q_0}{3600 \cdot V} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1059999,96}{3,14 \cdot 3600 \cdot 23}} = 12,8 \text{ м}^2$$

Диаметр отводящего газа прохода:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12,8}{3,14}} = \sqrt{16,3} = 4,03 \text{ м}$$

Наружный диаметр отводящей трубы:

$$d = d_{\text{отв}} + 2h_{\text{кож}} = 4,03 + 2 \cdot 0,012 = 4,054 \text{ м}$$

Время пребывания газа в пылеуловителе Т определяется опытным путем и примерно равняется 10-15 сек.

По времени пребывания газа в пылеуловителе определяем высоту цилиндрической части пылеуловителя. Принимаем Т=15 сек.

$$h_{ц} = \frac{Q_0}{W \cdot T} = \frac{3600}{1,3 \cdot 17} = 19,5 \text{ м}$$

где W – скорость подъема газа в пылеуловителе, м/сек

T – время пребывания

Верхний купол делают на  $45^\circ$ . Определяем высоту конической верхней части:

$$h_{вк} = \frac{1}{2} (D - d) \cdot \operatorname{tg} 45^\circ = \frac{18,24 - 5,094}{2} \cdot 1 = 6,57 \text{ м}$$

Нижняя часть определяется по количеству уловленной пыли, по углу откоса и т.д. Угол наклона нижнего конуса составляет  $50^\circ$ . Диаметр выгрузочного отверстия – 1 м.

Высота нижнего конуса определяется:

$$h_{нк} = \frac{1}{2} (D - d_{\text{выгр}}) \cdot \operatorname{tg} 50^\circ = \frac{18,24 - 1}{2} \cdot 1,19 = 10,25 \text{ м}$$

Определяем общую высоту пылеуловителя:

$$H_{\text{полн}} = h_{ц} + h_{нк} + h_{в} = 19,5 + 10,5 + 6,57 = 36,57 \text{ м}$$

Определяем частоту выпуска пыли из пылеуловителя, для этого нужно определить объем нижнего конуса:

$$V_{нк} = \frac{\frac{1}{3} \pi d_1^2 \cdot h}{12} = \frac{3,14 \cdot 10,25^2 \cdot 10,25}{12} = 276,66 \text{ м}^3$$

Объем пыли осаждаемый в пылеуловителе за 1 сутки с КПД пылеуловителя 60%:

$$V_{\text{пыли}} = \frac{1059999,96 \cdot 29 \cdot 24}{1,6 \cdot 10^6} \cdot 0,6 = 276,66 \text{ м}^3$$

Где  $1,6 \cdot 10^6$  – насыпная масса пыли, г/м<sup>3</sup>

20 – запыленность газа, г/м<sup>3</sup>

Заполнение бункера составит при этом:

$$\frac{V_{\text{пыл}}}{V_{нк}} \cdot 100 = \frac{276,66}{1486,67} \cdot 100 = 18,6 \%$$

Степень заполнения бункера пылью не должна превышать 60-70 %.

При типовой грузоподъемности вагонов 60т потребуется количество вагонов при разовом выпуске пыли в сутки.

$$\frac{442,65}{60} \approx 7 \text{ вагонов в сутки,}$$

$$276,66 * 1,6 = 442,65 \text{ т или}$$

Количество пыли, отстающей в газе после пылеуловителя, составляет:

$$\frac{23 * (100\% - 60\%)}{100} = 9,2 \text{ г/м}^3$$

### III. Расчет скруббера высокого давления

Скруббер работает на принципе противотока. Кроме очистки он выполняет и функции охлаждения газа. Для этого в верхней части устанавливается несколько охлаждающих колец и восходящий газ охлаждается. Температура газа в скруббере падает по S-образной кривой. Диаметр скруббера принимаем 10м. Высоту скруббера принимаем 30м.

Скорость газа с скруббере не должна превышать 3,5 м/сек (при работе на высоком давлении).

Определяем рабочий (фактический) объем газа при работе на высоком давлении:

$$Q = Q_0 * \frac{(\dot{O} + t) * P_0}{T_0 * (P_0 + P)} = 1059999,96 * \frac{(273 + 200) * 1}{273(1 + 2,4)} = 540163,73 \text{ м}^3$$

Скорость подъема газа составит:

$$V = \frac{Q \dot{O}}{S_{\text{скруб}} * 3600} = \frac{540163,73}{4 * 3600} = 78,5 * 3600 = 1,914 \text{ м/сек}$$

Где  $S_{\text{скруб}}$  – сечение скруббера,  $\text{м}^2$

$$S_{\text{скруб}} = \frac{\dot{I} * D^2}{4} = \frac{3,14}{4} * 10^2 = 78,5 \text{ м}^2$$

Определяем время пребывания газа в скруббере:

$$T = \frac{V \dot{O} * 3600}{Q \dot{O}} = \frac{2355 * 3600}{540163,73} = 15,69 \text{ м}$$

где  $V_{\text{скр}}$  – объем скруббера,  $\text{м}^3$

$$V_{\text{скр}} = S \cdot h = 78,5 \cdot 30 = 2355 \text{ м}^3$$

В скруббере скорость газа допускается до 3 м/сек, а время пребывания должно быть 10-20 сек. Это обеспечивает необходимое охлаждение газа в скруббере. КПД скруббера составляет 80-90 %

Определим, какую запыленность имеет газ на выходе при КПД=85%

Содержание пыли в газе после скруббера:

$$9,2 \cdot \frac{(100 - 85)}{100} = 1,38 \text{ г/м}^3$$

#### IV. Расчет размеров трубы Вентури

Для расчета принимаем:

$W_0$  – скорость газа 110 м/сек

$B$  – расход воды 0,7 кг/м<sup>3</sup>

$\gamma_2$  – плотность газа 1,297 кг/м<sup>3</sup>

Для обеспечения необходимой скорости очищаемого газа в горловине трубы и высокой очистки газа необходимо иметь 6 труб Вентури.

Тогда сечение горловины одной трубы составит:

$$S = \frac{Q_0}{h \cdot V_2 \cdot 3600} = \frac{1059999,96}{6 \cdot 110 \cdot 3600} = 0,446 \text{ м}^2$$

где  $h$  – число труб

$V_r$  – скорость газа в горловине трубы

$$d_r = \sqrt{\frac{4S\tilde{\gamma}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,446}{3,14}} = \sqrt{0,568} = 0,75 \text{ м}$$

Рассчитываем перепад давлений в горловине трубы при ( $V=110$  м/сек,  $B=0,7 \text{ м}^3$  воды/м<sup>3</sup> газа):

$$\Delta h = 0,276 \cdot \gamma_{(г+в)} \cdot V_r^2$$

$$\gamma_{(г+в)} = 1,297 + 0,7 = 1,997 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta h = 0,276 \cdot 1,997 \cdot 110^2 = 666,92 \text{ мм.в.ст.}$$

Где  $\gamma_{г+в}$  – плотность газовой смеси

$V_r$  – скорость газа в горловине.

По конструктивным соображениям длину горловины определяем исходя из соотношения:

$$t_r = 0,15d_r = 0,15 \cdot 0,75 = 0,11 \text{ м}$$

где:  $l_r$  – длина горловины, м

$d_r$  – диаметр горловины, м

Угол сужения конфузора принимается  $25-30^\circ$

$\alpha_k$  принимается  $25^\circ$

Диаметр подводящего газопровода  $d_{пг}$  равен 0,5м, тогда:

$$t_1 = \frac{1}{2} \cdot (d_r - d_{пг}) \cdot \operatorname{ctg} \alpha_k = \frac{1}{2} \cdot (0,75 - 0,5) \cdot 2,145 = 0,27 \text{ м}$$

Угол сужения диффузора ( $\alpha_{диф}$ ) равен  $10^\circ$ , тогда длина диффузора равна:

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (d_r - d_{пг}) \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{диф} = \frac{1}{2} \cdot (0,75 - 0,5) \cdot 5,671 = 0,7 \text{ м}$$

КПД труб распылителей достигает 90 %

Тогда запыленность газа после выхода из труб распылителей составит:

$$1,38 \cdot \frac{100 - 90}{100} = 0,138 \text{ г/м}^3$$

## V. Определение содержания пыли в газе после дроссельной группы.

КПД дроссельной группы обычно составляет 95%, тогда в газе выходящем потребителю будет содержаться пыли:

$$0,138 \cdot \frac{100 - 95}{100} = 0,007 \text{ г/м}^3 \text{ или } 0,7 \text{ г/м}^3$$

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

### Форма представления результата:

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## Тема 1.4

### Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них

## **Практическое занятие № 18**

### **Расчет количества чугуновозных ковшей**

#### **Формируемая компетенция:**

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

#### **Цель работы:**

научиться рассчитывать количество чугуновозных ковшей

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать количество чугуновозных ковшей

#### **Материальное обеспечение:**

Калькулятор

#### **Задание:**

Рассчитать количество чугуновозных ковшей на основании исходных данных

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

#### **Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения расчета
- 2 Выполнить расчет согласно методике, представленной ниже

#### ***Принцип расчета и исходные данные***

Количество чугуновозных ковшей для доменного цеха определяется по формуле:

$$n = n_0 + n_p + n_{рез},$$

где  $n_o$  - число ковшей в обороте,  
 $n_p$  — число ковшей в ремонте;  
 $n_{рез}$  - число ковшей в резерве

**Количество ковшей в обороте определяется согласно формуле.**

$$n_o = T \cdot n_{II} \cdot t_{II} \cdot \frac{k_H}{24 \cdot P \cdot 0,8},$$

где  $T$  - суточная производительность доменной печи, т/сутки;  
 $n_{II}$  - количество доменных печей в цехе,  
 $t_{II}$  - время цикла оборота ковша (5-7 ч);  
 $k_H$  - коэффициент неравномерности выпусков чугуна (1,25);  
 $P$  - массовая емкость чугуновозного ковша, т;  
0,8 - коэффициент заполнения ковша.

**Количество ковшей, находящихся в ремонте, определяется из выражения:**

$$n_p = \frac{n_o \cdot (t_{PX} + n' t_{PG})}{m \cdot t_{II}}$$

где  $t_{PX}$  и  $t_{PG}$  - продолжительность ремонта ковша в холодном и горячем состояниях, ч;  
 $m$  - количество наливов ковша за период между холодными ремонтами;  
 $n'$  - количество горячих ремонтов в течение периода между холодными ремонтами.

Количество наливов ковша за период между холодными ремонтами составляет 3-5, за период между горячими ремонтами - 120.

Продолжительность холодного ремонта - 100 часов, горячего - 8.

**Количество ковшей в резерве определяется из формулы:**

$$n_{рез} = \frac{k_H \cdot T_{\max}}{m_1 \cdot P \cdot 0,8} \left( n - \frac{n-1}{2} \right),$$

где  $T_{\max}$  - максимально возможная суточная производительность доменной печи, т/сутки;  
 $m_1$  - число выпусков чугуна за сутки.

Количество выпусков чугуна для печи с одной чугунной леткой составляет 8-10, для печи с двумя летками - 10-14 и для печи с тремя или четырьмя летками - 15-20 выпусков.

Количество чугуновозных ковшей типа миксер определяется таким же образом. При этом количество наливов за период между холодными и горячими ремонтами составляет соответственно 600 и 200. Продолжительность холодного ремонта составляет 450 часов и горячего - 8.

**Пример расчета количества чугуновозных ковшей для доменного цеха, состоящего из двух доменных печей полезным объемом 2002 м<sup>3</sup>**

### **Исходные данные**

Суточная производительность одной доменной печи составляет в среднем 4260 т, а максимальная - 4500 т;

Количество выпусков чугуна в сутки,  $m_1$  - 14;

Массовая емкость ковша Р-100 т

Продолжительность оборота ковша  $t_o$  - 6 ч.

### **Порядок расчета**

**Количество ковшей в обороте,  $n_o$ :**

$$n_o = T \cdot n_{II} \cdot t_{II} \frac{k_H}{24 \cdot P \cdot 0,8} = \frac{4260 \cdot 2 \cdot 1,25 \cdot 6}{24 \cdot 100 \cdot 0,8} = 33,28 \cong 34$$

**Количество ковшей в ремонте,  $n_p$ :**

$$n_p = \frac{n_o \cdot (t_{PX} + n' t_{PG})}{m \cdot t_{II}} = \frac{34(100 + 2 \cdot 8)}{350 \cdot 6} = 1,87 \cong 2.$$

**Количество ковшей в резерве,  $n_{рез}$ :**

$$n_{рез} = \frac{k_H \cdot T_{\max}}{m_1 \cdot P \cdot 0,8} \left( n - \frac{n-1}{2} \right) = \frac{1,25 \cdot 4500}{14 \cdot 100 \cdot 0,8} \left( 2 - \frac{2-1}{2} \right) = 7,53 \cong 8.$$

**Общее потребление чугуновозных ковшей (парк чугуновозных ковшей) составит:**

$$n = n_o + n_p + n_{рез} = 34 + 2 + 8 = 44.$$

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

### **Тема 1.4**

#### **Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них**

#### **Практическое занятие № 19**

#### **Расчет количества шлаковозных ковшей**

##### **Формируемая компетенция:**

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

##### **Цель работы:**

научиться рассчитывать количество шлаковозных ковшей

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать количество шлаковозных ковшей

##### **Материальное обеспечение:**

Калькулятор

##### **Задание:**

Рассчитать количество шлаковозных кошей на основании исходных данных

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

##### **Ход работы:**

1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения расчета

2 Выполнить расчет согласно методике, представленной ниже

### ***Принцип расчета***

Количество шлаковых ковшей в доменном цехе определяется суммой ковшей, находящихся в обороте, в ремонте и в резерве:

$$n_{\text{ш}} = n_o + n_p + n_{\text{рез}}$$

где  $n_o$  - количество ковшей в обороте;

$n_p$  - количество ковшей в ремонте;

$n_{\text{рез}}$  - количество ковшей в резерве.

***Количество шлаковых ковшей, находящихся в обороте (в работе), определяется по формуле:***

$$n_o = \frac{nk}{24} \left( \frac{Q \cdot \beta_s \cdot t_c}{V \cdot d \cdot 0,8} + \frac{Q \cdot \beta_i \cdot t_c}{V \cdot d \cdot 0,8} \right),$$

где  $Q$  - суточное производство шлака, т/сутки;

$n$  - количество печей в цехе;

$k$  - коэффициент неравномерности выпусков шлака (1,25);

$t_c$  - продолжительность оборота одного шлакового ковша, ч;

$V$  - объем шлакового ковша (16,5 м<sup>3</sup>);

$d$  - плотность шлака (1,6 т/м<sup>3</sup>);

0,8 - коэффициент заполнения ковша;

$\beta_s$  и  $\beta_i$  - доля шлака, выпускаемого из доменной печи соответственно через шлаковые летки (верхний шлак) и чугунные (нижний шлак), дол. ед.

В настоящее время практически на всех доменных печах используют железосодержащие компоненты шихты (агломерат, окатыши) с высоким содержанием железа, и выпуск верхнего шлака, как правило, не осуществляется (в этом случае в приведенной выше формуле  $\beta_s = 0$ ,  $\beta_i = 1$ ).

Время оборота шлаковых ковшей принимают обычно равным 5 ч.

***Количество ковшей в ремонте  $n_p$  определяется по формуле:***

$$n_p = n_o \frac{t_p}{t},$$

где:  $t_p$  - продолжительность всех ремонтов в период между двумя большими ремонтами, сутки;

$t$  - продолжительность использования шлакового ковша между двумя большими ремонтами, сутки.

Период между двумя большими ремонтами для шлаковых ковшей составляет 6 лет.

В течение этого времени выполняют два мелких ремонта и шесть профилактических ремонтов.

Продолжительность большого, мелкого и профилактического ремонтов составляет 3, 2,5 и 1 сутки соответственно.

**Количество ковшей в резерве определяют по формуле:**

$$n_{рез} = \frac{Q \cdot k \cdot n}{V \cdot d \cdot 0,8} \left( \frac{\beta_s}{m_s} + \frac{\beta_i}{m_i} \right),$$

где  $m_s$  и  $m_i$  количество выпусков верхнего и нижнего шлака соответственно. Количество выпусков нижнего шлака  $m_i$  соответствует количеству выпусков чугуна в течение суток.

**Пример расчета количества шлаковых ковшей в доменном цехе в составе двух доменных печей полезным объемом 2002 м<sup>3</sup>**

#### **Исходные данные**

Выход шлака на 1 т чугуна - 0,45 т/т.

Объем шлакового ковша - 16,5 м<sup>3</sup>.

Суточная производительность одной доменной печи Т - 4260 т.

Доля верхнего шлака  $\beta_s = 0,3$ .

Доля нижнего шлака  $\beta_i = 0,7$ .

#### **Порядок расчета**

Количество шлака, производимое одной доменной печью в течение суток, т

$$Q = T \cdot 0,45 = 4260 \cdot 0,45 = 1917.$$

**Количество шлаковых ковшей в обороте:**

$$n_o = \frac{nk}{24} \left( \frac{Q \cdot \beta_s \cdot t_c}{V \cdot d \cdot 0,8} + \frac{Q \cdot \beta_i \cdot t_c}{V \cdot d \cdot 0,8} \right) = \frac{2 \cdot 1,25}{24} \left( \frac{1917 \cdot 0,3 \cdot 5}{16,5 \cdot 1,6 \cdot 0,8} + \frac{1917 \cdot 0,7 \cdot 5}{16,5 \cdot 1,6 \cdot 0,8} \right) =$$

Продолжительность всех видов ремонтов ковша в промежутке между двумя большими (капитальными) ремонтами  $t$  составляет 34 суток, продолжительность периода между двумя большими ремонтами составляет 6 лет.

***С учетом этого, количество ковшей, находящихся в ремонте:***

$$n_p = n_o \frac{t_p}{t} = 48 \frac{34}{6 \cdot 365} = 0,74 \cong 1.$$

***Количество выпусков в сутки как верхнего, так и нижнего шлака равно 14. Количество ковшей в резерве составит:***

$$n_{рез} = \frac{Q \cdot k \cdot n}{V \cdot d \cdot 0,8} \left( \frac{\beta_s}{m_s} + \frac{\beta_i}{m_i} \right) = \frac{1917 \cdot 1,25 \cdot 2}{16,5 \cdot 1,6 \cdot 0,8} \left( \frac{0,3}{141} + \frac{0,7}{14} \right) = 16,2 \cong 17.$$

***Общее количество шлаковых ковшей составит:***

$$n_{ш} = n_o + n_p + n_{рез} = 48 + 1 + 17 = 66.$$

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.4**

**Участки и отделения доменного цеха и организация работ в них**

### **Практическое занятие № 20**

#### **Расчет количества разливочных машин**

**Формируемая компетенция:**

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

**Цель работы:**

научиться рассчитывать количество разливочных машин

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- рассчитывать количество разливочных машин

**Материальное обеспечение:**

Калькулятор

**Задание:**

Рассчитать количество разливочных машин на основании исходных данных

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

- 1 Получить у преподавателя исходный вариант для выполнения расчета
- 2 Выполнить расчет согласно методике, представленной ниже

***Принцип расчета***

Количество разливочных машин определяют исходя из минимальной потребности в чугуне для сталеплавильных цехов в случае ремонтов конверторов или мартеновских печей. Если обозначить (т/сутки),  $a$  – (т/сутки),

***Необходимое количество разливочных машин составит:***

$$n = \frac{Q_c}{P_M},$$

где  $Q_c$  – разность между суточным производством чугуна и его использованием сталеплавильными цехами, т/сут;

$P_M$  – суточная производительность разливочной машины

**Суточная производительность машины  $P_m$  при условии непрерывной подачи чугуновозных ковшей составит, т:**

$$P_M = 0,995 \frac{P_K \cdot t_{\text{сут}}}{t_C},$$

где:  $P_K$  - масса чугуна в ковше, т;  
 $t_{\text{сут}}$  - время работы разливочной машины в течение суток (обычно  $t = 20$  ч);

$t_C$  - время слива одного ковша, ч;

0,995 - коэффициент, учитывающий потери чугуна во время разливки (скрап в ковше, на разливочных желобах и мутьдах).

Продолжительность цикла слива одного ковша включает время слива  $t_1$  и время между двумя сливами  $t_2$ , которое затрачивается на зацепление и поднятие ковша, на его возврат после слива и замену пустого ковша на заполненный чугуном. Величина времени  $t_2$  обычно составляет 10-15 мин или 0,17-0,25 ч.

**Продолжительность слива одного ковша определяется по формуле:**

$$t_1 = \frac{P_K \cdot l}{n_L \cdot q \cdot v_L \cdot 60},$$

где  $l$  - расстояние между мутьдами ( $\sim 0,3$  м);

$n_L$  - число лент разливочной машины;

$q$  - масса чугунной чушки, т;

$v_L$  - скорость движения ленты, м/мин.

**Мутьды изготавливают:**

- одноместными для получения чушки массой 45 кг;

- двухместными для получения двух чушек массой 23 или 18 кг.

Скорость движения лент разливочной машины находится в пределах 9,1-13,8 м/мин.

В техническом паспорте разливочной машины указывается ее производительность при непрерывной разливке.

**Эта теоретическая производительность  $P$  (т/ч) определяется по формуле:**

$$P_o = \frac{0,12 \cdot q \cdot v_{\text{л}}}{l}.$$

**Пример расчета количества разливочных машин**

### **Исходные данные**

Доменный цех состоит из двух доменных печей полезным объемом 2002 м<sup>3</sup> каждая, суточная производительность которых составляет 8520 т чугуна.

При остановке одного из трех конверторов 33% производимого чугуна должно быть слито на разливочных машинах.

### **Порядок расчета**

**Емкость одного чугуновозного ковша составляет, т:**

$$P_K = 0,8 \cdot 100 = 80.$$

Скорость передвижения лент разливочной машины  $v_{\text{л}}$  составляет 10 м/мин.

Продолжительность времени  $t_2$  между двумя сливами составляет 15 мин или 0,25 ч.

Число лент разливочной машины  $n_{\text{л}}$  равно двум. Масса чушки  $q$  - 45 кг.

**Суточное количество чугуна  $Q_c$ , которое согласно исходным данным, должно быть слито на разливочных машинах, составит, т:**

$$Q_C = \frac{33 \cdot n \cdot T}{100} = \frac{33 \cdot 2 \cdot 4260}{100} = 2811,6,$$

где  $n$  - количество доменных печей в цехе;

$T$  - суточная производительность доменной печи, т/сутки.

**Продолжительность слива одного ковша, ч:**

$$t_1 = \frac{P_K \cdot l}{n_{\text{л}} \cdot q \cdot v_{\text{л}} \cdot 60} = \frac{80 \cdot 0,3}{2 \cdot 0,045 \cdot 10 \cdot 60} = 0,44.$$

**Продолжительность цикла слива одного ковша  $t_c$ :**

$$t_c = t_1 + t_2 = 0,44 + 0,25 = 0,69 \text{ ч.}$$

**Суточная производительность одной разливочной машины  $P_M$ , т/сут.**

$$P_M = 0,995 \frac{P_K \cdot t_{\text{сум}}}{t_c} = 0,995 \frac{80 \cdot 20}{0,69} = 2307,25$$

**Количество разливочных машин  $n$  в цехе:**

$$n = \frac{Q_c}{P_M} = \frac{2811,6}{2307,25} = 1,218$$

**Принимают две машины.**

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.5**

### **Экспериментальная и исследовательская деятельность**

#### **Практическое занятие № 21**

**Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели, задач, гипотезы.**

**Формируемая компетенция:**

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

**Цель работы:**

научиться ставить цель научно-исследовательской работы, определять задачи, гипотезы

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- ставить цель научной работы, определять её основные задачи

**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций по разделу 1 Проектирование доменных цехов и печей

**Задание:**

Выбрать тему научно-исследовательской работы, поставить цель работы, определить её основные задачи

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

1. Выбрать тему научно-исследовательской работы, из тем, предложенных преподавателем
2. Определить цель своей работы
3. Определить задачи своей работы
4. Определить основные гипотезы

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

**Тема 1.5****Экспериментальная и исследовательская деятельность****Практическое занятие № 22****Сбор информации по выбранной проблеме исследования****Формируемая компетенция:**

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

**Цель работы:**

научиться собирать информацию по теме исследовательской работы

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- собирать информацию по исследовательской работе

**Материальное обеспечение:**

Периодические издания, журналы по темам

**Задание:**

Провести литературный обзор информативных источников согласно выбранной теме научно-исследовательской работы

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

**Ход работы:**

- 1 Из периодических изданий, журналов выбрать статьи подходящие к выбранной теме научно-исследовательской работы
- 2 Выписать название журнала, номер выпуска, год, название статьи и авторов, страницы
- 3 Оптимизировать литературный поиск, сократив или увеличив количество найденных статей до 5 шт.

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

**Тема 1.5****Экспериментальная и исследовательская деятельность**

## **Практическое занятие № 23**

### **Обработка полученной информации различными способами**

#### **Формируемая компетенция:**

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

#### **Цель работы:**

научиться обрабатывать полученную информацию различными способами

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- обрабатывать полученную информацию различными способами

#### **Материальное обеспечение:**

Компьютер, ноутбуки

#### **Задание:**

Обработать полученную информацию различными способами

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

#### **Ход работы:**

- 1 Перевести найденные статьи из журналов в электронный вид
- 2 Обработать полученную информация различными способами, используя пакет Microsoft
- 3 Добавить в текст, рисунки, графики, таблицы

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

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## Тема 1.5

### Экспериментальная и исследовательская деятельность

#### Практическое занятие № 24

#### Организация и проведение исследовательской части работы

##### Формируемая компетенция:

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

##### Цель работы:

научиться выполнять исследовательскую работу

##### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- организовывать и проводить исследовательскую часть научной работы

##### Материальное обеспечение:

Компьютер, ноутбуки

##### Задание:

Выполнить исследовательскую часть работы согласно разработанному плану

##### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

##### Ход работы:

- 1 Проанализировать полученную и обработанную информацию
- 2 Составить план и содержание научно-исследовательской работы
- 3 Составить основную часть работы
- 4 Составить экспериментальную часть работы
- 5 Сделать вывод или заключение по работе

6 Выполнить список используемых источников

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

**Тема 1.5**

**Экспериментальная и исследовательская деятельность**

**Практическое занятие № 25**

**Оформление и демонстрация текста научно-исследовательской работы**

**Формируемая компетенция:**

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

**Цель работы:**

научиться оформлять и демонстрировать текст научно-исследовательской работы

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

**Материальное обеспечение:**

Компьютер, ноутбуки

**Задание:**

Оформить научно-исследовательскую работу согласно требований ЕСКД и ГОСТ, продемонстрировать работу с помощью Microsoft Power Point.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Ход работы:

- 1 Оформить научно-исследовательскую работу согласно ГОСТ и требований ЕСКД
- 2 Отредактировать текст, рисунки, диаграммы, таблицы
- 3 Выполнить презентацию с использованием Microsoft Power Point не более 10 слайдов

### **Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

## **Тема 1.5**

### **Экспериментальная и исследовательская деятельность**

#### **Практическое занятие № 26**

**Составление доклада по исследовательской работе и публичное выступление.**

### **Формируемая компетенция:**

ПК 3.3. Оформлять результаты экспериментальной и исследовательской деятельности.

### **Цель работы:**

научиться составлять доклад по исследовательской работе и представлять его к публичному выступлению

### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- составлять доклад по исследовательской работе

### **Материальное обеспечение:**

Научно-исследовательская работа по выбранной теме

**Задание:**

Составить доклад по научно-исследовательской работе и представить его к публичному выступлению

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.

2. Выполнить задание.

3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Ход работы:

1 Выделить основные тезисы по проделанной работе

2 Написать вступительную часть доклада по работе

3 Написать основную часть доклада

4 Написать заключительную часть доклада

5 Синхронизировать текст доклада со слайдам презентации

**Форма представления результата:**

Работа выполняется в письменном виде в тетради для практических работ и защищается вместе с теорией по соответствующему разделу дисциплины в установленные сроки.

