

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор
/С.А. Махновский
29.06.2022г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

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

МДК.01.04 Технологическое оборудование доменных цехов

22.02.01 Металлургия черных металлов (Доменное производство)

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Металлургия и обработка
металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол 10 от 22.06.2022 г.

Методической комиссией МпК
Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчик:

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

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

Содержание практических работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.01 Metallургия черных металлов. Доменное производство: МДК.01.04 Технологическое оборудование доменных цехов

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	
2 Методические указания	
Практическое занятие 57	
Практическое занятие 58	
Практическое занятие 59	
Практическое занятие 60	
Практическое занятие 61	
Практическое занятие 62	
Практическое занятие 63	
Практическое занятие 64	
Практическое занятие 65	
Практическое занятие 66	
Практическое занятие 67	
Практическое занятие 68	
Практическое занятие 69	
Практическое занятие 70	
Практическое занятие 71	
Практическое занятие 72	
Практическое занятие 73	
Практическое занятие 74	
Практическое занятие 75	
Практическое занятие 76	
Практическое занятие 77	
Практическое занятие 78	
Практическое занятие 79	
Практическое занятие 80	
Практическое занятие 81	

1 ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

В соответствии с рабочей программой ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов), МДК.01.04 Технологическое оборудование доменных цехов

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У.1.1.01 выполнять операции по загрузке плавильных агрегатов и выпуску продуктов плавки;
- У.1.1.02 отбирать пробы на анализ;
- У.1.1.03 работать с технологической, конструкторской, организационно-распорядительной документацией, справочниками и другими информационными источниками;
- У.1.2.01 использовать программное обеспечение в управлении технологическим процессом;
- У.1.3.01 эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование;
- У.1.3.02 осуществлять мелкий ремонт оборудования;
- У.1.4.01 подбирать и рассчитывать состав шихтовых материалов;
- У.1.4.02 осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов к плавке;
- У.1.4.03 анализировать качество сырья и готовой продукции;
- У.1.4.04 рассчитывать тепловой и материальный баланс выплавки черных металлов;
- У.1.4.05 выполнять производственные и технологические расчеты;
- У.1.4.06 оценивать качество сырья, полупродуктов и готового продукта по результатам лабораторных анализов;
- У.1.5.01 анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению;
- У.1.6.01 находить причины нарушений технологии и пути их

- устранения;
- У.1.6.02 анализировать и оценивать состояние техники безопасности, промышленной санитарии и противопожарной защиты на производственном участке;
- У.1.6.03 выбирать методы и мероприятия по защите от негативных факторов производства;

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

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.
- ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
- ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

И овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1 Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.2. Использовать системы автоматического управления технологическим процессом.

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

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

ПК 1.6. Анализировать и оценивать состояние техники безопасности, промышленной санитарии и противопожарной защиты на производственном участке.

Выполнение студентами практических работ по ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов), МДК.01.04 Технологическое оборудование доменных цехов,

- 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.

Тема 4.1 Устройство и особенности конструкции доменных печей, основного и вспомогательного оборудования

Практическая работа № 57

Изучение устройства доменной печи на тренажере «Газовщик доменной печи №2»

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять назначение и особенности конструкции основных элементов доменной печи

Материальное обеспечение:

Оборудование: ПК, Мультимедийный тренажер Sike «Газовщик доменной печи №2»

Задание:

Изучить устройство основных элементов доменной печи

Порядок выполнения работы:

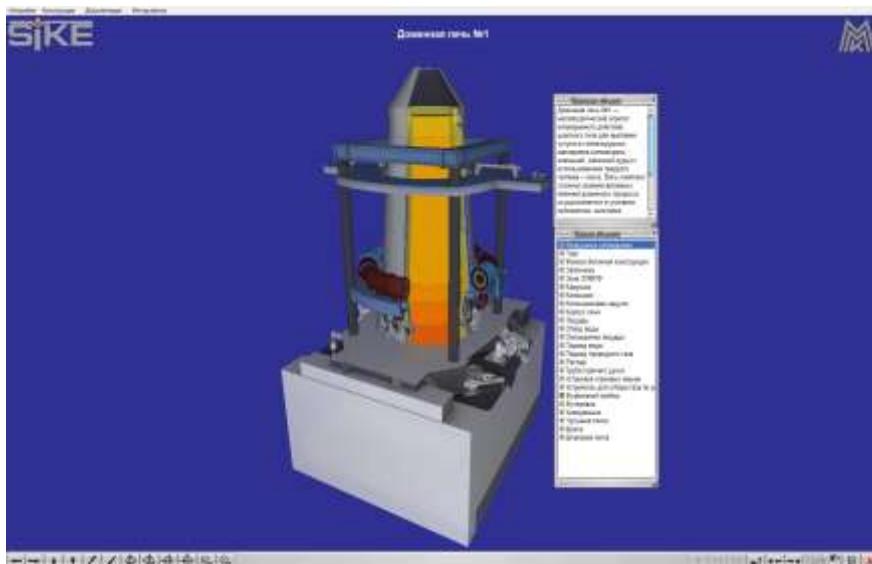
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.

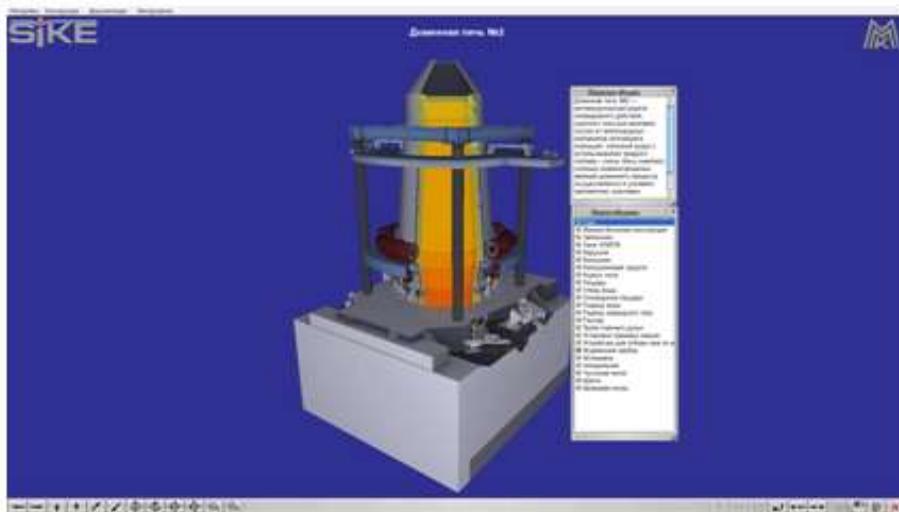
Ход работы:

1 Зайти в программу «Газовщик доменной печи №2» в раздел 1. Конструкция основных узлов доменных печей № 1 и № 2



2. Ознакомится с конструктивными особенностями всех представленных элементов, используя возможности программы, а также дополнительные справочные материалы





3. Выполните тестирование по элементу Доменная печь №1



Форма представления результата:
Экран компьютера

Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела тренажера «Газовщик доменной печи»

Практическая работа № 58 Расчет профиля доменной печи

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

научиться рассчитывать профиль доменной печи с использованием различных методик

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-рассчитывать профиль доменной печи;
-определять основные технико-экономические показатели процесса.

Материальное обеспечение: методические указания по расчету профиля доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Рассчитать основные части профиля доменной печи и определить основные технико-экономические показатели процесса.

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 исходные данные для расчета согласно своему варианту.
2. Изучить методические указания для расчета.
3. Определить площадь поперечного сечения и диаметр горна по интенсивности горения и условному суточному расходу кокса.
4. Принять высоты металлоприемника, фурменной зоны и гона в целом
5. Рассчитать число выпусков чугуна в сутки, количество чугунных леток
6. Определить диаметр, высоту и объем распара и заплечиков.
7. Определить полную и полезную высоты печи по отношению её к диаметру распара.
8. Определить диаметр, высоту и объем шахты и колошника
9. Вычислить объем отдельных частей печи в целом.
10. Определить технико-экономические показатели интенсивности работы печи.
11. По полученным расчетным данным начертить профиль доменной печи в масштабе.

Методика расчета профиля доменной печи

Исходными данными для определения размеров профиля доменной печи являются заданная производительность и ожидаемый коэффициент использования полезного объема печи (к. и. п. о.). Последний зависит, в основном, от сырьевых условий, в которых будет работать печь, и интенсивности ее хода. По заданной производительности и ожидаемому к и. п. о. определяют основной размер доменной печи, характеризующий ее мощность, - полезный объем.

Интенсивность хода доменной печи определяется несколькими показателями, но наибольшее распространение в практике получил показатель, называемый объемной интенсивностью горения кокса. Он определяется как отношение суточного расхода кокса K (т) к полезному объему печи $V_{\text{пол}}$ (м^3) и показывает расход кокса в сутки на 1 м^3 полезного объема:

$$I = \frac{K}{V_{\text{пол}}}, \text{ т}/(\text{м}^3 \cdot \text{сут.}).$$

Исходя из предполагаемой интенсивности хода печи I и полезного объема V , полученного из приведенного соотношения,

определяют суточный расход кокса K , Зная суточный и удельный (на 1 т чугуна) расход кокса, можно уточнить заданную производительность печи с учетом интенсивности ее хода.

K . и. п. о. и интенсивность хода печи / связаны обратно пропорциональной зависимостью. Если в выражение к. и. п. о. $=V_{\text{пол}}/T$, где T - суточная производительность печи, подставить значение $V_{\text{пол}}$ из выражения, приведенного

выше, т. е. $V_{\text{пол}} = K/T$, то получим

$$\text{к. и. п. о.} = K / T \cdot I$$

Так как отношение K / T представляет собой относительный расход кокса k , то

$$\text{к. и.п. о.} = k / I$$

Следовательно, чем ниже возможный расход кокса и выше возможная интенсивность хода печи, тем меньше к. и. п. о., и тем большей может быть заданная производительность проектируемой печи.

Иногда интенсивность хода доменной печи выражают количеством кокса, израсходованного на 1 м² сечения горна в сутки:

$$i_r = K / A, \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут}),$$

где A - площадь сечения горна, м².

Определив требуемый полезный объем печи, можно рассчитать размеры профиля, пользуясь методами М.А. Павлова, А.Н. Рамма и разработанным Гипромезом.

Метод М.А. Павлова, впервые опубликованный в 1909 г., основан на применении эмпирических данных о работе доменных печей с разными профилями. Для определения диаметра распара в зависимости от полезного объема и принятой полной высоты печи М.А. Павлов рекомендует формулу:

$$V_{\text{пол}} = k' D_p^2 H_p,$$

где k' - коэффициент, учитывающий отклонение профиля печи от цилиндрического и изменяющийся для печей современного профиля от 0,52 до 0,54. Диаметр горна определяется по его сечению, которое находят из формулы:

$$K = i_r A,$$

где K - расход кокса в сутки, т; i_r - интенсивность горения кокса на 1 м² сечения горна, т/(м²· сут.); A - площадь сечения горна, м².

В этой формуле суточный расход кокса определяется исходя из заданной производительности и относительного расхода кокса. Зная суточный расход кокса K , выбирают соответствующую ему интенсивность горения кокса i_r , пользуясь рекомендуемыми М.А. Павловым соотношениями:

$K, \text{т/сут}$	$i_r, \text{т}/(\text{м}^2\text{сут})$	$K, \text{т/сут}$	$i_r, \text{т}/(\text{м}^2\text{сут})$
550-650	19,2	950-1100	22,8
650-800	20,4	1100-1250	24,0
800-950	21,6	>1250	26,4

Правильность расчета диаметра горна проверяется отношением полезного объема к площади сечения горна или отношением диаметра распара к диаметру горна, которые для современных доменных печей изменяются соответственно в пределах 25-28 и 1,10-1,14. Отношение диаметра колошника к диаметру распара, согласно рекомендациям М.А. Павлова, должно быть в пределах 0,67-0,75. Высоту горна определяют исходя из его объема от оси чугунной летки до горизонта воздушных фурм. Объем горна рассчитывают исходя из условия, что на одну тонну суточной производительности необходимо 0,09-0,14 м³ объема горна. Высота других частей профиля расчетом обычно не определяется, а выбирается на основании опытных данных или вычисляется по разности известных высот.

Метод расчета размеров профиля, разработанный проф. А.Н. Раммом, основан на статистических данных и, так же, как и метод М.А. Павлова, является сугубо эмпирическим. Сопоставив размеры профиля современных доменных печей, А.Н. Рамм показал, что его размеры находятся в степенной зависимости от полезного объема, выраженной формулой

$$x = c \cdot V_{\text{пол}}^n,$$

где c и n - постоянные для данного элемента профиля коэффициенты.

Расчет размеров профиля по этой формуле А.Н. Рамм назвал серией «нормальных» профилей.

Сопоставив размеры некоторых больших доменных печей СССР и США, характеризующихся наилучшими показателями работы, а также малых шведских печей, А.Н. Рамм на основе принципа геометрического подобия предложил формулы для расчета серии геометрически подобных профилей. Расчет размеров профилей по этим

формулам предполагает постоянство углов наклона стен шахты и заплечиков соответственно $85^{\circ}14'$ и $81^{\circ}52'$.

В таблице П.1 приведены формулы А.Н. Рамма для расчета серии «нормальных» и «геометрически подобных» профилей.

Для определения размеров профиля Н.К. Леонидов предложил формулы, приведенные ниже.

Диаметры, м:

колошника $d_k = 0,593V_{\text{пол}}^{0,33}$;

распара $D_p = 0,384V_{\text{пол}}^{0,44}$;

горна $D_r = 0,342V_{\text{пол}}^{0,44}$.

Высоты, м:

полезная $H_{\text{пол}} = 5,42V_{\text{пол}}^{0,22}$;

заплечиков $h_3 = 0,110H_{\text{пол}}$;

шахты $h_{\text{ш}} = 0,60H_{\text{пол}}$;

горна $h_r = 0,125H_{\text{пол}}$;

распара $h_p = 0,08H_{\text{пол}}$;

колошника $h_k = 0,095H_{\text{пол}}$.

Таблица П.1.

Расчетные формулы для определения размеров доменных печей различного объема

Размер, элемент профиля	Серии профилей	
	«нормальные»	«геометрически подобные»
Диаметры, м		
колошника	$d_k = 0,59V_{\text{пол}}^{0,37}$	$d_k = 0,7D_p$
распара	$D_p = 0,59V_{\text{пол}}^{0,38}$	$D_p = 0,83\sqrt[3]{V_{\text{пол}}}$
горна	$D_r = 0,32V_{\text{пол}}^{0,45}$	$D_r = 0,9D_p$
Высота печи, м		
полная	$H_n = 5,55V_{\text{пол}}^{0,24}$	$H_n = 3,35D_p$
полезная	$H_{\text{пол}} = 0,88H_n$	$H_{\text{пол}} = 2,95D_p$
Высота элементов профиля, м		
горна	$h_r = 0,10H_n$	$h_r = 0,35D_p$
заплечиков	$h_3 = 3,2$	$h_3 = 0,35D_p$
распара	$h_p = 0,07H_n$	$h_p = 0,20D_p$
конической части шахты	$h_{\text{ш}} = 0,63H_n - 3,2$	$h_{\text{ш}} = 1,80D_p$
колошника	$h_k = 0,08H_n$	$h_k = 0,25D_p$

П.1.2. Пример расчета профиля по методу М.А. Павлова

Исходные данные

Суточная производительность 6000 т чугуна, к.и.п.о. 0,45 м³/(т•сут.). Полезную высоту принимаем равной 31,2м, полную 33,65 м.

Порядок расчета

1. Определяем полезный объем доменной печи:

$$V_{\text{пол}} = 6000 \cdot 0,45 = 2700 \text{ м}^3.$$

2. Определяем диаметр распара, принимая коэффициент k' , равным 0,53:

$$D_p = \sqrt{(2700 / (0,53 \cdot 33,65))} = 12,3 \text{ м.}$$

Относительный расход кокса принимаем 0,42 т на 1 т чугуна (печь будет работать с применением высоконагретого комбинированного дутья и полностью офлюсованного агломерата с высоким содержанием железа). Расход кокса составит $6000 \times 0,42 = 2520$ т/сут.

Принимая по суточному расходу кокса рекомендуемую М.А. Павловым интенсивность горения кокса на 1 м² сечения горна 26,4 т/(м²-сут), определяем площадь горна A_r :

$$2520 / 26,4 = 95,4 \text{ м}^2$$

5. Из формулы $A_r = \pi D_r^2 / 4$ определяем диаметр горна:

$$D_r = \sqrt{\frac{4A_r}{\pi}};$$

тогда

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \cdot 95,4}{3,14}} = 11,0 \text{ м}$$

6. Диаметр колошника определяем из соотношения $d_k / D_p = 0,67 - 0,75$. Принимаем это соотношение, равным 0,67, тогда

$$d_k = 12,3 \cdot 0,67 = 8,2 \text{ м.}$$

7. Высоту горна определяем из условия, что на 1 т суточной выплавки чугуна необходимо 0,062 м³ объема горна, что вполне достаточно при частых выпусках чугуна:

$h_r = (6000 \cdot 0,062) / 95,4 = 3,9$ м, где 6000 - суточная производительность печи, т чугуна.

На основании опытных данных принимаем высоту заплечиков, равной 3,4 м.

Определяем угол наклона заплечиков:

$$\text{tg} \beta = 3,4 / 0,5(12,3 - 11,0) = 5,2308; \beta = 79^\circ 10'.$$

10. На основании опытных данных высоту цилиндрической части колошника принимаем равной 3,0 м, а высоту распара - 2,2 м.

11. Определяем высоту шахты:

$$h_{\text{ш}} = 31,2 - (3,9 + 3,4 + 3,0 + 2,2) = 18,7 \text{ м.}$$

12. Находим угол наклона шахты:

$$\text{tg}\alpha = 18,7 / 0,5(12,3 - 8,2) = 9,122; \alpha = 83^\circ 45'.$$

13. Проверяем величину полезного объема печи:

а) объем горна

б) объем заплечиков

$$V_{\text{зап}} = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 3,4(6,15^2 + 6,15 \cdot 5,5 + 5,5^2) = 362 \text{ м}^3; \text{ в) объем}$$

распара

г) объем шахты

д) объем колошника

е) общий полезный объем

$$V_{\text{пол}} = 370 + 362 + 261 + 1562 + 158 = 2714 \text{ м}^3.$$

Результаты расчета профиля для доменной печи полезным объемом 2700 м³ по методам А.Н. Рамма, Н.К. Леонидова и М.А. Павлова приведены в таблице П.2. Для сравнения в этой таблице приведены и размеры типовой печи этого объема.

Таблица П.2.

Результаты расчета профиля доменной печи полезным объемом 2700 м³ различными методами

Параметры печи и элементов профиля	Методы расчета				
	А.Н. Рамма, по формулам для серий профилей		Н.К. Леонидова	М.А. Павлова	Типовая доменная печь
	«нормальные»	«геометрически подобных»			
Диаметры, мм					
колошника	7950	8100	8040	8200	8100
распара	11900	11550	12420	12300	12300
горна	11200	10400	11060	11000	11000
Высота печи, мм					
полная	37000	38700	33320	33650	33650
полезная	32600	34000	30820	31200	31200
Высота элементов профиля, м					
горна	3700	4000	3850	3900	3900
заплечиков	3200	4000	3390	3400	3400
распара	2600	2300	2470	2200	2200
шахты	20100	20800	18490	18700	18700
колошника	2300	2900	2920	3000	3000
Углы наклона					
заплечиков	84°13'	81°52'	79°40'	79°10'	79°10'38"
шахты	84°45'	85°14'	83°13'	83°45'	83°35'33"

Анализ таблицы П.2 показывает, что метод М.А.Павлова, разработанный более 70 лет назад, и сейчас дает результаты, близкие размерам профиля типовой доменной печи этого же объема.

Несколько большие расхождения получаются при сравнении результатов расчета профилей по методу А.Н. Рамма с размерами профиля типовой печи большого объема.

Рассчитанные по этому методу профили более вытянуты в высоту и имеют менее пологие шахты и заплечики. Это объясняется неуклонным ростом отношения поперечных размеров к высоте в современных печах большой мощности, что не было учтено в формулах А.Н. Рамма, полученных на обобщении размеров профилей средних по объему доменных печей.

В настоящее время предпринимаются попытки разработать теоретические основы метода профилирования печей, который бы учитывал все условия и особенности протекания доменного процесса. Рациональный профиль, рассчитанный по этому методу, должен обеспечивать строго равномерное падение напора газов по высоте печи от горна к колошнику при минимально возможном расходе кокса и максимальной производительности

Форма представления результата:

Расчет выполнить в печатном виде на листах формата А4, согласно ГОСТ. Расчет брошюруется и защищается в установленные сроки.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 59

Изучение устройства футеровки: лещади и горна, заплечиков, распара и шахты

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство футеровки частей профиля доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

применять полученные знания на практике

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Задание:

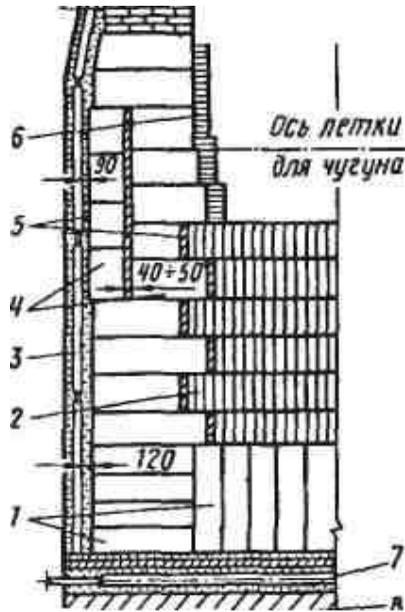
Изучить устройство футеровки частей профиля доменной печи

Порядок выполнения работы:

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

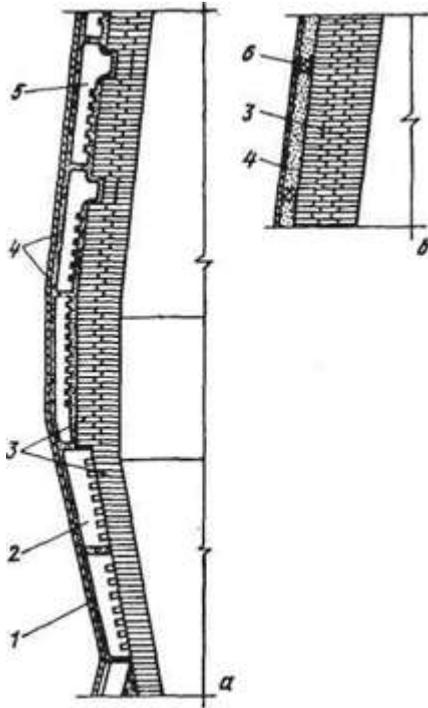
Ход работы:

1 Ознакомиться с конструкцией футеровки различных частей доменной печи



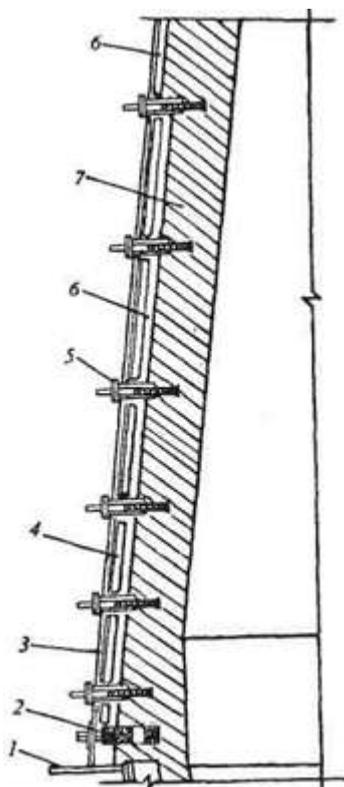
. Комбинированная кладка лещади и горна:

1 — графитированные блоки; 2 — высокоглиноземистый кирпич; 3 — плитовой холодильник; 4 — углеродистые блоки; 5 — углеродистая масса; 6 — защитная шамотная кладка; 7 — система воздушного охлаждения низа лещади; 8 — пень



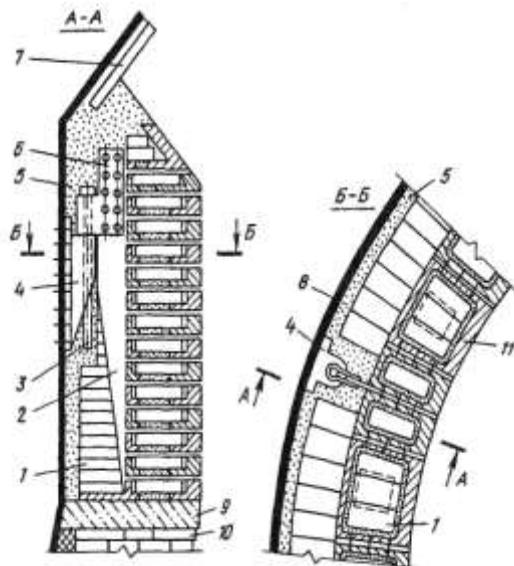
Кладка запечников, распара и низа шахты (я) и верха шахты (J):

- 1 — кожух печи; 2 — плитовой холодильник с залитым кирпичом; 3 — шамотный кирпич; 4 — огнеупорная масса; 5 — ребристый холодильник с выступом; 6 — асбесто-смоляной блок



Шахта с вертикальными и горизонтальными холодильниками:

1 — мараторное кольцо; 2 — горизонтальный мараторный холодильник; 3 — кожух печи; 4 — плитовой вертикальный холодильник; 5 — горизонтальный холодильник; 6 — огнеупорная масса; 7 — шамотная кладка



Колошниковая защита (футеровка колошника):

1 — шамотный кирпич; 2 — пластина; 3 — штырь; 4 — кронштейн; 5 — шлакоас-бестовая масса; 6 — серьга; 7 — футеровочная плита купола; 8 — кожух печи; 9 — глинисто-асбестовая масса; 10 — кладка шахты; 11 — стальной сегмент

2 Изучить особенности выкладки футеровки в каждой части

Применяемые огнеупоры. Для футеровки доменной печи применяют качественный (доменный) шамотный кирпич, высокоглиноземистый кирпич, углеродистые блоки, иногда карбидокремниевый кирпич. Основу шамота составляют SiO_2 и Al_2O_3 . Для доменных печей стандартом предусмотрено три сорта шамотных изделий с содержанием Al_2O_3 соответственно не менее 42, 41 и 39%; они отличаются повышенной плотностью и прочностью, высокой огнеупорностью ($> 1750^\circ\text{C}$), низким содержанием Fe_2O_3 ($< 1,5\%$). Кирпич с более высоким содержанием Al_2O_3 применяют для кладки низа печи, а с более низким — для кладки верха. Кроме того, для кладки печей объемом 1033 м³ стандартом предусмотрена марка шамота с меньшим ($> 37\%$) содержанием Al_2O_3 , меньшей огнеупорностью ($>$

1730 °С), прочностью и плотностью. Кирпич может быть длиной 230 мм (нормальный) и 345 мм (полуторный). Применение кирпичей различной длины обеспечивает хорошее переплетение швов кладки.

Высокоглиноземистый муллитовый кирпич, применяемый для кладки лещади, содержит > 63 % Al_2O_3 при огнеупорности > 1800 °С. Доменный карбидокремниевый кирпич содержит > 72 % SiC и > 7 % азота и отличается от огнеупоров на основе Al_2O_3 и SiO_2 заметно большей прочностью и теплопроводностью.

Углеродистые блоки изготовляют из кокса и обожженного антрацита с добавкой в качестве связующего небольшого количества каменноугольного пека. Длина блоков достигает 3-4 м, они прямоугольного сечения 400х400 и 550х550 мм. Блоки в комбинации с высокоглиноземистым кирпичом больших размеров (400х200х100 мм) применяют для кладки самой нижней части печи — лещади.

Швы между огнеупорными кирпичами заполняют раствором, изготовленным из мертелей, соответствующих классу кирпича. Мертель — это порошок, состоящий из измельченного шамота и огнеупорной глины. Для ответственных видов кладки применяют мертели с добавкой небольших количеств поверхностно-активных и клеящих веществ (сода, сульфитно-спиртовая барда), что позволяет приготавливать растворы с меньшей влажностью при одновременном повышении их пластичности. Для заполнения швов между углеродистыми блоками применяют углеродистую пасту, состоящую из кокса и смоло-пека. Зазор между блоками допускается не более 0,5 мм для вертикальных и не более 1,5 мм для горизонтальных швов.

Лещадь. Ранее лещади доменных печей выкладывали из качественного шамотного кирпича. Однако рост объема печей и интенсификация плавки вызывали быстрое разрушение такой кладки. Поэтому в настоящее время лещади делают либо цельноуглеродистыми, либо комбинированными из углеродистых и высокоглиноземистых огнеупоров. Применение углеродистых огнеупоров вызвано тем, что из-за их высокой теплопроводности снижается перегрев и вследствие этого уменьшается разрушение кладки лещади.

Один из вариантов кладки цельноуглеродистой лещади из углеродистых блоков показан на рисунке. В комбинированной лещади, один из вариантов которой показан на рисунке, ее низ 1 и наружную часть (стакан) 4 выкладывают из углеродистых блоков, а внутреннюю центральную часть 2 и высокоглиноземистых муллитовых изделий, содержащих более 65 % Al_2O_3 . Высота лещади составляет ~ 5,6 м; это необходимо, поскольку за многие месяцы эксплуатации печи происходит разрушение кладки жидким чугуном, и в лещади образуется заполненная жидким

чугуном полость, могущая достигать фундамента печи. С тем, чтобы уменьшить износ лещади, в современных печах предусматривают воздушное охлаждение ее низа. Между низом лещади 1 и пнем 8 фундамента закладывают чугунные плиты 7 толщиной 180 мм; в плиты залиты стальные трубки диаметром 140 мм, в которые вентилятором подают охлаждающий воздух. Снаружи кладку лещади охлаждают гладкими плитовыми холодильниками 3

Горн. Футеровку горна до уровня фурм выполняют из углеродистых блоков, а в районах фурм и чугунных и шлаковых леток из шамотного ($> 42\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) кирпича, поскольку углерод здесь может окисляться кислородом дутья, диоксидом углерода (CO_2), а также парами воды из огнеупорных масс. При работе на безводных леточных массах район чугунных леток делают из углеродистых блоков. Для предотвращения окисления углеродистых блоков в период задувки печи их защищают кладкой в один ряд из шамотного кирпича.

Толщина футеровки у низа горна достигает 1600 мм. Снаружи кладку горна охлаждают гладкими плитовыми холодильниками.

Запечники. Кладку запечников чаще всего делают тонкостенной (толщина 230 или 345 мм) из шамотного ($> 42\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) кирпича в один ряд, при этом кирпич примыкает к периферийным плитовым холодильникам с залитым кирпичом. Иногда вместо шамота применяют карбидокремниевые кирпичи. Кладка запечников быстро изнашивается и вместо нее на поверхности холодильников формируется слой гарнисажа (застывшего шлака и мелких кусков шихты).

Шахта и распар. Кладку распара и охлаждаемой части шахты ($\sim 2/3$ ее высоты снизу) выполняют из шамотного ($> 41\text{—}42\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) или карбидокремниевый кирпича, а кплщ-ку верхней неохлаждаемой части шахты из шамота, содержащего $> 39\% \text{ Al}_2\text{O}_3$. Кирпичи укладывают в два—три ряда вперевязку.

Кладка шахты с распаром может быть толсто-, средне- и тонкостенной. В прежние годы широко применяли толстостенную кладку (толщина верха шахты 800—900 мм и до 1300 мм в районе распара) с горизонтальными холодильниками, заглубленными в кладку и служащими ее опорой (расположение таких холодильников можно видеть на рис. 27). Однако в связи с тем, что холодильники расположены на расстоянии друг от друга, плохо охлаждается кожух, и после износа футеровки возникают его местные перегревы, вызывая термическую деформацию и возможность появления трещин. Кроме того, вырезы в кожухе для установки горизонтальных холодильников снижают его прочность и делают кожух менее герметичным. В связи с этим в последние годы делают тонко- и среднестенные шахты.

Тонкостенная шахта (и распар) имеет в охлаждаемой части толщину кладки 230—345 мм и в верхней неохлаждаемой части 575-690 мм с охлаждением вертикальными ребристыми холодильниками, причем часть холодильников имеет горизонтальные выступы, которые служат опорой для кладки и способствуют удержанию гарнисажа.

Среднестенная шахта имеет толщину кладки в охлаждаемой части 575—900 мм и в неохлаждаемой 700 мм, охлаждение либо комбинированное из вертикальных ребристых холодильников в сочетании с горизонтальными, либо из вертикальных ребристых холодильников, имеющих горизонтальные выступы.

В распаре и охлаждаемой части шахты по мере износа кирпича образуется слой гарнисажа. С тем, чтобы уменьшить давление от расширяющейся при нагреве кладки на кожух печи и предотвратить его разрыв, между футеровкой и вертикальными холодильниками по всей высоте печи (кроме распара) предусматривают зазор в 70—200 мм, заполняемый шамотоас-бестовой или пластичной углеродистой массой.

Колошник. Собственно футеровка колошника состоит из одного ряда шамотного кирпича, выкладываемого у кожуха. За ним располагают "колошниковую защиту", которая воспринимает удары падающих сверху в процессе загрузки кусков шихты. Широко распространенная ее разновидность состоит из стальных сегментов — литых полых коробок, заполненных шамотным кирпичом. Сегменты расположены несколькими кольцевыми рядами по высоте колошника; соседние по окружности сегменты соединены между собой болтами.

Вся колошниковая защита крепится к кожуху с помощью нескольких подвесок, в каждой из которых сегменты прикреплены к вертикальной пластине, соединенной с серьгой, которая свободно подвешена на штыре, вставленном в отверстие кронштейна; последний прикреплен к кожуху болтами. Такая подвеска позволяет всем сегментам перемещаться вверх в случае роста кладки шахты в вертикальном направлении в результате ее нагрева.

3 Заполнить таблицу:

Часть профиля	Вид огнеупора	толщина кладки	Величина зазора	особенности службы

Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 60 **Изучение устройства засыпных аппаратов на тренажере** **«Газовщик доменной печи №2»**

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять назначение и особенности конструкции основных элементов засыпных аппаратов доменных печей

Материальное обеспечение:

Оборудование: ПК, Мультимедийный тренажер Sike «Газовщик доменной печи №2»

Задание:

Изучить устройство основных элементов бесконусного загрузочного устройства и конусного загрузочного устройства

Порядок выполнения работы:

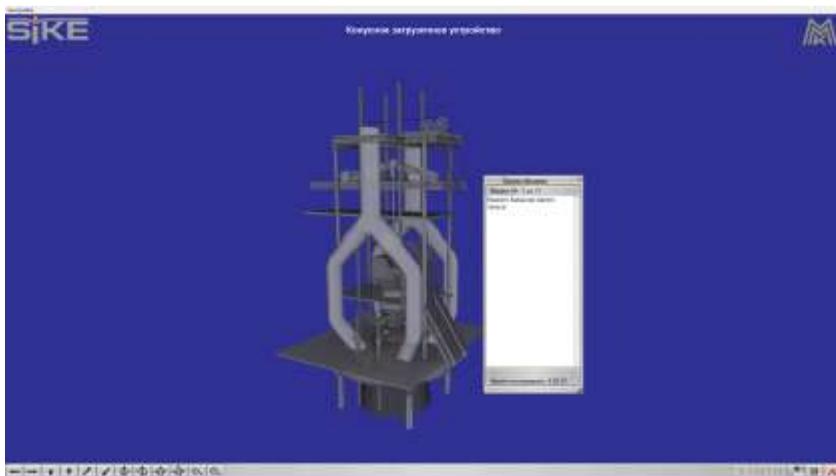
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.

Ход работы:

- 1 Зайти в программу «Газовщик доменной печи №2» в раздел 1. Конструкция основных узлов доменных печей № 1 и № 2



2. Ознакомится с конструктивными особенностями всех представленных элементов, используя возможности программы, а также дополнительные справочные материалы



Форма представления результата:

Экран компьютера

Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела тренажера «Газовщик доменной печи»

Практическая работа №61. Изучение конструкций охладительных приборов

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить конструкции охладительных приборов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять различные типы конструкции холодильников доменной печи

Материальное обеспечение:

методические указания по расчету воздухонагревателей

Оборудование: не требуется**Задание:**

Изучить конструкции основных холодильников доменной печи

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить краткий конспект теоретического материала
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Теоретический материал

Холодильники служат для охлаждения футеровки и кожуха печи с помощью, пропускаемой через них холодной технической воды, а при испарительном охлаждении — с помощью кипящей химически очищенной воды. Широко применяются плитовые холодильники, располагаемые вертикально между кожухом и футеровкой; ряд разновидностей таких холодильников для водяного охлаждения показан на рис. 24. Холодильник — это плита из чугуна с залитой в ней стальной трубкой в виде змеевика для циркулирующей воды. Холодильник крепят к кожуху печи с помощью болтов.

Холодильники (рис. 25) делают с гладкой внутренней поверхностью (их устанавливают в лещади и горне); с ребристой поверхностью, что улучшает теплообмен с футеровкой и способствует удержанию гарнисажа (применяют в распаре и шахте); ребристые с залитыми огнеупорными кирпичами, что повышает стойкость против истирания кусками шихты и способствует удержанию гарнисажа (применяют в заплечиках). Холодильники для фурм и леток (рис. 24, з, д) имеют округлую выемку; иногда холодильник делают с двумя залитыми трубками, располагаемыми в два ряда (рис. 25, д).

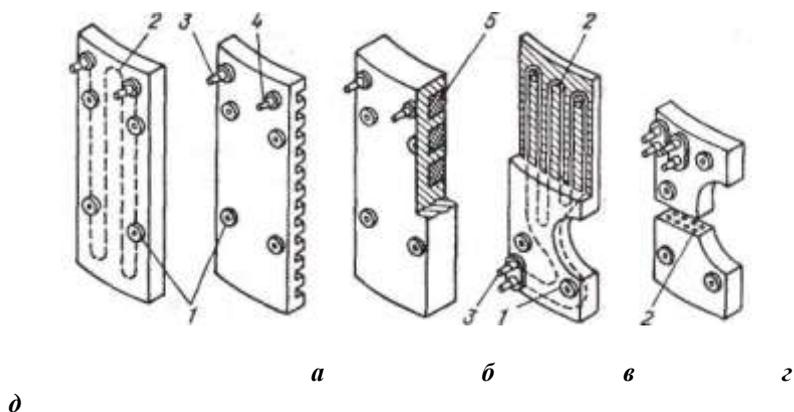


Рис. 25. Плитовые водяные холодильники:
а — с гладкой внутренней поверхностью; *б* — ребристый; *в* — ребристый с залитым кирпичом; *г* — холодильник фурменной зоны; *д* — холодильник чугунной летки (*1* — отверстие для болтов крепления к кожуху; *2* — залитая стальная трубка; *3* — подвод воды; *4* — отвод воды; *5* — залитый кирпич)

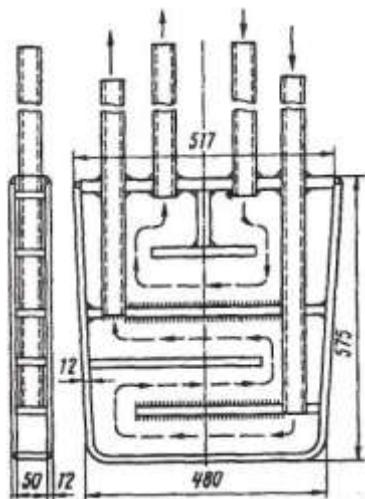


Рис. 26. Плитовой горизонтальный холодильник

Холодильники шахты и распара часто делают с горизонтальным выступом на внутренней поверхности; выступ охлаждается отдельной водоподводящей трубкой и служит опорой для кирпичной кладки. Толщина гладких плит холодильников равна 120—160 мм, а холодильников с залитыми кирпичами достигает 250-350 мм.

При испарительном охлаждении во избежание образования паровых пробок кипящая вода должна двигаться снизу вверх; поэтому в плиту заливают две или более вертикально располагаемые трубки с подводом воды к каждой из них снизу и отводом сверху.

Находят применение горизонтальные холодильники; их горизонтально располагаемая плита заглублена в футеровку усиливая ее охлаждение, и служит опорой для кирпичной кладки. Один из горизонтальных холодильников показан на рис. 26. Для установки горизонтальных холодильников в кожухе печи, как правило, необходимо делать вырезы.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа №62 **Изучение устройства воздухонагревателей на тренажере** **«Газовщик доменной печи №2»**

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство воздухонагревателей доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять назначение и особенности конструкции основных элементов воздухонагревателей доменной печи

Материальное обеспечение:

Оборудование: ПК, Мультимедийный тренажер Sike «Газовщик доменной печи №2»

Задание:

Изучить устройство основных элементов воздухонагревателей доменной печи

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:



Форма представления результата:

Экран компьютера

Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела тренажера «Газовщик доменной печи»

Практическая работа №63 Изучение устройства клапанов воздухонагревателей на тренажере «Газовщик доменной печи №2»

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство основных клапанов воздухонагревателей доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять назначение и особенности конструкции основных клапанов воздухонагревателей доменной печи

Материальное обеспечение:

Оборудование: ПК, Мультимедийный тренажер Sike «Газовщик доменной печи №2»

Задание:

Изучить устройство основных клапанов воздухонагревателей доменной печи

Порядок выполнения работы:

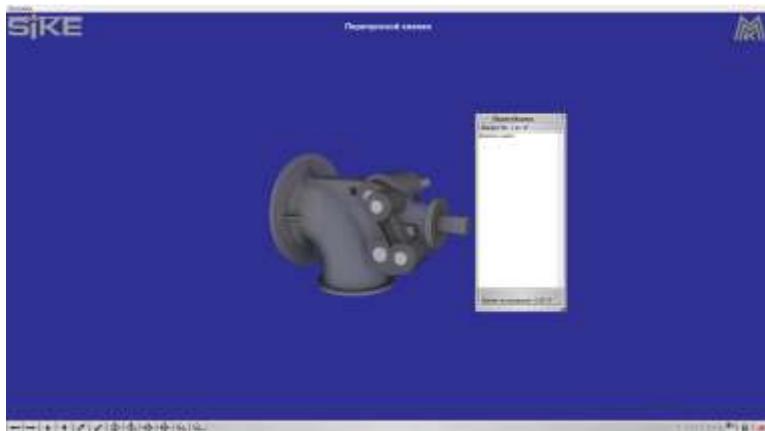
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.

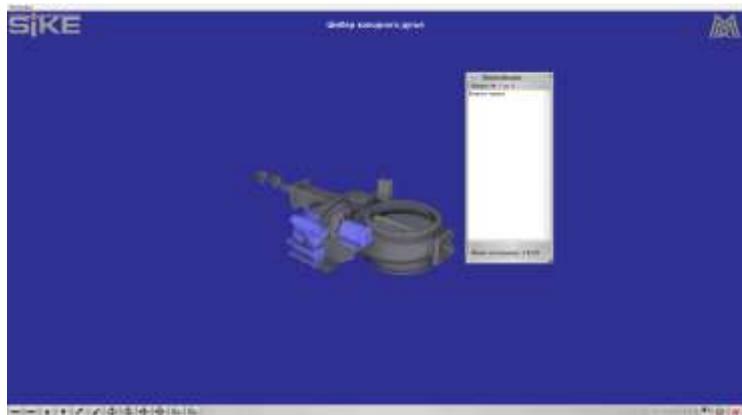
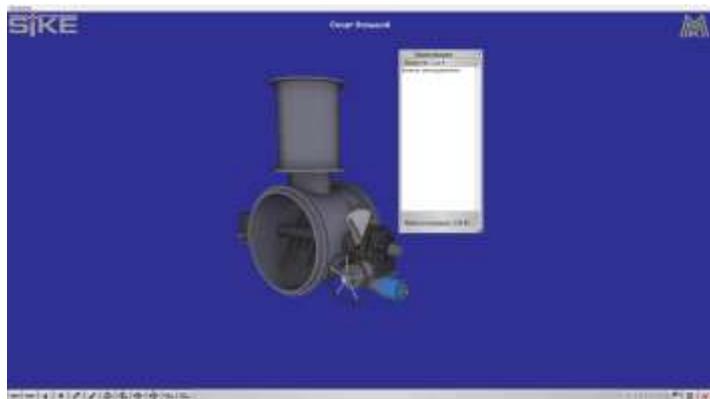
Ход работы:

1 Зайти в программу «Газовщик доменной печи №2» в раздел 1. Конструкция основных узлов доменных печей № 1 и № 2



2. Ознакомится с конструктивными особенностями всех представленных элементов, используя возможности программы, а также дополнительные справочные материалы





3. Выполните тестирование соответствующих элементов клапанов

Форма представления результата:

Экран компьютера

Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела тренажера «Газовщик доменной печи»

Практическая работа № 64
Расчет газоочистки. Выбор газоочистных устройств.

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

Оборудование: не требуется

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 ³	
Давление колошникового газа	2,6 ати	
Выход влажного газа	2120 м ³ /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 входе в пылеуловителя	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 Π – производительность доменной печи, т/сут
 V – выход влажного доменного газа, м³/т чугуна

Сечение ввода при скорости газа 15 м/с:

$$S_{\text{вв}} = \frac{Q_0}{W_{\text{вв}}} = \frac{1059999,96}{16 * 3600} = 18,4 \text{ м}^2.$$

где $S_{\text{вв}}$ – сечение ввода, м²

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

Q_0 – количество газа с учетом возможного увеличения на 20%

$$Q_0 = 883333,3 * \frac{120}{100} = 1059999,96 \text{ м}^3/\text{час}$$

Тогда:

$$d_{\text{вв}} = \sqrt{\frac{4S\hat{a}}{\hat{i}}} = \sqrt{\frac{4 * 18,4}{3,14}} = 4,84 \text{ м.}$$

Диаметр ввода наружный:

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

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

$h_{\text{кож}}$ – толщина кожуха, м

Сечение трубы центрального вода равно:

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

Сечение кольца пылеуловителя должно быть равно:

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

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:

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

Наружный диаметр пылеуловителя:

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

Сечение отвода:

$$\frac{S\hat{a}\hat{i}}{\hat{i}\hat{d}\hat{a}} = \frac{Q_0}{3600 * V\hat{i}\hat{d}\hat{a}} = \frac{1059999,96}{3600 * 23} = 12,8 \text{ м}^2$$

Диаметр отводящего газа провода:

$$d = \sqrt{\frac{\hat{a}\hat{i}}{\hat{i}\hat{d}\hat{a}}} = \sqrt{\frac{4S}{\hat{i}}} = \sqrt{\frac{4 * 12,8}{3,14}} = \sqrt{16,3} = 4,03 \text{ м}$$

Наружный диаметр отводящей трубы:

$$d \frac{\hat{i}\hat{a}\hat{\delta}}{\hat{i}\hat{a}\hat{\delta}} = d \frac{\hat{i}\hat{a}\hat{\delta}}{\hat{i}\hat{a}\hat{\delta}} + 2h_{\text{кож}} = 4,03 + 2 * 0,012 = 4,054 \text{ м}$$

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.

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

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

T – время пребывания

Верхний купол делают на 45⁰. Определяем высоту конической верхней части:

$$h_{\text{вк}} = \frac{1}{2} (D - d \frac{\hat{i}\hat{a}\hat{\delta}}{\hat{i}\hat{a}\hat{\delta}}) - \text{tg } 45^0 = \frac{18,24 - 5,094}{2} * 1 = 6,57 \text{ м}$$

Нижняя часть определяется по количеству уловленной пыли, по углу откоса и т.д. Угол наклона нижнего конуса составляет 50⁰. Диаметр выгрузочного отверстия – 1м.

Высота нижнего конуса определяется:

$$h_{\text{нк}} = \frac{1}{2} (D - d_{\text{выгр}}) * \text{tg } 50^0 = \frac{18,24 - 1}{2} * 1,19 = 10,25 \text{ м}$$

Определяем общую высоту пылеуловителя:

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

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

$$V_{\text{нк}} = \frac{\hat{i} * h}{12} * (d_1^2 + 1,0^2 + d * 1,0) = \frac{3,14 * 10,25}{12} * (17,73^2 + 1,3^2 + 17,73 * 1,3) = 1486,67 \text{ м}^3$$

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

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

Где 1,6*10⁶ – насыпная масса пыли, г/м³

20 – запыленность газа, г/м³

Заполнение бункера составит при этом:

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

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

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

$$276,66 * 1,6 = 442,65 \text{ т или } \frac{442,65}{60} \approx 7 \text{ вагонов в сутки,}$$

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:

$$V = \frac{Q \dot{O}}{S_{\text{скруб}} * 3600} = \frac{540163,73}{4 * 3600} = \frac{540163,73}{78.5 * 3600} = 1,914 \text{ м/сек}$$

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

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

Определяем время пребывания газа в скруббере:

$$T = \frac{V_{\text{скруб}} * 3600}{Q_{\text{г}}} = \frac{2355 * 3600}{540163,73} = 15,69 \text{ м}$$

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

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

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:

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

IV. Расчет размеров трубы Вентури

Для расчета принимаем:

W_0 – скорость газа 110 м/сек

B – расход воды 0,7 кг/м³

Y_2 – плотность газа 1,297 кг/м³

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

Тогда сечение горловины одной трубы составит:

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

где h – число труб

V_r – скорость газа в горловине трубы

$$d_r = \sqrt{\frac{4S\dot{a}}{\dot{V}}} = \sqrt{\frac{4 * 0,446}{3,14}} = \sqrt{0,568} = 0,75 \text{ м}$$

Рассчитываем перепад давлений в горловине трубы при ($V=110$ м/сек, $B=0,7$ м³ воды/м³ газа):

$$\Delta h=0,276 * \gamma_{(r+v)} * V_{r}^2$$

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

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

Где γ_{r+v} – плотность газовой смеси

V_r – скорость газа в горловине.

По конструктивным соображениям длину горловины определяем исходя из соотношения:

$$l_r=0,15d_r=0,15*0,75=0,11 \text{ м}$$

где: l_r – длина горловины, м

d_r – диаметр горловины, м

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

α_k принимается 25°

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

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

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

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

КПД труб распылителей достигает 90%

Тогда запыленность газа после выхода из труб распылителей составит:

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

V. Определение содержания пыли в газе после дроссельной группы.

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

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

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа №65
Изучение устройства агрегатов газоочистки на тренажере
«Газовщик доменной печи №2»

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство агрегатов газоочистки доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять назначение и особенности конструкции основных элементов доменной печи

Материальное обеспечение:

Оборудование: ПК, Мультимедийный тренажер Sike «Газовщик доменной печи №2»

Задание:

Изучить устройство агрегатов газоочистки доменной печи доменной печи

Порядок выполнения работы:

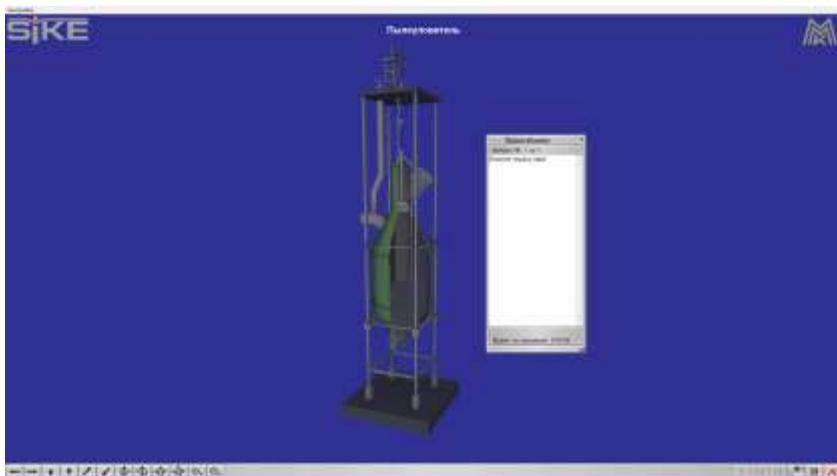
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.

Ход работы:

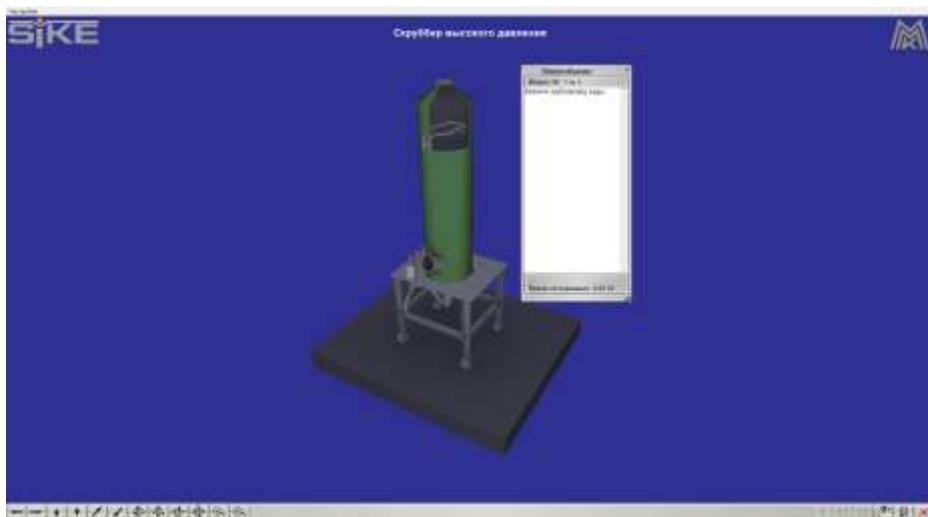
1 Зайти в программу «Газовщик доменной печи №2» в раздел 1. Конструкция основных узлов доменных печей № 1 и № 2



2. Ознакомится с конструктивными особенностями всех представленных элементов, используя возможности программы, а также дополнительные справочные материалы



3. Выполните тестирование по элементу Доменная печь №1



Форма представления результата:
Экран компьютера

Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела тренажера «Газовщик доменной печи»

Практическая работа № 66 Расчет количества фурм различными методами

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Рассчитать количество фурм пользуясь различными методиками

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

рассчитывать необходимое количество фурменных приборов

Материальное обеспечение:

калькулятор

Оборудование: не требуется

Задание:

Рассчитать количество фурм 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 исходный вариант для выполнения расчета

Исходные данные:

Диаметр горна, м	d_r	7
Высот воздушных фурм, м		w_ϕ
0,25		
Диаметр фурм в свету, м	d_ϕ	0,2
Удельное количество дутья, приходящееся на одну фурму, m^3/m^2 мин	V_{sr}	50
Количество дутья, приходящееся на одну фурму, $m^3/мин$	V_ϕ	206
Температура дутья, К	T	1573
Давление дутья, атм	P	4,8

2 Выполнить расчет согласно методике, предложенной ниже:

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:

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

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

7. По рекомендации В.Г. Манчинского:

8. По рекомендации М.Я. Остроухова: $n_{\phi} = 2,24 \cdot d_r$
 $n_{\phi} = 0,074 \cdot (d_r - 0,9 \cdot d_r) \cdot T / P$

9. По рекомендации Н.К. Леонидова: $n_{\phi} = 2 \cdot d_r$

10. По рекомендации В.Г. Дружкова: $n_{\phi} = 0,12 \cdot d_r^2 + 0,16 \cdot d_r + 7,36$

Полученные результаты необходимо округлить до ближайшего целого, четного числа.

3 Сделать вывод по полученным результатам расчета

Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 67

Изучение устройства фурменного прибора на тренажере «Газовщик доменной печи № 2»

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство фурменного прибора

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять назначение и особенности конструкции основных элементов фурменного прибора

Материальное обеспечение:

Оборудование: ПК, Мультимедийный тренажер Sike «Газовщик доменной печи №2»

Задание:

Изучить устройство основных элементов доменной печи

Порядок выполнения работы:

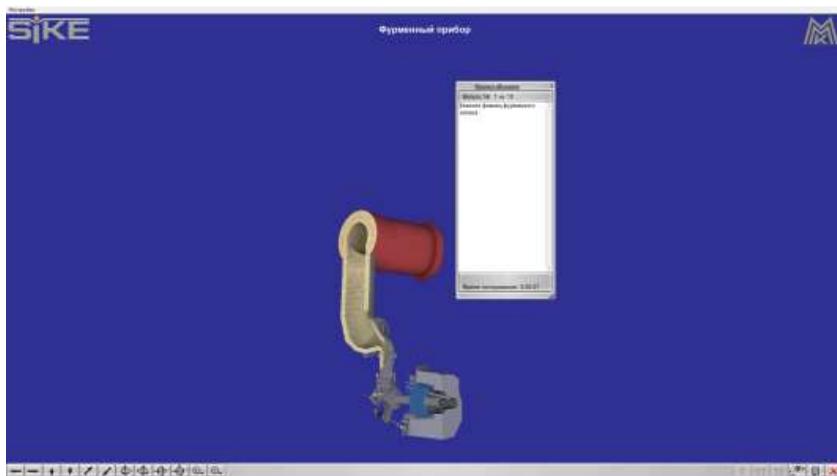
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить задание.

Ход работы:

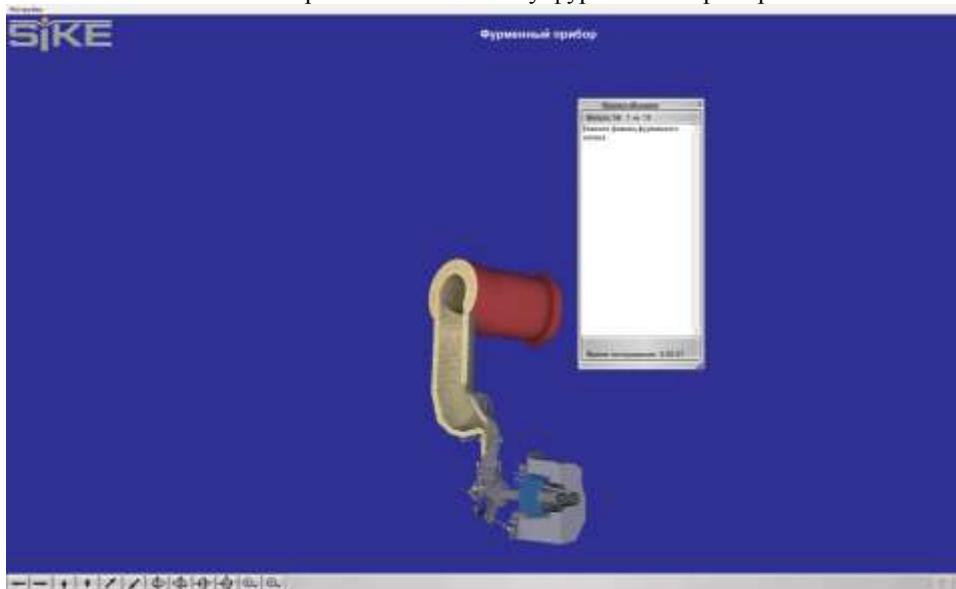
1 Зайти в программу «Газовщик доменной печи №2» в раздел 1. Конструкция основных узлов доменных печей № 1 и № 2



2. Ознакомится с конструктивными особенностями всех представленных элементов, используя возможности программы, а также дополнительные справочные материалы



3. Выполните тестирование по элементу фурменный прибор



Форма представления результата:

Экран компьютера

Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела тренажера «Газовщик доменной печи»

Практическая работа № 68
Изучение устройства, принципа действия и конструкции бурмашины

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство и принцип работы бурмашины

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

применять полученные навыки на практике

Материальное обеспечение:

Теоретический материал

Оборудование: не требуется

Задание:

Ознакомиться с устройством, конструкцией и принципом действия бурмашины

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить краткий конспект теоретического материала

3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Теоретический материал

Чугунную летку открывают с помощью сверлильной бурмашины, удаляющей из канала летки огнеупорную массу вращающимся буром диаметром 70—80 мм. Одна из конструкций сверлильной машины показана на рис. 29. Основа машины — колонна 4 крепится своим основанием 10 к площадке литейного двора. На колонне закреплены с возможностью вращения вокруг нее направляющая балка 3 и поддерживающий ее кронштейн 2. По балке 3 с помощью механизма 7 передвигается каретка 8, в которой закреплен сменный бур 11 и механизм его вращения 9.

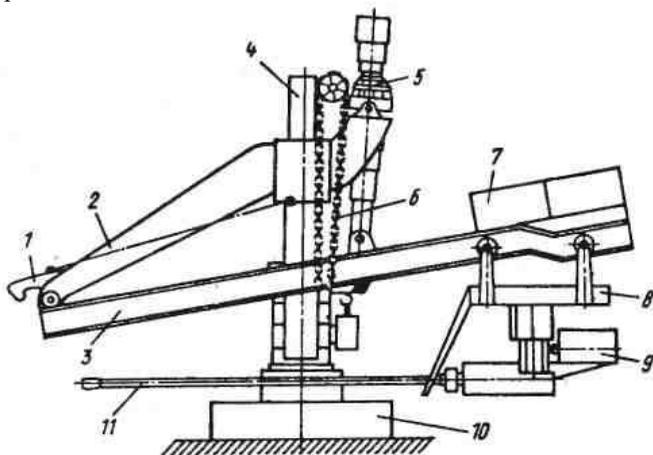


Рис. 29. Поворотная сверлильная машина для вскрытия летки: 1 — защелка; 2 — кронштейн; 3 — направляющая балка; 4 — колонна; 5 — механизм изменения угла наклона балки и бура; 6 — цепь; 7 — механизм перемещения каретки; 8 — каретка; 9 — механизм вращения бура; 10 — основание колонны; 11 — сменный бур

Для вскрытия летки поворачивают вокруг колонны 4 балку так, чтобы бур был направлен вдоль оси летки; с помощью лашетки 1 крепят балку к кожуху печи и включают механизм 9 вращения бура и механизм 7, обеспечивающий движения каретки и бура к оси печи, т.е. сверление

канала летки. После вскрытия канала летки бур из нее выводят путем передвижения каретки вправо и затем, вращая балку 3, отводят бур в сторону от летки. Угол наклона балки и бура изменяют с помощью механизма 5, воздействуя вручную на цепь 6.

Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 69 Изучение устройства, принципа действия и конструкции электропушки

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство и принцип работы электропушки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

применять полученные навыки на практике

Материальное обеспечение:

Теоретический материал

Оборудование: не требуется

Задание:

Ознакомиться с устройством, конструкцией и принципом действия грануляционной установки

Порядок выполнения работы:

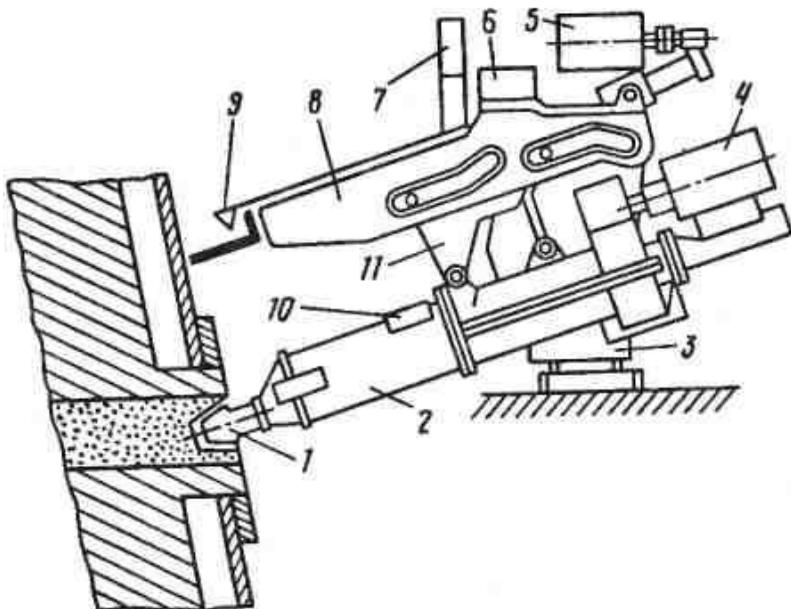
1. Ознакомится с методическими указаниями по практическому заданию.
2. Выполнить краткий конспект теоретического материала
3. Оформить работу в тетради для практических занятий.

Теоретический материал

Закрытие летки после выпуска чугуна осуществляют густой огнеупорной леточной массой с помощью электропушки. Используют две разновидности леточных масс. Одна из них состоит из увлажненной глины и молотого кокса (40—70%), иногда с добавкой каменноугольного пека до 17 %. Другая — безводная леточная масса — включает огнеупорную глину, шамотный порошок, молотый кокс и каменноугольную смолу (19-29%).

Летку закрывают с помощью одноцилиндровой пушки с электрическим приводом (электропушки), одна из разновидностей которой показана на рис. 30. Пушка работает как шприц, ее основным рабочим органом является цилиндр 2, внутри которого перемещается поршень, выталкивающий леточную массу через носок 1. Пушка опирается на колонну 3, вокруг которой ее можно поворачивать с помощью механизма 6; колонна своим основанием закреплена на литейном дворе в стороне от летки.

Для закрытия летки пушку поворачивают, подводя цилиндр 2 и носок 1 к летке, и фиксируют ее положение, опуская с помощью привода 7 защелку 9, которая цепляется за скобу на кожухе печи. Далее включают механизм 5 движения тележки 11, которая своими роликами перемещается в направляющих пазах лафета 8, обеспечивая прижатие носка 1 к летке. Затем с помощью механизма 4,двигающего поршень, выталкивают леточную массу из цилиндра через отверстие носка 1 в канал летки. После закрытия летки поворачивают с помощью механизма 6 пушку, отводя ее от летки. Леточную массу в цилиндр загружают через люк 10, объем цилиндра равен $0,25—0,5 \text{ м}^3$. Управление пушкой дистанционное.



Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 70

Изучение устройства оборудования для грануляции шлака

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить устройство оборудования для грануляции шлака

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

применять полученные навыки на практике

Материальное обеспечение:

Схема грануляционной установки для переработки доменного шлака

Оборудование: не требуется

Задание:

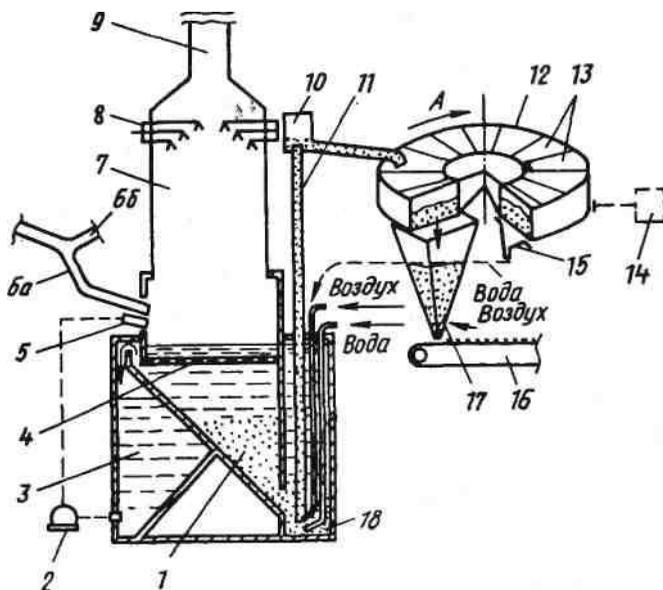
Ознакомиться с устройством, конструкцией и принципом действия грануляционной установки

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 Ознакомится с конструкцией грануляционной установки для переработки доменного шлака



Установка придоменной грануляции шлака:

1 - бункер; 2 - насос; 3 - бункер; 4 - решетка; 5 - гранулятор; 6, а и б - шлаковые желоба; 7- скруббер; 8- форсунки; 9- труба выбросов газов в атмосферу; 10 - сепаратор; 11 - эрлифт (труба); 12 - обезвоживатель; 13 - секции обезвоживателя; 14 - привод; 15 - водосборник; 16 - конвейер; П - бункер; 18 — колодец

2 Ознакомьтесь с принципов работы данной установки

Доменную печь оборудуют двумя такими установками, располагаемыми симметрично с двух противоположных сторон печи, причем каждая установка имеет две автономные рабочие линии; к одной из них шлак от печи поступает по ответвлению ба шлакового желоба, а к другой - по отверстию бб.

Под желобом 6 а расположен гранулятор 5, подающий струи воды под давлением, которые раздробляют стекающий с желоба шлак на гранулы. Смесь воды, пара и гранул поступает в бункер 7; решетка 4 предотвращает попадание в бункер крупных предметов. Пар и газы поступают в скруббер 7 и выбрасываются через трубу 9 в атмосферу. В скруббер через форсунки 8 подают известкованную воду, которая

поглощает из пара и газов сернистые соединения. Вода, поступающая через решетку 4 в бункер 3, вновь подается в гранулятор насосом 2.

Шлаководяная пульпа (гранулы шлака с водой) из бункера 1 поступает в колодец 18, откуда ее поднимают вверх с помощью эрлифта — трубы 11, в которой подъем осуществляется за счет подаваемого в нижнюю часть трубы сжатого воздуха; для взмучивания пульпы под трубу 11 подают воду. Поднимаемая эрлифтом пульпа попадает в сепаратор 10, где происходит отделение отработанного воздуха, а затем самотеком по наклонному трубопроводу сливается в обезвоживатель 12 карусельного типа, который с помощью привода 14 вращают по направлению стрелки А. Обезвоживатель разделен на шестнадцать отдельных секций 13, имеющих решетчатое откидывающееся дно. Пульпа последовательно поступает в каждую из секций, и за время вращения обезвоживателя вода пульпы стекает через решетчатое дно секций 13 в водосборник 15, откуда поступает в бункер 1. Днища секций 13 открываются над бункером 17 и гранулы высыпаются в него, где дополнительно осушиваются подаваемым снизу воздухом. Из бункера 17 гранулы попадают на конвейер 16 и далее на склад.

Каждая из четырех линий установки рассчитана на прием всего выпускаемого из доменной печи шлака; на больших печах интенсивность выхода шлака достигает 5—10 т/мин. Значительная часть установки (низ бункера 1, камеры 13 и колодца 18) расположена под землей.

3 Построить технологическую схему переработки доменного шлака на данной установке

Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 71
Расчет количества чугуновозных, шлаковозных ковшей и
разливочных машин

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

Оборудование: не требуется

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:

$$n = n_o + n_p + n_{рез} ,$$

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 350, 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 м³

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 P -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.

Расчет количества шлаковозных ковшей

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:

$$n_{ш} = n_o + n_p + n_{рез}$$

где n_o - количество ковшей в обороте;

n_p - количество ковшей в ремонте;

$n_{рез}$ - 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 ($16,5 \text{ м}^3$);
 d - плотность шлака ($1,6 \text{ т/м}^3$);
 $0,8$ - коэффициент заполнения ковша;
 β_s и β_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 м³

Исходные данные

Выход шлака на 1 т чугуна - 0,45 т/т.

Объем шлакового ковша - 16,5 м³.

Суточная производительность одной доменной печи T - 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, Q

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

Количество шлаковых ковшей в обороте:

$$n_o = \frac{nk}{24} \left(\frac{Q \cdot \beta_s \cdot t_c}{V \cdot d \cdot 0,8} + \frac{Q \cdot \beta_i \cdot t_c}{V \cdot d \cdot 0,8} \right) = \frac{2 \cdot 1,25}{24} \left(\frac{1917 \cdot 0,3 \cdot 5}{16,5 \cdot 1,6 \cdot 0,8} + \frac{1917 \cdot 0,7 \cdot 5}{16,5 \cdot 1,6 \cdot 0,8} \right) = 47,3 \cong 48.$$

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Тема 4.4 Задувка и выдувка доменной печи. Остановки и ремонты доменных печей

**Практическая работа № 72
Расчет задувочной шихты**

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

Материальное обеспечение: калькулятор

Оборудование: не требуется

Задание:

Рассчитать количество задувочной шихты 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 исходный вариант для выполнения расчета
- 2 Выполнить расчет согласно методике, предложенной ниже:

Исходные данные и порядок расчета

1. Состав шихты
 - агломерат фабрики НКГОК;
 - железная руда;
 - конверторный шлак;
 - кокс.(Соотношение агломерата и железной руды 60% и 40%).

Si	Mn	S	P	C	Fe	Σ
3,5	0,6	0,1	0,06	3,90	91,84	100,0

2. Химический состав чугуна, %:

3. Основность шлага (CaO/SiO_2) = 1,15.

4. Уминка шихты-14,5%.

5. Насыпная масса, т/м³:

агломерата- 1,65; железной руды - 2,1; кокса- 0,5; конверторного шлага- 1,5.

6. Масса коксовой колоши -9т.

7. Распределение шихт по высоте печи:

0ш - до оси воздушных фурм: (Ош - «нулевая» шихта);

1ш - от оси фурм до распара;

2ш - распар + 10% объема шахты;

3ш-7ш - загружаются нормальными подачами с рудными нагрузками:

3ш - 0,5 т/т; 4ш - 1,0 т/т\ 5ш —1,5 т/т', 6ш - 2,0 т/т; 7ш - 2,2 т/т.

8. Объемы элементов печи, м³:

горн до оси воздушных фурм - 254;

от оси фурм до распара - 286;

распар- 158,7;

шахта - 1199,2;

колошник-129,9.

9. Химический состав компонентов задувочной шихты представлен в таблице П.5.1.

Таблица П.5.1.

Химический состав компонентов задувочной шихты

Наименование материалов	Содержание, %									
	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	MnO	S	CaO/SiO ₂
Железная руда	49,37	—	15,87	1,64	1,36	3,00	11,50	—	0,04	—
Агломерат НКГОК-1	52,40	0,72	10,02	1,34	12,50	1,30	10,72	0,93	0,02	1,25
Зола кокса	19,16	—	44,74	20,22	3,92	1,26	—	—	—	—
Конверторный шлак	19,65	—	18,10	1,70	42,55	4,40	18,10	5,30	0,12	—

Технический анализ кокса, %\ зола (А) - 10,6; сера (S) - 1,66; летучие вещества

(Л.В.) - 1,0; влага (W) - 3,9.

Расчет расхода кокса

1. Расход кокса в 0ш составит :

$$254 \cdot 0,5 / 0,855 = 148,5 \text{ т,}$$

где: 254 - объем горна до оси воздушных фурм, м³; 0,855 - коэффициент уминки; 0,5 - насыпная масса кокса, т/м³.

2. Количество подач кокса 0-й шихты:

$$148,5 : 18 = 8,25 \text{ подач,}$$

где: 18 - масса кокса в холостой подаче (КККК) Принимаются 9 подач.

3. Расход кокса в первую шихту составит:

$$286 \cdot 0,5 / 0,855 = 167,25 \text{ т} \approx 167 \text{ т,}$$

где: 286 - объем печи от оси воздушных фурм до распара, м³.

4. Количество подач 1-й шихты:

$$167,25 : 18 = 9,29 \text{ подач. Принимаются } 10 \text{ подач.}$$

5. Расход кокса во вторую шихту составит:

5.1. Объем печи для 2-й шихты:

$$158,7 + 1199,2 \cdot 10 / 100 = 278,6 \text{ м}^3$$

где: 1199,2 - объем шахты.

5.2. Расход кокса во 2-ю шихту:

$$278,6 \cdot 0,5 / 0,855 = 162,9 \text{ т} \approx 163 \text{ т.}$$

5.3. Количество подач 2-й шихты:

$$162,9 : 9 = 18,1 \text{ подач,}$$

где 9 - количество кокса в подачу при загрузке по системе КШК, т. Принимаются 18 подач.

5.4. Суммарный расход кокса для 1-й и 2-й шихт:

$$167 + 163 = 330 \text{ т.}$$

6. Расчет расхода конверторного шлака во 2-ю шихту:

6.1. В 1 т кокса содержится кремнезема:

$$[1000 - ((100 - 3,9) / 100)] \cdot 0,106 \cdot 0,4474 = 45,57 \text{ кг,}$$

где $(100 - 3,9) / 100$ - коэффициент поправки на влагу кокса ;

0,106 - доля золы в сухом коксе; 0,4474 - доля SiO₂ в золе кокса.

6.2. Количество CaO, которое необходимо внести конверторным шлаком:

$$45,57 - 1,15 = 52,41 \text{ кг/т кокса, где } 1,15 \text{ - основность шлака.}$$

6.3. Выход чугуна из одной тонны конверторного шлака:

$$1,0 \cdot 0,1965 / 0,9184 = 0,201 \text{ т/т,}$$

где 0,1965 - доля железа в конверторном шлаке;

0,9184 - доля железа в чугуне.

6.4. Количество SiO_2 конверторного шлака, необходимое для получения заданного содержания кремния в чугуне:

$$0,201 - 0,035 \cdot 60 / 28 = 0,015 \text{ т/т} = 15 \text{ кг/т конверторного шлака.}$$

6.5. Флюсующая способность 1 т конверторного шлака составит:

$$42,55 - (18,1 - 1,5) \cdot 1,15 = 23,45\%,$$

где 42,55 - содержание CaO в конверторном шлаке, %; 18,1 - содержание SiO_2 в конверторном шлаке, %;

1,5 - кремнезем конверторного шлака, восстанавливающийся в виде кремния в чугун, %.

6.6. Расход конверторного шлака для ошлакования кремнезема 1 т кокса:

$$52,41 : 0,2345 = 223,5 \text{ кг.}$$

6.7. Количество конверторного шлака для ошлакования кремнезема 1-й и 2-й шихт:

$$223,5 \cdot 330 / 1000 = 73,76 \text{ т.}$$

6.8. Расход конверторного шлака в подачу 2-й шихты:

$$73,76 : 18 = 4,1 \text{ т.}$$

6.9. Уточненный объем 2-й шихты :

$$278,6 + 73,76 / 1,5 \cdot 0,855 = 320,6 \text{ м}^3.$$

Расчет промежуточных шихт с заданной рудной нагрузкой

1. Оставшийся объем печи, который необходимо загрузить промежуточными шихтами:

$$2000 - (254 + 286 + 320,6) = 1139,4 \text{ м}^3.$$

2. Объем одной шихты составит:

$$1139,4 : 5 = 228 \text{ м}^3,$$

где 5 - количество промежуточных шихт.

3. Расчет количества компонентов 3-й шихты при рудной нагрузке 0,5 т/т кокса.

3.1. Расход железорудной части шихты в подачу:

$$9 \cdot 0,5 = 4,5 \text{ т,}$$

в том числе агломерата $4,5 \cdot 0,6 = 2,7 \text{ т;}$

железной руды $4,5 \cdot 0,4 = 1,8 \text{ т.}$

3.2. Расчет расхода конверторного шлака в подачу:

а) ориентировочный выход чугуна из первой подачи составит:

$$9,0 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,1916 + 2,7 \cdot 0,524 + 1,8 \cdot 0,4937 / 0,9184 = 2,7 \text{ т,}$$

где 0,524; 0,4937 - доля железа в агломерате и руде

соответственно;

0,961 - доля сухой массы в скиповом коксе;

0,1916 - доля железа в золе кокса,

0,106-доля золы в коксе.

б) вносится SiO_2 компонентами шихты

$9,0 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,4474 + 2,7 \cdot 0,1002 + 1,8 \cdot 0,1587 = 0,97 \text{ т,}$ где 0,1002; 0,1587 - доля SiO_2 в агломерате и руде соответственно

в) переходит SiO_2 в шлак:

$$0,97 - 2,7 \cdot 0,035 \cdot 60 / 28 = 0,77 \text{ т.}$$

г) необходимо внести CaO для ошлакования SiO_2 :

$$0,77 \cdot 1,15 = 0,89 \text{ т.}$$

д) вносится CaO золою кокса, агломератом и железной рудой:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0392 + 2,7 \cdot 0,125 + 1,8 \cdot 0,0136 = 0,398 \text{ т,}$$

где 0,0392, 0,125; 0,0136 -доля CaO в золе кокса, агломерате и

железной руде соответственно.

е) расход конверторного шлака составит:

$$0,89 - 0,398 / 0,2345 = 2,09 \text{ т,}$$

где 0,2345 - флюсующая способность конверторного шлака, выраженная в долях единицы.

3.3. Объем подачи 3-й шихты составит:

$$[(9:0,5) + (2,7 : 1,65) + (1,8:2,1) + (2,09 + 1,5)] 0,855 = 18,7 \text{ м}^3$$

3.4. Количество подач 3-й шихты составит:

$$228:18,7 = 12,19 \text{ подач.}$$

Принимаем 12 подач.

4. Расчет количества компонентов 4-й шихты при рудной нагрузке 1,0 т/т кокса.

4.1. Расход железорудной части шихты в подачу:

$$9,0 \cdot 1,0 = 9,0 \text{ т,}$$

в том числе агломерата $9,0 \cdot 0,6 = 5,4 \text{ т,}$

железной руды $9,0 \cdot 0,4 = 3,6 \text{ т.}$

4.2. Расчет расхода конверторного шлака в подачу:

а) выход чугуна из подачи составит.

$$9,0 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,1916 + 5,4 \cdot 0,524 + 3,6 \cdot 0,4937 / 0,9184 = 5,21 \text{ т}$$

б) вносится SiO_2 компонентами шихты:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,96 \cdot 0,4474 + 5,4 \cdot 0,1002 + 3,6 \cdot 0,1587 = 1,523 \text{ т};$$

в) переходит SiO_2 в шлак:

$$1,523 - 5,21 \cdot 0,035 \cdot 60/28 = 1,1 \text{ т};$$

г) необходимо внести CaO :

$$1,1 \cdot 1,15 = 1,27 \text{ т};$$

д) вносится CaO золою кокса, агломератом и железной

рудой:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0392 + 5,4 \cdot 0,125 + 3,6 \cdot 0,0136 = 0,76 \text{ т};$$

е) расход конверторного шлака в подачу составит:

$$1,27 - 0,76/0,2345 = 2,11 \text{ т}.$$

4.3. Объем подачи 4-й шихты составит:

$$[(9:0,5) + (5,4:1,65) + (3,6:2,1) + 4(2,17:1,5)] \cdot 0,855 = 21 \text{ м}^3.$$

4.4. Количество подач в шихте составит:

$$228:21 = 10,85. \text{ Принимаем } 11 \text{ подач}.$$

5. Расчет количества компонентов 5-й шихты при рудной нагрузке 1,5 т/т

кокса.

5.1. Расход железорудной части шихты в подачу:

$$9 \cdot 1,5 = 13,5 \text{ т},$$

в том числе агломерата $13,5 \cdot 0,6 = 8,1 \text{ т}$;

железной руды $13,5 \cdot 0,4 = 5,4 \text{ т}$.

5.2. Расчет расхода конверторного шлака в подачу:

а) выход чугуна из подачи составит:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,1916 + 8,1 \cdot 0,524 + 5,4 \cdot 0,4937/0,9184 = 7,72 \text{ м}$$

б) вносится SiO_2 компонентами шихты:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,4474 + 8,1 \cdot 0,1002 + 5,4 \cdot 0,1587 = 2,08 \text{ т};$$

в) переходит SiO , в шлак:

$$2,08 - 7,72 \cdot 0,035 \cdot 60/28 = 1,5 \text{ т};$$

г) необходимо внести CaO :

$$1,5 \cdot 1,15 = 1,73 \text{ т};$$

д) вносится CaO золою кокса, агломератом и железной

рудой:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0392 + 8,1 \cdot 0,125 + 5,4 \cdot 0,0136 = 1,12 \text{ т};$$

е) расход конверторного шлака составит:

$$1,73 - 1,12/0,2345 = 2,6 \text{ т}.$$

5.3. Объем подачи 5-й шихты составит:

$$[(9:0,5) + (8,1:1,65) + (5,4:2,1) + (2,6:1,5)] \cdot 0,855 = 23,2 \text{ м}^3.$$

5.4. Количество подач в шихте составит:

$$228:23,2 = 9,83.$$

Принимаем 10 подач.

6. Расчет количества компонентов 6-й шихты при рудной нагрузке 2 т/т кокса.

6.1. Расход железорудной части шихты в подачу:

$$9 \cdot 2 = 18 \text{ т,}$$

в том числе агломерата $18 \cdot 0,6 = 10,8 \text{ т,}$

железной руды $18 \cdot 0,4 = 7,2 \text{ т.}$

6.2. Расчет расхода конверторного шлака в подачу:

а) выход чугуна из подачи составит:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,1916 + 10,8 \cdot 0,524 + 7,2 \cdot 0,4937 / 0,9184 = 10,22 \text{ т,}$$

б) вносится SiO_2 компонентами шихты:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,4474 + 10,8 \cdot 0,1002 + 7,2 \cdot 0,1589 = 2,64 \text{ т;}$$

в) переходит SiO в шлак:

$$2,64 - 10,22 \cdot 60/28 \cdot 0,035 = 1,87 \text{ т;}$$

г) необходимо внести CaO :

$$1,87 \cdot 1,15 = 2,15 \text{ т;}$$

д) вносится CaO золой кокса, агломератом и железной

рудой:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0392 + 10,8 \cdot 0,125 + 7,2 \cdot 0,0136 = 1,48 \text{ т;}$$

е) расход конверторного шлака составит:

$$2,15 - 1,48 / 0,2345 = 2,86 \text{ т.}$$

6.3. Объем подачи 6-й шихты составит:

$$[(9:0,5) + (10,8:1,65) + (7,2:2,1) + (2,86:1,5)] \cdot 0,855 = 25,54 \text{ м}^3.$$

6.4. Количество подач в шихте составит:

$$228:25,54 = 8,92.$$

Принимаем 9 подач.

7. Расчет количества компонентов седьмой шихты при рудной нагрузке 2,2 т/т кокса.

7.1. Расход железорудной части шихты в подачу:

$$9 \cdot 2,2 = 19,8 \text{ т,}$$

в том числе агломерата $19,8 \cdot 0,6 = 11,88 \text{ т,}$

железной руды $19,8 \cdot 0,4 = 7,92 \text{ т}$

7.2. Расчет расхода конверторного шлака в подачу:

а) выход чугуна из подачи составит:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,1916 + 11,88 \cdot 0,524 + 7,92 \cdot 0,4937 / 0,9184 = 11,23 \text{ т;}$$

б) вносится SiO_2 компонентами шихты:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,4474 + 11,88 \cdot 0,1002 + 7,92 \cdot 0,1587 = 2,928 \text{ т;}$$

в) переходит SiO_2 в шлак:

$$2,928 - 11,23 \cdot 0,035 \cdot 60 / 28 = 2,09 \text{ т};$$

г) необходимо внести CaO :

$$2,09 \cdot 1,15 = 2,4 \text{ т};$$

д) вносится CaO золою кокса, агломератом и железной

рудой:

$$9 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0392 + 11,88 \cdot 0,125 + 7,92 \cdot 0,0136 = 1,63 \text{ т};$$

е) расход конверторного шлака составит:

$$2,40 - 1,63 / 0,2345 = 3,28 \text{ т}.$$

7.3. Объем подачи 7-й шихты составит:

$$[(9:0,5) + (11,88:1,65) + (7,92:2,1) + (3,28:1,5)] \cdot 0,855 = 26,8 \text{ м}^3.$$

7.4. Количество подач в шихте составит:

$$228:26,8 = 8,51.$$

Принимаем 8 подач.

7.5. Результаты расчета количества шихтовых материалов первого объема загруженной шихты представлены в табл. П.5.2.

Таблица П.5.2.

Состав задувочной шихты

Шихта	Расход материалов, т				Кол-во подач	Рудная нагрузка, т/т кокса	То же с учетом флюса, т/т кокса
	кокс	агломерат	железная руда	конверторный шлак			
0	148,5	—	—	—	9	0	0
1	167,25	—	—	—	10	0	0
2	162,9	—	—	73,76	18	0	0,45
3	106	32,4	21,6	25,08	12	0,5	0,73
4	99	59,4	39,6	23,78	11	1,0	1,24
5	90	81,0	54,0	26,0	10	1,5	1,79
6	81	97,2	64,8	25,74	9	2,0	2,32
7	72	95,04	63,36	26,24	8	2,2	2,56
Итого	928,66	365,04	243,36	200,60	87	0,66	0,87

8. Расчет выхода чугуна из первого объема загруженной шихты:

$$928,66 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,1916 + 365,04 \cdot 0,524 + 243,36 \cdot 0,4937 + 200,6 \cdot 0,1965 / 0,9184 = 401,75 \text{ т}.$$

9. Расчет выхода шлака из первого объема загруженной шихты по четырем компонентам шлака (SiO_2 , CaO , MgO , Al_2O_3):

а) внесено SiO_2 коксом, агломератом, железной рудой и конверторным шлаком:

$$928,66 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,4474 + 365,04 \cdot 0,1002 + 243,36 \cdot 0,1587 + 200,6 \cdot 0,181 = 153,83 \text{ т};$$

б) количество SiO_2 , перешедшее в шлак с учетом расхода SiO_2 на восстановление кремния в чугуна:

$$153,83 - 401,75 \cdot 0,035 \cdot 60 / 28 = 123,7 \text{ т};$$

в) внесено CaO шихтовыми материалами:

$$928,65 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0392 + 365,04 \cdot 0,125 + 243,36 \cdot 0,0136 + 200,6 \cdot 0,4255 = 138,0 \text{ т};$$

г) внесено MgO шихтовыми материалами:

$$928,65 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,0126 + 365,04 \cdot 0,013 + 243,36 \cdot 0,03 + 200,6 \cdot 0,044 = 22,1 \text{ т};$$

д) внесено Al_2O_3 шихтовыми материалами:

$$928,65 \cdot 0,106 \cdot 0,961 \cdot 0,2022 + 365,04 \cdot 0,0134 + 243,36 \cdot 0,0164 + 200,6 \cdot 0,017 = 31,42 \text{ т}.$$

е) выход шлака по четырем компонентам:

$$123,7 + 138,0 + 22,1 + 31,42 = 315,22 \text{ т}.$$

На основании данных расчета выхода чугуна и шлака определяем расход материалов и выход шлака на 1 т чугуна.

Расход материалов т/т принимаем:

Кокса 2,31;

агломерата - 0,909;

железной руды - 0,606;

конверторного шлака - 0,499.

Выход шлака на 1 т чугуна составил 0,785 т.

Проверка содержания серы в чугуне.

Вносится серы шихтовыми материалами, т:

коксом - 15,42;

агломератом - 0,073;

железной рудой - 0,097;

конверторным шлаком - 0,240.

Итого - 15,83 т.

По формуле С.Т. Ростовцева содержание серы в чугуне составит:

$$[S] = \frac{S_{\text{ост}}}{L_s n + 1}$$

Расчет количества остаточной серы:

Принимается, что в первый период задувки вся сера распределяется между чугуном и шлаком.

Тогда

$$S_{\text{ост}} = 15,83 \cdot 100 / 401,75 = 3,94 \text{ кг серы на } 100 \text{ кг чугуна}.$$

Принимается $L_s = 60$.

$$\text{Тогда } [S] = 3,94 / (60 \cdot 0,785 + 1) = 0,082\%.$$

Форма представления результата:

Расчет выполнить в печатном виде на листах формата А4, согласно ГОСТ. Расчет брошюруется и защищается в установленные сроки.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 73

Порядок действий персонала при кратковременной остановке печи

Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить порядок действия персонала при кратковременной остановке печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять порядок действия персонала при кратковременной остановке печи

Материальное обеспечение:

Технологическая инструкция по осуществлению ремонта и остановок доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Изучить порядок действия персонала при кратковременной остановке 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 Ознакомится с технологической инструкцией
- 2 Выписать в тетрадь порядок действия персонала при кратковременной остановке печи

Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 74**Порядок действий персонала при длительной остановке печи****Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

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

Цель работы:

Изучить порядок действия персонала при длительной остановке печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять порядок действия персонала при длительной остановке печи

Материальное обеспечение:

Технологическая инструкция по осуществлению ремонта и остановок доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Изучить порядок действия персонала при длительной остановке 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 Ознакомится с технологической инструкцией
- 2 Выписать в тетрадь порядок действия персонала при длительной остановке печи

Форма представления результата:

Отчет о выполненной работе в тетради для практических занятий

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 75.
Расчет технологических показателей доменной плавки

Формируемая компетенция:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

Цель работы:

определить основные технико-экономические показатели работы доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

определять основные технико-экономические показатели работы доменной печи

Материальное обеспечение:

методические рекомендации по определению ТЭП доменного процесса

Оборудование: не требуется

Задание:

на основании исходных данных, используя формулы, рассчитать основные ТЭП доменного процесса

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

2. Получить у преподавателя исходные данные на расчет в соответствии со своим вариантом.
3. Определить:
 - к.и.п.о.
 - удельный расход кокса;
 - производительность доменной печи;
 - производительность труда;

Форма представления результата:

Выполнить расчеты согласно методике и оформить их в виде решения задач в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

**Тема 4.6 Технологические неполадки в работе доменной печи.
Аварийные ситуации**

Практическая работа № 76.

Решение производственной ситуации: Неполадки, связанные с нарушением газораспределения

Формируемая компетенция:

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

Цель работы:

научиться решать производственные ситуации, возникающие при неполадках печи, связанные с нарушением распределения газа по окружности и высоте доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать производственные ситуации, возникающие при неполадках печи, связанные с нарушением распределения газа по окружности и высоте доменной печи

Материальное обеспечение: сборник производственных ситуаций при работе на доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при нарушениях охлаждения печи:

- общие нарушения, связанные с распределением газового потока и шихтовых материалов;
- развитие центрального или осевого потока газа;
- развитие периферийного потока газа;
- развитие канального потока газа;
- развитие тугого хода;
- перекос уровня засыпи 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 производственную ситуацию согласно своему варианту.
2. Определить тип нарушения.
3. Зарисовать показания КИП при возникновении данной производственной ситуации.
4. Разработать порядок действий обслуживающего персонала для ликвидации нарушения или аварии.
5. Предложить мероприятия, направленные на предупреждения возникновения подобной ситуации.
6. Определить ответственность лиц.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.

– «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.

– «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 77.

Решение производственной ситуации: Неполадки, связанные с подвисанием шихты

Формируемая компетенция:

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

Цель работы:

научиться решать производственные ситуации, возникающие при неполадках печи, связанные с верхними и нижними подвисяниями шихтовых материалов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать производственные ситуации, возникающие при неполадках печи, связанные с верхними и нижними подвисяниями шихтовых материалов

Материальное обеспечение: сборник производственных ситуаций при работе на доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при:

- нижних подвисяниях;
- верхних подвисяниях.

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 производственную ситуацию согласно своему варианту.
2. Определить тип нарушения.
3. Зарисовать показания КИП при возникновении данной производственной ситуации.
4. Разработать порядок действий обслуживающего персонала для ликвидации нарушения или аварии.
5. Предложить мероприятия, направленные на предупреждения возникновения подобной ситуации.
6. Определить ответственность лиц.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 78. Решение производственной ситуации: неполадки, связанные с разогревом или похолоданием печи

Формируемая компетенция:

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

Цель работы: научиться решать производственные ситуации, связанные с нарушением температурного режима доменной печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать производственные ситуации, связанные с нарушением температурного режима доменной печи.

Материальное обеспечение:

сборник производственных ситуаций при работе на доменной печи, конспект лекций по теме 1.7 «Пути предупреждения неполадок работы доменной печи»

Оборудование: не требуется

Задание:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при нарушениях охлаждения печи:

- общее нарушение температурного режима доменной печи;
- похолодание доменной печи;
- разогрев 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 производственную ситуацию согласно своему варианту.
2. Определить тип нарушения.
3. Зарисовать показания КИП при возникновении данной производственной ситуации.
4. Разработать порядок действий обслуживающего персонала для ликвидации нарушения или аварии.
5. Предложить мероприятия, направленные на предупреждения возникновения подобной ситуации.
6. Определить ответственность лиц.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 79

Решение производственной ситуации: Неполадки, связанные с нарушением работы печи, связанной с загромождением горна и образованием настывлей

Формируемая компетенция:

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

Цель работы: научиться решать производственные ситуации, возникающие при нарушениях, связанных с загромождением горна.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать производственные ситуации, возникающие при загромождении горна.

Материальное обеспечение:

сборник производственных ситуаций при работе на доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при загромождении горна:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при образовании настывлей

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 производственную ситуацию согласно своему варианту.
2. Определить тип нарушения.
3. Зарисовать показания КИП при возникновении данной производственной ситуации.
4. Разработать порядок действий обслуживающего персонала для ликвидации нарушения или аварии.
5. Предложить мероприятия, направленные на предупреждения возникновения подобной ситуации.
6. Определить ответственность лиц.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Тема 4.7 Неполадки, возникающие при обслуживании доменной печи и ее оборудования. Аварийные ситуации

Практическая работа № 80

Решение производственной ситуации: Нарушения, связанные с охлаждением печи и с резким перепадом температуры в холодильниках.

Формируемая компетенция:

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

Цель работы: научиться решать производственные ситуации, возникающие при нарушениях, связанных с охлаждением печи и резким перепадом температуры в холодильниках.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- решать производственные ситуации, возникающие при нарушениях, связанных с охлаждением печи и резким перепадом температур в холодильниках.

Материальное обеспечение:

сборник производственных ситуаций при работе на доменной печи, конспект лекций по теме 1.7 «Пути предупреждения неполадок работы доменной печи»

Оборудование: не требуется

Задание:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при нарушениях охлаждения печи:

- общие нарушения, связанные с охлаждением печи;
- резкое увеличение перепада температуры воды в холодильниках горна;
- прекращение поступления воды в холодильники;
- зарастание змеевиков холодильников;
- понижение давления охлаждающей воды;
- понижение уровня воды в барабане – сепараторе установки испарительного охлаждения;
- промерзание водовода технической воды установки испарительного охлаждения.

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 производственную ситуацию согласно своему варианту.
2. Определить тип нарушения.
3. Зарисовать показания КИП при возникновении данной производственной ситуации.
4. Разработать порядок действий обслуживающего персонала для ликвидации нарушения или аварии.
5. Предложить мероприятия, направленные на предупреждения возникновения подобной ситуации.
6. Определить ответственность лиц.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.

Практическая работа № 81
Решение производственной ситуации: Неполадки на участке
подачи и загрузки шихты в печь.

Формируемая компетенция:

ПК 1.5. Анализировать причины брака выпускаемой продукции и разрабатывать мероприятия по его предупреждению

Цель работы:

научиться решать производственные ситуации, возникающие при нарушениях, связанных с неполадками на участке подачи и загрузки шихты в печь.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

решать производственные ситуации, возникающие при нарушениях, связанных с неполадками на участке подачи и загрузки шихты в печь

Материальное обеспечение:

сборник производственных ситуаций при работе на доменной печи

Оборудование: не требуется

Задание:

Решить конкретные производственные ситуации, возникающие при нарушениях, связанных с неполадками на участке подачи и загрузки шихты в печь:

- возгорание газа на колошнике печи;
- выброс воздушной фурмы на пульте управления воздушно-разгрузочным клапаном;
- продув кожуха шахты печи;
- продув засыпного аппарата;
- неполадки в работе безконусных загрузочных устройств;
- неполадки в работе гидравлической системы БЗУ;
- нарушение выравнивания давления в межконусном пространстве;
- замена малого конуса засыпного аппарата;
- повреждение одного из коксовых грохотов;
- неполадки в фиксировании уровнемерами уровня засыпи шихты;
- слабина канатов скипов.

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 производственную ситуацию согласно своему варианту.
2. Определить тип нарушения.
3. Зарисовать показания КИП при возникновении данной производственной ситуации.
4. Разработать порядок действий обслуживающего персонала для ликвидации нарушения или аварии.
5. Предложить мероприятия, направленные на предупреждения возникновения подобной ситуации.
6. Определить ответственность лиц.

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.

Критерии оценки:

- «Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
- «Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в работе.
- «Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
- «Неудовлетворительно» - работа полностью не соответствует требованиям, все задания выполнены не верно.