

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МДК 01.02 Ведение технологического процесса производства чугуна и контроль за ним
для обучающихся специальности
22.02.09 Metallургия черных металлов**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
Лабораторное занятие №1	5
Лабораторное занятие №2	6
Практическое занятие №6.....	7
Практическое занятие №7.....	14
Практическое занятие №8.....	16
Лабораторное занятие №3	17
Лабораторное занятие №4	19
Практическое занятие №9.....	20
Практическое занятие №10.....	20

1 ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «Введение технологического процесса производства агломерата и чугуна» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен уметь:

У 1.1.1 определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

У 1.1.2 применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

У 1.1.3 осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

У 1.2.1 выполнять технические и технологические расчеты процесса производства агломерата и чугуна;

У 1.2.2 оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов производства агломерата и чугуна;

У 1.3.1 осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов, металлошихты, полуфабрикатов к процессу производства агломерата и чугуна;

У 1.3.2 анализировать качество применяемых шихтовых материалов, металлошихты, полуфабрикатов;

У 1.4.1 работать с технологической, справочниками и другими информационными источниками;

У 1.4.2 выполнять основные технологические операции по производству окучкованного железосодержащего сырья и чугуна;

У 1.4.3 находить причины нарушений технологии и пути их устранения;

У 1.4.5 визуально определять готовность чугуновозных и шлаковозных ковшей для осуществления выпуска продуктов плавки;

У 1.4.6 контролировать ход выпуска чугуна и шлака, обеспечивая беспрепятственное прохождение по желобам чугуна и шлака;

У 1.5.1 производить отбор представительных проб жидкого чугуна и шлака;

Уо 01.01 распознавать и анализировать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; выделять её составные части; определять этапы решения задачи; составлять план действий; определять необходимые ресурсы; реализовывать составленный план;

Уо 02.01 определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

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

ПК 1.1. Определять готовность к работе основного и вспомогательного оборудования.

ПК 1.2. Выполнять расчеты параметров технологического процесса, работы оборудования, характеристик исходного сырья и продукции при производстве агломерата и чугуна

ПК 1.3. Осуществлять подготовку шихтовых материалов, металлошихты, полуфабрикатов к процессу производства агломерата и чугуна

ПК 1.4. Выполнять технологические операции при производстве агломерата и выплавке чугуна

ПК 1.5. Производить оценку качества выпускаемой продукции

А также формированию общих компетенций:

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.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.1 Устройство доменной печи

Лабораторное занятие №1

Изучение конструкции доменной печи на 3D-модели в программе Sike. Определение основных элементов профиля

Цель: изучить основные элементы профиля доменной печи с помощью виртуального тренажёра.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

работать с технологической, справочниками и другими информационными источниками;

выполнять основные технологические операции по производству окускованного железосодержащего сырья и чугуна;

находить причины нарушений технологии и пути их устранения;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска;

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации доменной печи».

Задание:

- 1 Запустить SIKE, выбрать «Доменная печь» → «Конструкция профиля».
- 2 Изучить устройство профиля доменной печи.
- 3 Подписать зоны: лещадь, горн, заплечики, распар, шахта, колошник.
- 4 Пройти итоговое тестирование по оборудованию.

Порядок выполнения:

- 1 Включить режим «Обучение». Изучить всплывающие подсказки.
- 2 Используя инструмент «Измерение», записать размеры.
- 3 Выполнить тестирование
- 4 Зафиксировать результат тестирования в тетради.

Форма отчёта:

Результат тестирования.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №2

Изучение системы управления оборудованием доменной печи №2 (механизмы загрузки, нагрева и подачи горячего дутья)

Цель: ознакомиться с вспомогательными агрегатами доменной печи.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

работать с технологической, справочниками и другими информационными источниками;

выполнять основные технологические операции по производству окускованного железосодержащего сырья и чугуна;

находить причины нарушений технологии и пути их устранения;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска;

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации доменной печи».

Задание:

- 1 Запустить SIKE, выбрать «Доменная печь» → «Конструкция основных узлов».
- 2 Изучить устройство засыпного аппарата, воздухонагревателя и фурменного прибора.
- 3 Записать в тетради назначение этих агрегатов.
- 4 Пройти итоговое тестирование по оборудованию.

Порядок выполнения:

- 1 Включить режим «Обучение». Изучить всплывающие подсказки.
- 2 Выполнить тестирование
- 3 Зафиксировать результат тестирования в тетради.

Форма отчёта:

Результат тестирования.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Практическое занятие №6

Расчёт основных размеров профиля доменной печи по заданной производительности

Цель: освоить методы расчета профиля доменной печи.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

выполнять технические и технологические расчеты процесса производства агломерата и чугуна;

рассчитывать тепловой и материальный баланс производства агломерата, выплавки черных металлов анализировать качество сырья и готовой продукции;

подбирать и рассчитывать состав шихтовых материалов, прогнозировать состав жидких продуктов плавки, окускованного железосодержащего сырья;

осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов, металлошихты, полуфабрикатов к процессу производства агломерата и чугуна.

Материальное обеспечение:

Не требуется.

Задание:

Рассчитать профиль печи с заданной суточной производительностью.

Порядок выполнения:

1 Взять вариант у преподавателя.

2 Рассчитать размеры профиля.

3 Выполнить чертёж профиля.

Ход работы:

Суточная производительность доменного цеха составляет тыс. т/сут, удельная производительность $\frac{\text{сут}}{\text{т}}$ /м³. Тогда мы можем определить количество доменных печей и их объем по формуле (1):

$$\frac{Q_{\text{сут}}}{\gamma} = V_{\text{п}} \Sigma \quad (1)$$

Количество доменных печей будет равен 3, тогда объем одной доменной печи равен 2500 м³.

Известно, что объем доменной печи будет составлять ... м³, тогда приблизительный диаметр горна будущей печи можно рассчитать по формуле (2):

$$d_r = 0,32 V_n^{0,45} \quad (2)$$

Высота горна – это не основной размер, но этот параметр имеет очень важное значение для ровной работы печи, так как влияет на:

- процесс десульфурации чугуна;
- протекание процессов восстановления оксидов железа в горне, в том числе и вторично окисленных в фурменных очагах составляющих чугуна;
- предотвращение вытеснения кокса из горна;
- увеличение запасов тепла в горне в виде раскаленного кокса;
- размещение площадки по обслуживанию фурменных приборов и оборудования для обслуживания чугунных леток, что имеет не только конструктивное значение, но и технологическое;
- снижение потерь тепла через лещады в связи с удалением от зон высоких температур (фурменных очагов).

Часть этих факторов требует увеличения высоты верхней части горна, т.е. высоты фурменной зоны, другие - нижней его части, металлоприемника, третьи - высоты горна в целом, например предотвращение вытеснения кокса из горна вверх при накоплении чугуна и шлака (3).

Высота горна включает следующие элементы:

$$h_r = h_m + h_{фз} + a \quad (3)$$

где, $h_{фз}$ - высота фурменной зоны - расстояние между горизонтами воздушных фурм и шлаковых леток, м;

a – конструктивный размер.

Высота фурменной зоны влияет на протекание процессов десульфурации чугуна и процессов восстановления.

Высота металлоприемника – это место размещения жидких продуктов плавки на глубине погружения и на глубине остающихся в горне чугуна и шлака.

Остальные факторы требуют увеличения высоты горна в целом.

Практика показала, что ровный сход шихты, максимальное использование обессеривающей способности шлака достигаются чаще всего в тех случаях, когда чугун и шлак

перед выпуском занимают объем металлоприемника и весь шлак выпускается через чугунные летки, то есть обеспечивается следующее равенство (4):

$$S_{\Gamma} h_{\Gamma} \varepsilon = (q_{\Gamma}^{\text{ч}} + q_{\Gamma}^{\text{ш}}) \frac{1440}{n_{\text{в}}} - (q_{\Gamma}^{\text{ч}} + q_{\Gamma}^{\text{ш}}) \tau_{\text{в}}, \quad (4)$$

где $q_{\Gamma}^{\text{ч}}$ и $q_{\Gamma}^{\text{ш}}$ - объемные скорости накопления чугуна и шлака, $\text{м}^3 / \text{мин}$;

$\tau_{\text{в}}$ - продолжительность выпуска, колеблющаяся, как правило, в пределах 30-60 мин.

Задаваясь числом выпусков, продолжительностью одного выпуска, можно рассчитать высоту металлоприемника для конкретных условий.

Высота металлоприемника рассчитывается по формуле (5):

$$h_{\Gamma} = \frac{(q_{\text{нак.чуг}} + q_{\text{нак.шл}}) \cdot \left(\frac{24 \cdot 60}{n_{\text{в}}} - t_{\text{вып}} \right)}{\pi \cdot \frac{d_{\Gamma}^2}{4} \cdot S_{\text{зап}}}, \quad (5)$$

где $q_{\text{нак.чуг}}$ - объемная скорость накопления чугуна;

$q_{\text{нак.шл}}$ - объемная скорость накопления шлака;

$N_{\text{вып}}$ - количество выпусков жидких продуктов плавки в сутки,

$t_{\text{вып}}$ - время одного выпуска, мин;

$S_{\text{зап}}$ - степень заполнения кокса жидкими продуктами плавки находится в пределах 0,4-0,5.

Время выпуска зависит от объема доменных печей (таблица 1). Принимаем, равным 50 минутам. Количество выпусков 20.

Таблица 1 –Определение показателей по объему

Показатели	Полезный объем печи, м^3			
	1000	2000	3000	5000
d_{Γ} , м	7,2	9,75	11,6	14,7
$n_{\text{в}}$, М	10	12	16	20
$t_{\text{в}}$, МИН	40	40	40	40

Объемные скорости накопления чугуна и шлака находятся по формулам (6-7):

$$q_{\text{нак.чуг}} = Q / (R_{\text{ч}} \cdot 24 \cdot 60), \quad (6)$$

$$q_{\text{нак.шл}} = Q \cdot \text{Ш} / (R_{\text{ш}} \cdot 24 \cdot 60), \quad (7)$$

где $R_{\text{ч}}$, $R_{\text{ш}}$ - соответственно объемная масса чугуна ($6,9 \text{ т/м}^3$), объемная масса шлака (2 т/м^3);

Ш – выход шлака, т/сут (принять самостоятельно);

Q- выход чугуна, т/сут.

Величину конструктивного размера принимаем равной 0,5; высоту фурменной зоны 1 м.

Высота горна должна быть принята, не смотря на полученный результат расчета. Как показывает практика, высота горна для печей большого объема по практическим данным составляет 5-5,5 м. Принимаем высоту горна равной 5м.

Размер распара доменной печи определяется исходя из соотношения диаметров горна и распара (8):

$$f_{\text{гр}} = D/d_{\text{г}}, \quad (8)$$

где D- диаметр распара, м;

$d_{\text{г}}$ – заданный диаметр горна, м;

$f_{\text{гр}}$ - принятая величина соотношения $D/d_{\text{г}}$ по рекомендациям

М.А. Павлов рекомендовал оптимальную величину отношения $D/d_{\text{г}}$ соответственно в пределах 1,10-1,15 и 1,15-1,25. В настоящее время величина отношения $D/d_{\text{г}}$ для больших печей остается в пределах 1,095-1,13. Принимаем $f_{\text{гр}} = 1,11$.

Высоту распара должна выбираться с учетом степени усреднения железорудного сырья (постоянства химического состава) и интервала размягчения и плавления составляющих железорудной части шихты. Для проплавления качественно усредненных материалов (при ΔFe , не более 0,2-0,3 %), с относительно небольшим интервалом размягчения и плавления, высоту распара можно выбирать ближе к нижнему пределу 1,5 м.

При проплавке недостаточно усредненных железорудных материалов с различной основностью, например агломерата и окатышей, агломератов с низкой и высокой основностью, высоту распара целесообразно принимать 3,0-4,0 м (8).

Проанализировав практические данные (профили успешно работающих доменных печей большого объема) принимаем высоту распара равную 3,5 м.

Размеры заплечиков наряду с расположением фурменных очагов относительно стен являются важным средством организации характера движения материалов и газов в рабочем пространстве доменной печи и особенно в нижней его части.

Из всех размеров, определяющих очертания заплечиков (α_3 , D, h_3) наибольшее значение имеют диаметр распара и высота заплечиков (5,6).

Высота заплечиков определяется исходя из соотношения высоты заплечиков к диаметру распара (9):

$$f_{зр} = h_3/D, \quad (9)$$

где D - диаметр распара, м;

$f_{зр}$ - принятая величина соотношения h_3/D по рекомендациям.

Величина соотношения $f_{зр} = h_3/D$ зависит от диаметра горна. При величине его более 11м величину соотношения можно принять $f_{зр} = 0,27$. Для доменных печей с диаметром горна менее 11 метров (малые и средние печи), обычно отношением $f_{зр}$ не пользуются, сразу принимая минимально рекомендованную высоту заплечиков, равную 3,5 м.

Но данная высота не выдерживаем проверку по приемлемости углов наклона, поэтому требует корректировки.

Так приемлемость полученной высоты заплечиков должна обеспечивать угол их наклона без учета высова фурм в пределах $77-79^\circ$. Но на больших доменных печах угол наклона заплечиков может быть увеличен до 80° , что подтверждается практическими данными. А с учетом высова фурм в глубь горна угол наклона заплечиков должен быть более 74° . На больших доменных печах высов фурм равен 400мм.

Тогда угол наклона заплечиков без учета высова фурм рассчитаем по формуле (10):

$$\alpha_3 = \left(90 - \arctg \left(\frac{D - d_r}{2h_3} \right) \right), \quad (10)$$

Угол наклона заплечиков с учетом высова фурм рассчитывается по формуле (11):

$$\alpha_3 = \left(90 - \arctg \left(\frac{D - d_r + 2 \cdot W_\phi}{2h_3} \right) \right), \quad (11)$$

где W_ϕ - величина высова фурм в горн, м.

Диаметр колошника доменной печи определяется исходя из соотношения диаметра колошника к диаметру распара (12):

$$f_{кр} = d_k/D, \quad (12)$$

где D - диаметр распара, м;

d_k - определяемый диаметр колошника, м;

$f_{кр}$ - принимаемая величина соотношения d_k/D по рекомендациям.

Рекомендация А М Павлова по величине d_k/D равна 0.67-0.75. Для современных доменных печей, оснащенных бесконусными загрузочными устройствами, величина этого соотношения находится в пределах $f_{кр} = 0,66-0,70$.

В расчете принимаем это соотношение ближе к 0,7. Тогда диаметр колошника, определенный по выражению (12) будет равен $d_k = 8,047$ м. Данный диаметр колошника не обеспечивает приемлемые углы наклона шахты.

Заданный угол наклона шахты будет соблюдаться при диаметре колошника 8,047 м.

При проектировании современной доменной печи высоту колошника можно принять равной 2м.

Шахта должна быть такой, чтобы объем ее обеспечивал необходимую подготовку материала при подходе его к зоне плавления и размягчения.

Высоту шахты определяем по формуле (13):

$$V_{ш} = f_{ш} \cdot S_{г}, \quad (13)$$

где $V_{ш}$ – объем шахты, m^3 ;

$S_{г}$ -площадь горна, m^2 .

Величина $f_{ш}$ меняется в пределах 13-16 в зависимости от типа проплавляемого сырья. В настоящее время рекомендуется брать это отношение в пределах 14-15. Принимаем $f_{ш} = 15$.

Высоту шахты рассчитываем по формуле (14):

$$h_{ш} = \frac{12V_{ш}}{\pi(D^2 + D \cdot d_k + d_k^2)}, \quad (14)$$

Приемлемость полученного значения высоты шахты проверяем по углу наклона шахты к горизонту, который должен составлять 85-87°. Угол наклона шахты 81° можно предельно малым (5,6).

Угол наклона стен шахты $\alpha_{ш}$ рассчитывается по формуле (15):

$$\alpha_{ш} = 90 - \arctg \left(\frac{1}{2} \times \frac{D_k - d_k}{h_{ш}} \right), \quad (15)$$

Но в работе предлагается сконструировать шахту с переменным углом наклона. Это объясняется тем, что сразу под поверхностью засипи температуры резко возрастают, перепад может составлять 150° и более сечение же шахты либо не увеличивается (при излишней высоте колошника), либо монотонно растет. Поэтому целесообразно в верхней части шахты интенсивно увеличивать расширять рабочее пространство: высота цилиндрической части колошника должна быть минимальной, а угол наклона стен шахты в самой верхней ее части уменьшать на 1,5°-3,0° по сравнению с проектным (5,6).

Рассчитываем по установленным размерам объемы отдельных элементов профиля, m^3 :

Горна по формуле (16):

$$V_r = \frac{\pi \cdot d_r^2}{4} \cdot h_r, \quad (16)$$

Заплечиков по формуле (17):

$$V_z = \frac{\pi}{12} \cdot h_z \cdot (d_r^2 + D_p \cdot d_r + D_p^2), \quad (17)$$

Распара по формуле (18):

$$V_p = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} h_p, \quad (18)$$

Колошника по формуле (19):

$$V_k = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4} h_k, \quad (19)$$

Полезный объем печи по формуле (20):

$$V_{\text{пол}} = V_r + V_z + V_p + V_{\text{ш}} + V_k \quad (20)$$

Полезная высота печи по формуле (21):

$$H_o = H_r + H_z + H_p + H_{\text{ш}} + H_k, \quad (21)$$

Расчет профиля доменной печи по методу А. Н. Рамма

Таблица 1 - Формулы для определения размеров доменных печей по А. Н. Рамму

Размер элемента профиля, м	Расчётный профиль	
	«нормальный»	геометрически подобный
Диаметр:		
распара	$D = 0,59 V_n^{0,38}$	$D = 0,83 \sqrt[3]{V_n}$
горна	$d_r = 0,32 V_n^{0,45}$	$d_r = 0,9 D$
колошника	$d_k = 0,59 V_n^{0,33}$	$d_k = 0,7 D$
Высота печи:		
полная	$H = 5,56 V_n^{0,24}$	$H = 4,355 D$

полезная	$H_n = 0,88 \text{ Н}$	$H_n = 2,95 \text{ D}$
Высота:		
горна	$h_r = 0,10 \text{ Н}$	$h_r = 0,35 \text{ D}$
запечников	$h_z = 3,2$	$h_z = 0,35 \text{ D}$
распара	$h_p = 0,07 \text{ Н}$	$h_p = 0,20 \text{ D}$
шахты	$h_{ш} = 0,63 \text{ Н} - 3,2$	$h_{ш} = 1,80 \text{ D}$
колошника	$h_k = 0,08 \text{ Н}$	$h_k = 0,25 \text{ D}$

Форма отчёта:

Выполненный расчет в тетради и чертеж на А4 или на миллиметровке.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.2 Процессы происходящие в доменной печи

Практическое занятие №7

Расчёт доменной шихты

Цель: выполнить полный расчёт шихтовых материалов на 1 тонну чугуна и составить материальный и тепловой баланс.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

выполнять технические и технологические расчеты процесса производства агломерата и чугуна;

оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов производства агломерата и чугуна;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Не требуется.

Задание:

По индивидуальному варианту:

- расход каждого компонента;
- состав и количество шлака;
- материальный баланс
- тепловой баланс

Порядок выполнения (алгоритм):

1. Принять марку чугуна.
2. Определить необходимое количество Fe из железорудной части.
3. Выбрать соотношение агломерат : окатыши (60:40). Рассчитать массу смеси по содержанию Fe.
4. По балансу основности (CaO/SiO_2 шлака = 1,1–1,2) определить расход известняка.
5. Расход кокса принять 420–450 кг/т, уточнить по балансу углерода.
6. Составить таблицу материального баланса.

Ход работы:

Исходные данные

Рассчитать шихту для получения чугуна на основе следующих исходных данных:

1. Рудная смесь содержит 70% офлюсованного агломерата и 30 % окатышей;
2. Расход влажного кокса 418 кг/т чугуна;
3. В чугун переходит 60 % марганца;
4. В чугуне содержится 0,6 % кремния;
5. Основность шлака 1,15;
6. В шлаке содержится 0,30 % FeO;
7. Улетучивается 7 % серы;
8. Расход природного газа 132 м³/т чугуна;
9. Температура дутья 1300 °С, колошникового газа 300 °С, агломерата 90 °С.

Порядок расчета шихты

1. Проверить сумму составляющих на 100%.

Средневзвешенное содержание элементов определяется по следующей формуле:

$$\bar{X}_{\text{ср}} = \% X_A \cdot \% A / 100\% + \% X_O \cdot \% O / 100\%$$

2. Оценить сырые материалы по химическому составу - богатству, составу пустой породы, содержанию примесей P, Mn и др.:

$$[P] = P \cdot 100 / 1000$$

$$[Mn] = Mn \cdot \eta_{Mn} / 100$$

3. Выбрать состав чугуна.

Содержание углерода и железа в чугуне, %:

$$[C] = 4,6 - 0,27 \cdot [Si] - 0,32 \cdot [P] + 0,74 \cdot [Mn] - 0,03 \cdot [S]$$

$$[Fe] = 100 - ([Si] + [Mn] + [P] + [S] + [C])$$

4. Определить расход материалов.

$$\begin{cases} 0,556 \cdot P_c + 0,005 \cdot И + 0,03 \cdot 59,79 = 1000 \\ 2,47 \cdot P_c + 50,73 \cdot И - 59,94 \cdot 59,79 = 0 \end{cases}$$

Агломерата:

$$A = P_c \cdot \% A / 100$$

Окатышей:

$$O = P_c \cdot \% O / 100$$

5. Составить поверочную таблицу расчета шихты для определения полного состава чугуна и шлака и проверки выполнения принятых условий.

Форма отчёта:

Выполненный расчет в тетради.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Практическое занятие №8 Изучение неполадок доменной печи

Цель: научиться анализировать нарушения хода печи и предлагать корректирующие мероприятия.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

выполнять технические и технологические расчеты процесса производства агломерата и чугуна;

оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов производства агломерата и чугуна;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Не требуется.

Задание:

Для 3–4 кейсов:

1. Записать возможные причины.
2. Предложить алгоритм устранения (≥ 3 шагов).
3. Написать признаки.

Порядок выполнения:

- Ознакомиться со списком задач.
- Для 3-4 кейсов записать причины, устранение и признаки неполадок.
- Сделать вывод по работе.

Форма отчёта:

Выполненная работа в тетради, защищенная устно.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 2.3 Образование чугуна и шлака

Лабораторное занятие №3 (SIKE)

Работа в технологическом процессе по предотвращению аварийных ситуаций

Цель: выработать навыки распознавания и устранения аварийных режимов.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

работать с технологической, справочниками и другими информационными источниками;

выполнять основные технологические операции по производству окискованного железосодержащего сырья и чугуна;

находить причины нарушений технологии и пути их устранения;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска;

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации доменной печи».

Задание:

- 1 Запустить SIKE, выбрать «Газовщик доменной печи №2».
- 2 Изучить аварийные режимы доменной печи.
- 3 Пройти тестирование по предотвращению неполадок.

Порядок выполнения:

1. Запустить «Аварийный тренажёр».
2. Пройти обучение по всем аварийным ситуациям доменной печи.
3. Пройти тестирование по устранению любой аварийной ситуации.

Форма отчёта:

Результаты тестирования.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №4

Работа в технологическом процессе выплавки чугуна в доменной печи №2

Цель: освоить ведение штатного процесса доменной плавки от загрузки до выпуска.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

работать с технологической, справочниками и другими информационными источниками;

выполнять основные технологические операции по производству окискованного железосодержащего сырья и чугуна;

находить причины нарушений технологии и пути их устранения;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Виртуальный учебный комплекс «Тренажер-имитатор технологии эксплуатации доменной печи».

Задание:

Выполнить полный цикл:

- набор шихты (60% агломерата + 40% окатышей, кокс 430 кг/т);
- установка температуры дутья 1100–1150 °С;
- контроль состава чугуна (Si 0,6–0,8%, S <0,03%);
- выпуск чугуна и шлака;
- сохранение паспорта плавки.

Порядок выполнения:

1. Задать параметры шихты.
2. Запустить процесс.
3. Следить за графиками температур, давлений.
4. При необходимости скорректировать дутьё (расход кислорода, природного газа).
5. По сигналу готовности произвести выпуск.
6. Зафиксировать паспорт плавки.

Форма отчёта:

Паспорт плавки.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Практическое занятие №9

Изучение классификации чугунов. Его свойства и химический состав

Цель: изучить марки чугунов по ГОСТ 805-95, научиться определять марку по химическому составу.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

выполнять технические и технологические расчеты процесса производства агломерата и чугуна;

оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов производства агломерата и чугуна;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Не требуется.

Задание:

По заданному содержанию Si, Mn, P, S определить марку чугуна, указать группу, класс, категорию.

Порядок выполнения:

1. Получить данные (пример: Si=0,8%, Mn=0,6%, P=0,08%, S=0,02%).
2. Сравнить с таблицами ГОСТ.
3. Заполнить таблицу: «Элемент – содержание – марка – группа – класс».

Форма отчёта:

Выполненная работа в тетради.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Практическое занятие №10

Оценка десульфuriрующей способности шлака

Цель: рассчитать коэффициент распределения серы и оценить способность шлака к удалению серы из чугуна.

Выполнив работы, Вы будете уметь:

определять визуально и/или с использованием приборов работоспособность, неисправности и отклонения параметров (режимов) работы основного и вспомогательного оборудования;

применять средства индивидуальной защиты, газозащитную аппаратуру, средства пожаротушения и пользоваться специальным инструментом в аварийных ситуациях;

осуществлять в пределах компетенции установку рабочих режимов, наладку технологического оборудования;

выполнять технические и технологические расчеты процесса производства агломерата и чугуна;

оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов производства агломерата и чугуна;

определять необходимые источники информации; эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, оформлять результаты поиска.

Материальное обеспечение:

Не требуется.

Задание:

По составу шлака (CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , FeO , MnO , S) и содержанию серы в чугуне $[\text{S}]$ определить:

- основность CaO/SiO_2 ;
- требуемую основность по Рамму;
- коэффициент распределения серы $L_s = (\text{S}) / [\text{S}]$;
- сделать вывод.

Порядок выполнения (пример):

1. Получить вариант у преподавателя.
2. Определить основность шлака, коэффициент распределения серы.
3. Сделать вывод.

Форма отчёта:

Выполненная работа.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполнены все задания; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнены все работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполнено или выполнено, но неправильно задания; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.