

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



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

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

МДК 01. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними

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.

Составитель:

преподаватель ФГБОУ ВО МГТУ МпК И.А. Крашенинникова

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. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 43	6
Практическое занятие 44	11
Практическое занятие 45	14
Практическое занятие 46	17
Практическое занятие 47	21
Практическое занятие 48	24

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. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними.

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

Выполнение студентами практических работ по ПМ.01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и

ферросплавов), МДК 01. 02 Управление технологическими процессами производства стали и контроль за ними направлено на:

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

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

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

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

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.2

Основы теории металлургических процессов

Практическое занятие № 43

Изучение основных диаграмм состояния шлаковых систем. Определение температуры плавления по заданному составу шлака

Формируемая компетенция:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

Цель работы: определить основные характеристики шлаковых систем и температуры плавления по химическому составу шлака

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выбирать оптимальные технологические процессы подготовки сырья и получения металла

Оборудование: не требуется

Порядок выполнения работы:

- 1 Повторить теоретический материал по темам: Физико-химические основы металлургических процессов
- 2 Ознакомиться с теоретической частью.
- 3 Выполнить расчет по распределению компонентов между металлом и шлаком
- 4 Заполнить сравнительную таблицу по данным составов шлака, с указанием их основных характеристик.
Защитить выполненную практическую работу преподавателю.

Шлаковые системы

Шлаки сталеплавильного производства имеют сложный состав, однако для анализа свойств можно ограничиться рассмотрением диаграмм плавкости главных компонентов шлака.

На рис. 1 приведена диаграмма системы CaO-SiO_2 ; расплавы с содержанием 33-58% CaO имеют температуру плавления $< 1600^\circ\text{C}$.

Силикаты $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ имеют в твердом состоянии при разных температурах различные модификации, характеризующиеся различной объемной массой. Особенно большое различие (до 10%) наблюдается между модификациями $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Поэтому шлаки, соответствующие этому составу, при охлаждении рассыпаются в тонкий порошок.

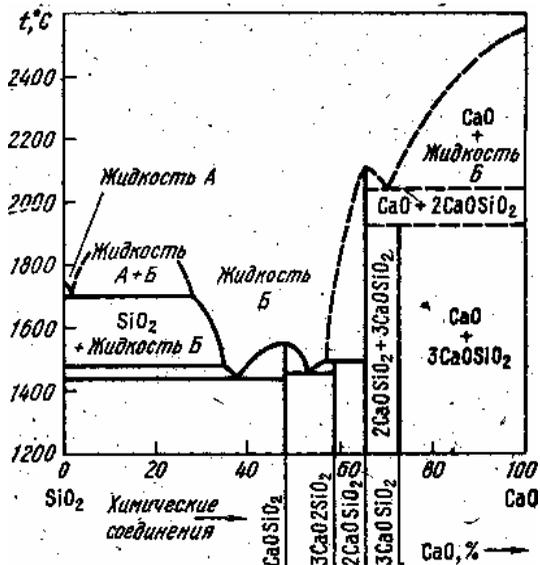


Рис.1. Диаграмма состояния системы $\text{SiO}_2 - \text{CaO}$.

На рис. 2 представлена **тройная диаграмма $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{FeO}$** . В этой системе имеются расплавы с температурой плавления 1100-1200 °С; например, расплавы, содержащие 45% FeO , 20% CaO и 35% SiO_2 . Однако при содержании 45-50% CaO температура плавления расплавов резко возрастает и, например, при содержании 50% CaO , 35% SiO_2 , 15% FeO превышает 1600 °С.

Поэтому для разжижения высокоосновных шлаков в печах присаживают различные флюсы.

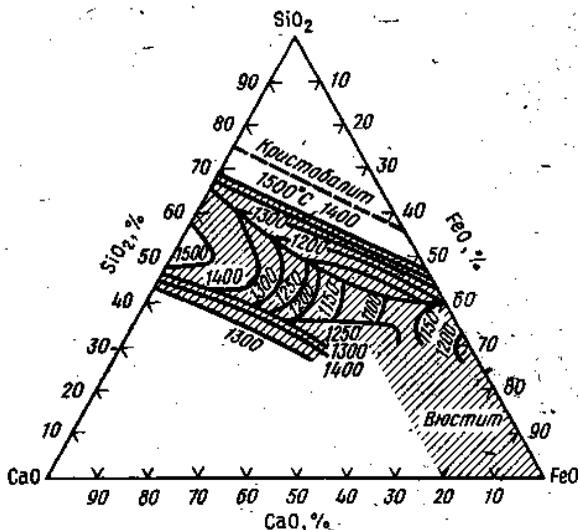


Рис. 2. Диаграмма состояния системы CaO – SiO₂ – FeO.

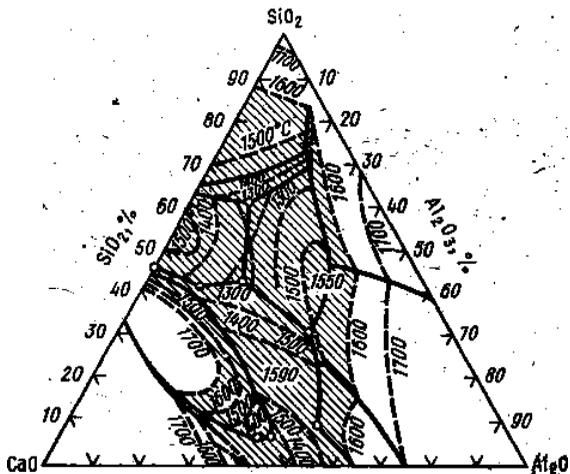


Рис. 3. Диаграмма состояния системы CaO – SiO₂ – Al₂O₃

В системе CaO – Al₂O₃ – SiO₂ образуется несколько химических соединений, в том числе два тройных:

CaO – Al₂O₃ – SiO₂, содержащее 20%CaO, 37% Al₂O₃, 43% SiO₂, плавящееся при 1550 °C;

CaO – Al₂O₃ – SiO₂, содержащее 41%CaO, 37% Al₂O₃, 22% SiO₂, плавящееся при 1590 °C (рис.3).

В рассматриваемой системе имеется большая область расплавов с температурой плавления, не превышающей 1600 °С, что обеспечивает широкое использование шлаков на основе CaO – Al₂O₃ – SiO₂. Шлаки этой системы в случае содержания в них 48-54% CaO при остывании рассыпаются в порошок.

Распределение компонентов между металлом и шлаком

Жидкий металл и шлак в большинстве случаев являются двумя несмешивающимися жидкостями.

При внесении в систему металл — шлак примеси, она распределяется между этими фазами, процесс распределения характеризуется уравнением

$$[\Pi] = (\Pi)$$

В равновесных условиях отношение содержания примеси, распределенной между металлом и шлаком, будет величиной постоянной при данной температуре:

$$L = (\Pi) / [\Pi]$$

Это отношение L называется коэффициентом распределения.

Например,

$L = (O) / [O] = 420$, при температуре 1600 °С.

$L = (P_2O_5) / [P] = 50-300$, если первоначальное содержание фосфора не выше 0,15%.

$L = (P_2O_5) / [P] = 400-1000$, если первоначальное содержание фосфора 0,3-0,45%.

Переход примеси из одной фазы в другую будет определяться соотношением химических потенциалов

$$\ln K_p = \ln \frac{(\Pi)}{[\Pi]} = \ln L_{\Pi} = \frac{\mu_{(\Pi)} - \mu_{[\Pi]}}{RT}$$

где $\mu_{[\Pi]}$ и $\mu_{(\Pi)}$ - соответственно химические потенциалы металла и шлака.

Если химический потенциал примеси в шлаке окажется больше чем химический потенциал примеси в металле, т. е. при соотношении $\mu_{(\Pi)} > \mu_{[\Pi]}$ примесь будет переходить из шлака в металл до тех пор, пока не

установится равенство $\mu_{(П)} = \mu_{[П]}$. При соотношении $\mu_{(П)} < \mu_{[П]}$ примесь будет переходить из, металла в шлак.

Форма представления результата:

Заполнение сравнительной таблицы 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 2.2 Основы теории металлургических процессов

Практическое занятие № 44

Вычисление содержания кислорода в металле в зависимости от температуры расплава и содержания углерода в нём

Формируемая компетенция:

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: определить содержания кислорода в металле в зависимости от температуры расплава и содержания углерода в нём

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выбирать оптимальные технологические процессы подготовки сырья и получения металла.

Оборудование: не требуется

Порядок выполнения работы:

1 Повторить теоретический материал по темам: Реакции обратимые и необратимые. Металлургические процессы восстановительные и окислительные.

2 Ознакомиться с теоретической частью.

3 Выполнить расчет по содержанию содержанию кислорода в металле в зависимости от температуры расплава и содержания углерода в нём.

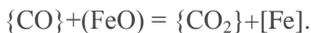
Защитить выполненную практическую работу преподавателю.

Расчет равновесного содержания углерода в металле

Процесс окисления углерода, являющийся важнейшим физико-химическим процессом в сталеплавильной ванне, исследован больше, чем любая другая реакция. В настоящее время можно считать экспериментально и теоретически доказанным, что процесс окисления углерода протекает не только по реакции $[C] + [O] = \{CO\}$. Этой реакции всегда сопутствуют реакции образования CO_2 в металле:



и в шлаке:



Реакция образования CO при любых условиях является главной. Образование CO₂ практическое значение имеет только при низких содержаниях углерода в металле.

Константа равновесия реакции $[C] + [O] = \{CO\}$ в общем случае определяется выражением

$$K_c = P_{co} / (a[C] \times a[O]) = P_{co} / (g_c[C] \times g_o[O])$$

Как уже указывалось, коэффициент активности углерода $f_c \gg 1$ для $[C] = 1\%$. С достаточной для практических целей степенью точности можно принять (p_{co} выражено в кг/см²):

$$K_c = p_{co} / ([C] \times [O])$$

Поскольку значение теплового эффекта реакции мало, им можно пренебречь. Тогда для любой температуры $p_{co} / ([C] \times [O]) = \text{const}$.

Приняв для открытых агрегатов $p_{co} = 1$ кг/см² и $1/K_c = 1/\text{const} = m$, можно получить еще более простую зависимость: $[C] \times [O] = m$. Последнее уравнение чаще всего используется для определения равновесных соотношений углерода и кислорода в жидком железе и справедливо для концентрации углерода до 1, 2÷1, 5%. По данным В. И. Явойского принимаем:

$$\text{Lg}K_c = \text{lg}(p_{co} / ([C] \times [O])) = (1850/T) + 1, 61$$

$$m = [C] \times [O] = p_{co} / K_c = p_{co} / 402 = 0, 0025 \times p_{co}$$

Рассчитаем равновесное содержание углерода и пределы обезуглероживания стали с использованием различных методов выплавки и внепечной обработки.

Форма представления результата:

В устной форме: ответы на вопросы преподавателя по определению составов в зависимости от марки стали.

В письменной форме: выполнить расчет по содержанию кислорода в металле в зависимости от температуры расплава и содержания углерода в нём

Форма представления результата:

Заполнение сравнительной таблицы 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 2.3

Исходные материалы сталеплавильного производства

Практическое занятие № 45

Расчёт металлической части шихты для углеродистых и легированных сталей

Формируемая компетенция:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

Цель работы: Научиться определять количество металлической шихты в зависимости от марки стали и типа и садки печи.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выбирать оптимальные технологические процессы получения металла.

Материальное обеспечение:

ГОСТ на сталь, ТУ предприятия на шихтовые материалы и другие виды присадок.

Оборудование: не требуется

Задание:

Ознакомится с основными определениями и терминами на шихтовые материалы. Ознакомится с основными этапами расчета шихты. Рассчитать количество металлической шихты для заданной печи и марки стали.

Краткие теоретические сведения:

Расчёт шихты производится в соответствии с заданной маркой стали и количеством углерода, который в этой стали содержится. Для этого определяют технологию плавки и тип печи, где эта сталь выплавляется. Расчет шихты ведётся на углерод. Вся шихта делится на передельный чугун и стальной лом. Если печь мартеновская, угар углерода принимается в пределах 40-60 %, и по этому угару считается содержание науглероживателя (передельного чугуна). Если же сталь выплавляется в электропечи, угар углерода уменьшается до 10-15 %, а науглероживателем может являться кокс.

Порядок выполнения работы:

1. Получить папку с ГОСТами у преподавателя.
2. Выбрать марку стали для расчета шихты
3. Выбрать метод расчета в зависимости от марки стали и вида производства
4. Рассчитать шихтовые материалы
5. Сравнить полученные результаты с ГОСТами.

Ход работы:

1. Ознакомится со структурой ГОСТа.
3. Ознакомится с основными определениями и терминами на шихту для расчета.
4. Ознакомится с требованиями, предъявляемыми к шихтовым материалам.
5. Изучить этапы ведения расчета.
6. Составить схему технологического процесса заданной марки стали.
7. Рассчитать количество металлической шихты для выбранной марки.

Металлический лом является важнейшим (после жидкого чугуна) исходным железосодержащим материалом конвертерной плавки. Он выполняет роль основного охладителя процесса окислительного рафинирования, благодаря которому обеспечивается необходимая температура металла. Масса лома должна определяться из условий баланса тепла конвертерной плавки. Избыток тепла процесса расходуется на переработку эквивалентной массы лома.

Однако лом вносит с собой химические элементы, участвующие в окислительном рафинировании, как и элементы чугуна. Поэтому величина массы лома используется в начале расчета в уравнениях баланса элементов, а правильность выбора ее может быть установлена только в конце расчета, при составлении теплового баланса плавки. Критерием оценки служит рассчитанное значение температуры металла.

Для начала расчета можно выбрать расход лома произвольно из обычно наблюдаемого на практике интервала значений (22-28%), провести все расчеты до определения температуры металла, сравнить ее с требуемой и вернуться к началу расчета, скорректировать величину расхода лома и расчет повторить.

Для быстрого приближения используют эмпирические соотношения между массой лома и различными известными параметрами плавки [2]. Их эффективность зависит от того, насколько условия конкретной плавки соответствуют условиям, при которых получены расчетные зависимости. Для рассматриваемого случая можно использовать упрощенную формулу, полученную для условий, когда лом является единственным охладителем:

$$G_{\text{л}}' = 17,4 + 4,1 \cdot ([C]_{\text{ч}} - 4,0) + 9,5 \cdot ([Si]_{\text{ч}} - 0,5) + 0,034 \cdot (t_{\text{ч}} - 1330) + 3,2 \cdot ([Mn]_{\text{ч}} - 0,2) + 11 \cdot (0,2 - [C]_{\text{М}}) + 0,05 \cdot (1650 - t_{\text{М}}),$$

где $G_{\text{л}}'$ – расход лома на плавку (предварительный), % (кг/100кг металлошихты);

$[C]_{\text{ч}}$, $[Si]_{\text{ч}}$, $[Mn]_{\text{ч}}$ – соответственно содержание углерода, кремния и марганца в чугуна, %;

$t_{\text{ч}}$, $t_{\text{М}}$ – соответственно температура чугуна и металла, °С.

Поскольку все величины, входящие в формулу, известны из задания на работу и результатов расчета п.3, студент определяет предварительный расход лома по уравнению (3).

При определении уточненного расхода лома на плавку необходимо учесть, что в соответствии с выданным заданием в плавке, в качестве твердого окислителя, играющего роль дополнительного охладителя, используются окатыши

Для корректировки расхода лома, необходимо предварительно оценить охлаждающую способность окатышей, используя формулу:

$$S_{\text{ТО}} = 0,062 \cdot \text{Fe}_{\text{ТО}} - 0,014 \cdot (\text{FeO})_{\text{ТО}} - 0,633,$$

где $S_{\text{ТО}}$ – коэффициент эквивалентности твердого окислителя как охладителя по отношению к лому, кг/кг;

$\text{Fe}_{\text{ТО}}$ – содержание железа в твердом окислителе, %;

$(\text{FeO})_{\text{ТО}}$ – содержание FeO в твердом окислителе, %.

Форма представления результата:

Расчет шихтовых материалов

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 2.3

Исходные материалы сталеплавильного производства

Практическое занятие № 46

Расчет ферросплавов для раскисления и легирования сталей

Формируемая компетенция:

ПК 1.1. Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции.

Цель работы: Научиться определять количество металлической шихты в зависимости от марки стали и типа и садки печи.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выбирать оптимальные технологические процессы получения металла.

Материальное обеспечение:

ГОСТ на сталь, ТУ предприятия на ферросплавы и другие виды присадок.

Оборудование: не требуется

Задание:

Ознакомится с основными определениями и терминами на раскислители и легирующие материалы. Ознакомится с основными этапами расчета ферросплавов. Рассчитать количество раскислителей для заданной печи и марки стали. Рассчитать количество легирующих для заданной печи и марки стали.

Ход работы:

1. Изучить характеристику ферросплавам, применяемым в ККП для раскисления и легирования стали.

2. Выполнить расчет количества ферросплавов для раскисления и легирования стали по своему паспорту плавки.

3. Изучить этапы ведения расчета.

Краткие теоретические сведения:

Выбор ферросплавов зависит от марки стали. При этом ферросплавы подбираются по справочникам химических составов сталей и рассчитываются по формуле

$$\text{ФС} = (T \cdot e / a \cdot p) \cdot 100\%,$$

где ΦC – количество требуемого ферросплава, кг;
 T – садка печи, кг;
 e – среднее содержание расчетного элемента в марке стали за вычетом этого же остаточного элемента в ванне, %;
 a – усвояемость элемента (100% - угар элемента), %;
 p – содержание чистого элемента в ферросплаве, %.

Расчет количества ферросплавов для раскисления и легирования стали

Ферросплавы - это сплавы различных элементов, такие как хром, марганец, кремний, титан и другие, совместно с железом. Свое название ферросплавы получают исходя из того, какой основной компонент входит в состав, в нем так же присутствуют и другие примеси. Подобные сплавы нашли свое значимое применение в области металлургии. В основном ферросплавы применяют для раскисления и легирования стали (например, феррохром или ферросилиций). Это придает металлам ряд полезных свойств, например износостойкость и устойчивость к большим нагрузкам, а также металлы и сплавы получают определенную, необходимую структуру и требуемые свойства. При использовании в плавке ферросплавов температурные режимы ниже (чем плавление чистого металла) и затраты энергии значительно меньше, что снижает его стоимость, чем если брать его в технически чистом виде. При этом подобные сплавы имеют показатели высокого качества.

Ферромарганец сплав железа с марганцем. Применяется, в основном, в качестве легирующей добавки. Этот сплав при добавлении в сталь повышает ее прочностные характеристики. Делает ее устойчивой к коррозии и усиливает твердость и прочность.

FeMn78: Mn – 75.0 – 82.0%; Si 6.0%; C 7.0 %; P 0.05%; S 0.02%

FeMn70: Mn – 65.0 – 75.0%; Si ≤ 6.0%; C 7.0 % P – 0.30%; S 0.02%

Ферросиликомарганец — это сплав, основные компоненты которого — кремний и марганец. Применяется в металлургии при производстве легированных сталей, придает стали устойчивость и твердость. Также этот ферросплав используют при производстве сплавов марганца.

FeSiMn: Fe 10-15%; Si > 30%; Mn > 65,0%; C 2.5%; P - 0,1%; S 0.02

Ферросилиций - сплав железа с кремнием. Применяется в качестве легирующей добавки для производства изделий с повышенной упругостью (пружины, рессоры), конструкционные и инструментальные стали.

FeSi65: Si 63 - 68%; Mn 0.4%; C 0.1%; P 0.05%; S 0.02%

Феррохром – ферросплав с повышенным содержанием хрома. Придает сталям особые свойства, увеличивая пределы прочности и текучести. Также легирующая добавка в виде феррохрома придает материалам нержавеющие свойства.

FeCr010A: Cr > 65%; C 0.1%; Si ≤ 1.5%; P 0.03%; S 0.02%

Ферромолибден – сплав железа и молибдена. Применяют при производстве высокопрочных сталей, в том числе конструкционных и инструментальных. Добавка молибдена в стали повышает вязкость и устраняет хрупкость стали. Ферромолибден добавляют в стали для получения мелкозернистой однородной структуры. Так же этот ферросплав используют при получении стали и сплавов, устойчивых к высоким температурам.

FeMo: Mo > 50 - 60%; C 0.5%; Si ≤ 0.7%; P 0.05%; S 0.1%

Ферровольфрам – сплав железа и вольфрама. Это один самых важных легирующих элементов при производстве специальных и конструкционных сталей. Придает сталям твердость, устойчивость к высоким температурам. Эти свойства особенно актуальны при производстве инструментальных сталей.

FeW70: W ≥ 70%; C 0.5%; Si ≤ 0.8%; P 0.06%; S 0.1%

Ферротитан - сплав железа и титана. Используется для легирования, дегазации и раскисления. Стали, которые содержат ферротитан, отличаются повышенными механическими свойствами. Обладают жаропрочностью, улучшенной свариваемостью стали и ее сопротивляемостью коррозии.

FeTi: Ti 65 - 75%; C 0.3%; Si ≤ 0.9%; P 0.03%; S 0.03%

Ферросиликокальций - сплав кальция, кремния и железа, активный комплексный раскислитель и дегазатор стали. Применяется как для печной, так и для внепечной обработки стали, обеспечивает при высокой степени раскисления минимальное количество и оптимальную форму неметаллических включений, улучшает прочностные свойства проката. Незаменим при непрерывной разливке стали.

FeSiCa: Ca 10 - 30%; Si ≥ 45 - 50%; C 0.3%; Al 1.5%; P 0.03%;

Ферроникель - сплав железа и никеля. Один из основных элементов, улучшающих свойства стали. Применяют для повышения прочности стали, вязкости и пластичности, жаропрочности.

FeNi: Ni 20 - 70%; C 0.030%; Si ≤ 2%; P 0.020%; S 0.020%

2. Производим расчет количества ферросплавов для раскисления и легирования стали по своему паспорту плавки.

Данные для расчета берутся из паспорта плавки, химический состав стали из марочника стали, химический состав ферросплавов.

Таблица №1 – материальный баланс плавки до раскисления

Материал	C	Mn	Si	P	S	Fe
Сталь конечная	0.60	0.82	0.36	0.013	0.0048	98.2
Сталь раскислением перед	0.97	0.043	0.005	0.013	0.027	98.9
FeSi	-	0.4	65	0.05	0.03	34.5
FeMn	7.0	70.1	1.3	0.05	0.03	21.5
SiMn	0.5	73.4	18.2	0.05	0.03	7.8

Расход ферросплава на 100 кг металлической шихты определяется по формуле:

$$P = \frac{a}{bc}$$

где а – требуемое для ввода в металл количество кремния, равное среднему содержанию Si в стали, минус остаточное содержание Si в ванне перед раскислением;

б – содержание легирующих элементов в 1 кг ферросплавов;

с – коэффициент усвоения в металле, получается путем вычитания из единицы доли угара.

Форма представления результата:

Расчет ферросплавов

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 2.5

Производство стали в кислородных конвертерах

Практическое занятие № 47

Изучение конструкции и принципа действия кислородного конвертера

Формируемая компетенция:

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.

Цель работы: определять назначение и особенности конструкции механического оборудования конвертера

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- анализировать качество сырья и готовой продукции;
- эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование;

Материальное обеспечение:

Теоретический материал

Оборудование

Мультимедийный тренажер Sike «Машинист дистрибутора ККЦ»

Порядок выполнения работы:

1 Повторить теоретический материал по теме: Технологический процесс производства стали в конвертере

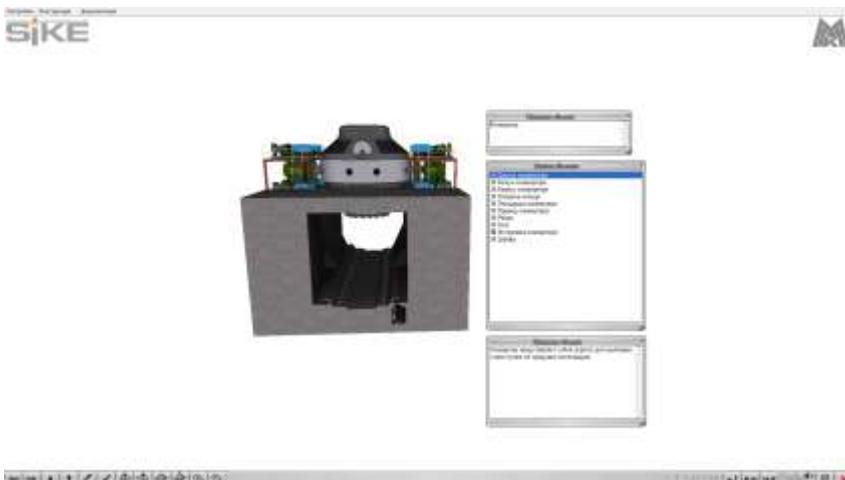
2 Изучить устройство конвертера.

Изучение устройства кислородного конвертера

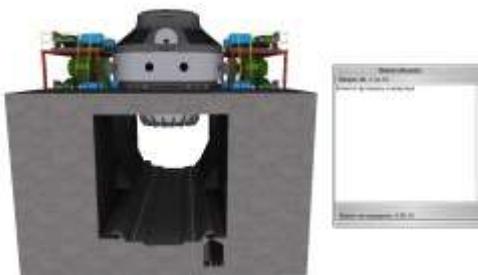
1 Зайти в программу «Sike «Машинист дистрибутора ККЦ» в раздел 1. Конструкция основных узлов и агрегатов кислородного конвертера с верхней продувкой.



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



3. Выполните тестирование по элементу конвертер



Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела

Тема 2.6 Разливка стали
Практическая работа №48
Изучение конструкции и принципа действия МНЛЗ

Формируемая компетенция:

ПК 1.1 Осуществлять технологические операции по производству черных металлов.

ПК 1.4. Анализировать качество сырья и готовой продукции

Цель работы:

Изучить оборудования слябовой машины непрерывной разливки стали

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- анализировать качество сырья и готовой продукции;
- эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование;

Материальное обеспечение:

Теоретический материал

Оборудование

Мультимедийный тренажер Sike «Разливщик стали МНЛЗ ККЦ»

Порядок выполнения работы:

- 1 Повторить теоретический материал по теме: Основные типы МНЛЗ.
- 2 Изучить устройство механический состав оборудования слябовой машины непрерывной разливки стали

Изучение устройство механического состава оборудования слябовой машины непрерывной разливки стали

1 Зайти в программу «Sike «Разливщик стали МНЛЗ ККЦ» в раздел 1. Конструкция основных узлов и агрегатов МНЛЗ



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



3. Выполните тестирование по элементу слябовая машина непрерывной разливки стали



Критерии оценки

Оценка за выполненную практическую работу выставляется по оценке, полученной за режим тестирования соответствующего раздела