**Задание.**

1) Расчет ведется на 100 кг металлической шихты.

2) Металлическая шихта состоит из 60% жидкого чугуна и 40% металлолома.

3) Температура заливаемого чугуна: 1320 °С, температура металла перед раскислением: 1600 °С. 4) Химический состав металлической шихты и готовой стали приведен в таблице №1.

# Таблица №1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант №2 | Химический состав | | | | |
| С | Si | Mn | S | P |
| Не более | |
| Чугун | 3,8 | 0,9 | 0,7 | 0,05 | 0,14 |
| Скрап | 0,25 | 0,2 | 0,5 | 0,03 | 0,03 |
| Сталь | 0,15÷0,22 | 0,05÷0,17 | 0,4÷0,65 | 0,05 | 0,04 |

5) Химический состав неметаллической части шихты (сыпучих), а также магнезитохромитового свода, загрязнения и окалины лома в таблице №2.

Таблица №2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материалов | Содержание компонентов, % | | | | | | | | | | | |
| SiO2 | Al2O3 | MnO | CaO | MgO | P2O5 | Σm | Fe2O3 | FeO | CO2 | H2O | Fe00 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Руда железная | 10 | 2 | 1,3 | 0,9 | 0,4 | 0,7 | 15,3 | 79 | 4,5 | - | 1,2 | 58,8 |
| Агломерат мартеновский | 8 | 1,5 | 1 | 12 | 0,3 | 0,4 | 23,2 | 57 | 19,7 | - | 0,4 | 55,4 |
| Известняк | 2,1 | 1,2 | - | 52,5 | 0,7 | - | 56,5 | 1,1 | - | 41,2 | 1,2 | - |
| Известь | 2,45 | 1,5 | - | 88,5 | 0,8 | - | 93,3 | - | - | 6,2 | 0,5 | - |
| Боксит | 11 | 44 | - | 1,2 | - | 0,8 | 57 | 31 | - | - | 12 | - |
| Доломит обожженный | 4,2 | 2 | - | 53,3 | 36 | - | 95,5 | 2,5 | - | 1 | 1 | - |
| Доломит сырой | 1,8 | 1,3 | - | 30,3 | 19,2 | - | 52,6 | 1,4 | - | 44,5 | 1,5 | - |
| Магнезитовый порошек | 3 | 2 | - | 3,2 | 87,5 | - | 95,7 | 3 | - | 0,8 | 0,5 | - |
| Материал свода | 5 | 4 | - | 2 | 68 | - | 79 | 11 | - | - | - | - |
| Загрязнение лома | 75 | 25 | - | - | - | - | 100 | - | - | - | - | - |
| Окалина лома | - | - | - | - | - | - | - | 69 | 31 | - | - | - |

Раздел №1

Расчет материального баланса первого периода плавки (до расплавления).

**1.1 Определение среднего состава металлошихты**

Таблица №3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источники | Содержание элементов, % | | | | | Примечание |
| С | Si | Mn | Р | S |  |
| Вносит чугун (60 кг), % | 2,28 | 0,54 | 0,42 | 0,084 | 0,03 |  |
| Вносит лом (40 кг), % | 0,1 | 0,08 | 0,2 | 0,012 | 0,012 |  |
| итого | 2,38 | 0,62 | 0,62 | 0,096 | 0,042 |  |

* 1. **Определение состава металла по расплавлении**

1. Содержание углерода.

/%С/расп = /%С/раск + /%ΔС/ = 0,18 + 0,8 = 0,98

1. Содержание кремния.

/%Si/распл = 0

1. Содержание марганца.

/%Mn/распл = 0,62 × 15 / 100 = 0,093%

1. Содержание фосфора.

/%Р/распл = 0,096 × 20 / 100 = 0,0192%

1. Содержание серы.

/%S/распл = 0,042 × 85 / 100 = 0,0357%

6. Следовательно, состав металла по расплавлению будет, %

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Si | Mn | P | S |
| 0.98 | 0 | 0.093 | 0.0192 | 0.0357 |

**1.3 Определение количества руды в завалку, таблица №4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент –окисел | Удаляется примесей (элементов), кг | Расходуется кислорода, кг | Образуется окислов, кг |
| С → СО | (2,38-0,98)×87/100=1,218 | 1,218×16/12=1,624 | 1,218+1,624=2,842 |
| С → СО2 | (2,38-0,98)×13/100=0,182 | 0,182×32/12=0,4853 | 0,182+0,4853=0,6673 |
| Si → SiO2 | 0,62-0=0,62 | 0,62×32/28=0,70857 | 0,62+0,70857=1,32857 |
| Mn → MnO | 0,62-0,093=0,527 | 0,527×16/55=0,15331 | 0,527+0,15331=0,68031 |
| P → P2O5 | 0,096-0,0192=0,0768 | 0,0768×80/62=0,0991 | 0,0768+0,0991=0,175897 |
| /S/ → (S) | 0,042-0,0357=0,0063 | - | - |
| Итого: | М1прим = 2,6301 | МшихО1 = 3,070311 | - |

1. Поступает кислорода из газовой фазы печи



2. Определяем расход руды в завалку.



* 1. **Определения количества известняка в завалку**

Таблица №5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Общий расход мат-ла на плавку % (кг/100кг) | Участвует в образовании шлака | | | | | |
| На всю плавку | | В том числе | | | |
| В 1 периоде | | Во 2 периоде | |
| % | кг | % | кг | % | кг |
| Магнезит обожженный | 0,65 | 80 | 0,52 | 45 | 0,234 | 55 | 0,286 |
| Доломит обожженный | 1,65 | 75 | 1,2375 | 65 | 0,80437 | 35 | 0,43312 |
| Доломит сырой | 1,4 | 15 | 0,21 | 70 | 0,147 | 30 | 0,063 |
| Материал свода | 0,165 | 100 | 0,165 | 55 | 0,09075 | 45 | 0,07425 |
| Боксит | 0,3 | 100 | 0,3 | 55 | 0,165 | 45 | 0,135 |
| Загрязнение лома | 1,4 | 100 | 0,56 | 100 | 0,56 | - | - |
| Окалина лома | 1,15 | 100 | 0,46 | 100 | 0,46 | - | - |

Таблица №6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источники | Расход в 1 периоде | Вносится, кг | |
| SiO2 | CaO |
| Из металлошихты | - | 1,32857 | - |
| Руда железная 1 период | 5,113913 | 5,114×10/100=0,5114 | 5,114×0,9/100=0,001485 |
| Боксит 1 период | 0,165 | 0,165×11/100=0,01815 | 0,165×1,2/100=0,00198 |
| Магнезит 1 период | 0,234 | 0,234×3/100=0,00702 | 0,234×3,2/100=0,007488 |
| Доломит обожженный 1 период | 0,804375 | 0,804×4,2/100=0,0338 | 0,804×53,3/100=0,428732 |
| Доломит сырой 1 период | 0,147 | 0,147×1,8/100=0,002646 | 0,147×30,3/100=0,044541 |
| Материал свода 1 период | 0,09075 | 0,091×5/100=0,0045375 | 0,091×2/100=0,001815 |
| Загрязнение лома 1 период | 0,56 | 0,56×75/100=0,42 | - |
| Итого: | - | М1SiO=2,3261 | M1CaO=0,486041 |



* 1. **Определение количества шлака, образующегося в период плавления (в 1 периоде)**

Количество шлакообразующих окислов, поступивших в шлак в период плавления (ΣМплавок), таблица №7.

Таблица №7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Источники | Расход в 1 периоде, кг | Вносится шлакообразующих окислов, кг |
| Из металлошихты | - | 1,328571+0,680309+0,175897=2,184777294 |
| Руда железная 1 период | 5,113913 | 5,113913×15,3/100=0,782428744 |
| Известняк 1 период | 4,671092 | 4,671092×56,5/100=2,63916679 |
| Боксит 1 период | 0,165 | 0,165×57/100=0,095205 |
| Магнезит обожженный 1 период | 0,234 | 0,234×95,7/100=0,223938 |
| Доломит обожженный 1 период | 0,804375 | 0,804375×95,5/100=0,768178125 |
| Доломит сырой 1 период | 0,147 | 0,147×52,6/100=0,077322 |
| Материал свода 1 период | 0,09075 | 0,09075×79/100=0,0716925 |
| Загрязнение лома 1 период | 0,56 | 0,56×100/100=0,56 |
| Итого: | - | ΣМплавок=7,40271 |



1. Количество спущенного шлака будет



**1.6 Материальный баланс 1 периода плавки**

1. Количество окислов железа, поступивших в ванну с шихтой в первом периоде плавки, таблица №10

Таблица №10

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источники поступления | Расход в первом периоде | Поступило, кг | |
| Fe2O3 | FeO |
| Из руды первого периода | 5,113913 | 5,114×79/100=4,04 | 5,114×4,5/100=0,23 |
| Из известняка 1 периода | 4,671092 | 4,67×1,1/100=0,051 | 0 |
| Из боксита 1 периода | 0,165 | 0,165×31/100=0,051 | 0 |
| Из магнезита 1 периода | 0,234 | 0,234×3/100=0,007 | 0 |
| Из доломита обожженного 1 периода | 0,804375 | 0,804×2,5/100=0,02 | 0 |
| Из доломита сырого 1 периода | 0,147 | 0,147×1,4/100=0,002 | 0 |
| Из свода 1 периода | 0,09075 | 0,009×11/100=0,00998 | 0 |
| Из окалины лома 1 периода | 0,46 | 0,46×69/100=0,32 | 0,46×31/100=0,1426 |
| Итого: | - | М1Fe2O3=4,499 | M1FeO=0,373 |

2. Окислами железа шихты вносится железа (М1Fe)

М1Feвосст= М1Fe2O3 × 112 / 160+ M1FeO × 56 / 72=4,499 × 112 / 160 + 0,373 × 56 / 72 = 3,44 кг

1. При этом выделится кислорода (М1Овосст)

А) при восстановлении Fe2O3 : 4,499 – 3,149 = 1,35 кг

Б) при восстановлении FeO : 0,373 – 0,29 = 0,083 кг

М1Овосст = 1,35 + 0,083 = 1,43 кг

1. Количество кислорода, потерянного вследствие диссоциации Fe2O3 руды ( в среднем до Fe3O4) в период завалки и прогрева шихты.



1. Количество кислорода окислов железа шихты, участвующего в окислении примесей ванны (МактО1).

МактО1 = М1Овосст – МпотО1 = 1,43 – 0,117 = 1,315 кг

1. Количество кислорода, поступившего в первом периоде плавки из СО2 известняка (МизвО1).



1. На формирование шлака (спущенного и оставшегося в печи по расплавлении) расходуется окислов железа.



1. Для образования такого количества окислов железа окислится железа металлошихты (МшлFe1)

А) на образование Fe2O3 :



Б) на образование FeO :



1. При этом расходуется кислорода (МшлО1)



1. Поступает кислорода из дутья при продувке ванны (МвдО1)



1. Расход дутья (технического кислорода) в первом периоде плавки.

1,383 / 0,9 = 1,538 кг на 100 кг завалки или на 1 тонну = 15,377 кг

15,377 \* 100 = 16,0177 кг или 16,0177 \* 22,4 = 11,212 м3/т

1. 32
2. Потери железа в шлаке в виде корольков металла (М1Fe(K))



1. Выход жидкого металла в первом периоде плавки (Ммраспл).



1. Количество газообразных окислов в первом периоде.

СО: от окисления С в СО = 2,842 кг

Из известняка :



ΣСО = 2,842 + 0,612 = 3,454 кг

СО2 : от окисления С в СО2 = 0,667 кг

Из известняка:



Из обожженного доломита: = 0,008044 кг

Из сырого доломита: = 0,0654 кг

Из магнезита: = 0,00187 кг

ΣСО2 = 0,667 + 0,962 + 0,008 + 0,0654 + 0,00187 = 1,704909 кг

Н2О: Из известняка: = 0,056 кг

Из руды: = 0,061 кг

Из обожженного доломита: = 0,008 кг

Из сырого доломита: = 0,002 кг

Из магнезита: = 0,00117 кг

Из боксита: = 0,0198 кг

ΣН2О = 0,056 +0,061 + 0,008 + 0,002 + 0,00117 + 0,0198 = 0,148639 кг

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поступило | | Получено | |
| Материал | Кг | Материал | Кг |
| Металлошихта (лом + чугун) | 100 | Металл по расплавлении | 97,50845 |
| Руда железная 1 период | 5,113913 | Шлак спущенный (Мшлсп) | 5,306278 |
| Известняк 1 период | 4,671062 | Шлак по расплавлении | 4,2 |
| Боксит 1 период | 0,165 | Железо корольков спущенного шлака | 0,504096 |
| Доломит обожженный 1 период | 0,804375 | Железо корольков шлака по расплав | 0,1764 |
| Доломит сырой 1 период | 0,147 | СО 1 периода | 3,454338 |
| Магнезит 1 период | 0,234 | СО2 1 периода | 1,704909 |
| Материал свода 1 период | 0,09075 | Н2О 1 периода | 0,148639 |
| Кислород газовой фазы 1 период | 0,5244 | Потерянный кислород | 0,117477 |
| Кислород вдуваемый 1 период | 1,383929 |  |  |
| Итого: | 113,1345 | Итого: | 113,1206 |

Невязка:



**Раздел №2**

Расчет шихты и материального баланса второго периода плавки (от расплавления до раскисления).

**2.1 Определение состава металла перед раскислением**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Si | Mn | P | S |
| 0.18 | 0 | 0.093 | 0.0192 | 0.0357 |

* 1. **Определение количества руды в доводку**



1. Расходуется кислорода на окисление примесей ванны (углерода) во втором периоде плавки.

За период доводки плавки окисляется углерода

СП = / % С /распл - / % С /раск = 0,98 – 0,18 = 0,8 кг

Потребуется кислорода для окисления примесей (углерода) ванны в период доводки



1. Поступает кислорода за период доводки плавки из газовой фазы печи



1. Расход руды в доводку.



* 1. **Определение количества извести в доводку**

1. Количество SiO2 и СаО, поступивших в шлак во втором периоде плавки из всех источников, кроме извести, таблица №11.

Таблица №11

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источники | | Вносится, кг | |
| SiO2 | CaO |
| Руда железная 2 период | 0,9943 | 0,9943×10/100=0,09943 | 0,9943×0.9/100=0,008949 |
| Боксит 2 период | 0,135 | 0,135×11/100=0,01485 | 0,135×1.2/100=0,00162 |
| Магнезит 2 период | 0,286 | 0,286×3/100=0,00858 | 0,286×3.2/100=0,009152 |
| Доломит обожженный 2 период | 0,4331 | 0,4331×4,2/100=0,01819 | 0,4331×53.3/100=0,230856 |
| Доломит сырой 2 период | 0,063 | 0,063×1,8/100=0,002646 | 0,063×30.3/100=0,019089 |
| Материал свода 2 период | 0,0742 | 0,0742×5/100=0,003713 | 0,0742×2/100=0,001485 |
| Шлак 1 период – по расплавлен | 4,2 | 4,2×19/100=0,798 | 4,2×37.05/100=1.5561 |
| Итого: | - | ΣSiO22 = 0.945413 | ΣCaO2 = 1.827251 |

1. Основность шлака перед раскислением.

Враск = 2,7

СаО2= Враск ×ΣSiO22 = 2,7× 0,945413 = 2,552615 кг

1. Необходимо внести СаО известью.

СаО2 - ΣCaO2 = 2,552615 – 1,827251 = 0,725364 кг

1. Флюсующая способность извести (при данной основности шлака перед раскислением).



1. Во втором периоде плавки присаживается извести.



* 1. **Определение количества шлака во втором периоде плавки (перед раскислением)**

1. Во втором периоде плавки вносится шлакообразующих окислов, кроме окислов железа (Мдовок) таблица №12.

Таблица №12

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Источники | | Вносится шлакообразующих окислов, кг |
| Руда железная 2 период | 0,994332 | 0,994332×15,3/100=0,152132794 |
| Известь 2 период | 0,88583 | 0,88583×93,3/100=0,826482 |
| Боксит 2 период | 0,135 | 0,135×57/100=0,077895 |
| Магнезит 2 период | 0,286 | 0,286×95,7/100=0,273702 |
| Доломит обожженный 2 период | 0,433125 | 0,433125×95,5/100=0,413634375 |
| Доломит сырой 2 период | 0,063 | 0,063×52,6/100=0,033138 |
| Материал свода 2 период | 0,07425 | 0,07425×79/100=0,0586575 |
| Шлак по расплавлении | 4,2 | 4,2×(100-18,5)/100=3,423 |
| Итого | - | Мдовок =5,258641853 |

1. Содержание окислов железа (FeO+Fe2O3) в шлаке перед раскислением.

Враск=2.7

(%FeO)раск=10,8%

(%Fe2O3)раск=(%FeO)раск/3,5=10,8/3,5=3,1%

1. Количество шлака во втором периоде плавки (перед раскислением).



* 1. **Материальный баланс второго периода плавки**

1. Количество окислов железа, поступивших в ванну во втором периоде плавки из всех источников. Таблица №13.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источники, кг | | Вносится окислов железа, кг | |
| Fe2O3 | FeO |
| Из руды 2 периода | 0,9943 | 0,9943×79/100=0,78552226 | 0,9943×4,5/100=0,0447449 |
| Из боксита 2 периода | 0,135 | 0,135×31/100=0,04185 | - |
| Из магнезита 2 периода | 0,286 | 0,286×3/100=0,00858 | - |
| Из доломита обожженного 2 периода | 0,4331 | 0,4331×2,5/100=0,0108281 | - |
| Из сырого доломита 2 периода | 0,063 | 0,063×1,4/100=0,000882 | - |
| Из материала свода 2 периода | 0,0742 | 0,0742×11/100=0,0081675 | - |
| Из шлака по расплавлении | 4,2 | 4,2×3,85/100=0,1617 | 4,2×14,65/100=0,6153 |
| Итого: | - | =1,017529892 | =0,660044939 |

1. При восстановлении окислов железа, поступивших в ванну во втором периоде плавки, вносится железа (М2Feвосст).



1. При этом выделяется кислорода ( )



1. На формирование шлака второго периода плавки расходуется окислов железа.



1. Для образования такого количества окислов железа окисляется железа металлошихты ()



Для образования Fe2O3:



Для образования FeO:



1. При этом расходуется кислорода.



1. Поступает кислорода из дутья при продувке ванны.



1. Расход дутья (технического кислорода) во втором периоде плавки.

V0=0.9



1. Потери железа в шлаке второго периода в виде корольков.



1. Выход жидкого металла во втором периоде плавки (перед раскислением).



1. Количество газообразных окислов во 2 периоде плавки:

СО: от окисления С в СО



СО2 : от окисления С в СО2



Из известняка:



Из обожженного доломита: = 0,004331 кг

Из сырого доломита: = 0,028035 кг

Из магнезита: = 0,002288 кг

ΣСО2 = 0,324243 кг

Н2О: Из руды:



Из известняка:



Из боксита : = 0,0162 кг

Из обожженного доломита: = 0,004331 кг

Из сырого доломита: = 0,000945 кг

Из магнезита: = 0,00143 кг

Σ Н2О = 0,039267 кг

1. Таблица материального баланса второго периода плавки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поступило | | Получено | |
| Материал | кг | Материал | кг |
| Металл по расплавлении | 97,51842 | Металл перед раскислением | 97,2802 |
| Шлак по расплавлении | 42, | Корольки железа 2 периода | 0,195411 |
| Руда 2 периода | 0,994332 | Шлак 2 периода | 6,106585 |
| Известь 2 периода | 0,88583 | СО 2 периода | 1,717333 |
| Обожженный доломит 2 периода | 0,433125 | СО2 2 периода | 0,32424 |
| Сырой доломит 2 периода | 0,063 | Н2О 2 периода | 0,039267 |
| Магнезит 2 периода | 0,286 |  |  |
| Боксит 2 периода | 0,135 |  |  |
| Материал свода 2 периода | 0,07425 |  |  |
| Кислород газовой фазы 2 периода | 0,333333 |  |  |
| Кислород вдуваемый 2 период | 0,569819 |  |  |
| Корольков железа в шлаке | 0,1764 |  |  |
| Итого: | 105,6695 | Итого: | 105,663 |

Невязка: =



**Раздел №3**

**Расчет материального баланса периода раскисления**

* 1. **1.Таблица №15.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип стали | Вариант раскисления | Выдержка на раскисление | Содержание С в металле перед раскислен | Угар элементов, % | | |
| С | Мn | Si |
| Полуспокой  ная | Раскисление в печи FeSi и FeMn | 10-20 мин. | 0,16 | 32 | 30 | 65 |

1. Примерный состав раскислителей.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раскислители | Содержание элементов, % | | | | | |
| С | Si | Mn | P | Fe | Σ |
| Ферромарганец | 6.5 | 1.1 | 74.8 | 0.3 | 17.3 | 100 |
| Доменный ферросилиций | 1.2 | 13.5 | 2.5 | 0.1 | 82.7 | 100 |
| Богатый ферросилиций | 0.2 | 46.5 | 0.65 | 00.5 | 52.6 | 100 |

* 1. **Расчет раскисления полуспокойной марки стали**
     1. **Расчет раскисления полуспокойной стали ферромарганцем и доменным ферросилицием в печи и богатым ферросилицием в ковше**

1. Расчет раскисления металла в печи ферромарганцем и доменным ферросилицием

А) средне заданное содержание элементов в готовой стали



Б) Недостает элементов до средне заданного в готовой стали

/%Mn/ = 0,507 – 0,1 = 0,407%

/%Si/ = 0,1%

В) Расход раскислителей, присаживаемых в печь.



Г) Вносится элементов в металл раскислителями

Таблица №16

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Вносится, кг | | |
| Ферромарганцем | Доменным ферросилицием | Итого |
| С | (0,756×6,5/100)×(100-32)/100=0,0334 | (0,72×1,2/100)×(100-32)/100=0,0059 | 0.0393 |
| Mn | (0,756×74,8/100)×(100-30)/100=0,396 | (0,72×2,5/100)×(100-30)/100=0,0126 | 0.408 |
| Si | (0,756×1,1/100)×(100-65)/100=0,0029 | (0,72×13,5/100)×(100-65)/100=0,0341 | 0.0369 |
| P | 0,756×0,3/100=0,0022 | 0,72×0,1/100=0,00072 | 0.00299 |
| Fe | 0,756×17,3/100=0,1308 | 0,72×82,7/100=0,596 | 0.726 |
| Итого: | ΔМFeMn=0,5654 | ΔМд.FeSi=0.649 | ΣΔΜ=1.214 |

Д) Окисляется элементов раскислителей, расходуется кислорода и образуется окислов.

Таблица №17

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| элемент→окисел | Окисляется элементов, кг | Расходуется кислорода, кг | Образуется окислов, кг |
| С→СО | 0,0393×32/(100-32)=0,018 | 0,018×16/12=0,02466 | 0,0431 |
| Mn→MnO | 0,408×30/(100-30)=0,1751 | 0,1751×16/55=0,0509 | 0,226 |
| Si→SiO2 | 0,0369×65/(100-65)=0,068 | 0,068×32/28=0,0784 | 0,147 |
| Итого: | - | МШО=0,154 | - |

Е) Восстанавливается железа марганцем и кремнием раскислителей из окислов железа шлака.

МШО×



0,154 - 0,0662 = 0,0878 кг О2 из газовой фазы

Ж) Восстанавливается FeO из шлака



З) Выход жидкого металла после предварительного раскисления в печи.



И) количество шлака в печи после раскисления М3шл .



К) Потери железа в шлаке после раскисления в печи (Fe3к)

Принимаем равным потерям в шлаке перед раскислением.



Л) Таблица материального баланса раскисления в печи.

Таблица №18

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поступило | | Получено | |
| Материал | Кг | Материал | кг |
| Металл перед раскислением | 97,2802 | Сталь после раскисления в печи | 98,82 |
| Шлак перед раскислением | 6,106 | Шлак после раскисления в печи | 6,08 |
| Ферромарганец | 0,756 | СО 3 периода | 0,043 |
| Доменный ферросилиций | 0,72059 | Железо корольков в шлаке после раскисления | 0,195 |
| Железо корольков | 0,195 |
| Итого: | 105,059 | Итого: | 105,146 |

Невязка:



М) Таблица материального баланса плавки.

Таблица №19

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поступило | |  | |
| Материал | Кг | Материал | кг |
| Чугун жидкий | 60 | Сталь после раскисления в печи | 98,82 |
| Лом железный | 40 | Шлак спущенный в 1 периоде | 5,326 |
| Руда железная 1 период | 5,17 | Шлак после раскисления в печи | 6,08 |
| Руда железная 2 период | 0,99 | СО 1 периода | 3,49 |
| Известняк 1 период | 4,68 | СО 2 периода | 1,72 |
| Известняк 2 период | 0,88 | СО 3 периода | 0,04 |
| Доломит обожженный 1 период | 0,8 | СО2 1 периода | 1,71 |
| Доломит обожженный 2 период | 0,43 | СО2 2 периода | 0,324 |
| Доломит сырой 1 период | 0,147 | Н2О 1 периода | 0,149 |
| Доломит сырой 2 период | 0,06 | Н2О 2 периода | 0,039 |
| Магнезит 1 период | 0,23 | FeK спущенного шлака 1 периода | 0,506 |
| Магнезит 2 период | 0,28 | FeK шлака после раскисления 3 периода | 0,195 |
| Материал свода 1 и 2 период | 0,165 |
| Боксит 1 период | 0,165 | Кислород потерянный в 1 периоде | 0,118 |
| Боксит 2 период | 0,135 |  |  |
| Кислород газовой фазы 1 период | 0,524 |  |  |
| Кислород газовой фазы 2 период | 0,333 |  |  |
| Кислород газовой фазы 3 период | 0,087 |  |  |
| Кислород вдуваемый 1 период | 1,4 |  |  |
| Кислород вдуваемый 1 период | 0,569 |  |  |
| Ферромарганец 3 период | 0,756 |  |  |
| Доменный ферросилиций 3 период | 0,72 |  |  |
| Итого: | 118,5614 | Итого: | 118,541 |

Невязка:



1. Расчет раскисления металла в ковше богатым ферросилицием.
   1. вносится кремния в металл ферромарганцем и доменным ферросилицием при предварительном раскислении металла в печи.



* 1. недостает кремния до среднезаданного содержания его в готовой стали.



* 1. необходимо ввести в ковш богатого ферросилиция



* 1. вносится в сталь элементов богатым ферросилицием.

Таблица №20

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
| Итого: |

* 1. выход жидкой стали в ковше после раскисления богатым ферросилицием



* 1. проверка содержания углерода в готовой стали после раскисления.



**Раздел №4**

**Расчет теплового баланса плавки, отнесенного к 100 кг металлической завалки**

* 1. **Приход тепла**
     1. **Физическое тепло чугуна**



* + 1. **Тепло шлакообразования**

А) считаем, что все SiO2 и P2O5 в шлаке связаны реакциями:

SiO2 + 2CaO = (CaO) × SiO2 + 2300 кДж/кг SiO2

P2O5 + 4CaO = (CaO)4 × P2O5 +4860 кДж/кг Р2О5

Б) поступает SiO2 и P2O5 в шлак из всех материалов (в 1, 2, 3 периодах плавки).

Таблица №21

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источники | Расход на плавку | Вносится, кг | |
| SiO2 | P2O5 |
| Из металлической шихты | - | 1,328 | 0,176 |
| Из руды 1 и 2 периодов | 6,168 | 6,168×10/100=0,617 | 6,168×0,7/100=0,043 |
| Из бокситов 1 и 2 периодов | 0,3 | 0,3×11/100=0,033 | 0,3×0,8/100=0,0024 |
| Из известняка 1 периода | 4,68 | 4,68×2,1/100=0,098 |  |
| Из извести 2 периода | 0,88 | 0,88×2,45/100=0,021 |  |
| Из магнезита 1 и 2 периода | 0,52 | 0,52×3/100=0,0156 |  |
| Из обожженного доломита 1 и 2 периода | 1,24 | 1,24×4,2/100=0,052 |  |
| Из сырого доломита 1 и 2 периода | 0,21 | 0,21×1,8/100=0,0038 |  |
| Из свода 1 и 2 периода | 0,16 | 0,16×5/100=0,008 |  |
| Из загрязнения лома 1 периода | 0,56 | 0,56×75/100=0,42 |  |
| Из раскислителей 3 периода | - | 0,147 |  |
| Итого: | - | Σ SiO2 = 2,74 | Σ P2O5 = 0,221 |

В) выделится тепла при протекании реакций шлакообразования.

Q2 = Σ SiO2 × 2300 + Σ P2O5 × 4860 = 2.74 × 2300 + 0.221 × 4860 = 7390.219 кДж

* + 1. **Тепло окисления элементов шихты**

Таблица №22

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент окисел | Выгорает элементов, кг | | | | Тепловой эффект реакции окисления | | Вносится тепла | |
| 1 период | 2 период | 3 период | итого | кДж | ккал | кДж | ккал |
| С→СО | 1,2354 | 0,736 | 0,0185 | 1,9899 | 11100 | 2650 | 22087,89 | 5273,235 |
| С→СO2 | 0,1846 | 0,064 | - | 0,2486 | 34800 | 8290 | 8651,28 | 2060,894 |
| Si→SiO2 | 1,62 | - | 0,0686 | 0,688 | 27000 | 6430 | 18593 | 4428,053 |
| Mn→MnO | 0,527 | - | 0,175 | 0,702 | 7050 | 1680 | 4949 | 1179,5 |
| Р→Р2О5 | 0,0768 | - | - | 0,0768 | 19800 | 4720 | 1520,64 | 362,496 |
| Итого: Q3 | - | - | - | - |  |  | 55802 | 13304 |

* + 1. **Тепло реакций образования окислов железа шлака**

1) Для образования необходимого количества окислов железа шлака.

А) на образование Fe2O3



Б) на образование FeO



1. Выделится тепла при окислении железа.

А) по реакции: 2Fe + 1.5O2 = Fe2O3 + 7330



Б) по реакции: Fe + 0.5O2 = FeO +4775



В) Всего выделяется тепла при образовании окислов железа шлака.



* + 1. **Всего поступает тепла**

ΣQ = Q1 + Q2 + Q3 +Q4 = 74262 + 7390.22 + 55802 + 11902.78 = 149357.7 кДж

* 1. **Расход тепла**
     1. **физическое тепло стали**



* + 1. **физическое тепло шлака**



* + 1. **физическое тепло шлака в печи после раскисления**



* + 1. **всего уносится тепла шлаком**



* + 1. **Тепло, уносимое отходящими газами**

1. тепло, уносимое СО и СО2 в первом периоде плавки.



1. тепло, уносимое СО и СО2 во втором периоде плавки.



1. всего уносится тепла отходящими газами.



* + 1. **Тепло диссоциации СаСО3 известняка**

CaCO3 = CaO + CO2 – 4025 кДж / кг СО2



* + 1. **Тепло диссоциации окислов железа, поступивших с шихтой в 1 и 2 периодах плавки**

1) При диссоциации Fe2O3 по реакции:



1. При диссоциации FeO по реакции:



1. Всего поглощается тепла при диссоциации окислов железа шихты.



* + 1. **Тепло диссоциации СО2 известняка, участвующей в окислении примесей металлошихты**

Тепло диссоциации СО2 известняка, по реакции:



* + 1. **Таблица теплового баланса плавки**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приход тепла | | | Расход тепла | | |
| Статьи прихода | кДж | % | Статьи расхода | кДж | % |
| Физическое тепло чугуна 1 | 74262 | 49,76 | Физическое тепло стали 1 | 139720 | 62,95 |
| Тепло шлакообразования 2 | 7390,2 | 4,95 | Физическое тепло шлака 2 | 23766,7 | 10,7 |
| Тепло окисления примесей шихты 3 | 55802 | 37,32 | Тепло уносимое отходящими газами 3 | 12194 | 5,49 |
| Тепло окисления железа шлака 4 | 11902,7 | 7,97 | Тепло диссоциации СаСО3 4 | 7762,89 | 3,56 |
| Тепло диссоциации окислов железа шихты 5 | 32343,8 | 14,5 |
|  |  |  |
|  |  |  | Тепло диссоциации СО2 6 | 6219,96 | 2,8 |
| Итого: | 149357,7 | 100 | Итого: | 222007 | 100 |

Недостаток тепла на процесс:



**Литература**

1. Бигеев А.И. Расчеты мартеновских плавок, издательство «Металлургия», 1966.