



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4688218/02

(22) 10.03.89

(46) 15.11.91. Бюл. № 42

(71) Днепропетровский металлургический институт

(72) М.И.Гасик, П.Ф.Мироненко, Б.Ф.Величко, А.В.Коваль, Г.Д.Ткач, И.И.Люборец, С.В.Стойан, А.В.Бубликов, А.Н.Овчарук, И.П.Рогачев, И.Г.Кучер и А.П.Еремеев

(53) 669.168(088.8)

(56) Гасик М.И., Лякишев Н.И., Емлин Б.И. Теория и технология производства ферросплавов. М.: Металлургия, 1988, с. 250 – 268.

Технологическая инструкция по выплавке высокоуглеродистого ферромарганца. ТИ 146-Ф-33-82, Никополь, 1982.

(54) СПОСОБ ФЛЮСОВОЙ ВЫПЛАВКИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОГО ФЕРРОМАРГАНЦА

(57) Изобретение относится к черной металлургии, конкретно к производству марганцевых ферросплавов – высокоуглеродистого ферромарганца. Цель изобретения – стаби-

2

лизация отвальных шлаков, повышение извлечения марганца, удельной производительности и снижение удельного расхода электроэнергии. Предложено в шихту дополнительно вводить материалы, содержащие MgO , а плавку вести на шлаках с поддержанием отношения оксида магния к оксиду кальция равным 0,125-0,35, а оксида кальция к кремнезему – 0,8 – 1,1, контролировать химический состав шлака и поддерживать указанные пределы соотношений путем подачи MgO -содержащих материалов под электроды. За счет выбора указанных соотношений оксидных составляющих шлакового расплава достигается его стабилизация при охлаждении, улучшаются физические свойства в жидком состоянии. Это обеспечивает по сравнению с известным способом снижение удельного расхода электроэнергии с 3920 до 3590 кВт·ч/б.т., повышение извлечения марганца с 76,2 до 81,5% и производительности печи на 1,1 б.т./1 МВт. 1 табл.

Изобретение относится к черной металлургии, конкретно к производству ферросплавов, и может быть использовано при выплавке высокоуглеродистого ферромарганца в электрических печах.

Цель изобретения – стабилизация отвальных шлаков, повышение извлечения марганца, удельной производительности и снижение удельного расхода электроэнергии.

В отличие от известного способа предложено в состав шихты дополнительно вводить материал с оксидами магния в количестве, обеспечивающем получение в отвальном шлаке отношений MgO к CaO и

CaO к SiO_2 соответственно 0,125 – 0,25 и 0,8 – 1,1, вести контроль химического состава отвального шлака, а поддержание указанных пределов соотношений осуществлять дополнительной подачей под электроды материала с оксидами магния.

Физико-химическая сущность предлагаемого способа производства высокоуглеродистого ферромарганца заключается в том, что он позволяет получать отвальные шлаки, не подверженные рассыпанию, за счет внедрения в решетку $2CaO \cdot SiO_2$, находящегося в шлаке, оксидов магния, предотвращающих его полиморфизм. При этом отвальной шлак, как показали рентгено-

(19) SU (11) 1691417A1

структурные исследования, представлены браунитом $3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$, мервинитом $\text{Ca}_3\text{Mo}(\text{SiO}_4)_2$, граммитом $\text{Mo}_3\text{Ca}(\text{SiO}_4)_4$, антинометом $\text{CaO} \cdot 3(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot 4\text{SiO}_2$ и незначительным количеством $\beta\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, не прошедшим в γ -модификацию.

Кроме того, введение плавки по предлагаемому способу позволяет улучшить физико-химические условия восстановления марганца и кремния за счет снижения электропроводности шлакового расплава. Так, исследования электропроводности ферромарганцевых шлаков при $1450 - 1500^\circ\text{C}$ показали, что обычные промышленные шлаки при 1500°C имеют электропроводность $80 - 90 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, а поддержание в шлаках отношения MgO к CaO равным $0,125 - 0,35$ и CaO к SiO_2 — в пределах $0,8 - 1,1$ позволяет снизить их электропроводность до $70 - 75 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Опытным путем установлено, что при введении плавки на шлаках с отношением MgO к CaO менее $0,125$ не обеспечивается их стабилизация и шлаки рассыпаются до пылевидной фракции.

Повышение отношения более $0,35$ приводит к повышению электропроводности шлака, снижению извлечения марганца и увеличению кратности шлака.

Пределы отношения оксида кальция к кремнезему обусловлены установленной зависимостью (в ходе промышленного опробования предлагаемого способа выплавки) между основностью шлака CaO/SiO_2 , удельным расходом электроэнергии ($Q_{\text{уд}}$, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$) и содержанием кремния в сплаве (Si):

$$Q_{\text{уд}} = -9639 + 24932B - 11262B^2; R = 0,24; F = 2,7.$$

$$(\text{Si}) = -16,7 + 38,4B - 18,8 B^2; R = 0,23; F = 2,6.$$

Повышение отношения CaO к SiO_2 в пределах $0,8 - 1,1$ приводит к росту температуры процесса и, следовательно, к улучшению восстановления марганца, кремния и повышению содержания кремния в металле. Дальнейшее повышение основности снижает активность кремнезема и содержание кремния в сплаве.

При этом увеличивается удельный расход электроэнергии и снижается производительность печи. Уменьшение основности менее $0,8$ приводит к снижению активности MnO в шлаке, кроме того, уменьшается извлечение марганца в сплав и увеличивается удельный расход электроэнергии.

Для подтверждения выбранных граничных значений по поддержанию в ферромарганцевых шлаках отношений MgO к CaO и

CaO к SiO_2 в идентичных условиях проведены исследования по выплавке высокоуглеродистого ферромарганца по известному и предлагаемому способам.

Опытные плавки проводят в промышленной рудовосстановительной печи мощностью 63 МВА . Для выплавки ферромарганца используют марганцевый агломерат марки АМНВ-1 (Mn $45,7\%$; SiO_2 $20,0\%$; CaO $6,2\%$; MgO $1,9\%$; Al_2O_3 $2,4\%$; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ $4,2\%$; $0,22$; АМО (Mn $35,8\%$; SiO_2 $15,2\%$; CaO $28,6\%$; MgO $2,3\%$; Al_2O_3 $1,8\%$; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ $3,8\%$; P $0,22\%$), производимых на НЗФ в соответствии с требованиями СТФ-146-82.

В качестве восстановителя используют коксик (C 87%), поставленный в соответствии с требованиями ТУ 146-04-02-81. В качестве флюса используют известняк (CaO $54,7\%$; SiO_2 $1,8\%$; MgO $2,11\%$; P $0,205\%$) по ОСТ 1464-80 и доломит (MgO 24% ; SiO_2 $2,1\%$; CaO 32% ; P $0,005\%$) по ГОСТ 10375-63. Железосодержащей добавкой служат неофлюсованные окатыши (Fe 66%) по ТУ 14-9-132-78).

По известному способу сплав выплавляют в соответствии с ТИ 146-Ф-33-82 флюсовым способом, непрерывным процессом, в закрытых электропечах РПЗ-48 (63) на 7-13 ступенях напряжения при силе тока на электродах $95 - 110 \text{ кА}$. Колоша шихты следующая, кг: марганцевый агломерат 1440, известняк 460 - 500; железорудные окатыши 70 - 75; коксик 275 - 290. При этом для получения сплава с содержанием кремния менее 2% основность шлака CaO/SiO_2 находится на уровне $1,14 - 1,25$, а средний состав шлака поддерживают равным, мас. %: Mn 12; SiO_2 33; CaO 40; MgO 3,0; Al_2O_3 10; P 0,002. Отклонение MgO/CaO составляет менее $0,1$.

Выплавку сплава по предлагаемому способу осуществляют непрерывным процессом с дополнительной завалкой доломита. Шихтовые материалы дозируют на дозировке из расчета получения основности шихты CaO/SiO_2 $0,7 - 0,9$. Шихтовые материалы смешивают и непрерывно подают в рудовосстановительную печь. Колоша шихты следующая, кг: марганцевый агломерат 1440; известняк 200 - 220; доломит 200 - 250; железорудные окатыши 70 - 75; коксик 270 - 310.

Выплавку производят на 3-6 ступенях напряжения при силе тока на электродах $110 - 125 \text{ кА}$. Плавку ведут на шлаках, в которых отношение оксида магния к оксиду кальция равно $0,125 - 0,35$, а оксида кальция к кремнезему — $0,8 - 1,1$. Чтобы соблюдались указанные соотношения, ведут постоянный

контроль химического состава шлака. При их отклонении по команде автоматизированной системы управления технологическим процессом осуществляют дополнительную подачу из печного бункера металлургического доломита, что обеспечивает стабильный электрический и тепловой режим выплавки, а также повышение извлечения марганца и ТЭП-выплавки. Средний состав шлаков, на которых ведут выплавку, следующий, мас. %. Mn 10; SiO₂ 35; CaO 35; MgO 6,5; Al₂O₃ 10; P 0,002. Полученные шлаки не рассыпаются после длительного хранения и могут вовлекаться в производство.

Показатели процесса выплавки ферромарганца по известному и предлагаемому способам приведены в таблице.

Из приведенных данных следует, что выплавка ферромарганца по предлагаемому способу позволяет получать стабилизированные отвалы шлаки при существенном улучшении показателей выплавки. Так, удельный расход электроэнергии снижается с 3920 до 3590 кВт·ч/б.т.,

производительность увеличивается на 1,1 б.т./1МВт и извлечение марганца повышается с 76,2 до 81,5 %.

Формула изобретения

Способ флюсовой выплавки высокоуглеродистого ферромарганца, включающий непрерывную загрузку шихтовых материалов, их проплавление и периодический выпуск продуктов плавки, отличающийся тем, что, с целью стабилизации отвалных шлаков, повышения извлечения марганца, удельной производительности и снижения удельного расхода электроэнергии, в шихту перед заливкой дополнительно вводят материал с оксидом магния в количестве, позволяющем получать в отвальном шлаке отношение оксида магния к оксиду кальция равным 0,125 – 0,35, а оксида кальция к кремнезему – 0,8 – 1,1, ведут контроль химического состава отвального шлака и поддержание указанных пределов соотношений осуществляют дополнительной подачей под электроды материала с оксидами магния.

25

Параметры и показатели процесса	Способ					
	Известный	Предлагаемый по вертикали				
		1	2	3	4	5
Отношение MgO/CaO в отвальном шлаке	0,9	0,124	0,125	0,2375	0,35	0,36
Отношение CaO/SiO ₂ в отвальном шлаке	1,195	0,79	0,8	0,95	1,1	1,1
Состояние шлака	Рассыпавшийся	Частично рассыпавшийся	Стабилизированный	Стабилизированный	Стабилизированный	Частично рассыпавшийся
Содержание кремния в металле, %	1,4	0,7	0,7	0,82	1,0	1,2
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/б.т.	3920	3900	3650	3590	3800	3820
Удельная производительность б.т./1МВт	5,2	5,8	5,9	6,3	5,6	5,4
Извлечение марганца	76,2	77,3	80	81,5	81,4	81,0
Кратность шлака	1,86	1,61	1,58	1,6	1,68	1,70

Редактор М.Петрова

Составитель О.Веретенников

Техред М.Моргентал

Корректор М.Шароши

Заказ 3908

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101

