



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1650749 A1**

(51) **С 22 С 33/04**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4692151/02

(22) 10.03.89

(46) 23.05.91. Бюл. № 19

(71) Днепропетровский металлургический институт

(72) В.Ф.Величко, А.В.Коваль, Г.Д.Ткач, П.Ф.Мироненко, О.Г.Ганцевский, А.Н.Овчарук, И.П.Рогачев, И.И.Люборец, А.П.Еремеев и Ю.В.Шербак

(53) 669.168.3 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1039977, кл. С 22 С 33/04, 1983.

Техническая инструкция на выплавку силикомарганца в закрытых печах РПЗ-48 (63), РКГ-75, РКЗ-16.5. ТИ 146-Ф-40-84. - Никополь, 1984.

(54) ШИХТА ДЛЯ ВЫПЛАВКИ СИЛИКОМАРГАНЦА

(57) Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано

Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано при производстве марганцевых ферросплавов, конкретно при производстве силикомарганца в электропечах.

Целью изобретения является повышение извлечения марганца и кремния в сплав и снижение удельного расхода электроэнергии на выплавку сплава.

Предлагаемая шихта содержит марганецсодержащее сырье, кварцит, углеродистый восстановитель и железосодержащий материал при следующем соотношении компонентов, мас. %:

но при производстве марганцевых ферросплавов, конкретно при производстве силикомарганца в электропечах. Целью изобретения является повышение извлечения марганца и кремния в сплав и снижение удельного расхода электроэнергии на выплавку сплава. Шихта для выплавки силикомарганца содержит, мас. %: марганецсодержащее сырье 64 - 70; кварцит 11-15; углеродистый восстановитель 12-20; железосодержащий материал 0,5-6,0. При этом железосодержащий материал задают в указанных пределах в количестве, обеспечивающем отношение Fe/Mn в рудной части шихты в пределах 0,025-0,1. Применение шихты позволяет увеличить извлечение марганца в сплав на 2,9%, кремния на 4,7% и снизить удельный расход электроэнергии на 50-80 кВт.ч/т сплава. 1 з.п. ф-лы, 3 табл.

Марганецсодержащее сырье	64-70
Кварцит	11-15
Углеродистый восстановитель	12-20
Железосодержащий материал	0,5-6,0

При этом железосодержащий материал задают в указанных пределах в количестве, обеспечивающем отношение Fe/Mn в рудной части шихты в пределах 0,025-0,1.

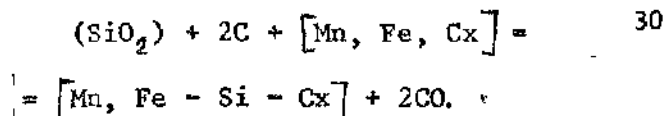
ЭПО-К

09 **SU** (11) **1650749 A1**

Технологическая сущность предлагаемого состава шихты заключается в следующем.

Силикомарганец представляет собой многокомпонентный сплав, химический состав которого регламентируется ГОСТ 4756-77. Поскольку применяемое марганцевое сырье (концентраты, агломерат) имеет высокое удельное содержание фосфора, в настоящее время основное количество силикомарганца выплавляется с содержанием фосфора 0,4%. Для выплавки сплава с содержанием фосфора до 0,35% в шихту вводят малофосфористый шлак.

Процесс образования силикомарганца в электропечи носит сложный характер и состоит из нескольких стадий. Вначале развиваются процессы восстановления высших оксидов марганца и железа с участием CO, а затем MnO и FeO восстанавливаются до карбидов. В зоне высоких температур получает развитие реакция восстановления кремнезема. Наличие металлического расплава термодинамически облегчает процесс восстановления кремния и образование силикомарганца



При выплавке силикомарганца, наряду с необходимостью иметь высокое извлечение марганца, требуется также и достижение максимального извлечения кремния, так как количество кварцита в шихте существенно влияет на удельный расход электроэнергии и через шлаковый режим — на извлечение марганца в сплав. Известно, что силициды марганца имеют несколько меньшую термодинамическую прочность, чем силициды железа, поэтому можно предположить, что повышение в шихте, а значит, и в сплаве содержания железа положительно скажется на извлечении кремния, а значит, и марганца и снизит расход электроэнергии.

Проведенные исследования химического состава марганецсодержащего сырья, используемого для выплавки силикомарганца, показал, что отношение Fe/Mn в нем находится на уровне 0,001-0,0023. При этом в готовом силикомарганце марки СМн17 содержится 5,8-6,0% железа, 17,5-18,5% Si и 72,5-74,5% Mn.

Исследования кинетики восстановления силикомарганцевых шихт показали, что при увеличении отношения Fe/Mn в шихте до определенных пределов повышается извлечение марганца ( $\eta$ ) и кремния ( $\eta_{\text{Si}}$ ). Статистическая обработка результатов исследований позволила описать эту закономерность следующими уравнениями регрессии:

$$\eta_{\text{Mn}} = 79,7 + 31,7 \frac{\text{Fe}}{\text{Mn}};$$

$$\eta_{\text{Si}} = 48,8 + 39,0 \frac{\text{Fe}}{\text{Mn}}.$$

Следует отметить, что приведенные зависимости относятся к лабораторным опытам и очевидно, что в реальных условиях могут быть отклонения.

Выбор граничных значений предлагаемых компонентов шихты обусловлен требованиями к составу силикомарганца по ГОСТ 4756-77, а также обнаруженной зависимостью между соотношением компонентов и извлечением марганца, кремния, расходом электроэнергии.

Проведенными исследованиями установлено, что при содержании в шихте менее 64% марганцевого сырья содержание марганца в сплаве падает ниже допустимых пределов, а необходимое пропорциональное увеличение в шихте доли восстановителя и кварцита нарушает нормальный ход выплавки (расстраивается электрический режим, наблюдается аварийный режим работы узлов и оборудования печи). Если повысить долю марганцевого сырья свыше 70%, то в результате недостатка восстановителя и кварцита падает извлечение элементов, снижается производительность, растет содержание марганца в шлаке и удельный расход электроэнергии.

Пределы содержания в шихте железосодержащих материалов обусловлены установленной зависимостью между показателями производства и отношением Fe/Mn в шихте, а также влиянием вида железосодержащего сырья на это отношение. Содержание в шихте менее 0,5% железосодержащих материалов отвечает условиям известной шихты, недостатками которой указаны.

Введение в шихту более 6% железосодержащего материала приводит к сни-

жению извлечения марганца и росту удельного расхода электроэнергии.

Установлено также, что при использовании в качестве марганецсодержащего материала малофосфористого шлага (содержание Fe = 0,1%) для поддержания отношения Fe/Mn в предлагаемых пределах необходимо повышать долю железосодержащей добавки. С другой стороны, чем выше содержание железа в добавке, тем меньше должно быть ее количество.

Примечание. Для подтверждения выбора граничных значений компонентов предлагаемого состава шихты в условиях завода ферросплавов в идентичных условиях проводят сопоставительные испытания по выплавке силикомарганца на шихте предлагаемого и известного составов.

В качестве шихтовых материалов применяют концентрат марганцевый Никопольского бассейна, агломерат марганцевый, шлак марганцевый малофосфористый, кокс сортированный и газовый уголь, кварциты Овручского месторождения, руда железная.

Химический состав использованных шихтовых материалов приведен в табл. 1.

Согласно принятой технологии выплавку силикомарганца с содержанием фосфора свыше 0,35% осуществляют на смеси марганцевого концентрата и агломерата (как правило, с соотношением 50:50), а при выплавке сплава с фосфором менее 0,35% в шихту подшихтовывают малофосфористый шлак. С учетом сказанного, при проведении сопоставительных испытаний выбирают два варианта известной шихты и, соответственно, каждый из этих вариантов сравнивают с показателями выплавки на шихте предлагаемого состава.

Проводят два варианта плавки на известной шихте и восемь вариантов плавки на шихте предлагаемого состава (табл. 2). При этом показатели варианта 1 плавки известной шихты (сплав с содержанием фосфора > 0,35%) сравнивают с вариантами 3-10 плавки на предлагаемой шихте, а вариант 2 плавки известной шихты (сплав с P < 0,35%) - с вариантами 11-14 плавки на предлагаемой шихте.

Составы известной и предлагаемой шихт и показатели выплавки силикомарганца на этих шихтах по вариантам приведены в табл. 2.

Все показатели приведены в пересчете на базовую тонну сплава (17% Si + 65% Mn).

Из данных табл. 2 видно, что выплавка сплава различных марок на шихте предлагаемого состава позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели производства.

Для подтверждения возможности использования в предлагаемом составе шихты различных углеродистых восстановителей и железосодержащих материалов в идентичных заводских условиях проводят сопоставительные испытания по выплавке силикомарганца на шихте предлагаемого состава и известной шихте с использованием в качестве углеродистого восстановителя коксика и газового угля (см. табл. 1), а в качестве железосодержащей добавки используют чугунную стружку (Fe<sub>общ</sub> = 97,2%) и железорудные окатыши (Fe<sub>общ</sub> = 62%).

В качестве марганецсодержащего сырья используют смесь агломерата и концентрата (50:50).

Результаты испытаний предлагаемого состава шихты с использованием различных восстановителей и железосодержащих материалов приведены в табл. 3.

Всего проводят шесть вариантов плавки (см. табл. 3): два варианта на известной шихте с использованием в качестве восстановителя коксика (вариант 1) и газового угля (вариант 2) и четыре варианта на предлагаемом составе шихты (варианты 3-6).

Сравнение приведенных в табл. 3 данных показывает, что предлагаемый состав шихты позволяет при использовании в качестве восстановителя, например, коксика повысить извлечение марганца на 2,6-2,9%.

Использование в качестве восстановителя газового угля снижает абсолютное извлечение марганца и кремния в сплав (табл. 3, варианты 2, 5, 6).

Что касается использования различных железосодержащих добавок, то различие в их влиянии на показатели выплавки находится в пределах погрешности промышленных испытаний.

Таким образом, при выплавке силикомарганца с P > 0,35% извлечение марганца в среднем увеличивается на 2,9%, кремния на 4,7%, удельный расход электроэнергии снижается на 50 кВт.ч/т.

При выплавке сплава с подшихтовкой малофосфористого шлага ( $P < 0,35\%$ ) эти показатели улучшаются соответственно на 2,7%, 2,0% и 80 кВт·ч/т.

Изобретение позволит получить только за счет экономии материалов и электроэнергии снижение стоимости силикомарганца.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1 Шихта для выплавки силикомарганца, содержащая марганецсодержащее сырье, кварцит и углеродистый восстановитель, отличающаяся тем, что, с целью повышения извлечения марганца и кремния в сплав и сни-

жения удельного расхода электроэнергии на выплавку сплава, она дополнительно содержит железосодержащий материал при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Марганецсодержащее сырье	64-70
Кварцит	11-15
Углеродистый восстановитель	12-20
Железосодержащий материал	0,5-6,0

2. Шихта по п.1, отличающаяся тем, что содержит железосодержащий материал в указанных пределах в количестве, обеспечивающем отношение  $Fe/Mn$  в рудной части шихты в пределах 0,025-0,1.

Т а б л и ц а 1

Материал	Содержание элементов, мас. %							
	Mn (MnO)	O <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Fe)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	п.п.п.
Агломерат марганцевый АМВ-2	39,7 (51,2)	21,3	6,4	2,5	2,4 (0,84)	1,7	0,22	-
Марганцевый концентрат 1В	42,7 (55,1)	16,1	3,5	1,5	2,8 (1,0)	1,9	0,20	12,4
Малофосфористый шлак	41,1 (51,3)	31,2	6,7	2,1	0,38 (0,13)	2,8	0,015	2,7
Руда железная	Емков 53,0							
Кварцит	-	97,1						
Кокс доменный	С тв. зола							
	78,0	18,7						
Газовый уголь	52,0	14,0						

Т а б л и ц а 2

Компоненты шихты к показателям плавки сплава	Известная шихта, мас. %, по варианту		Предлагаемая шихта, мас. %, по варианту					
			3	4	5	6	7	8
	1 (P > 0,35%)	2 (P < 0,35%)	(P > 0,35%)	(P > 0,35%)	(P > 0,35%)	(P > 0,35%)	(P > 0,35%)	(P > 0,35%)
Марганцевое сырье: агломерат + концентрат (50:50)	70	70	67	67	70	64	70	64
агломерат + малофосфористый шлак (40:60)	-	70	-	-	-	-	-	-
Кварцит	13	13	13	14	12	11	15	11
Углеродистый восстановитель (кокс + газовый уголь)	17	17	16,5	16	14	11	20	19,5
Руда железная	-	-	0,5	3	6	8	1	0,5
Отношение Fe/Mn	0,022	0,01	0,025	0,06	0,10	0,15	0,028	0,25
Извлечение марганца в сплав, %	77,5	73,1	77,9	81,3	81,0	78,2	78,1	78,0
Извлечение кремния в сплав, %	43,1	40,2	45,0	49,4	49,0	44,2	44,7	45,3
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	4030	4250	4000	3860	3865	4000	4020	3990
Расход материалов, кг/т:								
марганецсодержащее сырье (48% Mn)	1749	1852	1736	1650	1671	1698	1730	1700
кварцит	327	340	315	344	324	269	340	310
углеродистый восстановитель (газовый уголь + кокс)	425	445	408	394	349	278	400	405
железная руда	-	-	12	73	140	194	29	13
Состав сплава, %:								
Mn	72,5	73,2	72,0	70,8	70,0	69,3	73,0	73,2
Si	18,2	18,1	18,0	17,6	18,1	18,4	18,0	18,0
P	0,48	0,31	0,43	0,46	0,45	0,45	0,45	0,49
C	1,3	1,4	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3
Fe	6,9	6,4	7,4	8,1	8,7	9,3	7,3	7,1

Продолжение табл.2

Компоненты шихты и показатели плавки сплава	Предлагаемая шихта, мас.%, по варианту					
	9 (P > 0,35%)	10 (P > 0,35%)	11 (P < 0,35%)	12 (P < 0,35%)	13 (P < 0,35%)	14 (P < 0,35%)
Марганцевое сырье: агломерат + концентрат (50:50)	64	70				
агломерат + малофосфористый шлак (40:60)	-	-	70	67	67	70
Кварцит	13	13	13	14	13	14
Углеродистый восстановитель (кокс + газочный уголь)	15	12	16	16	14	11
Руда железная	6	3	1,0	3	6	8
Отношение Fe/Mn	0,10	0,055	0,025	0,05	0,099	0,14
Извлечение марганца в сплав, %	80,5	81,1	74,9	77,1	75,5	77,5
Извлечение кремния в сплав, %	48,1	48,5	41,1	43,0	42,6	42,1
Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/б.т	4010	3850	4220	4120	4170	4200
Расход материалов, кг/б.т:						
марганецсодержащее сырье (48% Mn)	1764	1720	1809	1761	1805	1859
кварцит	350	345	336	368	352	300
углеродистый восстановитель (газовый уголь + кокс)	390	380	413	420	380	290
железная руда	130	68	26,0	79	160	213
Состав сплава, %:						
Mn	72,0	71,9	73,0	78,1	71,3	69,4
Si	17,8	18,1	18,1	18,9	18,9	17,9
P	0,46	0,42	0,32	0,33	0,35	0,35
C	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,4
Fe	8,6	8,1	6,7	7,3	7,9	9,1

Т а б л и ц а 3

Компоненты шихты и показатели выплавки сплава	Известная шихта, мас.%, по варианту		Предлагаемая шихта, мас.%, по варианту			
	1	2	3	4	5	6
Марганцевое сырье (агломерат + концентрат)	70	70	68	67	68	67
Кварцит	13	13	14	14	14	14
Коксик	17	-	16	16	-	-
Газовый уголь	-	17	-	-	16	16
Чугунная стружка	-	-	2	-	2	-
Железородные окатыши	-	-	-	3	-	3
Отношение Fe/Mn	0,022	0,022	0,072	0,68	0,72	0,68
Извлечение марганца в сплав, %	76,9	71,0	79,5	79,8	72,5	73,1
Извлечение кремния в сплав, %	42,0	35,0	46,1	46,8	40,1	39,4
Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/б.т	4210	4150	4000	4020	4120	4100

Составитель К.Сорокин

Редактор С.Пекарь

Техред Э.Цаплик

Корректор Л.Патай

Заказ 1586

Тираж 398

Подписное

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

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

