

Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано при производстве высокоуглеродистого ферромарганца в электропечах.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемой является шихта, включающая марганецсодержащее сырье, флюс, железосодержащую добавку, углеродистый восстановитель при следующем соотношении компонентов, масс. %:

<b>Флюс</b>	<b>22</b>
<b>Железородные окатыши</b>	<b>4</b>
<b>Углеродистый восстановитель</b>	<b>12</b>

#### **Марганецсодержащее**

<b>сырье</b>	<b>остальное</b>
--------------	------------------

Недостатком известной шихты является высокое удельное содержание фосфора (более 0,5%), низкое извлечение марганца и повышенный расход электроэнергии при ее использовании.

В основу изобретения поставлена задача создания шихты для выплавки высокоуглеродистого ферромарганца, в которой, путем изменения ее состава, достигалось бы повышение содержания марганца в сплаве и снижение расхода электроэнергии при плавке.

Поставленная задача достигается тем, что известная шихта, включающая марганецсодержащее сырье, углеродистый восстановитель, флюс, железосодержащий материал и отходы производства. В качестве марганецсодержащего сырья содержит марганцевый агломерат с отношением фосфора к марганцу, равным 0,0035 - 0,0042 при следующем соотношении компонентов, масс. %:

<b>углеродистый</b>	
<b>восстановитель</b>	<b>12,0–15,0</b>
<b>флюс</b>	<b>10,0–20,0</b>
<b>отходы производства</b>	<b>0,1–8,0</b>
<b>железосодержащий</b>	
<b>материал</b>	<b>1,0–5,0</b>
<b>марганцевый</b>	
<b>агломерат</b>	<b>остальное</b>

Исследованиями кинетики восстановления ферромарганцевых шихт установлено, что применение в шихту марганцевого агломерата с отношением фосфора к марганцу равным 0,035 - 0,0042 позволяет получать сплав с содержанием фосфора менее 0,5%, при одновременном повышении извлечения марганца в сплав.

Выбор граничных значений предложенных компонентов шихты обусловлен требованиями к составу ферромарганца по ГОСТ 4755 - 80, а также обнаруженной зависимостью между соотношением компонентов, извлечением марганца, расходом электроэнергии и содержанием фосфора в сплаве.

Проведенными исследованиями установлено, что при содержании в шихте менее 52% марганцевого сырья содержание марганца в сплаве падает ниже допустимых пределов, а необходимое пропорциональное увеличение в шихте доли восстановителя нарушает нормальный ход выплавки (расстраивается электрический режим, наблюдается аварийный режим работы узлов и оборудовании печи). Если повысить долю марганцевого сырья свыше 76,9 то в результате недостатка восстановителя, падает извлечение элементов, снижается производительность, растет содержание марганца в шлаке и удельный расход электроэнергии.

Пределы отношения фосфора к марганцу в марганцевом агломерате обусловлены установленной зависимостью между качеством сплава по содержанию фосфора и показателями производства. Применение в шихту агломерата с отношением  $P/Mn$  более 0,0042 не позволяет получить ферромарганец с содержанием фосфора менее 0,5% и не отвечает требованиям ГОСТ 4755 - 80. Использование в шихту агломерата с отношением  $P/Mn$  менее 0,0035 приводит к снижению извлечения марганца и кремния и понижает производительность электропечи.

При содержании углеродистого восстановителя в шихте менее 12% снижается извлечение марганца и кремния в сплав, увеличивается содержание фосфора и понижается производительность печи, а при содержании его в шихте более 15% резко возрастает содержание кремния в сплаве, превышая допустимое ГОСТом (ГОСТ 4755 - 80).

Кроме того, в результате увеличения электропроводности шихты нарушается электрический режим и растет расход электроэнергии.

Введение в состав шихты менее 10% флюса не позволяет получить стандартный по кремнию сплав, а при содержании флюса более 20% растет удельный расход электроэнергии за счет ухудшения шлакового режима и падает производительность печи.

При содержании в шихте менее 0,1 и 1,0% соответственно отходов производства и железосодержащего материала снижаются извлечение марганца, удельная производительность печи и растет расход электроэнергии. Это же наблюдается и при повышении содержания указанных компонентов, в шихте более 8,0 и 5,0%. Кроме того, содержание в шихте более 5,0% железосодержащей добавки приводит к получению нестандартного по содержанию марганца

сплава.

Для подтверждения выбранных значений соотношений  $P/Mn$  в марганцевом агломерате в идентичных условиях проведены исследования по выплавке ферромарганца на известной и предложенной шихте. Опытные плавки проводили в промышленной электропечи РПЗ-63МВА.

В качестве шихтовых материалов применялись: агломерат марганцевый (СТП 146 - 20 - 89), шлак марганцевый малофосфористый (ТУ 14 - 9 - 181 - 89) кокс сортированный (ГОСТ 9188 - 74), известняк Еленовского месторождения (ТУ 14 - 1 - 237 - 72), железорудные окатыши (ТУ 14 - 9 - 137 - 78) и отходы производства. Химический состав применяемых шихтовых материалов приведен в табл.1.

Для сравнительного анализа результатов выплавки ферромарганца в известной, шихте использовали три вида марганцевого сырья (Вар.1 - 3): 1 - агломерат с отношением  $P/Mn$  выше верхнего предела; 2 - агломерат с отношением  $P/Mn$  выше верхнего предела и малофосфористый шлак с отношением ниже нижнего; 3 - в шихту дополнительно вводили марганецсодержащие отходы производства.

В предложенный состав шихты вводили три вида агломерата: с промежуточным соотношением  $P/Mn = 0,0038$ ; с указанным соотношением на нижнем пределе  $P/Mn = 0,0035$  и верхнем -  $P/Mn = 0,0042$ .

В табл.2 приведены составы известной и предложенной шихты и показатели выплавки ферромарганца на этих шихтах по вариантам.

Проведенные исследования показали (табл.2), что выплавка ферромарганца с применением в предложенный состав шихты марганцевого агломерата с отношением  $P/Mn = 0,0035-0,0042$  позволяет получить сплав с пониженным содержанием фосфора (менее 0,5%) при одновременном повышении извлечения марганца с 73 - 76% (для известной шихты) до 77 - 79% (для предложенной шихты), снижение удельного расхода электроэнергии с 4200 - 4100 до 3900 - 3980 кВт.ч/т и увеличение производительности на 5 - 7%.

Таблица 1

## Химический состав шихтовых материалов

Материал	Содержание элементов, мас. %						
	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P	P/Mn
Марганцевый агломерат							
АМНВ-1	45,5	19,1	1,6	5,2	1,9	0,209	0,0046
Малофосфористый шлак	41,0	31,2	2,8	6,7	2,1	0,017	0,00041
Агломерат, вводимый в заявляемый состав шихты	44,9	21,2	1,71	5,6	1,96	0,157	0,0035
То же	43,7	22,3	1,68	5,8	2,2	0,166	0,0038
"-	42,3	24,4	1,84	5,3	2,04	0,177	0,0042
Известняк	-	-	-	52,0	0,03	-	-
Окатыши железорудные	56,6	4,2	-	0,6	0,08	0,02	-
Отходы производства	47,8	-	-	-	-	0,2	0,004
Углеродистый восстановитель	82,4	-	-	-	-	-	-

Таблица 2

## Составы шихт и показатели выплавки высокоуглеродистого ферромарганца

Компоненты шихты и показатели выплавки сплава	Известная шихта, мас. %, по вариантам			Предложенная шихта, мас. %, по вариантам				
	1	2	3	1	2	3	4	5
Марганцевый агломерат								
АМНВ-1	62	30	30	-	-	-	-	-
Малофосфористый шлак	-	32	29,05	-	-	-		-
Марганцевый агломерат, вводимый в заявляемый состав шихты	-	-	-	79,45	76,9	64,45	52,0	53

Известняк	22	22	22	9,0	10	15	20	21
Железорудные окатыши	4	4	3,0	0,5	1,0	3,0	5,0	6,0
Отходы произ- водства	-	-	3,95	0,05	0,1	3,95	8,0	9,0
Коксик	12	12	12	11,0	12	13,5	15	16,0
Отношение фосфора к мар- ганцу в марган- цевом сырье	0,0046	0,0027	0,0026	0,0035 0,00385 0,0042	0,0035 0,00385 0,0042	0,0035 0,00385 0,0042	0,0035 0,00385 0,0042	0,0035 0,00385 0,0042
Извлечение марганца в сплав, %	76,1	73,2	73,2	76,4 76,2 76,1	77,7 77,2 76,8	79,6 78,4 77,3	78,1 77,2 76,8	77,3 76,9 76,1
Содержание фосфора в сплаве, %	0,52	0,041	0,40	0,38 0,44 0,50	0,34 0,44 0,49	0,32 0,40 0,45	0,33 0,42 0,48	0,34 0,45 0,50
Удельный рас- ход электро- энергии, кВт ч/б.т.	4100	4200	4150	4020 4060 4080	3910 3930 3960	3900 3940 3960	3930 3960 3980	4050 4070 4090
Производи- тельность пе- чи, %	100	95	96	100 98 96	104 102 101	105 104 103	103 102,5 101	100 97 94