

А. Л. ЗАГЯНСКИЙ

ОСОБЕННОСТИ ШЛАКОВОГО РЕЖИМА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРО-МАНГАНО-ФОСФОРА

(Представлено академиком И. П. Бардиным 18 I 1952)

Особенности шлакового режима процесса выплавки в доменной печи сплава ферро-мангано-фосфор представляют большой интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения, поскольку необходимо достичь одновременно максимального восстановления и перевода в металл двух значительно отличающихся по своим свойствам и поведению в металлургических процессах элементов: марганца и фосфора.

Проведенные в 1950—1951 гг. исследования позволили окончательно решить эту проблему и ответить на возникшие в первый период работ теоретические вопросы (3).

Средневзвешенный состав шлака (приведенный к сумме 100%) за весь период выплавки ферро-мангано-фосфора характеризуется следующими цифрами: CaO 43,20%, SiO₂ 27,95%, MnO 16,7%, Al₂O₃ 8,90%, MgO 1,19%, FeO 0,78%, P₂O₅ 0,86%, S/2 0,42%.

При пересчете состава этого шлака на трехкомпонентную систему получены следующие данные: CaO 54%, SiO₂ 34,9%, Al₂O₃ 11,1%.

Вязкость шлака такого состава по диаграмме Мак-Кеффри при температуре 1400° 75 пуазов, а при температуре 1500° 5—6 пуазов.

Для суждения о вязкости шлаков, получающихся в процессе выплавки ферро-мангано-фосфора, нельзя пользоваться обычно применяемыми для определения вязкости шлаков тройными диаграммами Мак-Кеффри, главным образом в связи с тем, что в составе этих шлаков имеется повышенное количество закиси марганца, которая играет важную роль в изменении их вязкости.

Исследования, проведенные С. К. Трекало (3) и А. Л. Загянским (1), показали, что особенно положительное влияние на жидкоподвижность шлаков такого состава оказывает закись марганца при ее содержании в шлаке до 15—16%.

Проводившиеся в процессе выплавки ферро-мангано-фосфора исследования шлаков показывают, что при относительно холодном ходе печи (содержании кремния в сплаве 0,2—0,3%) резко возрастает содержание закиси марганца в шлаках (до 23,4%) и значительно ухудшается их жидкоподвижность. При нормальном же ходе печи и содержании закиси марганца ~ 16% шлаки обладают хорошей подвижностью.

Для изучения особенностей распределения марганца в шлаках при их различной основности и температуре шлаки были разбиты на три группы: шлаки при содержании кремния в сплаве ниже 0,4% (шлаки при относительно холодном ходе печи), шлаки при содержании кремния в сплаве 0,4—0,7% (шлаки при нормальном ходе печи) и шлаки с содержанием кремния в сплаве 0,7—1,7% (шлаки при горячем ходе

печи). Расчеты основности и средних содержаний основных компонентов шлака для указанных трех групп (при содержании в сплаве марганца 55—60%, фосфора 12—14%) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Среднее содержание основных компонентов в шлаках при относительно холодном, нормальном и горячем ходе доменной печи

Группа	Содерж. кремния в %	Средн. CaO/SiO ₂	Средн. содерж. основных компонентов в сплаве в %			Среднее содерж. основных компонентов в шлаке в %			
			Si	Mn	P	SiO ₂	CaO	MnO	P ₂ O ₅
I	<0,4	1,58	0,48	57,02	13,07	26,29	41,77	17,3	0,98
II	0,4—0,7	1,54	0,48	57,88	13,21	27,54	42,42	14,64	0,94
III	>0,7	1,54	1,00	58,54	12,75	28,40	43,70	13,13	0,726

Из этих расчетов можно видеть, что при нормальном ходе печи в шлаках с CaO/SiO₂ = 1,54 содержание закиси марганца равно 14,6%, пятиокиси фосфора 0,94%.

Значительный интерес представляет изучение зависимости между основностью и содержанием закиси марганца и пятиокиси фосфора в шлаке при нормальном температурном режиме печи (содержании кремния в сплаве 0,4—0,7%) (см. табл. 2).

Таблица 2

Зависимость между CaO/SiO₂ и содержанием закиси марганца и пятиокиси фосфора в шлаках

№ плавки п/п	CaO/SiO ₂	Содерж. основн. компонентов в сплаве в %			Содерж. основн. компонентов в шлаке в %			
		Si	Mn	P	SiO ₂	CaO	MnO	P ₂ O ₅
1	1,26	0,47	57,45	13,9	29,80	37,56	15,13	0,83
2	1,37	0,47	56,4	13,3	28,76	39,42	16,26	0,56
3	1,45	0,58	57,15	13,25	28,52	41,22	16,12	1,0
4	1,48	0,47	57,2	13,01	26,96	39,84	16,10	1,14
5	1,49	0,48	58,40	13,65	27,2	40,59	17,32	1,02
6	1,52	0,48	59,15	13,08	28,80	43,80	10,94	0,62
7	1,53	0,47	58,14	13,79	29,24	43,10	12,0	1,27
8	1,54	0,42	59,65	13,18	27,76	42,56	13,52	0,91
9	1,57	0,47	58,3	12,37	26,0	40,70	—	1,20
10	1,59	0,58	60,30	13,70	28,6	45,49	13,95	0,55
11	1,61	0,52	59,65	12,95	28,0	45,12	13,69	0,61
12	1,65	0,54	55,85	12,95	26,92	44,42	12,24	1,08
13	1,68	0,42	60,27	13,43	24,80	41,72	15,22	0,50
14	1,78	0,47	55,0	12,4	27,20	45,80	14,16	1,64
15	1,76	0,42	55,30	13,20	25,48	44,88	16,28	1,24
Среднее	1,54	0,48	57,88	13,81	27,54	42,42	14,64	0,94

Из табл. 2 видно, что при CaO/SiO₂ = 1,52—1,54 и содержании кремния в сплаве 0,4—0,5% содержание закиси марганца в шлаках 10,9—13,5%. При более низкой основности содержание закиси марганца

возрастает до 16—17%. Увеличение CaO/SiO_2 выше 1,6 также связано с повышением содержания закиси марганца в шлаках до 14—16%.

На основании вышеприведенных данных можно прийти к выводу, что при обычном температурном режиме работы доменной печи, выплавляющей фосфористые сплавы (содержании кремния в сплаве 0,4—0,7%), следует работать на шлаках с $\text{CaO/SiO}_2 = 1,5—1,55$. Такая основность обеспечивает хорошее восстановление марганца и фосфора (марганца из относительно бедной руды ~60% и фосфора из обычных фосфоритов ~89%). Шлаки при этом обладают достаточной подвижностью.

Несмотря на то, что при нормальном и относительно горячем ходе печи хорошее извлечение марганца и в особенности фосфора получается и при более низкой основности — $\text{CaO/SiO}_2 = 1,4—1,5$, при этом содержание закиси марганца 11—13%, пятиокси фосфора 0,3—0,4%, не следует работать на шлаках такой основности, ибо в случае относительного похолодания горна содержание марганца в шлаке резко возрастает (при содержании кремния в сплаве 0,2—0,3% содержание закиси марганца в шлаке достигает 23,4%, пятиокси фосфора 1,53%); вязкость шлаков при этом также значительно возрастает.

Поступило
16 VIII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Л. Загянский, ДАН, 76, № 5 (1951). ² Н. Г. Молчанов, Сталь, № 4 (1947). ³ С. К. Трекало, Теория и практика металлургии, № 5 (1936).