

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА И СТАЛИ НА ОАО "АлМК"

Шевченко Т.Г.; Дворядкин Б.А., Бросев А.А., Пащенко А.В.
- ОАО " Ал МК"

Дмитриев Е.С.; Сергиенко В.С., Овчинников Н.А.
- Донниичермет.

Современные требования к качеству металла состоят в требованиях к содержанию вредных примесей. Проблема получения металла с низким содержанием серы предполагает удаление ее на всех стадиях производства стали (удаление из чугуна, при выплавке стали, на выпуске стали и в печи-ковше перед разливкой).

Признано экономически и термодинамически целесообразным удалять серу из чугуна, а не из стали. Экономически выгодным также является снижение затрат на кокс и получить чугун с повышенным до 0,04 - 0,05 % серы при содержании кремния на уровне 0,8 %.

Наиболее перспективным является удаление серы из чугуна на установке десульфурации чугуна (УДЧ) и частично при сливе чугуна в ковш в доменном цехе.

На ОАО "Ал МК " начали отрабатывать технологию по удалению серы из чугуна без строительства УДЧ и из стали при двойной обработке ее ТШС.

Обработку чугуна на первом этапе производили содосодержащей проволокой путем перелива металла из доменных ковшей в миксерные. Для проведения эксперимента использовали четыре миксерных ковша с тарой 69-70 т. Шлак из доменных ковшей перед переливом скачивали машиной в миксерном отделении. В миксерные ковши загружали по одной бухте (310 - 300 кг) содержащей проволоки и по 100 кг извести. Во время перелива наблюдалось выделение дыма серо-белого цвета, сопровождающиеся временами выбросами пламени на высоту до 2,5 м выше ковша. После обработки чугуна на зеркале ковша образовался жидкоподвижный шлак, который загущался присадкой извести. После обработки чугуна шлак из ковшей скачивали. Данные по обработке чугуна приведены в табл.1.

Таблица 1

Данные по обработке чугуна порошковой проволокой в
миксерном отделении

№ п/ п	Удельный расход сода, кг/т	Масса чугуна, т	Температура чугуна		Потери температу ры, $\Delta^{\circ}\text{T}$ $^{\circ}\text{C}$	Химический состав чугуна, до/после обработки, %				Степень десульфур ации, %
			до обрабо тки	после обработки		$\hat{\text{S}}_i$	Mn	S	P	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2,06	60	1350	1280	70	0,87 0,79	0,17 0,17	0,027 0,023	0,083 0,083	14,8
2	1,83	70	1320	1275	45	0,85 0,82	0,19 0,18	0,021 0,019	0,083 0,084	9,52
3	2,5	61,3	-	1315	-	0,88 0,90	0,19 0,17	0,019 0,016	0,081 0,082	15,8
4	3,0	51,2	1340	1285	55	0,79 0,73	0,15 0,15	0,023 0,021	0,002 0,002	8,7

Из данных таблицы № 1 видно, что абсолютная десульфурация составляет (0,002-0,004) % в среднем 0,0025 %; степень десульфурации - (8,7-15,8) % , в среднем 12,2 %. Потери температуры за перелив и обработку составили (45-70) °С, в среднем 56 °С. Отмечено снижение содержания кремния в чугуна на (0,03-0,08) %, в среднем 0,06 %. В дальнейшем были проведены эксперименты по обработке чугуна шлакообразующей смесью (ШОС), состоящей из 50 % гранулированной соды и 50 % качественной извести, производства меткомбината "Азовсталь". Смесью была расфасована по расходным контейнерам массой по 600 кг (из расчета расхода около 10 кг/т).

В миксерном отделении ШОС была загружена в заливочные ковши, в которые заливали около 60 т жидкого чугуна. После обработки из ковшей скачивали, образовавшийся шлак. В процессе обработки выделялось значительное количество дыма, который в течение 3-5 минут после обработки удалялся через фонарь и окна миксерного отделения. После обработки состояние стен ковша значительно улучшилось, но настывшие полностью не удалились. Степень десульфурации (табл. 2) составила (32-53) % в среднем 43 %.

На некоторых пробах чугуна наблюдалось удаление кремния в пределах (0,07-0,09) %, содержание фосфора практически не изменялось. Длительность обработки одного ковша составила от 20 до 42 минут, а всех ковшей для одной плавки - около 2 часов, при условии надлежащего скачивания шлака. После обработки в шлаке наблюдались нерастворенные частицы извести. Это свидетельствует о том, что недостаточно времени и температуры для полного растворения. ШОС в полной мере не работает.

Таким образом, обработка чугуна содосодержащими материалами показала, что для получения низких концентраций серы обработка одним видом материала недостаточна. Необходима дополнительная обработка чугуна порошковой содосодержащей или магнийсодержащей проволокой.

Обработку чугуна ШОС следует перенести в доменный цех, т.к. на внепечную обработку чугуна в миксерном отделении необходимо для одной плавки свыше двух часов, что будет сдерживать производство в мартеновских печах.

Обработанный чугун использовали для производства низкосернистой стали. Выплавку металла производили в 300 т. мартеновской печи, работающей скрап-рудным процессом. При выплавке использовали оборотный металл (листовая обрезь) в количестве около 30 %.

Таблица 2

Данные по обработке чугуна ШОС в миксерном отделении

№ п/ п	Количес тво ШОС на ковш, кг	Масса чугуна в ковше, т	Химический состав чугуна, % до обработки и после				ΔS	Степень десульфу рации, %
			Si	Mn	S	P		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	600	60	0,56/0,44	0,14/0,13	0,034/0,016	0,053/0,054	0,018	52,9
2	600	60	0,40/0,48	0,15/0,12	0,046/0,026	-/0,050	0,020	43,5
3	600	60	0,41/0,43	0,15/0,15	0,041/0,025	-/0,053	0,016	39,0
4	600	60	0,52/0,43	0,15/0,14	0,035/0,019	0,052/0,056	0,016	45,6
5	600	60	0,49/0,42	0,14/0,10	0,028/0,019	0,055/0,053	0,009	32,1

Таблица 3

Химический состав металла в мартеновской печи по ходу плавки

№ п/п	Номер плавки	Периоды	Химический состав, %						Температура металла, °С
			С	Mn	S	P	Степень десульфурации, %	Основность шлака	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5265	по расплавлению перед выпуском	1,29	0,15	0,046	0,043		2,4	1540
			0,06	0,06	0,022	0,003	52,1	3,5	1680
2	5386	по расплавлению перед выпуском	1,45	0,11	0,049	0,013	-	1,9	1510
			0,08	0,09	0,026	0,003	46,9	3,5	
3	6374	по расплавлению перед выпуском	1,04	0,17	0,041	0,005	-	2,2	1510
			0,11	0,09	0,027	0,003	34,1	3,5	1645
4	5582	по расплавлению перед выпуском	1,8	0,13	0,037	0,012	-	2,0	1510
			0,12	0,10	0,018	0,005	56,7	3,5	1675
5	5694	по расплавлению перед раскислением	1,52	0,14	0,044	0,004	-	3,1	1510
			0,04	0,06	0,026	0,002	40,9	3,5	-
6	5757	по расплавлению перед раскислением	1,59	0,06	0,042	0,009	-	1,9	1595
			0,05	0,06	0,019	0,002	52,3	3,5	1665

В доводку плавки удаляли максимально возможное количество серы путем присадок мартеновскую печь свежееобожженной извести, плавикового шпата и скачиванием серосодержащего шлака. Содержание элементов по расплаву и на выпуске представлены в табл. 3.

Как видно из представленных данных на большинстве плавок металл перед выпуском имел низкое содержание углерода ($C < 0,08 \%$).

Степень десульфурации в печи составила (34,1 - 56,7) %, в среднем 47,2 %. Температура на выпуске составила (1665 - 1680) °С. Содержание фосфора на выпуске составляло (0,002 - 0,005) %, серы (0,018 - 0,027) %.

Для получения низких концентраций серы ($S \leq 0,015 \%$) на комбинате был организован перелив стали из промежуточного ковша в разливочный с полной отсечкой печного шлака шиберными затворами. Во время выпуска металла из мартеновской печи в промежуточный ковш присаживали из бункера раскислители и твердую шлакообразующую смесь (ТШС), состоящую из 70 % свежееобожженной извести и плавикового шпата. После выпуска металла из печи, промежуточный ковш краном передавался на разливочный ковш, который накрывался специальной крышкой. В разливочный ковш на дно загружали ТШС, а по ходу перелива присаживали алюминий. При появлении шлака шиберные затворы перекрывали и на зеркало металла разливочного ковша присаживали теплоизолирующую смесь. Результаты внепечной обработки стали в сталеразливочных ковшах представлены в табл.4.

Как следует из данных таблицы 4 десульфурация ТШС в количестве (5 - 7) кг/т в одном ковше, обеспечивает удаление серы в пределах 30 %. При использовании двойной обработки стали в промежуточном и в основном ковшах, десульфурация составляет (42 - 55) %.

Потери температуры при двойном переливе составляют (90 - 120) °С, в то время как при выпуске металла в один ковш они близки к 50 °С.

Применение двойной обработки стали и чугуна с содержанием серы около 0,020 %, обеспечивает получение стали с содержанием серы менее 0,015 %. Для получения особо чистого металла необходимо применять глубоко десульфурированный ($S \leq 0,005 \%$) чугун, чистый металлом и двойной перелив стали.

С этой целью на комбинате предполагается установка трайбаппаратов для внепечной обработки чугуна и стали.

Таблица 4

Результаты внепечной обработки стали в сталеразливочных ковшах

Номер плавки, марка	Место отбора проб	Химический состав, %					Степень десульфурации, %	Количество ТШС, кг/т		Температура, °С	Длительность перелива, мин.	Примечание
		С	Mn	Si	S	P		в промежуточный ковш	в разливочный ковш			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5386	на выпуске из печи	0,08	0,09	-	0,026	0,003	-	-	-	1645	-	без перелива
17Г1С	из ковша на разливке	0,18	1,25	0,45	0,018	0,011	31,0	-	5,0	-	-	
6374	на выпуске из печи	0,11	0,09	-	0,027	0,003	-	-	-	1645	-	без перелива
17Г1С	из ковша на разливке	0,20	1,30	0,46	0,020	0,010	25,9	-	6,7	-	-	
5265 А 36	на выпуске из печи	0,06	0,06	-	0,022	0,008	-	6,7	3,4	1680	18,0	перелив через два шиберных затвора с отверстием ϕ 80 мм.
	из пром. ковша	0,16	0,81	0,19	0,016	0,008	27,2	-	-	-	-	
	из ковша на разливке	0,17	0,90	0,31	0,017	0,008	0,0	-	-	1590	-	

Таблица 4 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5582 А 36	на выпуске из печи	0,12	0,10	-	0,018	0,005	-	6,7	6,7	1675	-	-
	из пром. ковша	0,17	0,95	0,28	0,013	0,006	27,8	-	-	1625	-	перелив через два шиберных затвора с отверстием о 90 мм.
	из ковша на разливке	0,16	0,96	0,28	0,009	0,006	30,7	-	-	1570	14,0	-
5694 55-400	на выпуске из печи	0,04	0,06	-	0,026	0,002	-	5,0	15,0	1670	-	-
	из пром ковша	0,14	0,88	0,26	0,025	0,007	3,8	-	-	1630	9,0	"-"
	из ковша на разливке	0,14	0,87	0,25	0,014	0,008	46,2	-	-	1575	-	-
5757	на выпуске из печи	0,05	0,06	-	0,019	0,002	-	6,7	8,3	1665	-	-
	из пром. ковша	0,11	1,42	0,59	0,015	0,009	21,1	-	-	1630	13,0	"-"
	из ковша на разливке	0,15	1,39	0,57	0,012	0,010	20,0	-	-	1545	-	-