

РОЗДІЛ «МЕТАЛУРГІЯ»

УДК 669.162

КРЯЧКО Г.Ю., к.т.н., доцент
ЗАПАНЕНОК С.Е.*, енергетик доменного цеха
САФИНА-ВАЛУЕВА Л.А., к.т.н., доцентДнепродзержинский государственный технический университет
*ОАО «Днепровский металлургический комбинат»ВЫПЛАВКА ПЕРЕДЕЛЬНОГО ЧУГУНА НА ОСНОВНЫХ ШЛАКАХ
С ВВОДОМ В ШИХТУ КАЧКАНАРСКИХ ОКАТЫШЕЙ

Введение. Расширение сырьевой базы при дефиците железорудных материалов является характерной чертой современного доменного производства. В последнее время в шихту доменных печей ОАО «Днепровский металлургический комбинат» (ДМК) поступают окатыши Качканарского горно-обогатительного комбината (КачГОК, Россия) частично заменяя окатыши Криворожских ГОКов. Особенностью окатышей КачГОК является значительное содержание TiO_2 (~ 2,6%) и присутствие оксидов ванадия ($V_2O_5 = 0,5-0,6\%$). Известно [1, с.310], что в восстановительных условиях горна доменной печи в массе жидкого титансодержащего шлака находятся мельчайшие твердые частицы ильменита ($FeO \cdot TiO_2$) и карбида титана TiC . Присутствие твердых частиц резко увеличивает вязкость шлака, делает его «коротким», что, в свою очередь, резко снижает дренажную способность коксовой насадки в горне. В то же время установлено положительное влияние титансодержащего железорудного сырья на состояние ограждения стен металлоприемника доменных печей.

Постановка задачи. Специфика шлакового режима доменных печей Украины, работающих на коксе с повышенным содержанием серы, состоит в необходимости наведения основных шлаков ($CaO + MgO/SiO_2 = 1,3-1,4$) для обеспечения достаточной десульфуряющей способности шлака. Известно, что основные шлаки являются неустойчивыми по вязкости. Введение в железорудную шихту окатышей, изготовленных из концентратов титаномагнетитовых руд, может вызывать дополнительные осложнения в работе печей, работающих на основных шлаках. Задачей настоящего исследования является оценка влияния нового для региона металлургического сырья на работу доменных печей.

Результаты работы. Исследования проводили на доменной печи №9 ОАО «Днепровский металлургический комбинат». ДП №9 объемом 1386 м^3 отличается от типового проекта углубленными горном (3400 против 3200 мм) и мертвым слоем (1100 против 450 мм), а также количеством воздушных фурм (18 против 16 штук). Печь оснащена двумя чугунными летками и типовым двухконусным загрузочным устройством.

Отличие в режимах эксплуатации было обусловлено применением железорудных окатышей с различными металлургическими свойствами. В качестве базового периода была выбрана первая декада апреля 2011г., в которой основной добавкой к местному агломерату служили окатыши СевГОКа (табл.1). Опытный период с увеличенной долей окатышей КачГОК в шихте отнесен ко второй декаде апреля. В этом периоде снизилось содержание железа в шихте (табл.2), но улучшилось качество кокса за счет увеличения доли кокса производства Баглейского коксохимического завода, имеющего лучшие характеристики по сравнению с продукцией других поставщиков.

Несмотря на более высокое давление в рабочем пространстве печи при работе с большей долей окатышей КачГОКа, ход доменной печи сопровождался ухудшением

приема дутья. Так, расход дутья в опытном периоде снизился более чем на 200 м³/мин. Это существенно отразилось на производительности печи (-8,2%).

Таблица 1 – Характеристики окатышей, использованных в исследованных периодах

Предприятие	Содержание, %							
	Fe	FeO	V ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	CaO	MgO	CaO/SiO ₂
СевГОК	62,0	1,40	-	7,58	-	1,24	0,98	0,16
КачГОК	60,9	3,35	0,58	4,0	2,6	-	-	-

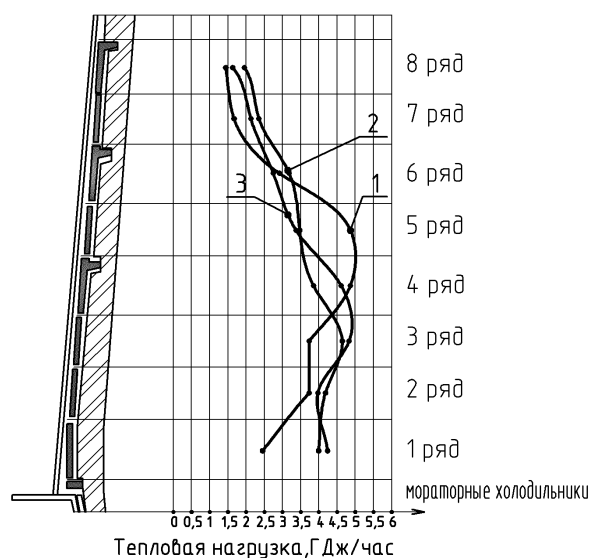
Таблица 2 – Показатели работы доменной печи №9 Днепровского металлургического комбината с использованием Качканарских окатышей

Показатели	Периоды	
	01.04-10.04.11	11.04-20.04.11
Производство, * т./сут	2392	2124/2197
Интенсивность плавки, кг/м ³ сут	930	892
Расход топлива, кг(м ³)/т чугуна:		
кокса*	538	578/566
природного газа	72	77
Доля в шихте, %:		
агломерата	81,4	81,4
окатышей КачГОК	4,6	10,8
окатышей СевГОК	12,5	4,9
Расход металлодобавки, кг/т чугуна	34	7
Содержание Fe в шихте, %	53,0	52,0
Горячая прочность кокса CSR, %	30	32
Дутье: расход, м ³ /мин	2612	2401
избыточное давление, кПа	230	230
температура, °С	1059	1057
концентрация кислорода, %	23,28	23,65
расход природного газа, % к дутью	4,6	4,7
Избыточное давление колошниково- го газа, кПа	109	115
Чугун: температура, °С	1475	1478
состав, %: Si	0,68	0,73
Mn	0,30	0,38
S	0,022	0,017
Шлак: содержание MgO %	4,94	6,45
CaO + MgO/SiO ₂	1,39	1,42
L _s	75	94

* числитель – фактическое значение, знаменатель – приведенное

Благодаря повышенным основности и содержанию магнезии, а также большей концентрации марганца в шлаке, коэффициент распределения серы возрос в опытном периоде с 75 до 94 единиц, что обусловило выплавку низкосернистого чугуна (S= 0,017%). Тепловой режим при работе с повышенным содержанием окатышей КачГОК был более устойчивым – размах колебаний концентрации кремния в чугуне снизился на 0,05%, а серы на 0,016%.

Для выявления влияния окатышей КачГОК на распределение температур в периферийной зоне печи выполнили замеры и усреднение значений теплосъема шахтных холодильников. Результаты измерений и расчетов представлены на рис.1, откуда видно, что фактическая тепловая нагрузка в 3-х нижних рядах холодильников была выше проектной, в большей степени (в 1,6-1,7 раза) в 1-м ряду, в частности, из-за потери футеровки. Наоборот, проектные значения теплосъема в холодильниках 4-го и 5-го рядов больше фактических, что можно объяснить активным гарнисажеобразованием вследствие замены вышедших из строя вертикальных чугунных холодильников медными малогабаритными. Фактическая тепловая нагрузка на 7-й и 8-й ряды охлаждения превышает проектную примерно на 30°C, по-видимому, вследствие неустойчивости гарнисажа. Увеличение доли окатышей КачГОК в шихте привело к усилению теплосъема в середине шахты (3-й и 4-й ряды холодильников) и уменьшению теплосъема в верхней ее части.



1 – проектные значения; 2, 3 – опытные значения в базовом (2) и исследуемом периодах

Рисунок 1 – Тепловая нагрузка на холодильники шахты ДП №9 ДМК

Режим работы печи с увеличенной долей Качканарских окатышей в шихте отличался повышенным теплосъемом холодильников 3-го и 4-го рядов, очевидно, вследствие разрушения окатышей и роста газодинамической напряженности на указанном горизонте шахты.

12.04.2011г. после проплавления 2255т окатышей КачГОК были проведены измерения тепловых нагрузок на холодильники металлоприемника. Для сравнения состояния металлоприемника в разных сырьевых условиях использовали данные измерений 14.03.2011г., когда основной добавкой к местному агломерату в шихте служили криворожские окатыши (табл.3). Из сравнения данных, приведенных в табл.3, видно, что проплавление окатышей КачГОКа привело к существенному снижению теплосъема горновых холодильников (-5,2%), тогда как теплосъем охлаждения верхней лещади снизился незначительно (-0,7%).

Таким образом, можно утверждать, что проплавление титаносодержащих окатышей КачГОКа приводит к наращиванию гарнисажа на стенах горна, чем способствует продлению кампании доменной печи.

Таблиця 3 – Средний теплосъем одного холодильника металлоприемника ДП №9 ОАО «ДМК» в различные периоды эксплуатации

Дата проведения замеров	Горновые холодильники			Холодильники верхней лещади		
	перепад температур охлаждающей воды, °С	расход воды, м ³ /час	теплосъем, кДж/час	перепад температур охлаждающей воды, °С	расход воды, м ³ /час	теплосъем, кДж/час
14.03.2011	1,8	5,03	37456	1,5	5,41	32274
12.04.2011	1,8	4,82	35514	1,5	5,2	32056

Выводы. Исследование результативности и эффективности проплавки железорудных окатышей КачГОК показало, что в условиях доменной плавки на сернистом коксе и повышенной основности шлака ввод указанного выше титансодержащего сырья должен быть ограничен 4-5% от массы шихты. Замеры тепловых нагрузок по высоте шахты доменной печи при повышении доли окатышей КачГОК в шихте до 11% свидетельствовали об ухудшении процесса гарнисажеобразования в районе 3-го - 4-го рядов холодильников. В то же время использование этих окатышей благодаря повышенному содержанию TiO₂, способствовало усилению гарнисажеобразования в горне, что положительно влияло на продление кампании доменной печи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлургия чугуна: учебник для вузов / [Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н. и др.]; под ред. Ю.С.Юсфина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 774с.

УДК 669.162.263:519.85

ДОВГАЛЮК Б.П., д.т.н., професор

Дніпродзержинський державний технічний університет

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ХОДОМ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

Вступ. АСУ ходом доменної печі повинна виконувати наступні функції: контроль та керування завантаженням шихтових матеріалів з оптимальним їх розподілом по перерізу печі; оптимізацію витрати дуття на рівні максимально можливої продуктивності печі; оптимізацію витрати паливних добавок та пари на зволоження дуття; контроль достовірності інформації про параметри технологічного процесу.

Постановка задачі. Розробити або удосконалити локальні підсистеми у складі АСУ ходом доменної печі для автоматизованого виконання перелічених функцій.

Результати роботи. Підсистема завантаження шихтових матеріалів. Розподіл шихти на колошнику доменної печі під час її завантаження визначає розподіл газового потоку в печі і газопроникність стовпа шихти, що значно впливає на техніко-економічні показники плавки [1-3]. Особливо широкі можливості розподілу шихти в печі мають безконусні пристрої завантаження лоткового типу. Їх використання дозволяє зменшити питому витрату коксу та збільшити продуктивність доменної печі на 5-7% при наявності ефективного системи керування [2-3].

Для доменних печей, обладнаних конусним засипним апаратом, оптимізацію розподілу шихтових матеріалів і газового потоку по перерізу печі можна здійснювати ме-