



УДК.669.162

Большаков В.И. /д.т.н./, Лебедь В.В., Семенов Ю.С., Шулико С.Т.

Институт черной металлургии НАН Украины

Особенности выбора рабочих углов наклона распределительного лотка БЗУ с использованием информации профилемера

Приведены результаты исследований влияния изменения углов наклона распределительного лотка бесконусного загрузочного устройства на распределение шихтовых материалов, формирование поверхности засыпи шихты на колошнике и показатели работы печи. Выбраны рациональные величины углов наклона лотка, применение которых обеспечило увеличение эффективности плавки. Ил. 2. Табл. 5. Библиогр.: 2 назв.

доменная печь, бесконусное загрузочное устройство (БЗУ), углы наклона лотка БЗУ, профиль поверхности засыпи, распределение материалов, параметры работы печи

Обоснованный выбор углов наклона лотка в заданных рабочих положениях и точная их отработка – необходимые условия использования технологических возможностей оборудования системы загрузки для обеспечения заданного радиального распределения шихтовых материалов лотковым бесконусным загрузочным устройством (БЗУ). Выбор углов наклона лотка осуществляется следующим образом. Площадь колошника делится на 10 равновеликих по площади кольцевых зон: 1-я зона – осевая, 10-я – пристеночная (периферийная). Расчет углов наклона выполняется с помощью разработанной ИЧМ математической модели, которая учитывает движение шихты по трактам и лотку БЗУ, угловую скорость вращения распределителя и коэффициенты сопротивления движению шихтовых материалов. Рабочие позиции наклона лотка выбираются так, чтобы траектории центра тяжести потока шихты пересекали середину ширины каждой из равновеликих кольцевых зон на заданном уровне засыпи. Рассчитанные таким образом углы наклона лотка назначаются в качестве рабочих углов наклона для заданного уровня засыпи [1].

Углы наклона лоткового распределителя шихты в 10-1 его угловых положениях, рассчитанные на математической модели радиально-окружного распределения шихтовых материалов для 10-ти равновеликих кольцевых зон сечения колошника и рекомендованные ИЧМ для использования при загрузке их в до-

менную печь № 9 (ДП № 9) в диапазоне изменения уровня засыпи 1,0–1,5 м приведены в табл. 1.

Результаты расчета являются основой для назначения рабочих углов наклона лотка, используемых при составлении программ загрузки. При назначении рабочих углов наклона с целью учета особенностей реализации распределения шихтовых материалов на поверхности засыпи в периферийной и осевой зоне иногда принимаются дополнительные решения по коррекции верхних (для периферийной зоны) и нижних (для осевой зоны) углов наклона лотка.

Реализация заданной программой загрузки распределения шихты зависит от точности соблюдения расчетного и реального уровня засыпи при выгрузке порций шихты. Реально разрешающая команда на выгрузку следующей порции дается по достижении заданного уровня засыпи последним из управляющих зондов-уровнемеров, который находится в самой высокой точке поверхности засыпи периферийной зоны по окружности колошника. Во всех остальных точках в этот момент уровень засыпи располагается ниже и в среднем по окружности печи выгрузка материалов происходит на более низкий уровень, а следовательно, реальное распределение шихтовых материалов по радиусу всегда несколько отличается от расчетного. При назначении рабочего угла наклона лотка в осевой позиции 1 из-за опасений, что поток кокса может попасть на поперечную стяжку жесткости лотка и существенно ею рассеиваться, рабочий угол наклона лотка в этой позиции был увеличен на 4° (табл. 2, период I). Влияние этого фактора экспериментально оценить достаточно сложно. Такая возможность стала реальной на ДП № 9 только после ввода в эксплуатацию радиолокационного профилемера и его освоения.

Величина рабочего угла наклона лотка в верхней используемой позиции 9 также была несколько уменьшена по сравнению с расчетной, исходя из соображений уменьшения отражения потока материалов от защитных плит колошника. В настоящей ста-

Таблица 1. Расчетные значения углов наклона лотка БЗУ ДП № 9 ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» при изменении уровня засыпи от 1,2 м до 1,5 м

Уровень засыпи	Угловые положения , 1-10, угол наклона, град.									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1,2 м	49,0	46,9	44,5	42	39	35,8	32,2	27,8	22,9	17,0
1,5 м	47,1	45,1	42,7	40,0	37,1	34,1	30,7	26,7	22,0	17,0
Расстояние от оси печи до центра равновеликой кольцевой зоны, м	5,26	4,98	4,67	4,35	4,00	3,62	3,19	2,69	2,06	0,85

© Большаков В.И., Лебедь В.В., Семенов Ю.С., Шулико С.Т., 2008 г.

тье* рассмотрены результаты оценки и применения на доменной печи объемом 5000 м³ рекомендаций по назначению рабочих углов наклона распределительного лотка БЗУ.

При совершенствовании программы загрузки доменной печи № 9 ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» в августе 2005 г. была выполнена оценка влияния изменения углов наклона распределителя шихты (лотка) по заданным его рабочим угловым позициям 9-1 на формирование коксовых слоев на поверхности засыпи шихты в осевой зоне колошника печи после выгрузки порций кокса из 3-1 и 2-1 позиций лотка. Эти порции формируют коксовую «отдушину» в столбе шихты, определяют газопроницаемость осевой зоны печи, а также влияют на формирование слоев кокса и рудных материалов по сечению колошника, что в конечном итоге влияет на распределение рудных нагрузок, объемов материалов и газового потока в печи, степень использования энергии печных газов и расход кокса на выплавку чугуна.

Расположение траекторий движения шихтовых материалов, точек их встречи с поверхностью засыпи при уровнях засыпи 1, 1,2 и 1,5 м и разметка границ равновеликих кольцевых зон по радиусу колошника для периода I (14.08.2005) и периода II (15–28.08.2005) для угловых позиций лотка 1-9 представлены на рис. 1 и в табл. 2.

Из приведенных в табл. 2 и на рис. 1 данных следует, что при близких углах наклона лотка в 9-ой позиции, изменение угла его наклона в первой позиции с 22,1° (период I) на 18° (период II) расширило сектор выгрузки шихты по позициям 9-1 от 24,1° (46,2-22,1°) до 27,9° (45,9-18°). При этом во втором периоде было достигнуто лучшее совмещение расположения траекторий в 9-1 позициях лотка БЗУ на поверхности засыпи, с центрами соответствующих равновеликих кольцевых зон сечения колошника (рис. 1б). Кроме того, при установке угла наклона лотка в 1-ой позиции, равным 18°, обеспечивается проход потока шихтовых материалов от центральной трубы сборной воронки до рабочей поверхности лотка без соприкосновения с поперечной стяжкой, что уменьшает рассе-

яние и измельчение кокса при выгрузке его в осевую зону печи.

В первом и втором исследуемых периодах работы доменной печи ее загрузка осуществлялась на заданный уровень засыпи – 1,2 м по неизменной 10-ти порционной программе, приведенной в табл. 3. Продолжительность выгрузки каждой порции составляла 90 с.

Параметры дутьевого и газодинамического режима работы печи в периодах I и II (расход дутья 6977 м³/мин и 6960 м³/мин, его температура – 1123 °С и 1100 °С, давление – 3,21 ати и 3,24 ати, доля кислорода в дутье 26,3 % и 26,5 %, расход природного газа – 29,7 тыс. м³/ч и 28,9 тыс. м³/ч; давление и температура колошниковога газа составили в периоде I – 1,25 ати и 125 °С, в периоде II – 1,20 ати и 135 °С) обеспечивали теоретическую температуру горения 2174 °С и скорость истечения дутья из фурм 197 м/с (период I) и 192 м/с (период II). Содержание кремния в чугуне для обоих периодов составляло 0,88 %, марганца 0,38 %, серы 0,021 % в первом периоде и 0,025 % во втором, при основности шлака (CaO/SiO₂) соответственно 1,24 и 1,21 ед. При этом рудная нагрузка составила в I периоде 3,80 т/т кокса, во II периоде – 3,84 т/т кокса (расход обогащенного антрацита: I период – 3,1 т/подачу, II период – 4,2 т/подачу).

С помощью установленной на печи радиолокационной системы измерения профиля засыпи шихты [2] за 8 ч были определены средние профили и толщины слоев шихтовых материалов по измеряемым диаметрам колошника (R_{кол} = 5,6 м) после выгрузки каждой порции, а затем приведены к одному радиусу печи (рис. 2). Из полученных данных следует, что при близких параметрах дутьевого режима и одинаковых программах загрузок (табл. 3) в анализируемые периоды I и II изменение углов наклона лотка в периоде II, по сравнению с его углами в периоде I (табл. 2), вызвало следующие изменения формы профиля поверхности засыпи шихты и слоев материалов на колошнике (рис. 2, табл. 4).

Во втором периоде, в сравнении с первым периодом, форма профилей поверхности засыпи шихты

Таблица 2. Расположение точек встречи потоков шихты с поверхностью засыпи по радиусу колошника (расстояние от оси печи, м) при различных уровнях засыпи для рабочих углов наклона лотка БЗУ, установленных на ДП № 9 в указанные периоды

Период	Уровень засыпи*, м	Угловые положения распределителя								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
		Углы наклона лотка, град.								
		46,2°	45,4°	42,8°	40,1°	37,4°	34,3°	30,9°	26,9°	22,1°
I	1,00	4,94	4,86	4,59	4,32	4,06	3,74	3,34	2,78	2,03
	1,20	5,03	4,94	4,67	4,40	4,13	3,81	3,40	2,82	2,04
	1,50	5,13	5,05	4,78	4,51	4,24	3,92	3,52	2,95	2,17
		45,9°	42,7°	40,0°	37,1°	34,1°	30,7°	26,7°	22,9°	18,0°
II	1,00	4,91	4,58	4,31	4,02	3,71	3,30	2,72	1,96	1,36
	1,20	5,0	4,66	4,39	4,10	3,79	3,38	2,79	2,02	1,41
	1,50	5,12	4,78	4,51	4,22	3,91	3,49	2,90	2,12	1,48

*) технологический «0» отметка 42100

* В исследованиях принимали участие Шутылев Ф.М., Богачев Ю.А., Вишняков В.И.

Таблица 3. Программа цикла загрузки и распределение шихтовых материалов (%) по позициям лотка БЗУ при загрузке ДП № 9 в исследуемые периоды I и II

№ порции	Состав порции ¹⁾	Распределение масс по угловым позициям лотка, %									
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	
10	К 2-1	-	-	-	-	-	-	-	-	30	70
9	АОШ 9-3	15	26	18	12	10	13	6	-	-	-
8	К 8-4	-	12	22	22	22	23	-	-	-	-
7	АОШ 9-3	15	26	18	10	10	15	6	-	-	-
6	К 8-4	-	11	22	22	22	23	-	-	-	-
5	КО 3-1	-	-	-	-	-	-	25	25	50	-
4	АОШ 9-3	15	26	18	11	10	14	6	-	-	-
3	К 8-4	-	12	22	21	22	23	-	-	-	-
2	АОШ 9-3	15	26	18	11	10	14	6	-	-	-
1	К 8-4	-	11	22	22	22	23	-	-	-	-

^{*)} А – агломерат, О – окатыши, Ш – обогащенный отвальный шлак, К – кокс; 9-1 – угловые позиции лотка БЗУ; масса рудной части подачи (Мр) = 117-118 т. Состав подачи: М_А = 92,6-93,0 т; М_О = 17,0 т; М_Ш = 5,2-5,4 т; отходы блюминга 0,1-0,4 т; масса окатышей в порции КО 3-1 – 4-6 т, масса кокса в порциях КО 3-1 и 2-1 – 15 т

на колошнике до и после выгрузки порций материалов изменилась от \wedge -образной до ∇ -образной, а глубина осевой воронки профилей уменьшилась в среднем от 0,75–2,0 м до 0,5–1,5 м, что уменьшило перемещение материалов по откосу профиля к оси печи.

После выгрузки в печь порций «осевого» потока – К 2-1 и КО 3-1 в циклах программы загрузки I и II исследуемых периодов работы печи (рис. 2, табл. 4, порции №№ 10 и 5) на исходный профиль засыпи, образованный, соответственно, после загрузки порций № 9 и № 4 – АО Ш9-3 с углами наклона профиля засыпи к оси печи: $\alpha^{I,9} = 8^\circ$, $\alpha^{II,9} = 10^\circ$ и $\alpha^{I,4} = 25^\circ$, $\alpha^{II,4} = 20^\circ$, толщина образовавшегося на участке поверхности засыпи, удаленном на 0-1,08 м от оси печи во втором периоде увеличилась на 47-48 % от средней ее величины по радиусу (от 0,8-0,75 до 1,05-1,00 м) и на 30-35 % (от 1,23-1,17 до 1,45-1,42 м), а на участке радиуса 2,16-3,24 м от оси печи уменьшилась на 30-48 % (от 0,7-0,3 до 0,6-0,1 м) и на 27-28 % (от 1,0-0,48 до 0,84-0,30 м), т.е. кокс переместился из промежуточной зоны радиуса ближе к оси печи. При этом диаметр коксовой «отдушины» во втором периоде уменьшился на 0,5-0,7 м.

Полученные для I и II исследуемых периодов работы печи величины соотношения толщин слоев железорудных материалов (Нр) и кокса (Нк) – Нр/Нк, образованных на поверхности засыпи в осевой и приосевой зонах сечения колошника (0,00-2,16 м от оси печи), во втором периоде были на 41,2 % меньше, а в промежуточной и периферийной зонах (расстояние от оси печи 2,16-5,40 м) на 28-19 % больше, чем в первом периоде.

Указанные изменения формы профиля поверхности засыпи и слоев шихтовых материалов, а также соотношения толщин слоев Нр/Нк во втором периоде характеризуют уменьшение рудной нагрузки в осевой и приосевой и увеличение ее в промежуточной и периферийной зонах сечения колошника печи. Это подтверждается распределением степени использования оксида углерода (η_{CO}) в 10-ти равновеликих кольцевых зонах сечения колошника печи (Скол. =

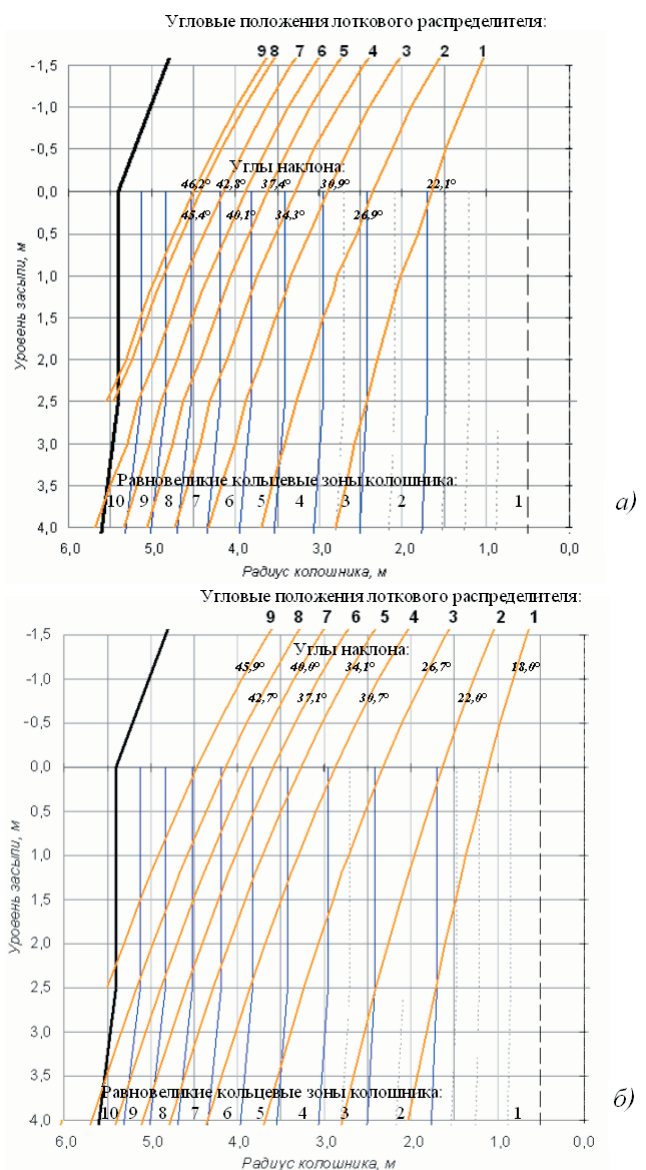


Рис. 1. Траектории движения шихтовых материалов при углах наклона лоткового распределителя, установленных на ДП № 9 с 19.12.2003 г. по 15.08.2005 г. (период I) (а) и с 15.08.2005 г. (период II) (б)

Таблица 4. Изменение толщины слоев¹⁾ кокса и железосодержащих материалов по радиусу колошника ДП № 9 в исследуемые периоды ее работы: I период – числитель, II период – знаменатель

Номер порции	Вид материала, угловые позиции лотка, выгруженная (↓) и предшествующая ²⁾ ей порции	Толщина слоя, м (доли ед.)												Ср. по R _{кол} , м, (доли ед.)	
		Расстояние от оси печи, м						Периферийная зона							
		0,00		1,08		2,16		3,24		4,32		5,40		М	доли ед.
		М	доли ед.	М	доли ед.	М	доли ед.	М	доли ед.	М	доли ед.	М	доли ед.		
10	(АОШ 9-3) ²⁾ К 2-1↓	0,80	1,86	0,75	1,74	0,70	1,63	0,30	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	1,00
5	(АОШ9-3) ²⁾ КО 3-1↓	1,05	2,33	1,00	2,22	0,60	1,33	0,10	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	1,00
1	(К2-1) ²⁾ К8-4↓	1,23	1,86	1,17	1,77	1,00	1,52	0,48	0,73	0,10	0,15	0,00	0,00	0,66	1,00
6	(К3-1) ²⁾ К8-4↓	1,45	2,16	1,42	2,12	0,84	1,25	0,30	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	1,00
3, 8	(К2-1) ²⁾ К8-4↓	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,38	0,45	2,14	0,54	2,57	0,21	1,00
2, 4, 7, 9	(К3-1) ²⁾ К8-4↓	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,37	0,40	2,11	0,50	2,63	0,19	1,00
	(АОШ 9-3) ²⁾ К 8-4↓	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,17	0,50	2,08	0,65	2,71	0,24	1,00
	(К 8-4) ²⁾ АОШ 9-3↓	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,30	0,43	2,15	0,50	2,50	0,20	1,00
	ΣАОШ↓	0,50	1,25	0,47	1,18	0,30	0,75	0,37	0,93	0,40	1,00	0,40	1,00	0,40	1,00
		0,40	1,05	0,40	1,05	0,40	1,05	0,40	1,05	0,35	0,92	0,30	0,79	0,38	1,00
		0,67	1,20	0,62	1,11	0,49	0,88	0,43	0,77	0,54	0,96	0,59	1,05	0,56	1,00
		0,50	0,93	0,50	0,93	0,52	0,96	0,52	0,96	0,58	1,07	0,61	1,13	0,54	1,00
	ΣАОШ↓	2,68	1,20	2,48	1,11	1,96	0,88	1,72	0,77	2,16	0,97	2,36	1,06	2,23	1,00
		2,00	0,93	2,00	0,93	2,08	0,97	2,08	0,97	2,32	1,08	2,44	1,13	2,15	1,00
	ΣК↓, КО↓	3,03	1,29	2,86	1,22	2,30	0,98	2,09	0,89	1,85	0,79	1,99	0,85	2,35	1,00
		3,30	1,45	3,22	1,42	2,24	0,99	1,72	0,76	1,53	0,67	1,60	0,70	2,27	1,00
	ΣАОШ↓ ΣК↓, КО↓	0,88	0,92	0,87	0,91	0,85	0,89	0,82	0,85	1,17	1,22	1,19	1,24	0,96	1,00
		0,61	0,57	0,62	0,58	0,93	0,87	1,21	1,13	1,52	1,42	1,53	1,43	1,07	1,00

¹⁾ средние значения, полученные для порций материалов в цикле загрузки (10 порций) в точках измерения уровня засыпки;

²⁾ предшествующие порции

91,56 м²) рассчитанной по данным химанализа проб газа, отобранных по радиусу верхнего горизонта шахты (отм. 38100 мм) приведенным в табл. 5, из которой следует, что увеличение зоны перемещения лотка БЗУ при загрузке шихты из позиций 9-1 в периоде II (углы наклона лотка 45,9-18°), по сравнению с периодом I (углы наклона лотка 46,2-22,1°) от 24,1 до 27,9° (рис. 1) привело к перераспределению рудных нагрузок и объемов шихтовых материалов в столбе шихты по радиусу печи и характеризовалось увеличением степени использования СО в периферийных (№№ 10 и 9) и промежуточных (№№ 8-5) зонах в сумме на 11,8 %, при уменьшении ее на 11,3 % в осевых зонах (№№ 3-1). В целом, степень использования СО, рассчитанная по составу радиального и общего колошничного газа при загрузке печи в периоде II, в сравнении с периодом I, увеличилась на 0,5 % и 0,63 %.

Для обоих периодов колеблемость температуры колошничного газа (Ткол.) и газа на периферии (Тпф) по окружности печи (оценка по величине СКО-сп), практически не изменялась и составила, соответственно, +13,5-14,4 °С и +45-47 °С. При этом, средняя температура колошничного газа во втором периоде увеличилась и составила 135 °С, против 120 °С в первом периоде.

Температура газа на периферии, в среднем, для обоих периодов достигала 395-400 °С, а величина показателя радиального распределения

$$K_p = \frac{T_{\text{пф}}^{\text{ср}}}{T_{\text{кол}}^{\text{ср}}}$$

изменилась. Увеличение (уменьшение) величины K_p , характеризующей усиление (ослабление) развития периферийного газового потока составила в периоде I – 3,31 ед., а в периоде II уменьшился до 2,94 ед., т.е. усилилась интенсивность осевого газового потока. Для обоих периодов, при общем перепаде давления в печи 1,96-1,97 ати, величины верхнего и нижнего перепадов составили, соответственно, 0,41-0,43 ати и 1,54-1,55 ати, а их колеблемость +4,7-9,4 % и +13,4-17,0 %. В первом и во втором периодах нагрев печи

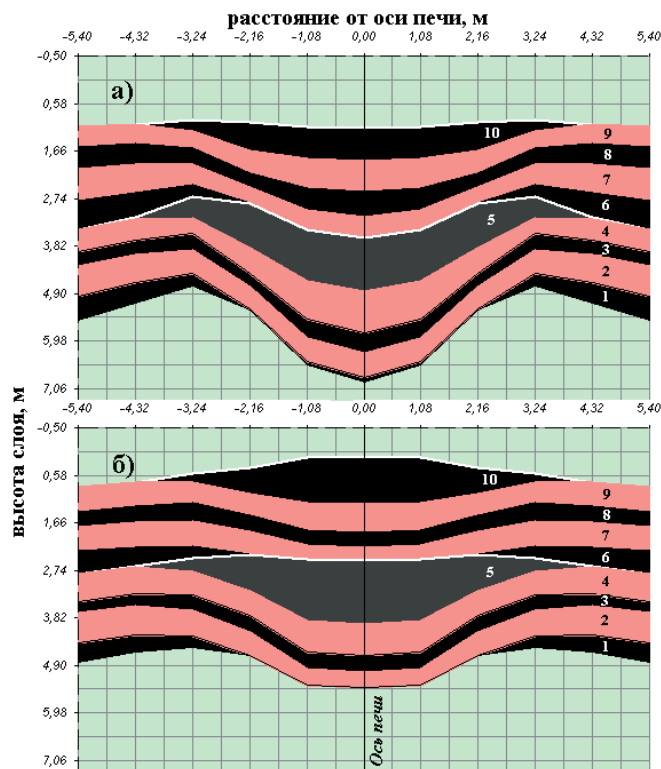


Рис. 2. Конфигурация слоев порций шихтовых материалов на уровне колошника, загруженных в ДП № 9 в I-м (а) и II-м (б) исследуемых периодах ее работы по программе: 1 – К 8-4, 2 – АОШо 9-3, 3 – К 8-4, 4 – АОШо 9-3, 5 – КО 3-1, 6 – К 8-4, 7 – АОШо 9-3, 8 – К 8-4, 9 – АОШо 9-3, 10 – К 2-1

сохранился на постоянном уровне. Доля кремния в чугуне на выпусках составила 0,88 %. Во втором периоде при близком качестве рудных материалов и кокса благодаря формированию рациональной структуры столба шихты и газораспределения рудная нагрузка была увеличена от 3,80 до 3,84.

Приведенные выше параметры дутьевого режима и режима загрузки печи при ее работе в анализируемые периоды обеспечивали среднесуточное производство чугуна и удельный расход кокса: период I – 8323,8 т и 421,3 кг.

Применение предложений по выбору рациональных углов наклона лотка в рабочих позициях позволи-

Таблица 5. Изменение относительных величин степени использования оксида углерода (η_{CO}) в равновеликих кольцевых зонах сечения колошника ДП № 9 в исследуемые периоды ее работы

Период, номер (дата)	Номер кольцевой зоны ²⁾										Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Расстояние от оси печи, м (R = 5,55 м)										
	0,85	2,06	2,69	3,19	3,62	4,00	4,35	4,67	4,98	5,26	
Степень использования СО (η_{CO}), доли ед. ¹⁾											
I (1-14. 08. 06)	0	1,102	1,105	1,111	1,105	1,095	1,104	1,121	1,130	1,127	1,0
II (15-28. 08.06)	0	1,040	1,065	1,104	1,115	1,122	1,133	1,143	1,143	1,144	1,0
II-I $\Delta = \eta_{\text{CO}}^{\text{II}} - \eta_{\text{CO}}^{\text{I}}$, ед.	0	-0,062	-0,040	-0,011	+0,01	+0,027	+0,029	+0,022	+0,013	+0,017	$\Sigma = +0,005$ (0,5 %)

¹⁾ расчет по химсоставу газа в пробах отобранных под уровнем засыпи по радиусу верхнего горизонта шихты (отм. 38100);

²⁾ площадь зоны – 9,156 м²

ло несколько увеличить интенсивность осевого потока газов, обеспечить устойчивый ход доменной печи, уменьшить тепловые потери, увеличить на 2 % производительность печи, несколько увеличить степень использования восстановительной способности газов и получить уменьшение расхода кокса. Обоснован и проверен на практике ряд методических положений по уточнению методики выбора рациональных величин углов наклона лотка БЗУ.

Заключение

Впервые выполнена оценка особенностей назначения и реализации углов наклона лотка БЗУ с использованием результатов измерения профиля поверхности засыпи шихты. Показано, что целесообразно использовать для управления распределением шихты углы наклона лотка, рассчитанные для уровня засыпи на 0,1–0,3 м ниже заданного на печи значения. Установлено, что приближение величин установлен-

ных на печи углов наклона лотка к расчетным позволяет формировать рациональные профили засыпи и структуру столба шихты. Эффективность реализации на ДП № 9 указанных рекомендаций подтверждена увеличением степени использования восстановительной способности газов на 0,63 % и уменьшением удельного расхода кокса.

Библиографический список

1. Большаков В.И. Теория и практика загрузки доменных печей. – М.: Металлургия, 1990. – 256 с.
2. Большаков В.И., Семенов Ю.С., Муравьева И.Г. и др. Особенности представления информации, полученной радиолокационным профилемером // В сб. научн. тр. ИЧМ «Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии». – 2004. – Вып. 9. – С. 45-50.

Поступила 22.03.08



УДК 338:669.162

Донсков Е.Г. /д.т.н./, Бхатнагар Р.К., Костенко Г.П., Донсков Д.Е.

ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»

Лялюк В.П. /д.т.н./

НМетАУ

Использование увлажненного дутья на доменных печах

Традиционная система увлажнения дутья водяным паром не обеспечивает постоянства содержания влаги в дутье, что вызывает скачкообразное изменение влажности дутья и пагубно воздействует на стойкость футеровки и металлоконструкций поднасадочного пространства воздухонагревателей. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 1 назв.

доменная плавка, интенсивность, природный газ, влажность дутья, пар

Увлажнение доменного дутья водяным паром как метод регулирования хода печей и интенсификации плавки, имело широкое распространение на отечественных заводах в 50-х гг. прошлого века. При условии одновременного повышения температуры дутья метод обеспечивал рост производительности печей от 5 до 15 %, а экономию кокса от 2 до 5 %. Большинство специалистов связывают указанный положительный результат с устранением отрицательного влияния колебаний естественной влажности атмосферного воздуха [1].

К началу шестидесятых годов увлажнение дутья повсеместно было вытеснено природным газом, обеспечивающим качественно сходные, но количественно более высокие эффекты в части влияния на процессы в очаге горения у фурм, работу горна, ход печи и результаты плавки. В настоящее время на большей части доменных печей Украины, в том числе на печах

ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», увлажнение дутья применяется лишь эпизодически в числе мер по воздействию на тепловое состояние плавки.

Ожидающийся дефицит природного газа и особенно повышение его цены обуславливают необходимость возврата к технологии ведения доменной плавки на увлажненном дутье, в достаточной мере освоенный доменщиками в 50-е годы прошлого века. Дополнительным аргументом в пользу такого возврата является сохранение как суточных, так и сезонных колебаний содержания влаги в атмосферном воздухе с амплитудой 1-21 г/м³ или 0,1-2,0 % [1, с. 157] ухудшающих ход печи и результаты доменной плавки.

Реанимирование рассматриваемого метода интенсификации плавки и использование его в полной мере на печах доменного цеха № 1 ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» осложнено конденсацией подаваемого на увлажнение пара в воздухопроводе холодного дутья (ХД). Конденсация пара связана, прежде всего, с низкой температурой поступающего на домны холодного дутья, которая зачастую снижается до 100 °С летом и до 40-60 °С зимой. В свою очередь, низкая температура холодного дутья обусловлена ее потерями в воздухопроводе, связанными со значительным расстоянием между доменными печами и воздуходувными машинами. Например, расстояние от доменной печи № 1 до воздуходувок ТЭЦ 2, которые иногда ее

© Донсков Е.Г., Бхатнагар Р.К., Костенко Г.П., Донсков Д.Е., Лялюк В.П., 2008 г.