

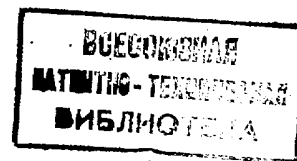


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1682402 A1

(51)5 C 21 B 7/24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4727914/02

(22) 12.06.89

(46) 07.10.91. Бюл. № 37

(71) Череповецкий металлургический комбинат им. 50-летия СССР

(72) Л.А.Бялый, Е.И.Райх, К.К.Шкодин, В.В.Гайков, В.А.Улахович, А.П.Котов, А.К.Икконен, Н.М.Можаренко и Э.С.Хомяков

(53) 669.162.012.01(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 1266863, кл. C 21 B 5/00, 1985.

Гиммельфарб А.А., Ефименко Г.Г. Автоматическое управление доменным процессом. - М: Металлургия, 1969, с. 247-250.

(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ГАЗОВ ПО СЕЧЕНИЮ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

(57) Изобретение относится к черной металлургии, в частности к доменному производству, и может быть использовано для контроля и регулирования распределения рудной нагрузки по радиусу доменной печи. Цель - повышение производительности

2

печи и сокращение удельного расхода кокса на выплавку чугуна путем оптимизации распределения газового потока. Для этого контролируют состав газа по радиусу в верхней части шахты доменной печи и параметры дутья и вычисляют по ним значения относительных количеств газифицированных кислорода и углерода шихты в различных точках радиуса. Путем статистической обработки технико-экономических показателей работы печи и кривых распределения по радиусу указанных отношений находят оптимальные (по минимуму расхода кокса и максимуму производительности печи) значения этих отношений в различных точках радиуса печи. Сравнивают текущие значения отношений количеств газифицированных кислорода и углерода шихты с оптимальными значениями во всех контролируемых точках радиуса. Регулирование рудной нагрузки по радиусу производят при отклонениях текущих значений этих отношений от оптимальных на 0,1-0,3. 5 табл.

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к доменному производству, и может быть использовано при управлении ходом доменных печей.

Целью изобретения является увеличение производительности печи и сокращение удельного расхода кокса за счет оптимизации распределения материалов и газового потока по сечению печи и улучшения использования энергии газа.

Сущность изобретения заключается в использовании для контроля распределения рудной нагрузки по сечению доменной печи отношения количества газифициро-

ванных кислорода и углерода шихты, вычисляемые в различных точках радиуса доменной печи по результатам измерения состава газа в этих точках в верхней части шахты и по параметрам комбинированного дутья. Для существующих шихтовых и дутьевых условий на каждой конкретной доменной печи путем статистической обработки показателей ее работы при различных системах загрузки находят оптимальное распределение по радиусу отношений $(O_{\text{ш}})/(C_{\text{ш}})$, принимая в качестве критериев оптимизации производительность печи и удельный расход кокса. Конт-

(19) SU (11) 1682402 A1

роль распределения рудной нагрузки по радиусу производят, сравнивая текущие значения указанных отношений по радиусу с оптимальными, а регулирование распределения рудной нагрузки по радиусу осуществляют при отклонении текущих значений отношений $(O_{ш})/(C_{ш})$ от оптимальных на 0,1...0,3.

При отклонениях текущих значений отношений $(O_{ш})/(C_{ш})$ от оптимальных меньших 0,1 режим загрузки не изменяют, так как такие отклонения могут быть вызваны факторами, не связанными с распределением рудной нагрузки и газового потока по радиусу. При отклонениях, превышающих 0,3, следует принимать комплексные меры по регулированию хода печи в соответствии с технологической инструкцией, предусматривающие не только коррекцию распределения рудной нагрузки по радиусу, но и изменение дутьевого режима.

Отношение $(O_{ш})/(C_{ш})_i$ количеств газифицированного кислорода $(O_{ш})_i$ и углерода $(C_{ш})_i$ шихты определяют по следующим формулам

$$(C_{ш})_i = \frac{12}{22,4} \cdot [CO_{2i} + CO_i - n_i \cdot D \cdot (\bar{C})],$$

где $(C_{ш})_i$ – количество газифицированного углерода шихты в зоне i, кг на 100 м³ сухого газа;

CO_{2i} – содержание в сухом газе диоксида углерода в зоне i, %;

CO_i – содержание в сухом газе оксида углерода в зоне i, %;

$(\bar{C})$ – суммарное содержание углерода во вдуваемом в горн топливе, %

$$n_i = \frac{100 - CO_{2i} - CO_i - H_{2i}}{100 - \omega + D \cdot (N_2)},$$

где n_i – отношение объемов сухого комбинированного дутья и сухого газа в зоне i;

H_{2i} – содержание в сухом газе водорода в зоне i, %;

ω – содержание кислорода в дутье, %;

(N_2) – суммарное содержание азота во вдуваемом в горн топливе, %.

$$D = \frac{V_s}{V_g} \cdot \frac{100 + \varphi}{100 - Y},$$

где D – отношение объемов вдуваемого в горн топлива и сухого дутья;

V_s – расход вдуваемого в горн топлива, м³/мин;

V_g – расход сухого дутья, м³/мин;

φ – объемная доля влаги в дутье, %;

Y – потери дутья, %

$$(O_{ш})_i = \frac{16}{22,4} \cdot \{2CO_{2i} + CO_i - H_{2i} O_i - n_i \cdot [2\omega + \varphi + 2D \cdot (\bar{O}_2)]\}$$

где $(O_{ш})_i$ – количество газифицированного кислорода шихты в зоне i, кг на 100 м³ сухого газа;

$H_{2i} O_i$ – объемная доля влаги косвенного восстановления в газе в зоне i, % к сухому газу;

$(\bar{O}_2)$ – суммарное содержание кислорода во вдуваемом в горн топливе, %.

$$H_{2i} O_i = \frac{22,4}{2} \cdot \alpha \cdot (C_{ш})_i + n_i [\varphi + D \cdot (\bar{H}_2)] - H_{2i},$$

где $(\bar{H}_2)$ – суммарное содержание водорода во вдуваемом в горн топливе, %;

α – отношение массовых долей водорода и углерода в коксе.

Для сопоставимости величин $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ с рудной нагрузкой используют следующие формулы:

$$\rho_i = \lambda \cdot \frac{(O_{ш})_i}{(C_{ш})_i};$$

$$\lambda = \rho \cdot \frac{C_{ш}}{(O_{ш})},$$

где ρ – расчетная рудная нагрузка в зоне i, т/т;

λ – коэффициент пропорциональности;

$(C_{ш})$ – количество газифицированного углерода кокса для печи в целом, кг на 100 м³ колошникового газа;

$(O_{ш})$ – количество газифицированного кислорода шихты для печи в целом, кг на 100 м³ сухого колошникового газа.

ρ – рудная нагрузка для печи в целом, т/т.

Показатель $(O_{ш})/(C_{ш})$ учитывает влияние на состав газа в печи вдувания в горн дополнительного топлива и обогащения дутья кислородом, а также развитие процессов газификации по радиусу печи и характеризует рудную нагрузку в контролируемом кольцевом сечении печи.

Пример. На доменной печи № 5 ЧерМК объемом 5500 м³, оборудованной бесконусным загрузочным устройством с лотковым распределителем шихты путем статистической обработки показателей работы печи, найдено оптимальное распределение отношения $(O_{ш})/(C_{ш})$ по радиусу в верхней части шахты, приведенное в табл.1.

Данное оптимальное распределение отношения $(O_{ш})/(C_{ш})_i$ соответствует следующим условиям работы печи: содержание кислорода в дутье 23–24%, расход природного газа 30000–32000 м³/ч, доля окатышей в шихте 30–35%.

В период 11–25 декабря 1987 г. на печи наблюдали отличающееся от оптимального следующее распределение значений отношения $(O_{ш})/(C_{ш})$ по радиусу верхней части

шахты (усредненные за период значения), приведенное в табл.2.

Произошло резкое уменьшение показателя $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ в осевой зоне печи (на 0,20–0,25 в точках, отстоящих от кладки на 4,17 и 5,86 м) при некотором увеличении на периферии (на 0,11 у кладки).

В рассмотренном периоде 11–25.12.87 г. на доменной печи применялась циклическая система загрузки, состоящая из 7 подач, включающих коксовые (К) и железорудные (Р) порции, загружаемые при разных положениях вращающегося лотка (цифры в скобках): 1. К(8–4), Р(8–5). 2. К(9–5), Р(9–4). 3. К(5–2), Р(9–4). 4. К(9–5), Р(9–5). 5. К(8–5), Р(9–5). 6. К(9–5), Р(8–5). 7. К(7–3), Р(9–5).

Положение лотка соответствует следующим углам рабочей поверхности лотка относительно оси печи: 1. – $5,1^\circ$. 2. – $16,8^\circ$. 3. – $24,7^\circ$. 4. – $29,1^\circ$. 5. – $32,0^\circ$. 6. – $34,7^\circ$. 7. – $37,7^\circ$. 8. – $39,8^\circ$. 9. – $42,2^\circ$.

В связи с тем, что за период 11–25.12.87 г. на печи было существенным отличием от оптимального распределения по радиусу показателя $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$, в особенности в осевой зоне, режим загрузки был изменен. Была применена циклическая система, состоящая из 7 подач, включающих коксовые (К) и железорудные (Р) порции, но последние загружались при измененных угловых положениях вращающегося лотка: 1. К(8–4), Р(8–4). 2. К(9–5), Р(8–3). 3. К(5–2), Р(9–4). 4. К(9–5), Р(8–4). 5. К(8–5), Р(9–4). 6. К(9–5), Р(8–4). 7. К(7–3), Р(8–3).

В измененной системе угловые положения лотка были подобраны так, чтобы сместить загрузку железорудных материалов из периферийной в осевую зону. При неизменном количестве позиций лотка для коксовых порций, при загрузке железорудной части шихты (агломерата и окатышей), было увеличено число позиций в осевой зоне (на 2 позиции в положении лотка 2 и на 5 позиций в положении 3) и уменьшено число позиций на периферии (на 3 позиции в положении лотка 9). В результате получено новое следующее распределение по радиусу показателя $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ (среднее за период 26.12.87–8.01.88), приведенное в табл.3.

Сравнение полученного распределения отношения $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ с оптимальным свидетельствует о том, что произошло улучшение распределения газов и приближение его к оптимальному для данных условий работы печи. В результате повысилось использование химической и тепловой энергии газов и улучшились технико-экономические показатели плавки

– снизился удельный расход кокса на 1,2 кг/т чугуна и увеличилась производительность доменной печи на 41 т/сут.

Изменение показателей работы д.п.5 ЧерМК при регулировании по отношению $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ приведено в табл.4.

При заметном отклонении распределения величины $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ от оптимального, особенно в осевой зоне печи, распределение CO_2 по радиусу верхней части шахты, являющееся обычно основанием для регулирования распределения материалов и газов, практически не изменилось. Содержание CO_2 в осевой зоне в период 11–25.12.87 г. уменьшилось с 0,6 до 0,3%. Такое слабое изменение содержания CO_2 объясняется высокими температурами газа (до $1200^\circ C$), которые постоянно поддерживаются в центральной части в шахте печи.

В табл.5 приведены другие примеры регулирования по показателю $(O_{ш})_i/(C_{ш})_i$ в доменных печах ЧерМК.

Достоинством предлагаемого способа контроля и регулирования распределения материалов и газового потока является более высокая точность контроля и более эффективное регулирование распределения материалов по сечению печи, обеспечивающие высокую производительность доменной печи при минимальном удельном расходе топлива.

Преимущества способа особенно значительны при его применении для ведения доменных печей большого объема, где особые требования предъявляются к загрузке центральной зоны, так как перегрузка этой части печи железорудными материалами может привести к тяжелому расстройству хода печи.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ контроля и регулирования распределения материалов и газов по сечению доменной печи, включающий контроль состава газа по радиусам в верхней части шахты и параметров дутья, регулирование распределения рудной нагрузки по радиусу колошника, отличающийся тем, что, с целью увеличения производительности доменной печи и снижения удельного расхода кокса за счет улучшения использования энергии газового потока, определяют оптимальные для существующих условий плавки и текущие значения отношений количеств газифицированных кислорода и углерода шихты по радиусу печи, и регулирование распределения рудной нагрузки по радиусу производят при отклонениях текущих значений этих отношений от оптимальных на 0,1–0,3.

Таблица 1

Расстояние от кладки, м	0	0,51	1,08	1,72	2,48	3,5	4,17	5,86
$(O_{ш})_i / (C_{ш})_i$	1,0- 1,1	1,1 - 1,2	1,3 - 1,4	1,15 - 1,25	1,05 - 1,15	1,0- 1,1	0,8- 0,9	0,5- 0,6

Таблица 2

Расстояние от кладки, м	0	0,51	1,08	1,72	2,48	3,5	4,17	5,86
$(O_{ш})_i / (C_{ш})_i$	1,211	1,248	1,242	1,276	1,180	1,132	0,576	0,288

Таблица 3

Расстояние от кладки, м	0	0,51	1,08	1,72	2,48	3,5	4,17	5,86
$(O_{ш})_i / (C_{ш})_i$	1,118	1,172	1,314	1,213	1,141	1,111	0,882	0,488

Таблица 4

Показатели	Период	
	11-25.12.87 г - отклонение от оптимального распределения $(O_{ш})_i / (C_{ш})_i$	26.12.87 - 8.01.88 г.. оптимальное распределение $(O_{ш})_i / (C_{ш})_i$
Производительность (годного), т/сут	11275 ^а 11275	11199 ^а 11326
Расход кокса (сухого), кг/т чугуна	446,6 ^а 446,6	444,0 ^а 445,2
Расход природного газа, м³/т чугуна	78,6	81,4
Массовая доля железа в металлошихте, %	58,5	58,45
Выход шлака, кг/т чугуна	295	298
Массовая доля кислорода в дутье, %	24,2	24,4
Температура дутья, °С	1231	1229
Давление газов под колосником, МПа	0,22	0,22
Степень использования оксида углерода, %	45,5	46,3
Температура колосникового газа, °С	262	233
Простой, %	-	0,60
Тихий ход, %	-	0,30

^а Числитель - отчетные данные, знаменатель - приведенные к одинаковым условиям.

Таблица 5

Пример	Полезный объем печи, м ³	Оптимальные значения показателя $(O_{\omega}) / (C_{\omega})$:		Значения показателя $(O_{\omega}) / (C_{\omega})$ при отклонениях от оптимального распределения		Режим загрузки		Значение $(O_{\omega}) / (C_{\omega})$ после измерения режима загрузки	
		в периферийной зоне	в осевой зоне	в периферийной зоне	в осевой зоне	исходный (базовый)	измененный	в периферийной зоне	в осевой зоне
1	5500	1,0-1,1	0,5-0,6	1,17	0,45	Без изменений		1,12	0,52
2	2700	0,9-1,0	0,7-0,8	1,30	0,50	Система загрузки 4ААКК+КААК+3ААКК+2КААК		0,98	0,75
3	1033	0,8-0,9	0,7-0,8	0,6	1,0	Система загрузки 4ААКК+КААК+ААКК		0,85	0,73
4	1033	0,8-0,9	0,7-0,8	0,51	1,09	Система загрузки 3ААКК+2КААК+ААКК		0,80	0,75
5	2000	0,9-1,0	0,8-0,9	1,30	0,5	Уровень засыпки 2,5 м - 2,0 м		0,95	0,87
6	5500	1,0-1,1	0,5-0,6	1,45	0,15	Система загрузки ААКК+3ААКК+2КААК			
7	5500	1,0-1,1	0,5-0,6	0,61	0,98	Изменение состава шихты, режима дутья, режима загрузки		1,01	0,6
						То же, а также ремонт засыпного устройства		1,05	0,58

Продолжение табл. 5

Пример	Производительность печи, т/сут			Удельный расход кокса, кг/т чугуна		
	в базовом периоде	при отклонении $(O_{\omega}) / (C_{\omega})$ от оптимальных значений	после изменения системы загрузки	в базовом периоде	при отклонении $(O_{\omega}) / (C_{\omega})$ от оптимальных значений	после изменения системы загрузки
1	11495	11506	11496	449	449	449
2	6345	6280	6337	430	434	429
3	2859	2758	2884	421	430	420
4	2847	2713	2837	429	435	430
5	4540	4387	4553	418	427	419
6	11810	11537	11324	450	459	541
7	11838	11465	11815	450	457	449

Редактор Н.Рогоulich

Составитель И.Курунов

Техред М.Моргентал

Корректор М.Максимишинец

Заказ 3593

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101