



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 840131

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 03.07.79 (21) 2815137/22-02

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.06.81. Бюллетень № 23

Дата опубликования описания 25.06.81

(51) М. Кл.³

С 21 С 5/32

(53) УДК 669.184.
.123 (088.8)

(72) Авторы
изобретения

М. М. Суртубаев, Н. А. Авдонин, А. К. Шоканов,
Е. Б. Плавинский и Л. М. Маликов

(71) Заявитель

Карагандинский филиал Особого конструкторского бюро
Всесоюзного научно-исследовательского института
автоматизации черной металлургии

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ
УГЛЕРОДА В ВАННЕ КОНВЕРТЕРА

1

Изобретение относится к устройствам для определения содержания углерода при получении металла и может быть использовано для автоматического непрерывного контроля содержания углерода в процессе выплавки стали в конвертерах, например, в металлургической промышленности.

Известно устройство для определения содержания углерода в ванне кислородного конвертера, которое состоит из блоков для измерения расхода кислородного дутья и отходящих газов, газоанализаторов для измерения содержания CO , CO_2 и O_2 в отходящих газах и термозондах для измерения температуры чугуна [1].

Выходы указанных блоков соединены со входами вычислительного устройства, которое определяет содержание углерода и температуру в конечный период продувки. При этом скорость

2

обезуглероживания в последний период плавки рассчитывается по формуле

$$\frac{dc}{d\tau} = \alpha + \beta \cdot c^r, \quad (1)$$

где α , β , r - постоянные;
[c] - содержание углерода.

Постоянные α , β , r находят из граничных условий, например, при $c=0$, $r=0$, $\alpha = -\beta$.

Температура стали прогнозируется по эмпирической формуле

$$T = T_0 + f(k_1 Q_2), \quad (2)$$

где T - начальная температура металла, определяемая с помощью термозонда;

$f(k_1 Q_2)$ - функция, описывающая изменение температуры в зависимости от содержания кислорода в отходящих газах.

Недостатками известного устройства является то, что оно позволяет определять содержание углерода в ванне конвертера только в последний

период продувки, для чего считается справедливым соотношение (1). Численные коэффициенты, входящие в соотношение (1), справедливы только для определенного конвертера, и определенной марки выплавляемой стали. Кроме того, поскольку измерения состава, расхода отходящих газов и кислородного дутья производятся не одновременно, а с разным запаздыванием относительно технологического процесса, что приводит к динамическим погрешностям, а соотношения (1) и (2) не связаны, то оценка содержания углерода, производимая в соответствии с (1), оказывается недостоверной.

Известно также устройство для определения содержания углерода в ванне конвертера в последний период плавки, которое состоит из масс-спектрометра для определения состава отходящих конвертерных газов, расходомеров кислородного дутья и отходящих газов, выполненных на основе метода переменного перепада давлений, например, посредством трубы Вентури, установленной в газоотводящем тракте из условия

$$L \leq 100D,$$

где L - необходимая длина прямолинейного участка трубопровода перед сужающим устройством (трубой Вентури);

D - диаметр сужающего устройства [2].

Выходы указанных блоков связаны с вычислительным устройством, которое определяет содержание углерода по зависимости

$$V_c = \frac{V_{O_2}}{\alpha + \frac{\beta}{C^2}}, \quad (3)$$

где V_c - скорость обезуглероживания;

V_{O_2} - расход кислородного дутья;

α и β - постоянные, определяемые на основе статистической связи между V_c и C ;

$[C]$ - содержание углерода.

Недостатком известного устройства является недостаточная достоверность определения содержания углерода из-за неучета текущих параметров плавки, например температуры, их взаимосвязи, а также погрешностей измерений, возникающих из-за неодновременности измерений расхода кислорода, расхода и состава отходящих газов.

Цель изобретения - повышение достоверности определения содержания

углерода в ванне конвертера в течение всей продувки.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для определения углерода в ванне конвертера, содержащее расходомер кислородного дутья, выход которого подключен ко входу вычислительного устройства, к другому входу которого подключен выход масс-спектрометра отходящих конвертерных газов, вход которого соединен с пробоотборником, введены термозонд, помещенный в конвертер, второй масс-спектрометр состава кислородного дутья, причем выход термозонда подключен через преобразователь сигнала к третьему входу вычислительного устройства, а выход второго масс-спектрометра - к четвертому входу последнего.

На чертеже схематически изображено предлагаемое устройство.

Устройство содержит расходомер 1 кислородного дутья, выход которого соединен с входом вычислительного устройства 2, пробоотборный зонд 3 кислородного дутья, выход которого соединен со входом масс-спектрометра 4, выходом соединенного с другим входом вычислительного устройства 2, термозонд 5, выход которого соединен с входом преобразователя 6, выходом соединенного с третьим входом вычислительного устройства 2, пробоотборный зонд 7 отходящих газов, выход которого соединен с входом масс-спектрометра 8, выходом соединенного с четвертым входом вычислительного устройства 2.

Устройство может быть выполнено из масс-спектрометров МХ 1215, оснащенных ЭВМ СМ-1, расходомера кислородного дутья, состоящего из дифманометра ДС-93-2500, манометра МАС-92, термометра сопротивления ТСМ-5071.

Устройство работает следующим образом.

До начала плавки в вычислительное устройство вводится информация о значении начального содержания углерода C_n в расплавленном металле, определяемая, например, путем измерения начальной температуры металла T_n .

С момента начала плавки измеряется расход кислородного дутья с помощью расходомера 1, одновременно посредством газоотборного зонда 3 и масс-спектрометра 4 измеряется содержание аргона в кислородном дутье и газоот-

борным зондом 7 и масс-спектрометром 8 измеряется концентрация CO , CO_2 , Ar и N_2 .

Ввиду того, что для определения скорости обезуглероживания необходимо взаимно-однозначное технологическое соответствие дутья и отходящих газов, данные с масс-спектрометров 4 и 8 обрабатываются в вычислительном устройстве 2 с соответствующими временными задержками, причем в зависимости от особенности технологического обораудования конвертерного цеха, наибольшее время запаздывания может быть как от масс-спектрометра 4, так и от масс-спектрометра 8. При этом задержка в обработке информации от данного масс-спектрометра составляет разность во времени между наибольшим запаздыванием информации от другого масс-спектрометра. Информация от расходомера 1 с той же целью обрабатывается с задержкой на наибольшее время запаздывания, практически равное максимальному времени запаздывания.

В вычислительном устройстве информация обрабатывается в соответствии с условием (4). На выходе вычислительного устройства 2 получаем текущее содержащее углерода.

В конце продувки в ванну конвертера вводят термозонд, сигнал с выхода которого поступает на преобразователь 6, с выхода которого поступает в устройство 2.

Данная операция выполняется с целью коррекции прогноза содержания углерода и температуры металла.

Скорость обезуглероживания зависит от основных параметров плавки: содержания углерода в металле C , температуры ванны T , интенсивности продувки V_{O_2} , времени продувки t .

Исходя из этого определения, скорость окисления углерода выражается зависимостью

$$\frac{dC}{dt} = V_C = \alpha_0 (T - T_0) C^{0.5}, \quad (4)$$

где α_0 - постоянная, которую можно определить из экспериментальных кривых зависимости скорости обезуглероживания от температуры, или на основании теоретических расчетов;

T - текущая температура;

T_0 - температура плавления;

C - содержание углерода.

Для нахождения зависимости скорости окисления углерода от его содержания в ванне конвертера уравнение теплового баланса имеет вид

$$\Delta \frac{\partial T}{\partial t} = b V_C, \quad (5)$$

где α - объемная теплоемкость;
 C - удельная теплоемкость стали;

ρ - плотность жидкого металла;

$b = \rho q c$ - член, учитывающий суммарный тепловой эффект;
 q_c - тепловой эффект реакции окисления углерода.

Так как $V_C = -\frac{d[C]}{dt}$, то уравнение (5) запишется в виде

$$\alpha \frac{dT}{dt} = -b \frac{d[C]}{dt}. \quad (6)$$

Решая уравнение (6) и выполнив ряд преобразований, получаем

$$V_C = k(CO + CO_2) \cdot W_{Cr}. \quad (8)$$

Скорость окисления углерода V_C определяем из зависимости

$$[C] = \frac{V_C^2}{\alpha_0^2 (T - T_0)^2}, \quad (7)$$

где CO и CO_2 - концентрация CO и CO_2 в отходящих газах, $\text{м}^3/\text{мин}$;

k - коэффициент, согласующий размерности.

Расход отходящих газов можно определить, измеряя баланс инертных компонентов в кислородном и отходящих газах

$$W_{Og} = \frac{V_{O_2} \text{Ar}_{O_2}}{\text{Ar}_{Og} - 0,012 \text{N}_{2Og}}, \quad (9)$$

где V_{O_2} - интенсивность продувки (расход кислорода);

Ar_{O_2} - концентрация аргона в кислородном дутье;

Ar_{Og} - концентрация аргона в отходящих газах;

N_{2Og} - концентрация азота в отходящих газах.

Подставляя (9) в (8) и в (7), получаем

$$[C] = \frac{\left[k(CO + CO_2) \frac{V_{O_2} \text{Ar}_{O_2}}{\text{Ar}_{Og} - 0,012 \text{N}_{2Og}} \right]^2}{\alpha_0^2 (T - T_0)^2}. \quad (10)$$

Текущую температуру прогнозируют на основе зависимости

$$T = T_0 + (T_n - T_0) e^{\frac{a_1 - a_2 t}{a_1 - a_2}}. \quad (11)$$

где T_0 - температура плавления;

T_n - начальная температура;

$$\alpha_1 = \alpha_0 [c]^{0.5};$$

$$\alpha_2 = \alpha_k \frac{S_{ш}}{V_M};$$

$$d = (V_{Si} q_{Si} + V_{Mn} q_{Mn} + V_P q_P) \cdot 5 \cdot 10^{-2} - \frac{EG Sp}{V_M} \times (T_K^4 - T_0^4),$$

где $S_{ш}$ - площадь шлаковой поверхности;

V_M - объем металла в конвертере;

α_k - коэффициент конвекции;

$$\alpha_0 = \frac{1.5 \sqrt{C_{max}}}{m \sqrt{\frac{m}{3k}}},$$

где $k = \frac{q_c}{c} \cdot 10^{-2};$

$$m = T_K - T_0 + k [c_n];$$

E - степень черноты;

b - постоянная Больцмана;

$S_{ф}$ - площадь футеровки;

V_M - объем металла;

T_K - температура кожуха;

T_0 - температура окружающей среды;

C_n - начальное содержание углерода.

Коррекцию прогноза температуры в конце плавки можно осуществить погружением термозонда в ванну конвертера.

Формула изобретения

Устройство для определения содержания углерода в ванне конвертера, содержащее расходомер кислородного дутья, выход которого подключен ко входу вычислительного устройства, к другому входу которого подключен выход масс-спектрометра отходящих конвертерных газов, вход которого соединен с пробоотборником, отличающееся тем, что, с целью повышения достоверности определения содержания углерода в течение всего процесса плавки, в него введены термозонд, помещенный в конвертер, и второй масс-спектрометр состава кислородного дутья, причем выход термозонда подключен через преобразователь сигнала к третьему входу вычислительного устройства, а выход второго масс-спектрометра - к четвертому входу последнего.

Источники информации,

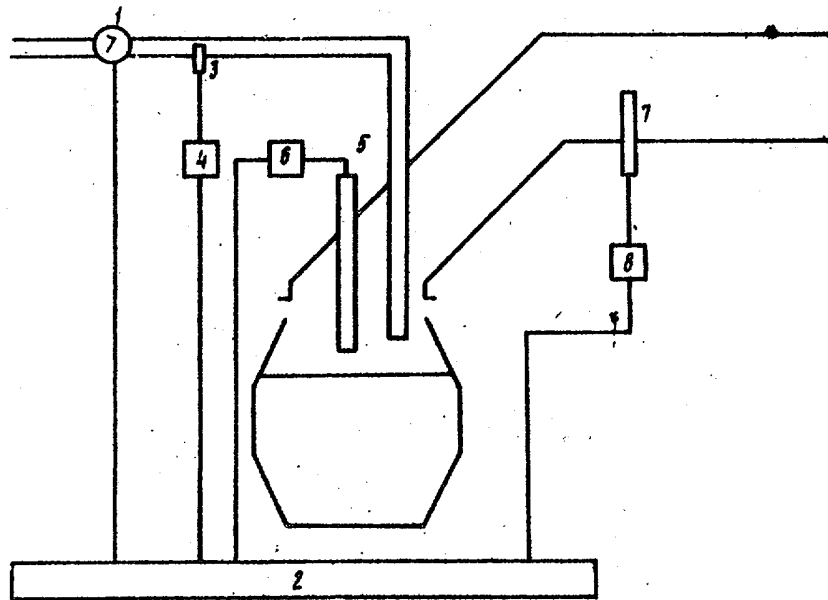
принятые во внимание при экспертизе

1. Патент Японии № 526246,

кл. С 31 С 5/32, 1977.

2. Патент Франции № 1568808,

кл. С 21 С 5/32, 1969.



ВНИИПИ Заказ 4667/34 Тираж 618 Подписное

Филиал ИИП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4