



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006129605/02, 15.08.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.08.2006

(43) Дата публикации заявки: 20.02.2008

(45) Опубликовано: 10.10.2008 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1604858 A1, 07.11.1990. SU 981371
A1, 15.12.1982. RU 2147613 C1, 20.04.2000. SU
1016363 A, 07.05.1983. SU 749897 A1, 23.07.1980.

Адрес для переписки:

455002, Челябинская обл., г. Магнитогорск,
ул. Кирова, 93, ОАО "ММК", Отдел
рационализации, изобретательства и патентной
работы

(72) Автор(ы):

Паршаков Владимир Михайлович (RU),
Гибадулин Масхут Фатыхович (RU),
Мавров Александр Леонидович (RU),
Сединкин Виктор Иосифович (RU),
Маевский Виктор Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Магнитогорский металлургический комбинат"
(RU)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАДИАЛЬНОГО ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к способу определения оптимального радиального газораспределения в доменной печи. Способ включает усреднение количественных показателей распределения температуры газа по радиусу печи и степени использования окиси углерода в колошниковом газе за технологические отрезки времени работы печи и сопоставление их между собой для определения экстремума кривой зависимости между ними, при котором достигают максимального использования окиси углерода в доменной печи. При этом усреднение количественных показателей распределения

температуры газа и степени использования окиси углерода проводят за время работы печи между двумя закрытиями чугунной летки на смежных выпусках продуктов плавки из печи. А для сопоставления показателей распределения температуры газа и степени использования окиси углерода между собой используют их значения за 50-60 периодов усреднения работы печи, причем значения первых сдвигают по отношению ко вторым вперед по времени на два периода усреднения. Использование изобретения обеспечивает упрощение способа определения оптимального распределения газа в печи. 3 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006129605/02, 15.08.2006**

(24) Effective date for property rights: **15.08.2006**

(43) Application published: **20.02.2008**

(45) Date of publication: **10.10.2008 Bull. 28**

Mail address:

**455002, Cheljabinskaja obl., g. Magnitogorsk,
ul. Kirova, 93, OAO "MMK", Otdel
ratsionalizatsii, izobretatel'stva i patentnoj raboty**

(72) Inventor(s):

**Parshakov Vladimir Mikhajlovich (RU),
Gibadulin Maskhut Fatykhovich (RU),
Mavrov Aleksandr Leonidovich (RU),
Sedinkin Viktor Iosifovich (RU),
Maevskij Viktor Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Magnitogorskij metallurgicheskij kombinat" (RU)**

(54) METHOD OF ESTIMATION OF OPTIMAL RADIAL GAS DISTRIBUTION IN BLAST FURNACE

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: method includes averaging of qualitative characteristics of gas temperature distribution along furnace radius and degrees of carbon oxide utilisation in furnace mouth gas during process time intervals of furnace operation and their comparison between themselves to estimate extremum of graphic chart between them at which maximum utilisation of carbon oxide in blast furnace is achieved. At that averaging of qualitative characteristics of gas temperature distribution and degrees of carbon oxide

utilisation is carried out during furnace operation between two plugging periods of an iron tap at adjacent tapping of melting products out of the furnace. Yet to compare characteristics of gas temperature distribution and degrees of carbon oxide utilisation between themselves their values for 50-60 periods of averaging furnace operation are used; at that values of the first one are set off against the second one further in time for two periods of averaging.

EFFECT: simplification of method of estimation of optimum gas distribution in furnace.

3 dwg

Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано для определения оптимального радиального газораспределения в доменной печи, обеспечивающего максимальное использование восстановительной энергии газового потока.

5 Известен способ определения оптимального радиального газораспределения в доменной печи по контролю содержания двуокиси углерода (CO_2) в газе в различных точках радиуса колошника печи. Так, например, для доменных печей Кузнецкого металлургического комбината оптимальное радиальное газораспределение достигалось при следующих значениях содержания CO_2 в газе: на периферии печи 7-8%, в рудном
10 гребне 18-20% и на оси печи 6 - 8% (Доменный процесс по новейшим исследованиям. Металлургиздат. М., 1963, стр.297-303). Для доменных печей Магнитогорского металлургического комбината эти значения составляли соответственно 9, 18 и 7% (Достижения доменщиков Магнитогорского металлургического комбината. Металлургиздат. М., 1957, стр.210-247).

15 Данный способ имеет следующие недостатки:

- полученные кривые не универсальны, а характерны только для тех сырьевых и эксплуатационных условий плавки, в которых они получены;
- отсутствуют количественные показатели оценки формы кривой газораспределения;
- отсутствует сопоставление формы кривой газораспределения с показателями, характеризующими или использование газового потока, или технические показатели плавки;
- сложность регулярного определения на практике содержания CO_2 в газе в различных точках радиуса колошника.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является способ контроля и
25 использования газа, направленный на оптимизацию его распределения по сечению колошника (Авторское свидетельство СССР № 1604858, C21B 7/24).

Основными недостатками данного способа являются:

- необходимость использования данных, которые трудно определить на практике: состав газа по радиусу доменной печи, профиль поверхности шихты, расходы газа в кольцевых сечениях колошника и т.д.;
- отсутствуют доказательства достоверности используемых зависимостей (1) и (2), коэффициентов K и I , свободных членов m и n в этих зависимостях для определения оптимальных значений относительных расходов и степеней использования газа в кольцевых сечениях колошника;
- отсутствие сведений о путях реализации этого способа: получение исходных данных, их усреднение, сопоставление между собой;

не ясно, как производят корректировку газораспределения в печи в случае отклонения указанных параметров от оптимальных значений и удовлетворяются условия (3) и (4) и т.д.

Для упрощения способа определения оптимального радиального распределения и
40 получения более достоверных результатов этого распределения предлагается способ определения оптимального радиального газораспределения в доменной печи, включающий измерение температуры газа в каждом из пяти равновеликих по площади колец колошника, контроль состава колошникового газа на содержание в нем окиси и двуокиси углерода, определяют количественный показатель распределения температуры газа по радиусу печи
45 (K_p) и количественный показатель степени использования окиси углерода (η_{CO}) в колошниковом газе на выходе из печи, количественные показатели (K_p) и (η_{CO}) усредняют за время работы печи между двумя закрытиями чугунной летки на смежных выпусках и сопоставляют их между собой за непрерывно обновляющийся, равный 50-60 периодам усреднения работы, период работы, значение (K_p) используют со сдвигом по отношению к значению (η_{CO}) вперед по времени на два периода усреднения и определяют оптимальное
50 радиальное газораспределение, при котором достигается максимальное использование окиси углерода.

Сущность предлагаемого изобретения, направленного на определение оптимального

радиального газораспределения выражается в совокупности следующих признаков и действий:

- измеряют температуру газа в каждом из пяти равновеликих по площади колец.

Принятое решение позволяет проводить определение количественного показателя

5 распределения температуры газа по радиусу печи (Кр);

- измеряют состав общего колошникового газа на выходе из печи на содержание в нем окиси и двуокиси углерода. Принятое решение позволяет проводить определение количественного показателя степени использования окиси углерода (η_{CO});

10 усредняют за технологические отрезки времени и сопоставляют между собой для определения экстремума зависимости между ними, при котором достигают максимального использования СО. Усреднение за технологические отрезки времени необходимо потому, что такие периодически проводимые на печи технологические операции как загрузка подачи шихтовых материалов в печь, загрузка цикла подач, выпуск из печи продуктов

15 плавки приводят к изменению распределения и использования газового потока;

- усреднение количественных показателей распределения и использования газового потока проводят за время работы печи между двумя закрытиями чугунной летки на смежных выпусках. Это обусловлено тем, что из всех периодически проводимых на печи технологических операций наибольшее влияние на распределение и использование

20 газового потока оказывает периодичность выпуска продуктов плавки, связанная с изменением скорости схода шихтовых материалов от накопления и выдачи из печи продуктов плавки;

- определение экстремума зависимости показателя использования газа от показателя его радиального газораспределения проводят за время работы печи, равное 50-60

25 периодам усреднения;

- при сопоставлении показателей распределения и использования газового потока значения первых сдвигают вперед по времени на два периода усреднения. Это обусловлено тем, что изменение в распределении материалов по вертикальному сечению печи и связанное с ним изменение в распределении газового потока окажут влияние на

30 его использование только тогда, когда по новому сформируется не менее половины шахты печи, что соответствует периоду работы печи, равному двум периодам усреднения.

Сказанное может быть проиллюстрировано данными, представленными на следующих чертежах:

- "Влияние периодичности выпуска из печи продуктов плавки на распределение и

35 использование газового потока" (фиг.1);

- "Зависимость степени использования окиси углерода в доменной печи (η_{CO}) от показателя распределения температуры газа по радиусу печи (Кр) при сопоставлении их за один и тот же период усреднения (n) и при сдвиге значения Кр по отношению η_{CO} вперед по времени на один (n+1), два (n+2), три (n+3) и четыре (n+4) периода усреднения (фиг.2);

40 - "Изменение во времени показателя распределения температуры газа по радиусу печи" (фиг.3).

Из фиг.1 видно, что периодичность выпуска продуктов плавки из печи и связанное с этим изменение в сходе материалов приводит к существенному перераспределению газового потока по радиусу колошника и к связанному с этим изменению в использовании

45 газового потока. Поэтому усреднение данных о распределении и использовании газового потока за отрезки времени, не соответствующие периодам работы печи от закрытия до закрытия чугунной летки на смежных выпусках, могут дать непредставительные результаты.

Представленные на фиг.2 данные показывают, что наиболее четко экстремальный

50 характер зависимости $\eta_{CO}=(Kp)$ проявляется при сдвиге данных о значении Кр на два периода усреднения по отношению к данным о значениях η_{CO} . При сдвиге, предшествующем и превышающем выбранный на один период усреднения (фиг.2, «б» и «г»), экстремальный характер зависимости ослабевает, а на 2 периода усреднения

(фиг.2, «а» и «д») - практически исчезает.

Для осуществления предложенного способа доменная печь должна быть оборудована следующими техническими средствами:

- "Устройство для контроля распределения температуры газа по радиусу колошника"

5 (Авторское свидетельство СССР № 1016363, Кл. C21B 7/24, 1983), представляющее собой устанавливаемую над уровнем засыпи радиальную многоточечную (пятиточечную) термопару, измеряющую среднюю температуру газа в каждом из пяти равновеликих по площади колец (в центре печи-круга), на которые разделена площадь колошника; причем третья точка в этом случае делит площадь колошника на две равные части:

10 "периферийную" и "центральный";

- газоанализатор, анализирующий состав колошниковых газа, выходящего из печи, на содержание в нем CO и CO₂.

После оборудования доменной печи перечисленными техническими средствами дальнейшее осуществление предлагаемого способа возможно как с использованием
15 вычислительной техники, так и без нее.

В первом случае очередность операций должна быть следующей:

- непрерывный опрос показаний каждой из пяти точек радиальной многоточечной термопары и газоанализатора;

20 - усреднение показаний термопар и газоанализатора после получения сигнала о закрытии чугунной летки;

- расчет показателя распределения температуры газа по радиусу печи по следующему выражению:

$$K_p = t_n / t_c, \text{ дол. ед.},$$

где $t_n = 0,4t_1 + 0,4t_2 + 0,2t_3$ - температура газа в "периферийной" части колошника, °C;

35 $t_c = 0,2t_3 + 0,4t_4 + 0,4t_5$ - температура газа в "центральной" части колошника, °C;

t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 - показания термопар в пяти равновеликих по площади кольцах колошника (в центре печи-круга), считая от периферии к центру;

- расчет показателя степени использования CO по следующему выражению:

$$\eta_{CO} = CO_2 / (CO + CO_2), \text{ дол. ед.},$$

30 где CO и CO₂ - содержание окиси и двуокиси углерода в колошниковом газе на выходе из печи, дол.ед.;

- накопление в памяти ЭВМ 50-60 значений K_p и η_{CO} , полученных вышеописанным способом. Число значений K_p и η_{CO} меньше 50 снизит достоверность получения зависимости $\eta_{CO} = f(K_p)$, особенно при использовании для этого статистической модели.
35 Число значений K_p и η_{CO} больше 60 снизит оперативность определения оптимального радиального газораспределения;

- подготовка исходных значений K_p и η_{CO} к определению экстремума зависимости $\eta_{CO} = f(K_p)$, выражающееся в сдвиге вперед по времени на два периода усреднения значений K_p по отношению к значениям η_{CO} . Это можно проиллюстрировать следующей таблицей, в
40 которой представлены подготовленные к определению экстремума данные:

№№ периодов усреднения от начала отсчета

для K_p	для η_{CO}
1	3
2	4
3	5
4	и т.д.

45 - определение экстремума зависимости $\eta_{CO} = f(K_p)$ с помощью статистической модели вида:

$$\eta_{CO} = \alpha_0 + \alpha_1 K_p + \alpha_2 K_p K_p,$$

50 где α_0, α_1 и α_2 - коэффициенты регрессии модели, определяемые методом наименьших квадратов;

- вывод на экран дисплея графика видеокдра в координатах "Степень использования

окси углерода" и "Показатель распределения температуры газа по радиусу печи", аналогичный изображенному на фиг.2 «в», исходных данных и линии регрессии. Из фиг.2 «в» видно, что оптимальное радиальное газораспределение, при котором достигается максимальное использование окиси углерода, для сырьевых и эксплуатационных условий плавки доменной печи №9 ММК достигалось при значениях $K_p=0,85$;

- продолжение опроса показаний радиальной многоточечной термопары и газоанализатора, усреднение полученных данных после получения следующего сигнала о закрытии чугунной летки; расчет K_p и η_{co} ; занесение последних результатов расчета в базу данных, исключив при этом первые значения (т.е. проводя непрерывное обновление базы данных); поиск линии регрессии; нанесение на видеограмму, подобную изображенной на фиг.2 «в», последних результатов расчета (исключив первые) и линии регрессии;

- установление технологическим персоналом печи допустимых пределов изменения текущих значений K_p (уставки), в пределах которых воздействия по изменению газораспределения не принимаются (фиг.3);

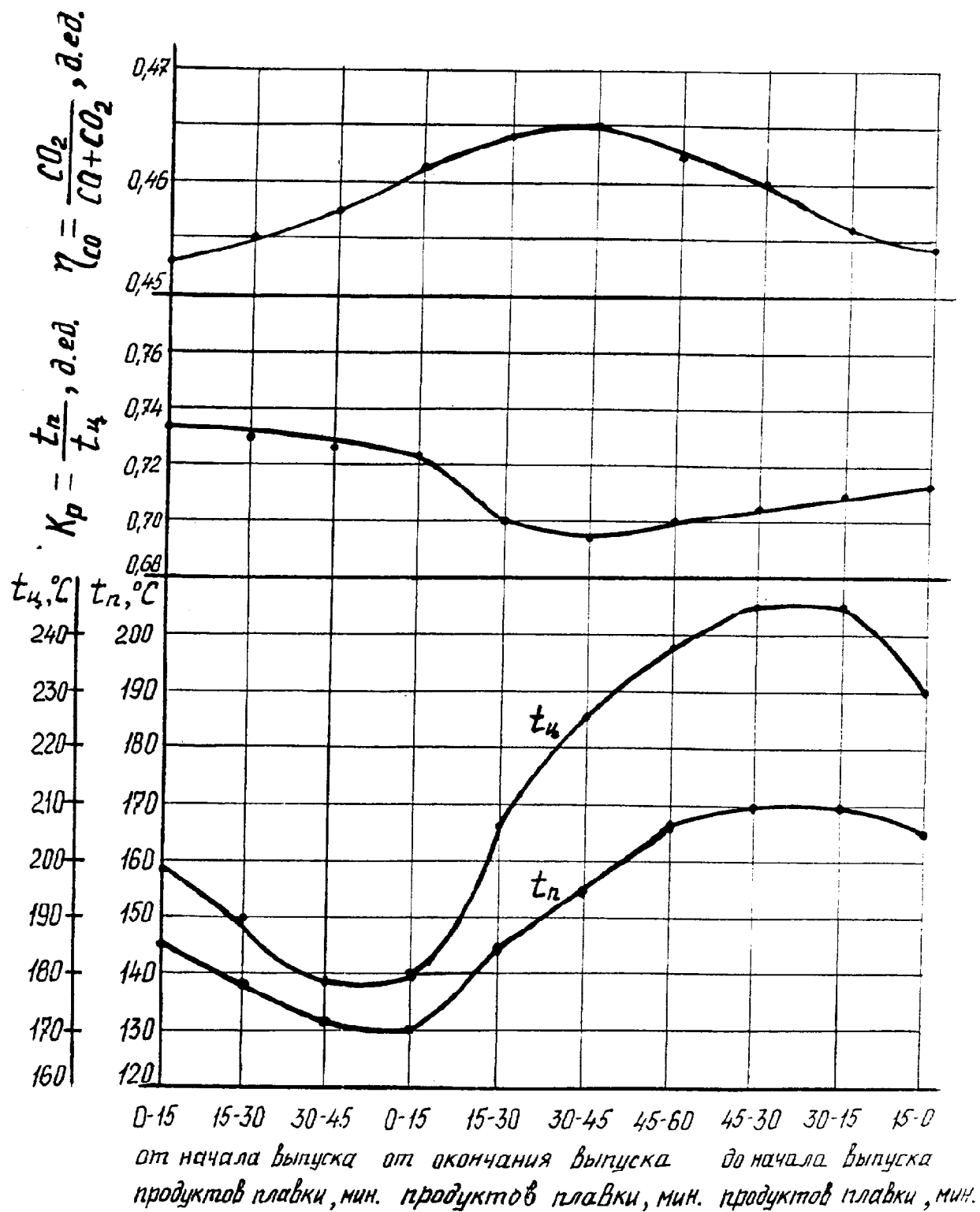
- принятие мер по изменению соотношения руды и кокса на периферии печи в сторону увеличения в этом районе печи рудной части шихты при выходе значения K_p за пределы уставки в большую сторону (фиг.3), свидетельствующем о перераспределении газового потока по радиусу печи в сторону увеличения расхода газа в этом районе печи сверх оптимального. При выходе значения K_p за пределы уставки в меньшую сторону, свидетельствующем о загрузке периферии печи рудной частью шихты сверх оптимального уровня, принимаются меры по ее разгрузке изменением соотношения руды и кокса в этом районе печи в сторону увеличения здесь коксовой части шихты. При двухконусном засыпном аппарате эти воздействия осуществляются изменением системы загрузки, величины подачи и уровня засыпи; при безконусном загрузочном устройстве, например лоткового типа, - соответствующим изменением положений лотка при выгрузке руды и кокса.

Осуществление предлагаемого способа на доменных печах, не оборудованных вычислительной техникой, возможно за счет периодически проводимой обработки данных диаграмм контрольно-измерительных приборов с записью показаний радиальных многоточечных термопар и газоанализаторов; усреднения полученных значений за периоды работы печи между закрытиями чугунной летки на смежных выпусках (за 50-60 периодов усреднения); определения количественных показателей распределения и использования газового потока за выбранные периоды усреднения; сопоставления их между собой путем построения графика, подобного изображенному на фиг.2 «в»;

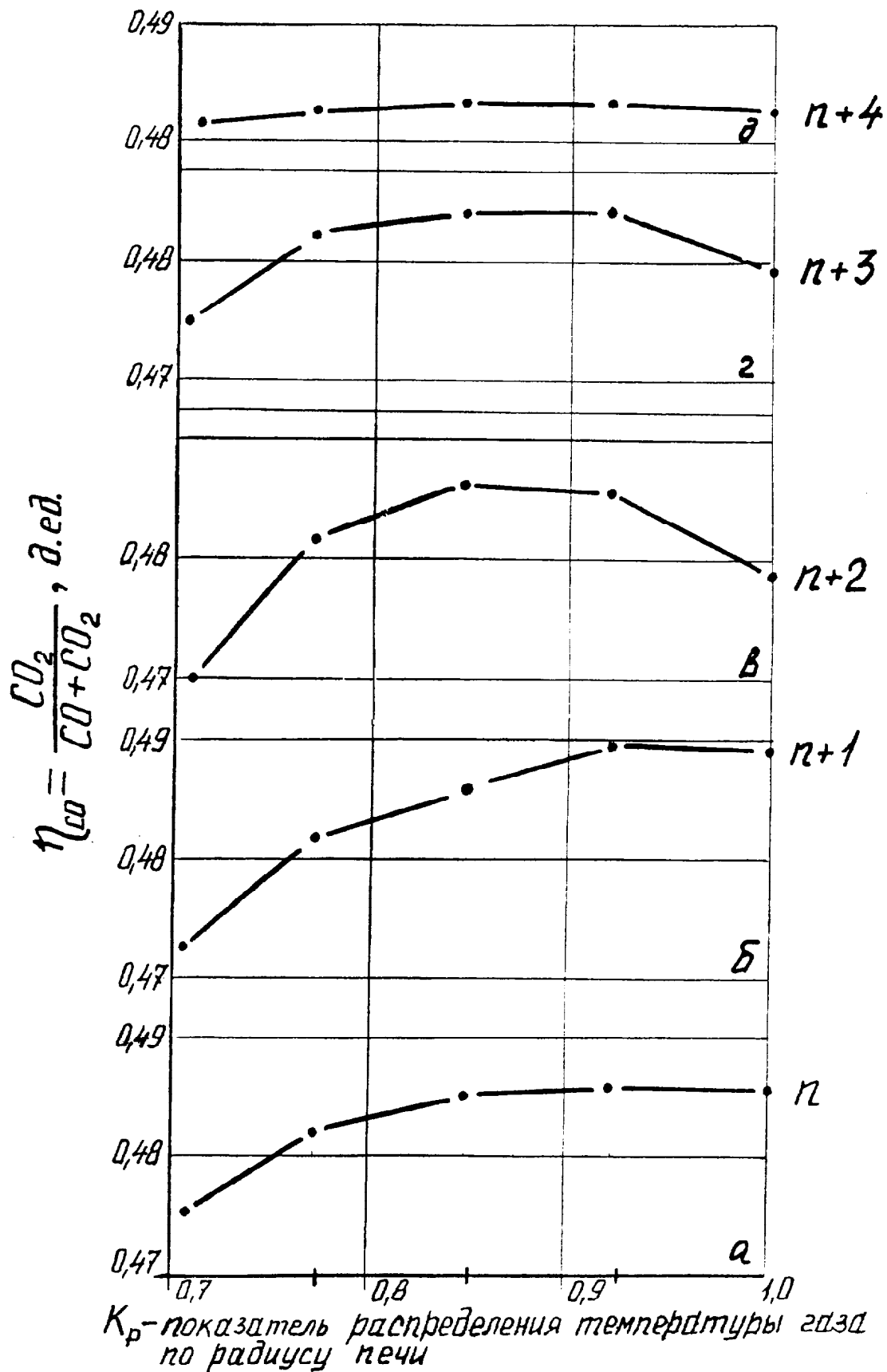
проведения линии регрессии и определения по ней оптимального значения K_p , при котором достигается максимальное использование окиси углерода; принятия соответствующих мер по изменению параметров загрузки при отклонении текущих значений K_p за пределы уставки.

Формула изобретения

Способ определения оптимального радиального газораспределения в доменной печи, включающий измерение температуры газа в каждом из пяти равновеликих по площади колец колошника, контроль состава колошникового газа на содержание в нем окиси и двуокиси углерода, отличающийся тем, что определяют количественный показатель распределения температуры газа по радиусу печи (K_p) и количественный показатель степени использования окиси углерода (η_{co}) в колошниковом газе на выходе из печи, количественные показатели (K_p) и (η_{co}) усредняют за время работы печи между двумя закрытиями чугунной летки на смежных выпусках и сопоставляют их между собой за непрерывно обновляющийся, равный 50-60 периодам усреднения работы период работы, далее используют значения (K_p) со сдвигом по отношению к значениям (η_{co}) вперед по времени на два периода усреднения и определяют оптимальное радиальное газораспределение, при котором достигается максимальное использование окиси углерода.



Фиг. 1

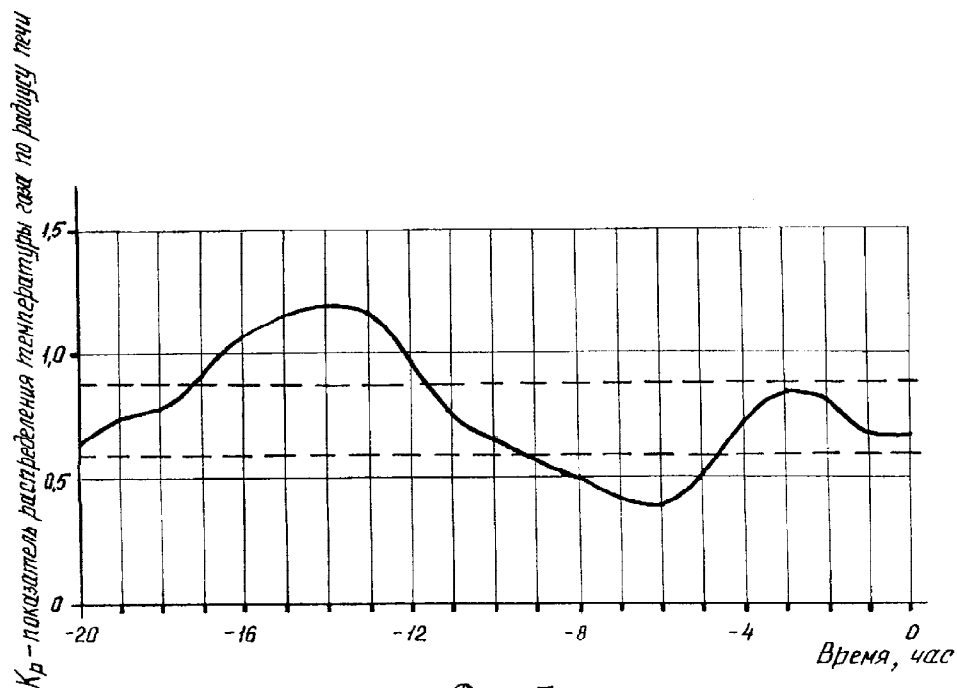


Фиг. 2

раскрытие периферии
сверхоптимального
уровня

оптимальное
радиальное
газораспределение

закрывание периферии
сверхоптимального
уровня



Фиг. 3