

301411



301411

PATENTE DE INVENCION

=====
CASE N° M-53253.

Memoria Descriptiva

sobre

"METODO PARA CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO DE UN
ALTO HORNO".

Solicitante: UNITED STATES STEEL CORPORATION,
entidad norteamericana, residente en:
525 William Penn Place, Pittsburgh 30,
Estado de Pensilvania, EE. UU. de A.

Este invento se refiere a un método
para controlar el funcionamiento de un alto horno
y, especialmente, un alto horno destinado a la
producción de hierro. El funcionamiento de un al-
5. to horno, es complejo y se han sugerido y utili-



301411

- zado muchos métodos para regular su funcionamiento. Por ejemplo, se ha sugerido el controlar el aire o viento para las toberas separadas. Otros métodos se fundan en la conservación de una presión límite predeterminada, Otro método, depende del descenso de presión a través de la carga del horno. Sin embargo, ninguno de estos métodos ha resultado completamente satisfactorio, probablemente debido a que no toman en consideración la mayoría de las variables que contribuyen al funcionamiento del alto horno. Existen muchas de estas variables que incluyen el tipo de carga, especialmente la composición química y la cualidad física del coque y de los componentes que contienen hierro, la presión de insuflación, el ritmo del viento, la temperatura de insuflación, la proporción de humedad, la presión en el tragante, la distribución del aire, y la calidad y la cantidad del hierro a obtener. El encargado tiene un control muy pequeño o nulo sobre muchas de estas variables. Por ejemplo, puede recibir el encargo de que el hierro ha de tener un bajo contenido de azufre, o de que se precisa la producción máxima independientemente del contenido de azufre. Cada una de estas condiciones, requiere un método distinto en el funcionamiento del horno. El encargado debe también hacer funcionar el horno de acuerdo con el tipo de materiales brutos disponibles y que se le suministran. Así, la calidad del coque puede variar, lo mismo que la del mineral de hie-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

30142



rro, el sinterizado y/o los nódulos. Por las razones anteriores, resulta imposible conducir el horno de tal modo que produzca la cantidad máxima de hierro de la mejor calidad, en todo momento.

5,

Se ha comprobado que existen cuatro variables que son de importancia capital al considerar el funcionamiento del alto horno. Son éstas, la presión de insuflación, la condición del

10.

gas que abandona el tragante del horno, la cantidad y la humedad del viento. La presión de insuflación y la condición del gas que aparece en el tragante, son variables que dependen del tipo de carga del horno y del modo de conducirlo, que se

15.

relaciona con la calidad y la cantidad de hierro fabricado. La condición del gas que aparece en el tragante, puede indicarse por el porcentaje de CO y/o el contenido de H₂, por su temperatura o por su potencia calorífica. Se ha comprobado que

20.

existe una combinación de presión óptima de insuflación y de condición óptima de gas del tragante, para la conducción o funcionamiento de cualquiera alto horno con cualquier carga dada y con un método dado de funcionamiento. Cuando la presión de insuflación o la condición del gas del

25.

tragante es distinta de la óptima, el horno no funciona eficientemente y se desplaza hacia una condición onerosa de desequilibrio. Se ha comprobado también que puede corregirse el funciona-

30.

miento del horno controlando o variando el rit-

301411²⁵



mo del viento y su contenido de humedad.

Es por tanto, un objeto de este invento, el proporcionar un método de conducción de un alto horno, que proporcione continuamente resultados mejores u óptimos para el tipo de carga suministrado al encargado y la producción que se le ha ordenado obtener.

5.

10.

Otro objeto consiste en proporcionar un método en el que la presión de insuflación y la condición del gas del tragante, se utilicen como detectores, y el ritmo del viento y la proporción de humedad del mismo, se varían para obtener el resultado deseado.

15.

Todavía otro objeto, es proporcionar un método tal que corrija los cambios esporádicos o permanentes en los materiales de partida antes de que el efecto de aquéllos resulte evidente para el encargado.

20.

Un nuevo objeto es proporcionar un método tal que aumente la eficiencia del cook y utilice el viento más eficientemente.

25.

Otro nuevo objeto es proporcionar un método que dé por resultado un funcionamiento más tranquilo del horno, un control más eficiente de las escorias y unas condiciones químicas más uniformes del hierro obtenido.

30.

Estos objetos y otros, resultarán más evidentes después de considerar la Memoria siguiente y los dibujos adjuntos que aclaran este invento, por vía de ejemplo y en los que:



301411

La figura 1, es una vista esquemática de un alto horno con su equipo auxiliar, y

la figura 2, es una ficha utilizada en la aplicación práctica del método a que este invento se refiere.

5. Con referencia especial a los dibujos, 2 indica un alto horno provisto del hogar corriente 4, el atalaje 6, la cuba 8, la gran campana 10, la pequeña campana 12 y el distribuidor 14.
10. Las materias primas, que comprenden cock, caliza y mineral de hierro, se suministran a la parte superior del tragante del horno a través del montacargas de canjilones corrientes 16. Los gases del alto horno, pasan desde la parte superior del mismo y se dirigen, por una tubería 18, a un separador de polvo 20. Un tubo colector 22 del viento de insuflación, rodea al alto horno 2. El aire se suministra al tubo indicado y desde él a las toberas 24 a través de una tubería 26 de aire de insuflación/caliente. Un soplante 28 introduce aire frío a través de una tubería 30 para el mismo, dirigiéndolo a una estufa 32 en la que se calienta antes de penetrar en la tubería 26 de aire de insuflación caliente. Todo el equipo descrito, es convencional. El soplante 28 puede regularse, para variar la cantidad de aire suministrada, por medio de un control 33 y se disponen aparatos 34 para medir y registrar el ritmo del viento, en volumen por minuto. Un manómetro registrador 35 dispuesto en el tubo colector del
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

301411^o



- viento de soplado, mide la presión de insuflación en kgs/cm^2 , manométrica. Se disponen medios 36 para medir y registrar la humedad en gramos por metro cúbico de aire en la tubería 26 de insuflación caliente. La cantidad de humedad en el aire de la línea de insuflación fría 30, se varía por medio de un chorro de vapor 38, un dispositivo 40 dependiente de la temperatura se instala en el tubo 18 de descenso, para medir y registrar la temperatura del gas del tragante. Un analizador de gas o aparato de medición de la potencia calorífica, puede utilizarse en lugar del dispositivo 40, pero se prefiere el aparato dependiente de la temperatura, a causa de su sencillez, y, por tanto, este invento se describirá a continuación con la lectura de temperatura, como aclaración. Se comprenderá que los dispositivos 32 a 36, y 40, son todos convencionales y que las lecturas no precisan obtenerse en las posiciones exactas que se indican.

Se ha comprobado que el método de control ha de basarse en la relación o ecuación cibernética siguiente:

$$X = 1.019 + 0,0232 A - 0,0497 B - 0,00333 C - 0,000777 (D-32)$$

- en la que X es el número de cargas por hora, A es el volumen de aire o de viento suministrado, en m^3 , medidos en condiciones normales por minuto, B es el contenido total de humedad en la insuflación, en gramos por m^3 , C es la presión en la insuflación o



5. tubo colector de la misma, en kgs/cm^2 , manométrica y D es la temperatura del gas en el tragante en grados centígrados. Una carga es una sucesión completa de llenado que, corrientemente, requiere dos descensos de la campana hacia el interior del horno.

10. Con objeto de llevar este invento a la práctica, se ha preparado una ficha, representada en la figura 2, sobre la base de la ecuación anterior. La columna 1, incluye una tira deslizable 42 en la que se indica la presión real manométrica en kgs., del tubo colector del aire de insuflación. La columna 2, indica la corrección en el volumen de aire en metros cúbicos, dependiente de la presión en el tubo colector citado. La

15. columna 3, indica la corrección de humedad en gramos por metro cúbico sobre la base de la presión en el tubo colector. La columna 4, incluye una tira deslizable 44 en la que se indica la temperatura real en el tragante, en grados centígrados. La

20. columna 5, incluye la corrección en el volumen del viento, en metros cúbicos sobre la base de la verdadera temperatura en el tragante. La columna 6, indica la corrección de humedad en gramos por metro

25. cúbico sobre la base de la verdadera temperatura en el tragante. La fila 46 a través de las 6 columnas puede denominarse "fila base ajustable" y las columnas 2 y 3 tienen aberturas 48 y 50 en esta fila base. Una tira deslizable 52 con números

30. correspondientes al volumen total de viento,

301411²⁵



se monta deslizablemente debajo de la columna 2,
y una tira análoga deslizable 54 con el contenido
de humedad en gramos por metro cúbico indicado en
ella se monta deslizablemente debajo de la co-
luna 3.

5.

Al aplicar a la práctica el método de
este invento, se determinan primero los valores
óptimos o básicos del volumen del viento, la hume-
dad, la presión de insuflación y la temperatura en
el tragante, para el horno específico a controlar.

10.

Esto se consigue por una "puesta a cero" o pro-
cedimiento de partida que puede realizarse de
distintos modos. El tiempo preciso para este pro-
cedimiento de "puesta a cero", variará según lo

15.

desequilibrado que esté el procedimiento del hor-
no. Un modo adecuado para llevarlo a cabo es (1)

mantener el tamaño de la carga y la sucesión de
la misma, el tipo del material y la temperatura

20.

de insuflación, lo más constante posible y hacer
que los demás cambios en el horno sean el mínimo
permitido para el funcionamiento y las necesida-
des de producción. (2) estabilizar la presión de

25.

insuflación manteniendo el volúmen del viento con
respecto a la carga, en una cantidad suficiente pa-

ra hacer que el horno se amortigüe una o dos veces
entre las coladas. Más de dos amortigüaciones en-
tre coladas, indican que se insufla demasiado vien-

30.

to, y ninguna amortiguación indica que se insufla
en cantidad deficiente, (3) estabilizar la tem-
peratura del gas del tragante en algún nivel me-



30 25 24 44

- dio, tal como por ejemplo, entre 163°C y 191°C., y estabilizar la humedad en algún nivel medio, tal como 24 a 28 gramos m³. Si la temperatura en el tragante varía alrededor de un nivel superior a éste, el contenido de humedad ha de aumentarse hasta conseguir el nivel deseado. Si la humedad aumentada empieza a enfriar el hogar más de lo deseado para las necesidades corrientes del funcionamiento, la cantidad de cock ha de aumentarse. Si la temperatura en el tragante varía alrededor de un nivel inferior al deseado, ha de reducirse la humedad, y si esto dá por resultado el caldeo del hogar en proporción superior a la deseable, se disminuye el cock. Esta operación se continúa hasta obtener los niveles de 163°C a 191°C. en la temperatura del tragante, y de 24 a 28 gramos en la humedad. En este momento, el procedimiento se halla a cero, y el nivel medio del volumen de viento insuflado, se coloca en la abertura 48, y la humedad media se coloca en la abertura 50. Este procedimiento dá por resultado una determinación de la presión óptima de insuflación, y de la temperatura óptima del tragante para la carga especial empleada. Las tiras 42 y 44 se desplazan de tal modo que en la fila 46, aparezcan la presión óptima de insuflación y la temperatura óptima en el tragante.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.

A intervalos regulares, el encargado lee la presión de insuflación y la temperatura en el tragante en las fichas registradoras y calcula

- 30.



- la media para el período de tiempo anterior. Se ha observado que este período no ha de ser inferior a tres minutos, ya que se necesita por lo menos este lapso de tiempo para hacer los cambios de control necesarios y conseguir que los cambios se reflejen en el funcionamiento del horno.
5. Si se utilizan controles automáticos puede usarse este intervalo mínimo de tiempo. Sin embargo, en ciertos casos, los cambios cada seis minutos pueden proporcionar mejores resultados y cuando el control se realiza manualmente, pueden ser necesarios períodos más prolongados por consideraciones prácticas. En un caso especial se han obtenido resultados satisfactorios con operación manual y lecturas y ajustes realizados cada 30 minutos.
10. En muchos casos, los períodos superiores a media hora, pueden no ser satisfactorios, a menos que los materiales de carga sean especialmente uniformes y de la mejor calidad. Si la presión real de insuflación es más elevada que la óptima, se disminuye el ritmo del viento y se aumenta el contenido de humedad. Si la presión real de insuflación es inferior, se aumenta el ritmo del viento y el contenido de humedad se disminuye. Si la temperatura en el tragante es más elevada, el ritmo óptimo del viento se disminuye y se aumenta el contenido de humedad. Si la temperatura en el tragante es inferior a la óptima, el ritmo del viento se aumenta y se disminuye el contenido de humedad. En cualquiera de estos casos, los aumen-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

25 J



301411

- tos y disminuciones son directamente proporcionales a la variación con respecto al valor óptimo. La proporción de disminución en el ritmo del viento a causa de la variación en la presión de insuflación, es doble de la cantidad del aumento de la misma variación de la presión óptima de insuflación. La proporción de disminución y aumento en todos los demás casos, es igual para la misma variación con respecto a la óptima. Esto se indica claramente en la ficha de la figura 2.
5. Suponiendo para un horno determinado que la humedad media es de 30 gramos por metro cúbico, el volumen de viento, de 2.128 metros cúbicos por minuto, la presión media u óptima de insuflación 1'68 kilos centímetros cuadrados, y la temperatura media u óptima en el tragante 188°C.
10. la tira 42 se desplaza hasta que en la fila 46 aparezca la cifra 24, y la tira 44 se mueve hasta que en la misma fila aparezca la cifra 370. La tira 52 se desliza hasta ^{en} que la abertura 48 aparezca la cifra 2.128, y la tira 54 se desliza hasta que en la abertura 50 aparezca la cifra 30. Estas dos últimas indicaciones son solo por conveniencia. Si la presión en el tubo colector es de 1'68 kilos por centímetros cuadrados y la temperatura en el tragante es de 188°C. al tomar una lectura no es necesario cambio alguno. Cuando se realice la lectura inmediata, la presión en el colector puede ser de 1'75 kilos por centímetro cuadrado, y la temperatura en el tragante, 199°C. Con
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



301411

- referencia a la ficha de la figura 2, se observará que es necesario disminuir el volumen de viento, 14 metros cúbicos por minuto, a causa de la presión aumentada en el colector, y disminuir 6'72 metros cúbicos por minuto, el volumen de viento, dado el aumento de la temperatura en el tragante. Así, el soplante 28 se ajustará para suministrar 2.007'28 metros cúbicos por minuto. La humedad ha de aumentarse 1,50 gramos por metro cúbico,
5. a causa de la presión más elevada en el colector, y debe aumentarse 0,8 gramos por metro cúbico, a causa de la mayor temperatura en el tragante. Así, se añade humedad adicional por el control 38, para obtener un contenido de humedad de 32'30 gramos por metro cúbico. Si en la lectura siguiente, la presión ha disminuído nuevamente a 1'65 kilos por centímetro cuadrado, y la temperatura a 188°C., la humedad se reduce otra vez a 30 gramos por metro cúbico y el viento se reduce nuevamente a 2.128 metros cúbicos por minuto. Sin embargo, suponiendo que la presión en el colector ha disminuído a 1'67 kilos por centímetros cuadrado y la temperatura en el tragante a 172°C., se hacen los cambios siguientes: El volumen de viento ha de aumentarse 7 metros cúbicos a causa de la inferior presión de insuflación y 6'72 metros cúbicos por la temperatura inferior. La humedad ha de reducirse 1'50 gramos a causa de la presión inferior y 0'8 gramos por la menor temperatura. Así, el operador ajustará el soplante para que suministre 2.141'72 metros cúbicos
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

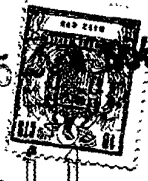


301411

- bicos por minuto, y ajustará el control 38 para proporcionar un contenido de humedad de 27.70 gramos por metro cúbico. En la práctica verdadera, con control manual, los valores del volumen de viento y de contenido de humedad se redondearán a cantidades tales como 2.108'4 metros cúbicos en lugar de 2.107'28 y 30 gramos m³ en lugar de 32'30. Desde luego, con control automático las correcciones pueden ser más precisas.
- 5.
10. Cuando el análisis del gas del alto horno a su potencia calorífica se utilizan en lugar de la temperatura del gas del tragante, las cifras de la columna 4 serán distintas de las representadas, pero seguirá estando presente la misma relación proporcional.
15. Aunque se ha descrito y representado un tipo de este invento, es evidente que pueden introducirse otras adaptaciones y modificaciones sin separarse del alcance de las reivindicaciones siguientes.
- 20.

- N O T A -

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento, corresponde a una Solicitud de Patente presentada en Norteamérica con fecha 26 de Junio de 1963, número
- 25.
- 30.



301411

Ser. 290.783 acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención, por 20 años en España: "METODO PARA CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO DE UN ALTO HORNO"; caracterizándose por lo siguiente:

10. 1.^a.- Método para controlar el funcionamiento de un alto horno, caracterizado por comprender el determinar la presión de insuflación y la condición del gas del tragante, óptimas para la operación del horno con una carga dada y un tipo de accionamiento determinado, y el controlar el ritmo del viento y el contenido de humedad del mismo, para mantener la presión de insuflación y la condición del gas del tragante, óptimas, indicadas.

20. 2.^a.- Método, según reivindicación 1.^a, caracterizado por comprender las etapas de controlar el ritmo del viento y su contenido de humedad, comprenden el disminuir el ritmo del viento y el aumentar el contenido de humedad del mismo, cuando la presión de insuflación determinada es superior a la óptima indicada; el aumentar el ritmo del viento y el disminuir el contenido de humedad del mismo, cuando la presión de insuflación determinada, es inferior a la óptima citada; el disminuir el ritmo del viento y aumentar el contenido de humedad del mismo, cuando la con-
- 25.
- 30.



301411

dición determinada del gas del tragante es mayor que la óptima indicada, y el aumentar el ritmo del viento y el disminuir el contenido de humedad del mismo cuando la condición determinada del gas del tragante es inferior a la óptima citada.

5.

3^a.- Método, según reivindicación 2^a,

caracterizado porque los aumentos y las disminuciones son directamente proporcionales a la variación de dicha presión de insuflación con respecto a la óptima y directamente proporcionales a la variación de la mencionada condición del gas del tragante en relación con la óptima indicada;

10.

la cantidad de esta disminución en el ritmo del viento debida a la variación en la presión de insuflación, es doble que la cantidad de dicho aumento para la misma variación de la citada presión óptima de insuflación;

15.

la cantidad de dicha disminución y aumento en el contenido de humedad es el mismo para la misma variación de dicha presión óptima de insuflación; la cantidad de dicho aumento y disminución en el ritmo del viento, es el mismo para la misma variación de dicha condición óptima del gas del tragante, y la cantidad de dicho

20.

aumento, y disminución en el contenido de humedad, es el mismo para la misma variación de la condición óptima del gas del tragante.

25.

4^a.- Método, según cualquiera de las

reivindicaciones 1^a a 3^a, caracterizado porque la condición del gas del tragante es la temperatura

30.



de dicho gas.

301411

25

5^a.- Método para controlar el funcionamiento de un alto horno, tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

5.

Esta Memoria consta de dieciseis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid 25 JUN 1904

UNITED STATES STEEL CORPORATION,

SOMEZ ACEBO Y MODA

