

10

registrada en 13 de julio de 1929, hemos descrito un procedimiento de producción de hierro o acero bruto con poca pérdida de hierro en la escoria, reduciendo directamente minerales en un horno de reverbero.

15

En dicha solicitud describíamos una norma para regular e intervenir el contenido de hierro en la escoria y, por consiguiente, las pérdidas de hierro a través de la escoria, que consisten en relacionar la composición del mineral, el contenido en carbono de la carga y la cantidad y composición de los materiales que forman escoria a la temperatura mantenida en el horno. Esta regulación de la temperatura con respecto



20

a los componentes de la carga del horno sirve para carburar el metal reducido con tal velocidad que se establezca y mantenga una diferencial entre la rapidez de carburación y la de combustión del contenido en carbono de la carga, de modo que quede bastante carbono para proteger el metal reducido y que no se oxide durante el breve intervalo transcurrido entre la reducción del mineral y la carburación del metal reducido.

25

30

La presente solicitud se registra en adición a la patente mencionada, y se basa en el descubrimiento de que la norma referida puede aplicarse para regular la proporción de fósforo en el metal producido del modo indicado. Mas concretamente

35

hemos encontrado una norma para regular el contenido en fósforo del metal, que creemos nueva y modifica considerablemente las teorías hasta ahora dominantes sobre la naturaleza de las condiciones que deben mantenerse para producir metal de contenido fi-

jo en fósforo.

40

El contenido en fósforo del metal producido puede regularse e intervernirse observando las relaciones que existen entre el contenido en fósforo del metal y los factores respectivos de temperatura, contenido en carbono de la carga y cantidad y composición de los componentes de la carga que forman accesorio, y sin dejar de mantener la correlación entre estos factores necesaria para obtener una rapidez de carburación del metal reducido superior a la de oxidación del carbón de la carga, ajustando mas estos factores para obtener el contenido justo en fósforo del metal resultante.

45



50

Para ilustrar mejor la correlación que hemos comprobado existe entre el contenido en fósforo del metal, el contenido en carbono de la carga, y la temperatura mantenida en el horno, hemos indicado en los dibujos adjuntos la relación que existe entre el contenido en fósforo del metal y los respectivos factores ya mencionados.

55

La figura 1 muestra una serie de curvas que indican la relación existente entre el contenido en fósforo del metal y la temperatura que se mantiene en el horno en condiciones básicas, con diferentes métodos de alimentación de la carga.

60

La figura 2, una serie de curvas que indican el efecto del cambio en la relación de carbono a hierro en la carga con diferentes métodos de alimentación, cuando se opera en condiciones básicas.

65

En la figura 1 hay dos curvas que denotan el efecto que produce en el contenido en fósforo del metal obtenido, variar la temperatura con car-

70

ga intermitente y con carga continua. Las coordenadas X e Y indican, respectivamente, la proporción por ciento de fósforo en el metal y las temperaturas a que se efectúan las operaciones. Las curvas 7 y 8 estén trazadas para representar valores obtenidos cuando se conduce en un horno básico una operación de carga intermitente, por un lado (curva 7), y una operación de carga continua, por otro (curva 8) En ambos casos se ha empleado una escoria con relación de 4:3-1/2 entre CaO y SiO₂, con una carga de 51,6 partes de carbon por 100 de hierro en carga intermitente, y de 71,5 partes de carbón por 100 de hierro en carga continua.

75

80



En la figura 2, las coordenadas X e Y indican, respectivamente, la proporción de silicio en el metal y la relación entre carbón y hierro en la carga. Las curvas 11 y 12 se derivan de valores obtenidos conduciendo en un horno básico una carga continua (curva 11) y una carga intermitente (curva 12), y usando la misma relación de escoria que en las operaciones de la figura 1.

85

90

Los datos que han servido para trazar las curvas de las figuras 1 y 2 provienen de los resultados de fusiones hechas con un concentrado de mineral de hierro magnético con 60-61% de hierro, 12-13% de sílice, 0,02-0,03% de fósforo, y muy pequeñas cantidades de cal, manganeso, alúmina, azufre, titanio, etc. El carbón usado fue de Pocahontas, con un 0,8% de azufre. La piedra caliza contenía 52,46% de CaO, 1,22% de SiO₂, y 1,2% de MgO. El mineral era de malla -100; la piedra caliza de -4, y el car-

95

100

bón de -6. Estos materiales se mezclaron en las proporciones convenientes, y se humedecieron luego, introduciéndose en el horno.

105

En las operaciones efectuadas por cargas, salvo las destinadas a determinar la influencia de la temperatura, ésta se fué elevando en el horno gradualmente a unos 1500°C, y se mantuvo allí durante la primera parte de la etapa de reducción y antes de que se produjera fusión apreciable para elevarse luego a unos 1600°C y mantenerse en este punto durante la última parte, una vez terminada la reducción y al carburarse y fundirse el metal reducido.

110



115

En las operaciones que sirven de base a las curvas de la figura 1, se mantuvieron análogas temperaturas durante el primer periodo de reducción, variándose en la fase posterior de carburación y fusión conforme se indica.

120

Al decir operación por cargas, queremos expresar una fusión en que el mineral, el agente reductor carbonoso y todo o parte de los agregados suficientes para formar una carga substancialmente completa, se introducen de una vez y esta carga se derrite y sangra sin añadir mineral ni carbono durante la operación, fuera de las pequeñas cantidades necesarias para compensar las ligeras irregularidades de funcionamiento o facilitar la incorporación de agregados de aleación u otros complementarios.

125

130

En las operaciones de fusión, cuyos resultados hemos utilizado para trazar las curvas que representan carga continua, la carga se introdujo continuamente o a intervalos aproximados de quince mi-

135

nutos, a través de aberturas del techo o de las paredes laterales de un horno de reverbero. Se introdujo suficiente mezcla para constituir y mantener una masa de carga con una superficie inclinada relativamente amplia expuesta a la acción térmica de la llama que atraviesa el horno, para que el metal reducido, al carburarse y fundirse, pudiera caer en el baño formado en el fondo del hogar, junto al pié de la superficie inclinada de la carga.

140



145

Nuestras investigaciones han demostrado que con un horno dado, trabajando un determinado mineral y siguiendo un método de alimentación también determinado, el contenido en fósforo del metal puede disminuirse por uno o varios de los siguientes ajustes: 1) disminución de la temperatura del horno; 2) disminución del contenido en carbono de la carga; 3) aumento de la basicidad de los ingredientes de la carga que forman escoria.

150

Así, por ejemplo, si el horno se lleva a 1600°C, y con una escoria neutra, un método satisfactorio de disminuir el contenido en fósforo del metal es aumentar la proporción de los ingredientes que forman la escoria básica en la carga o reducir el contenido en carbono de la misma. Esto es preferible en general a reducir la temperatura, puesto que un descenso de temperatura reduciría la capacidad de fusión del horno.

155

Si el horno se lleva a 1600°C, y con una escoria básica, el mejor método de disminuir el contenido en fósforo del metal suele ser disminuir el contenido en carbono de la carga, pues esto no solo reduce el fósforo en el metal, sino también el

160

165

coate de funcionamiento del horno. Si el horno trabaja con una escoria ácida, debe añadirse suficiente material básico a la carga para producir una escoria básica, antes de intentar la extracción de ninguna cantidad apreciable de fósforo. Disponiendo de varios combustibles, el contenido el fósforo del metal puede reducirse usando las formas de carbono menos grafíticas.

170



175

En virtud de lo que antecede, se ve que nuestras investigaciones hacen posible aumentar en mucho la flexibilidad del proceso de reducción. Regulando debidamente la temperatura en el horno y el contenido en carbono de la carga, es posible regular hasta un grado considerable el carbono, el azufre, el fósforo y el silicio contenido en el metal, al efectuar la reducción del mineral en condiciones básicas, ácidas o neutras, según convenga.

180

Cuando practicamos nuestro invento, podemos usar los tipos actuales de hornos de reverbero, como, por ejemplo, los ordinarios de hogar abierto que se utilizan en la manufactura de acero. Puede usarse cualquiera de las formas ordinarias de mineral de hierro, así como hollín de chimenea, fango de lavaderos de gas, ceniza de piritas, limaduras, cascarilla o torneaduras y desperdicios de otras máquinas. El invento es particularmente aplicable al tratamiento de minerales finos y materiales de óxido de hierro que hasta ahora no se han podido trabajar económicamente en un alto horno sin recurrir a operaciones de beneficio.

190

Debe entenderse que el método de ali-

195

mentación es un factor importante, y que pueden obtenerse diferentes resultados en cuanto al contenido en fósforo del metal y el de hierro en la escoria, según la carga se efectúe con intermitencias o de un modo continuo o casi continuo. Esto se demuestra examinando los resultados de las operaciones de carga intermitente y comparándolos con los de carga continua, según denotan las curvas de las respectivas figuras. Estos diferentes resultados pueden explicarse,

200

en parte al menos, como debidos a diferencias en la relación de superficie de la carga expuesta a los gases de caldeo, y en el factor tiempo. La relación que estos respectivos componentes del producto metálico y la escoria guardan entre sí, viene a ser, no obstante, la misma, sea cual fuere el método de alimentación, de modo que las normas de correlación convienen a todos los métodos.

205



210

Como ejemplos del efecto de variar la relación de carbono a hierro en la carga y la temperatura a que se conduce la fusión, cuando esta se hace alimentando continuamente la carga, según se ha expuesto, se citan los siguientes:

215

Supongamos que en una fusión de carga casi continua se mantiene una temperatura de trabajo de 1600°C, y se usa un mineral de magnetita con 60% de hierro, 12% de sílice y 0,1% de fósforo, con pequeñas cantidades de cal, magnesia, alúmina, etc. Con una carga de las siguientes proporciones: 100 libras de mineral, 43 libras de carbón Pocahontas y 25 libras de piedra caliza, el metal contendrá ordinariamente 0,15% de fósforo. Si el peso del carbón

220

225

usado en la carga disminuye a 25 libras por 100 de mineral, el fósforo contenido en el metal se reducirá a 0.03%.

230

Las consideraciones económicas y prácticas que se refiere a cada operador, como disponibilidad y coste de agregados y combustibles, composición química y estructura del mineral, tipo de horno disponible y límite determinado para el contenido en fósforo del producto, determinarán los factores que han de variarse o mantenerse constantes.

235

Puede también convenir variar las condiciones durante el curso de la fusión, y en tal caso, las normas apuntadas permiten regular e intervenir como se quiera el fósforo. Por ejemplo, si el horno funciona a 1600°C, y con una escoria neutra,



240

un método satisfactorio para disminuir el contenido en fósforo del metal, usando alimentación continua, consiste en aumentar la proporción de ingredientes básicos de la carga que forma escoria, o, si se quiere, puede disminuirse el contenido en carbono de la carga con resultado análogo. Si el horno se lleva

245

con escoria fuertemente básica, puede reducirse el contenido en fósforo del metal disminuyendo el carbono de la carga. Disponiendo de varios combustibles, el contenido en fósforo del metal puede disminuirse

250

de ordinario sustituyendo la forma más grafítica de carbono usada en las primeras etapas de la fusión por otra menos grafítica.

-o- N O T A -o-

Los puntos de invención propia y nue-

255

va que se presentan para que sean objeto de este Certificado de Adición, son los siguientes:

260

1º. - Un procedimiento conforme se reivindica en cualquiera de los puntos de la solicitud número 113,965, en que el contenido en fósforo del metal reducido se regula y mantiene dentro de límites fijos ajustando la basicidad de la escoria y el contenido en carbono de la carga, o uno de estos factores.

265

2º. - Modificaciones introducidas en el objeto de la Patente de Invención número 113,965, expedida el 14 de septiembre de 1929, que recae sobre "Un procedimiento para reducir minerales de hierro".

270

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

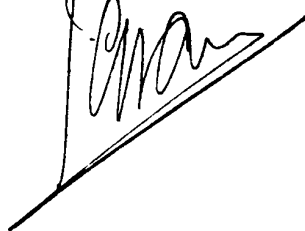
Esta Memoria consta de diez hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 1 de febrero de 1930.

P. A.

Alberto de Eizaburu

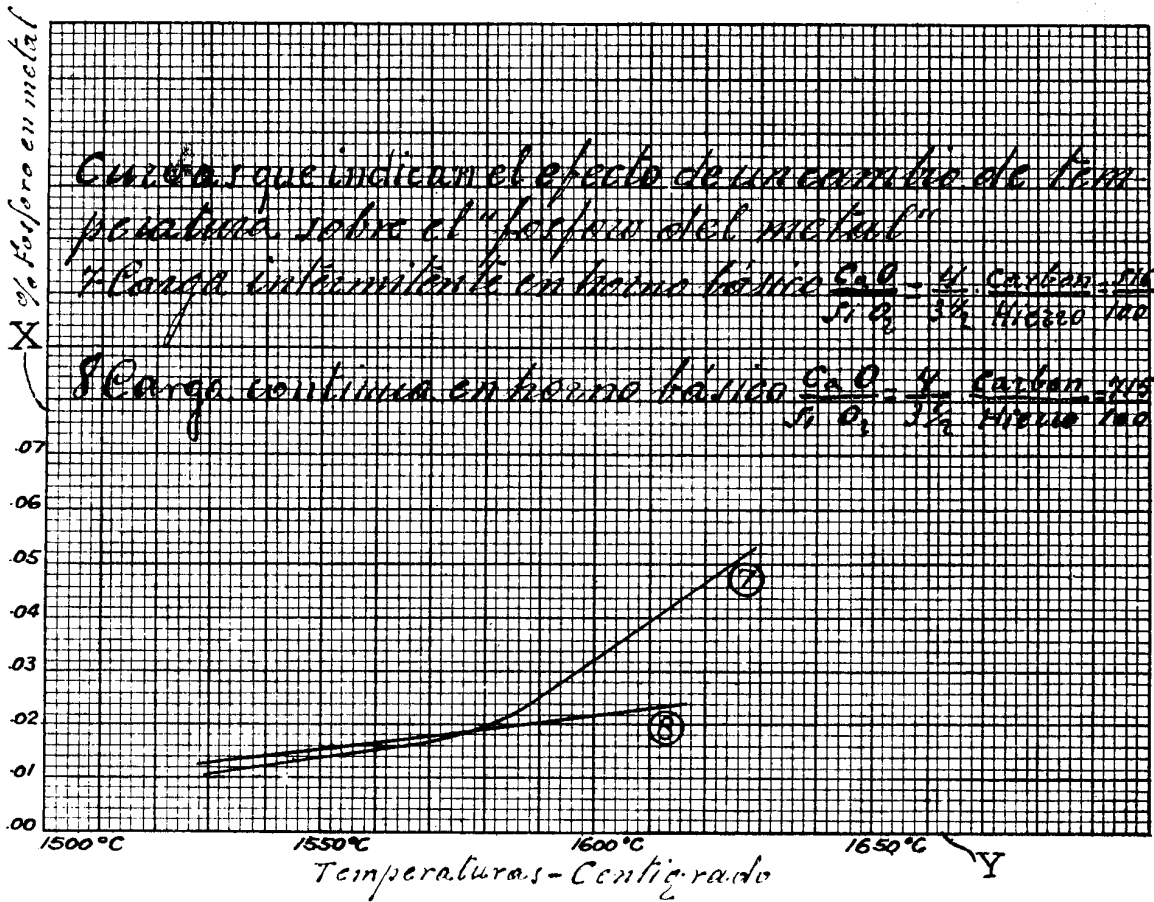
Por Poder



ESCALA VARIABLE



Fig. 1.



P.A.

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES

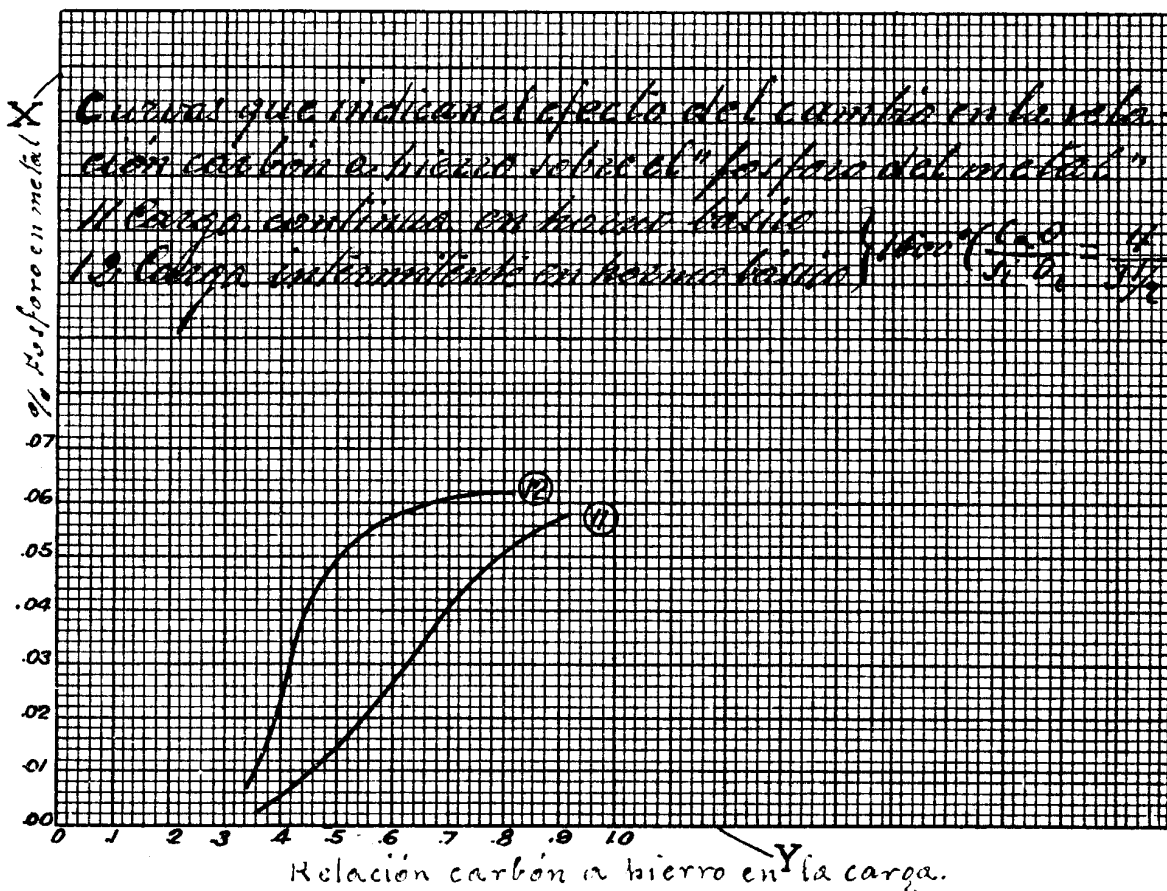
1951

J. Manó

LOCAL VARIABLE



Fig. 2.



P.A.
 Ingeniero de Minas

J. Man