

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



10 ES	11 NUMERO - 461.384	10 A1
21	22 FECHA DE PRESENTACION 5-8-1977	

CONCEDIDA  
**PATENTE DE INVENCION**

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 712.138	32 FECHA 6-8-76	33 PAIS EE.UU.
---	--------------------	-------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C22B // C21B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION "UN PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO PARA CONCENTRAR O ENDURECER GRANULOS (PELLETS) DE MINERAL DE HIERRO CRUDO OXIDABLE"
--

71 SOLICITANTE (S) UNION CARBIDE CORPORATION (L-10983-SP)
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York, 10017, Estados Unidos de América
--

72 INVENTOR (ES) Kazuo Kiyonaga
------------------------------------

73 TITULAR (ES)
-----------------

74 REPRESENTANTE DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P-66.585)
---

**POOR  
QUALITY**

La presente invención se refiere a un procedimiento para concentrar gránulos (pellets) de mineral de hierro en un horno de tostación de rejilla según los gránulos sufren endurecimiento.

La "pelletización" de concentrados de mineral de hierro para su utilización como material de carga en altos hornos ha ido aumentando en importancia en la industria del acero. Esto es resultado de un intento de satisfacer la mayor demanda de hierro y acero con minerales de menor calidad y minerales extraídos de plantas de beneficio, todos los cuales generalmente presentan la forma de partículas finamente divididas, demasiado finamente divididas para su procesamiento directo en un alto horno.

La principal finalidad de la "pelletización" en esta industria es la de mejorar la permeabilidad del lecho de fusión y el contacto gas-sólido en el alto horno a fin de aumentar la velocidad de la reducción. Una segunda consideración es la de reducir la cantidad de finos soplados fuera del alto horno hacia el sistema de recuperación de gases.

Son características de los gránulos o pellets industrialmente aceptables que sean suficientemente fuertes como para soportar la degradación durante el apilamiento, manipulación y transporte y que tengan la capacidad de soportar las fuerzas de alta temperatura y degradación dentro del alto horno sin disminuir en cohesión ni decrepitar.

Los procedimientos de pelletización típicos comprenden la formación de esferas de 9,52 a 25,4 milímetros de diámetro de concentrado de mineral de hierro con un razonable contenido de humedad en un tambor giratorio o sobre un disco giratorio y luego caldear las esferas o pellets "en crudo" en un horno a una temperatura suficientemente elevada como para endurecer a los pellets hasta que tengan una resistencia adecuada para su utilización en altos hornos. Los pellets "en crudo" que interesan en este caso son aquellos que contienen un material oxidable, generalmente magnetita ( $Fe_3O_4$ ). Otros materiales oxidables son el hierro y los combustibles sólidos tales como el coque, la hulla o el carbón de leña, que a veces se agregan a la mezcla de formación de esferas en estado finamente dividido a fin de proveer calor adicional a los pellets durante la operación de endurecimiento. El concentrado de mineral de hierro con el cual tiene particular relación esta memoria descriptiva contiene por lo menos aproximadamente 30 por ciento de magnetita; algo de hierro o de otros componentes ferrosos tales como la hematita; y una pequeña cantidad de impurezas tales como sílice, alúmina y magnesia. Uno de estos concentrados es conocido como taconita beneficiada. Con frecuencia se agregan aglomerantes antes de la rotación del tambor o disco, o durante la misma, para aumentar la resistencia en número de los pellets "crudos" a niveles aceptables para su manipulación subsiguiente.

Uno de los tipos básicos de horno utilizados comercialmente para la concentración de pellets crudos es el horno de tostación de rejilla. En este horno, típicamente, se alimentan en primer lugar los pellets en crudo sobre una rejilla o parrilla móvil articulada donde son secados y precalentados mediante un dispositivo en dos pasadas con el uso de gases del horno giratorio. Los pellets precalentados caen entonces dentro del horno donde sufren endurecimiento y luego son llevados hasta la temperatura de "pelletización" final de aproximadamente 1315°C antes de ser descargados en un enfriador. Luego se usa aire, que es aplicado para recuperar calor sensible de los pellets calientes, como aire secundario en el horno giratorio. La temperatura del aire secundario es elevada de aproximadamente 1315 a 1370°C mediante el empleo de un quemador ubicado en el extremo de descarga del horno giratorio. En el área de precalentamiento del horno, hay una zona en la cual la temperatura promedio del pellet es de aproximadamente 590 a 1200°C, zona que es de interés en este caso y que hasta ahora no ha sido descripta.

La fuerte aglomeración en los pellets endurecidos producida en el horno de tostación de rejilla se cree debida al crecimiento del grano desde la concurrente oxidación de la magnetita a la hematita y a la recristalización de la hematita. La reacción de oxidación exotérmica típicamente suministra 74.400.000 calorías por tonelada de pellets.

La resistencia del pellet concentrado generalmente se determina por pruebas de compresión y tamboreación. Aunque las especificaciones de los pellets varían dependiendo de su origen y del comprador, la resistencia a la compresión mínima propuesta para los pellets individuales está comprendida entre aproximadamente 136 kilogramos para pellets de 6,35 mm hasta aproximadamente 360 a 680 kilogramos para pellets de 25,4 mm. En la prueba de tamboreación, se tamborean 11,3 kg de pellets de 6,35 mm durante 200 revoluciones a  $24 \pm 1$  rpm (revoluciones por minuto) en un tambor agitador y luego se criban. Los pellets comerciales satisfactorios contienen generalmente menos de aproximadamente 6 por ciento de finos que pasan por la malla 28 y más del 90 por ciento de pellets de más de 6,35 mm después de la prueba de tamboreación. En algunos casos, el índice de tamboreación ha sido modificado para medir solamente los pellets de más de 6,35 mm presentes antes de la prueba de tamboreación y después de la misma y se ajusta el precio pagado por tonelada de pellets despachada con relación al mismo. Dado que la producción en una planta de pelletización se halla en el margen de los millones de toneladas anuales, una pequeña mejora en el índice de tamboreación (calidad) de aproximadamente 2 puntos de porcentaje, por ejemplo, puede representar un ingreso adicional significativo para la planta.

Quienes son expertos en el arte reconocen que uno

de los factores importantes para mejorar la calidad de los pellets, tanto en términos de resistencia a la compresión como de índice de tamboreación, es proveer una conversión más eficiente de magnetita a hematita en el horno, siendo la meta, por supuesto, que todos los pellets producidos sean esencialmente de hematita o, por lo menos, de más alto contenido de hematita.

La oxidación de la magnetita a hematita durante el procedimiento de pelletización es importante no solamente por que la hematita es reducida más prontamente en el alto horno a pesar de su superior contenido de oxígeno, sino también por que a causa del proceso de pelletización, la conversión de la magnetita a hematita que es una reacción fuertemente exotérmica, favorece el crecimiento del grano y la sinterización de las partículas de concentrado de mineral de hierro para formar pellets duros y resistentes a la abrasión.

Dado que la velocidad de reacción de la magnetita en oxígeno puro es muchas veces superior a la reacción en aire, se ha propuesto que los gases de combustión y el aire en el horno sean enriquecidos con oxígeno; sin embargo, el volumen de los gases que circulan en una planta de pelletización es tan grande que un aumento significativo en la concentración de oxígeno requiere cantidades antieconómicas de oxígeno o sea que el costo del oxígeno necesario para proveer un número más alto de pellets esencialmente de hematita o de un con-

tenido superior de hematita supera el ingreso adicional generado por la mayor calidad de los pellets. Además, se reconoce que, en todo caso, se desperdicia un gran porcentaje del oxígeno adicional, porque fluye por sobre los pellets, los cuales serían convertidos esencialmente a hematita o al menos a un contenido suficiente de hematita en una operación convencional.

Un objeto de la presente invención, por consiguiente, es proveer una mejora sobre los procedimientos convencionales de "pelletización" por lo cual el contenido de hematita de los gránulos endurecidos es aumentado y con ello se mejora la calidad general de los gránulos.

Otros objetos y ventajas resultarán evidentes por lo que sigue.

De acuerdo con la presente invención, tal mejora se ha descubierto en un procedimiento para la concentración de pellets de mineral de hierro crudos oxidables en un horno de tostación de rejilla, comprendiendo dicho procedimiento hacer pasar la rejilla o parrilla con un lecho de pellets sobre la misma a lo largo de un trayecto horizontal a través del horno para secar y precalentar los pellets y luego introducir los pellets en el horno para sufrir un calentamiento y endurecimiento adicionales, todo por contacto con gases calientes, pasando dicha rejilla a través de una zona de precalentamiento en la cual la temperatura promedio del pellet en el lecho es

tá comprenda entre aproximadamente 590°C y aproximadamente 1200°C y en cuya zona el flujo de gases está en dirección descendente hacia el lecho de pellets sobre la rejilla.

La mejora comprende:

a) cubrir la periferia de por lo menos parte de la zona con por lo menos dos campanas para proveer un área cubierta sobre cada lado de la parte superior de la rejilla bajo la cual pasa la periferia de la rejilla;

b) hacer pasar por lo menos una corriente de oxígeno dentro de cada área cubierta de manera tal que la corriente fluya en dirección descendente hacia y a través de la periferia del lecho de pellets sobre la rejilla que pasa a través de las áreas cubiertas por las campanas; y

c) hacer pasar la periferia del lecho de pellets sobre la rejilla a través de las áreas cubiertas de manera tal que el tiempo de permanencia de tales pellets en las áreas cubiertas sea de por lo menos aproximadamente 5 segundos.

La preparación de los pellets "crudos" ha sido mencionada precedentemente y es convencional. Esta invención está dirigida a aquella parte del procedimiento de "pelletización" por la cual los "pellets crudos" son concentrados o endurecidos hasta el grado requerido para su uso en el alto horno. Como también se observó, el aparato, es decir, el horno de tostación de rejilla, para ejecutar la parte del endurecimiento, la composición inicial de los "pellets crudos", los

pasos básicos en el procedimiento de endurecimiento, y los gases de combustión y el aire (a los que se menciona como gases) usados en el procedimiento son convencionales y se los utiliza aquí junto con la mejora de que se trata.

La mejora en este caso comprende directamente una pluralidad de corrientes de oxígeno en los pellets que pasan a través de la periferia de una zona de temperatura particular bajo un conjunto de condiciones definidas. Como se observó, la zona está presente en operaciones convencionales del horno de tostación de rejilla, pero hasta ahora no ha sido identificada más que como parte de una sección del horno donde tiene lugar el precalentamiento.

La zona seleccionada es aquella donde la temperatura promedio de los pellets está dentro del margen de aproximadamente 590 a aproximadamente 1200°C y preferiblemente aproximadamente 700°C a aproximadamente 1090°C. Además, la zona debe ser tal que los gases en el horno fluyan descendiendo hacia los pellets que están sobre la rejilla.

La corriente de oxígeno puede ser una mezcla de gases que contienen una proporción principal o más del 50 por ciento volumétrico de oxígeno. Preferiblemente es una mezcla de gases que contienen por lo menos alrededor del 90 ó 95 por ciento volumétrico de oxígeno, no obstante. El oxígeno usual distribuido comercialmente se considera que consiste esencialmente en oxígeno y es de esperar que este tipo de oxígeno se-

ría el de más fácil obtención.

Se encuentra que, dirigiendo el oxígeno a los gránulos o pellets en la periferia de la zona de temperatura seleccionada bajo las condiciones definidas, se puede lograr la máxima oxidación con el mínimo de consumo de oxígeno y la temperatura de los pellets es elevada por ello para proveer un enlace térmico más eficiente que eleva adicionalmente la calidad general de los pellets.

La periferia de la zona es aquella área sobre ambos lados de la parte superior de la rejilla que va desde la superficie interna de cada pared de retención horizontalmente hacia el centro de la rejilla. La pared de retención es parte de, y está unida a, la rejilla y existe con la finalidad de mantener a los pellets para que no caigan a la rejilla en movimiento. Una pared de retención típica es de aproximadamente 20 centímetros de alto. Forma un ángulo recto u oblicuo con la superficie horizontal de la rejilla. La rejilla, la pared de retención y los pellets se desplazan todos conjuntamente a través del horno. La distancia desde la superficie interna de la pared de retención hacia el centro de la rejilla a ser incluida en el área periférica es seleccionada por análisis (en un procedimiento ejecutado convencionalmente) de muestras de los pellets que pasan a través de la zona para determinar la ubicación del gran volumen de los pellets oxidados incompletamente. Aunque el ancho de las rejillas, es de-

cir, la distancia medida horizontalmente a través de la rejilla, varía de una rejilla a otra, la distancia incluida en la periferia es de aproximadamente 7,6 a aproximadamente 60 centímetros medida horizontalmente desde la parte superior de la superficie interna de la pared de retención hacia el centro de la rejilla a lo largo de una línea perpendicular a la línea de recorrido o dirección de la rejilla. La periferia de la zona también se puede mencionar como la periferia de la rejilla o la periferia del lecho de pellets.

El flujo de la corriente de oxígeno es en dirección descendente hacia el lecho de pellets sobre la rejilla horizontal. Cuando la pared de retención es oblicua, la dirección del flujo es la misma, aun cuando los pellets que están contra la pared de retención no estén sobre la horizontal. La corriente impacta primeramente la parte superior del lecho de pellets y luego pasa en descenso a través del lecho y a través de la rejilla, declinando el oxígeno en cantidad al reaccionar con los materiales oxidables en el pellet.

Generalmente, la introducción o inyección de la corriente de oxígeno en el área recubierta por las campanas se realiza en la dirección descendente deseada, pero se puede introducir al área cubierta en cualquier dirección, por ejemplo, en dirección horizontal desde los costados de la campana, y dispersarla dentro de la campana, lo que sirve para dirigir el flujo en dirección descendente.

Se proveen una o más campanas para cubrir la periferia sobre cada costado de la rejilla. Las campanas se fabrican con materiales convencionales que soportan las temperaturas de horno. Generalmente se usan refractarios. La corriente de oxígeno es introducida bajo la campana de manera tal que el flujo descendente mencionado más arriba es llevado a cabo ya sea directamente o indirectamente. La introducción bajo la campana se puede realizar por medio de un caño abierto, un caño con tapa y perforado, o por medio de una serie de chorros que están ubicados para seguir el trayecto de los pellets. La campana sirve para obstruir el flujo de los gases del horno sobre aquella área de la periferia que atiende, y lleva al mínimo la dilución de las corrientes de oxígeno dentro del área cubierta.

Se comprenderá por parte de quienes son expertos en el arte que los términos "campana" y "área cubierta por campanas" contempla la utilización de cerramientos, toldos, túneles de extremo cerrado, carpas, compartimientos o cualquier dispositivo de protección que permita que la corriente de oxígeno se ponga en contacto con los pellets sin ser diluida en mayor grado a la vez que permite que el oxígeno sin reaccionar se una a la corriente principal de los gases del horno. El ancho de la campana, es decir, aquella parte medida desde la parte superior de la superficie interna de la pared de retención horizontalmente hacia el centro de la rejilla es sufi-

ciente para cubrir la periferia de la zona según lo descrito anteriormente. La longitud de la campana, o sea la dimensión medida a lo largo de una línea que corre paralela al movimiento de la rejilla es suficiente para proporcionar el tiempo de residencia requerido para los pellets incompletamente oxidados en el área cubierta, siendo el tiempo de permanencia por lo menos de aproximadamente 5 segundos y preferiblemente por lo menos de alrededor de 10 segundos. Se comprenderá que toda la longitud de la zona dentro de la periferia no tiene que ser sometida a tratamiento con oxígeno, sino solamente una longitud suficiente para asegurar que el tiempo de permanencia sea cumplido por los pellets periféricos. No existe un límite superior para el tiempo de permanencia, excepto los límites del sentido práctico, es decir, cuando se ha logrado una oxidación completa, aunque se prefiere un límite superior de aproximadamente 30 segundos.

Típicamente, la rejilla o parrilla se desplaza aproximadamente a 1,27 a aproximadamente 6,35 metros por minuto y el flujo de oxígeno se mantiene constante. Por lo tanto, la longitud de la campana se ajusta para proveer el tiempo de permanencia necesario sobre la base de la velocidad de la rejilla, por ejemplo, a fin de proveer un tiempo de permanencia de 15 segundos y suponiendo que la rejilla se desplaza a una velocidad de 200 centímetros por minuto, la longitud interna de la campana puede ser fácilmente calculada, de la manera si

guiente:

$$\begin{array}{l} \text{longitud interna} \\ \text{de la campana} \end{array} = \frac{200 \text{ centímetros}}{\text{minuto}} \times \frac{\text{minuto}}{60 \text{ segundos}} \times 15 \text{ segundos}$$

$$= 50 \text{ centímetros}$$

La ubicación más conveniente para la campana es próxima al extremo más caliente de la sección de rejilla antes de que los pellets sean volcados dentro del horno giratorio. Una ventaja adicional del procedimiento de la presente invención es que la oxidación que generalmente se produce en el enfriador de un horno de tostación de rejilla de operación convencional, es evitada esencialmente, manteniendo así la correcta operación y la eficiencia del enfriador.

La cantidad de oxígeno alimentada a la periferia de la zona generalmente es suficiente para convertir esencialmente toda la magnetita en la periferia de la zona a hematita, según lo determina una base teórica. Por supuesto, se puede aplicar el mismo análisis mencionado precedentemente para la determinación del caudal, para determinar esta cantidad. Se prefiere que se empleen 0,3 mol a aproximadamente 2 mol de oxígeno por cada mol de magnetita que pasa a través de la periferia de la zona definida. Cuando más elevada es la calidad de pellet producido que se desea, sin embargo, será mayor la cantidad de oxígeno que se puede usar. De todas maneras, se elevará la calidad.

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Un procedimiento perfeccionado para concentrar o endurecer gránulos (pellets) de mineral de hierro crudo oxidable en un horno de tostación de rejilla, comprendiendo el procedimiento hacer pasar la rejilla con un lecho de pellets sobre la misma a lo largo de un trayecto horizontal a través del horno para secar y precalentar los pellets y luego introducir los pellets en el horno para sufrir calentamiento y endurecimiento adicionales, todo por contacto con gases calientes, pasando dicha rejilla a través de una zona de precalentamiento en la cual la temperatura promedio de los pellets en el lecho está dentro del margen de aproximadamente 590°C a aproximadamente 1200°C y en cuya zona el flujo de gases es en dirección descendente hacia el lecho de los pellets sobre la rejilla, estando el perfeccionamiento caracterizado por comprender: a) cubrir la periferia de por lo menos parte de la zona con por lo menos dos campanas para proveer un área cubierta por campanas a cada costado de la parte superior de la rejilla bajo la cual pasa la periferia de la rejilla; b) hacer pasar por lo menos una corriente de oxígeno dentro de cada área cubierta con campana de manera tal que la corriente fluya en dirección descendente hacia y a través de la periferia del lecho

15

20

25

1 de pellets sobre la rejilla que pasa a través de las áreas  
cubiertas con campanas; y c) hacer pasar la periferia del  
lecho de pellets sobre la rejilla a través de las áreas  
cubiertas con campanas de manera tal que el tiempo de per  
5 manencia de tales pellets en las áreas cubiertas con campa  
nas sea de por lo menos alrededor de 5 segundos.

2ª.- El procedimiento definido en la reivindicación 1ª, caracterizado porque los pellets en dicha zona tienen una temperatura promedio dentro del margen de aproximadamente 700°C a aproximadamente 1090°C.

3ª.- El procedimiento definido en la reivindicación 2ª, caracterizado porque el tiempo de permanencia es de por lo menos alrededor de 10 segundos.

4ª.- El procedimiento definido en la reivindicación 3ª, caracterizado porque la cantidad de oxígeno usado es en exceso a la teóricamente requerida para convertir la magnetita en la periferia a hematita.

5ª.- El procedimiento definido en la reivindicación 1ª, caracterizado porque las corrientes consisten esencialmente en oxígeno.

6ª.- El procedimiento definido en la reivindicación 3ª, caracterizado porque las corrientes consisten esencialmente en oxígeno.

7ª.- El procedimiento definido en la reivindicación 4ª, caracterizado porque las corrientes consisten esencialmente en oxígeno.

8ª.- UN PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO PARA CONCENTRAR O ENDURECER GRANULOS (PELLETS) DE MINERAL DE HIERRO CRUDO OXIDABLE.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-

1

cede y con los fines que se han especificado.

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

Madrid, 19. AGO. 1977

5

P.A.

Fernando de Elzaburu  
Per Poder



120877

TGG.

