

P. 35.526.-

A Hr. 5101



342805

**Memoria descriptiva**

**342805**

**para solicitar** PATENTES DE INVENCION **por 20 años**

**a nombre de** METALLGESSELLSCHAFT ARTLENGESSELLSCHAFT

**entidad / de nacionalidad** alemana

**con domicilio en** Reuterweg 14, Frankfurt (Main), República  
Federal Alemana

**por:** "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE GRANULOS MAGNETI-  
TICOS" (Clase Internacional G21b)

29.8.67



El invento concierne a un procedimiento para la fabricacion de gránulos de magnetita, o magnetiticos, por calcinación de gránulos o nódulos de mineral de hierro, que se fabrican a base de minerales predominantemente magnéticos.

5

En la práctica, el procedimiento de calcinación de gránulos de minerales de hierro se realiza siempre de forma oxidante a temperaturas de calcinación de aproximadamente 1200°C 1350°C, de manera que también los gránulos de minerales magnetiticos aparecen después de la calcinación en forma hermatítica, o de hermatita.

10

Los gránulos de mineral de hierro hematiticos o calcinados predominantemente hasta formar hematita, y especialmente los que proceden de minerales puros con menos de aproximadamente 2% de ganga, tienden durante la reducción a una debilitación de la estructura por dilatación o hinchamiento y descomposición. De esta manera pueden aparecer perturbaciones y trastornos en el procedimiento de reducción, por ejemplo en hornos de cuba o en hornos tubulares rotatorios. Los gránulos magnetiticos no muestran esta desventaja.

15

20

A pesar de esta ventaja conocida en el mundo técnico, los gránulos calcinados para formar magnetita han sido rechazados en la práctica y no han sido utilizados, ya que la aptitud para ser reducidos de estos gránulos, fabricados según los procedimientos de calcinación conocidos, es esencialmente peor (véase J.O. Eaström, Symposium on Sinter, publicado por The Iron and Steel Institute, 4 Grosvenor Gardens Londres, S.W. 1, Marzo 1.965, páginas 10 a 26, y especialmente página 23).

25

30

342805



17

El invento tiene como finalidad la de calcinar  
gránulos consistentes predominantemente en minerales mag-  
netíticos de manera que se conserve sensiblemente el es-  
tado magnetítico de manera que se conserve sensiblemente  
5 el estado magnetítico y simultáneamente se produzcan  
gránulos porosos y resistentes mecánicamente, cuya apti-  
tud para ser reducidos se corresponda aproximadamente con  
la aptitud de los gránulos hematíticos para ser reducidos.

10 Cantidades secundarias de minerales hematíticos  
en los gránulos no perturban al procedimiento.

Este problema se resuelve de acuerdo con el in-  
vento, calcinando los gránulos fabricados a partir de mi-  
nerales de hierro predominantemente magnetíticos, eventual-  
mente con adición de aglutinantes, en una atmósfera gaseo-  
15 sa, que contiene como máximo 5% en volumen de oxígeno li-  
bre, y manteniéndose la temperatura de calcinación infe-  
rior en 50 a 200°C a la temperatura de calcinación, a la  
que se fabrican, a partir de los mismos gránulos magneti-  
tícos y bajo condiciones oxidantes, granulos hematíticos  
20 con una resistencia a la compresión de 200 kg/gránulo. Pre-  
feriblemente, el contenido de oxígeno libre es menor que 3%  
en volumen.

Si el procedimiento de calcinación se realiza en  
una atmósfera gaseosa estática, el contenido de oxígeno li-  
25 bre en el espacio gaseoso situado sobre los granulos al  
comienzo del procedimiento puede ser más alto, cuando es  
pequeña la cantidad de oxígeno, referida a la cantidad de  
los gránulos. El exceso de oxígeno es consumido por una oxi-  
dación de los gránulos de las capas superiores. En el lecho  
30 de gránulos propiamente dicho, el contenido de oxígeno li-



17

bre se encuentra dentro de los límites de acuerdo con el invento.

5 Las temperaturas necesarias de acuerdo con el invento se encuentran generalmente entre 900 y 1200°C, y preferiblemente entre 1050 y 1150°C.

10 La atmósfera gaseosa consiste predominantemente en nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua. No perturban componentes reductores tales como monóxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos. Sin embargo, de la manera mas conveniente, se mantiene su contenido por debajo de 4% en volumen, ya que es más costosa la producción de una atmósfera gaseosa, por ejemplo en forma de gases de combustión, que contiene mas de 4% en volumen de componentes reductores.

15 El procedimiento es apropiado para todos los aparatos de calcinación usuales, tales como por ejemplo parrillas de transportador sin fin móviles calentadas por gas, hornos de solera rotatoria con o sin precalentador conectado previamente, hornos de cuba, hornos tubulares rotatorios, así como cualquier combinación de éstos. El tiempo de permanencia de los gránulos se encuentra dentro de los límites usuales para la calcinación en estos aparatos.

25 La producción de la temperatura de calcinación puede efectuarse utilizando gases de combustión calientes, pero sin embargo puede lograrse también total o parcialmente por caldeo indirecto, por ejemplo por caldeo por radiación, o por caldeo eléctrico. Cuando se utilizan gases de combustión calientes, se regula su temperatura al margen de acuerdo con el invento preferiblemente por re-

30

14-8-67

**342805**



flujo y mezcla de una parte de los gases de escape, no perturbando el contenido adicional de vapor de agua, que procede del secado de los gránulos crudos empleados en estado húmedo.

5                   En el caso de que por razones de tratamiento o transformación ulterior sea necesaria una refrigeración, los gránulos calcinados son enfriados hasta una temperatura por debajo de 700°C, preferiblemente por debajo de 400°C, en una atmósfera gaseosa, cuya composición corresponde aproximadamente a la de la atmósfera de calcinación. De la manera mas conveniente, la refrigeración se realiza con una parte de los gases de escape propiamente dichos. Para recuperar el calor, los gases de refrigeración calentados son mezclados con los gases de combustión con el fin de regular la temperatura. También es posible disminuir el peligro de una oxidación durante el procedimiento de calcinación uniendo o fijando en los gránulos agentes de reducción sólidos o líquidos en pequeñas cantidades, inferiores a 3%.

15  
20                   Las ventajas del procedimiento de acuerdo con el invento consisten especialmente en que se pueden producir gránulos calcinados predominantemente magnetíticos cuya aptitud para ser reducidos se corresponde aproximadamente con la aptitud de los gránulos hematíticos para ser reducidos, y que no se dilatan o hinchan ni descomponen en la reducción. Además, el procedimiento de calcinación es mas rentable en comparación con los procedimientos de calcinación oxidante hasta ahora usuales, ya que se puede trabajar con temperaturas mas bajas. Además, con estas bajas temperaturas no aparece ninguna dificultad por la formación de aglomeraciones.



17

Una nueva forma de realizacion del procedimiento de acuerdo con el invento consiste en que los gránulos calcinados, a continuación del endurecimiento, especialmente para la reducción directa en hornos de cuba en atmósfera no oxidante, son llevados hasta una temperatura de reducción, que se encuentra 50 a 200°C por encima de la temperatura máxima utilizable en la reducción de gránulos hematíticos.

Si la temperatura de calcinación es más alta que esta temperatura de reducción, los gránulos son enfriados hasta la temperatura de reducción antes de penetrar o ser incorporados en la zona de reducción. Si los gránulos calcinados se encuentran fríos o a una temperatura inferior a la temperatura de reducción, son calentados hasta la temperatura de reducción.

También es posible combinar el procedimiento de calcinación con el procedimiento de reducción de manera que los gránulos crudos, o brutos, son endurecidos bajo las condiciones del invento en una fosa o cuba conectada delante de la zona de reducción, y después son introducidos en caliente en la zona de reducción.

La calcinación y el caldeo se pueden realizar utilizando como gases de calcinación una parte de los gases de escape del procedimiento de reducción.

Esta otra forma de realización tiene las ventajas de que se puede aumentar considerablemente la capacidad de carga por unidad de volumen del horno de reducción en comparación con la utilización de gránulos hematíticos y se pueden utilizar cualesquiera concentrados de minerales de magnetita puros, especialmente para la transforma-



ción directa en acero.

Cuando se utilizan gránulos calcinados hematí-  
ticos la reducción directa en el horno tubular rotatorio  
y especialmente en el horno de cuba tiene como inconvenien-  
te el hecho de que se obstaculiza el paso de gas y con  
ello el procedimiento de reducción por causa de la descom-  
posición de los gránulos, ya descrita, en la reducción.  
Así, por ejemplo, por esta razón se debe limitar aproxima-  
damente en 850°C la temperatura de la zona de reducción en  
el conocido procedimiento de Wiberg. De esta manera la ca-  
pacidad de carga por unidad de volumen del horno es com-  
parativamente pequeño.

Se ha intentado limitar los fenómenos de descom-  
posición de los gránulos incluyendo una cierta proporción  
de ganga, pero entonces aparecen grandes inconvenientes  
metalúrgicos en la transformación ulterior de la esponja  
de hierro, especialmente en la transformación ulterior di-  
recta a acero, por ejemplo en el horno eléctrico.

Ejemplo de realización 1. - Un concentrado de mag-  
netita con 71,8% de hierro en total y 23,9% de Fe<sup>++</sup> y un  
grado de desmenuzamiento o trituración de 1770 cm<sup>2</sup>/g, fue  
mezclado con 0,5% de bentonita y fue granulado con adición  
de agua. Los gránulos tenían un diámetro de 10 a 12 mm y  
un contenido de agua de 7,2%. Los gránulos fueron carga-  
dos en un horno tubular rotatorio caldeado eléctricamente,  
fueron calentados hasta 1150°C, y fueron calcinados duran-  
te 20 minutos a esta temperatura. La temperatura de calci-  
nación era inferior aproximadamente en 130°C a la tempera-  
tura que es necesaria para la calcinación oxidante de los  
mismos gránulos con una resistencia a la compresión de



200 kg/gránulo. Por introducción de una mezcla gaseosa se estableció durante la calcinación, por encima de los gránulos, una atmósfera gaseosa con la siguiente composición:

|   |        |   |                |
|---|--------|---|----------------|
| 5 | $O_2$  | : | 1% en volumen  |
|   | $CO_2$ | : | 7% en volumen  |
|   | $H_2O$ | : | 36% en volumen |
|   | $N_2$  | : | 56% en volumen |

10 Esta mezcla gaseosa corresponde a un gas de combustión que resulta de la combustión de gas natural con aire, y que ha absorbido el contenido de agua de los gránulos húmedos.

Después de enfriar hasta 40°C en la misma atmósfera gaseosa, los gránulos que consistían uniformemente en  $Fe_3O_4$ , tenían una resistencia a la compresión de 200 kg/gránulo.

15 Ejemplo de realización 2.- 539 g de los gránulos húmedos sin calcinar fabricados de acuerdo con el Ejemplo 1, con un diámetro de 10 a 12 mm y con contenido de agua de 7,2% fueron cargados en un horno tubular vertical caldeable eléctricamente en 8 cm de diámetro interior. En primer lugar, se hicieron pasar 280 litros en condiciones normales de una mezcla gaseosa, de

|    |               |            |
|----|---------------|------------|
| 20 | 1% de $O_2$   | en volumen |
| 25 | 10% de $CO_2$ | en volumen |
|    | 40% de $H_2O$ | en volumen |
|    | 49% de $N_2$  | en volumen |

342805



5 a una temperatura de 1100°C durante 60 minutos desde arriba hacia abajo a través de la capa de gránulos, con lo que tuvo lugar el secado y la calcinación de los gránulos. La mezcla gaseosa corresponde a un gas de combustión con aire de 95 litros en condiciones normales de gas de escape con 76% en volumen de (H<sub>2</sub>+CO) y 24% en volumen de (H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>) y una proporción (CO + CO<sub>2</sub>): (H<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O) = 30:70, con el cual se mezclaron además 39 gramos, equivalentes a 49 litros en condiciones normales de agua que corresponden a la humedad de los gránulos empleados. 10 Subsiguientemente se hicieron pasar a través de los gránulos de magnetita calcinados, durante 180 minutos a una temperatura de 1100°C, 4,3 litros/minuto de una mezcla gaseosa de 30% en volumen de CO y 70% en volumen de H<sub>2</sub>. 15 Seguidamente se enfriaron el horno y los gránulos hasta 40°C. Los gránulos estaban reducidos a esponja de hierro, sin que apareciesen fenómenos de aglomeración, sinterización ni hinchamiento o dilatación.

20 El contenido de hierro total de los gránulos era de 97%.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en República Federal Alemana el 14 de Julio de 1966, Nº M 70232 VIa/18a, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-

14-7-67

- 9 - 342805



tente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1.- Procedimiento para la fabricación de gránulos magnetíticos, que son especialmente apropiados para la reducción directa y la reducción en hornos de cuba, por calcinación de gránulos brutos o crudos fabricados a partir de minerales de hierro, caracterizados porque los gránulos crudos fabricados a partir de minerales de hierro predominantemente magnetíticos, eventualmente con adición de aglutinantes, son calcinados en una atmósfera gaseosa, que contiene como máximo 5% en volumen de oxígeno libre, a temperaturas que se encuentran 50 a 200°C por debajo de las temperaturas necesarias para la fabricación de gránulos hematíticos con una resistencia a la compresión de aproximadamente 200 kg/gránulo, bajo condiciones oxidantes, a partir de los mismos crudos.

10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los gránulos crudos son calcinados en una atmósfera gaseosa que contiene menos de 3% en volumen de oxígeno libre.

15 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque los gránulos crudos son calcinados a una temperatura de calcinación de 1050 a 1150°C.

20 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los gránulos crudos son calcinados con gases de combustión calientes.

25 5.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los gránulos crudos son calcinados por caldeo indirecto.

30 6.- Procedimiento según la reivindicación 4, ca-



racterizado porque se regula la temperatura de los gases de combustión por reflujo de una parte de los gases de escape.

7.- Procedimiento según las reivindicaciones

5 1 a 6, caracterizado porque los gránulos calcinados son enfriados hasta una temperatura por debajo de 700°C, preferiblemente por debajo de 400°C, en una atmósfera gaseosa correspondiente aproximadamente a la atmósfera de calcinación.

10 8.- Procedimiento según las reivindicaciones 1

a 7, caracterizado porque los gránulos calcinados, a continuación del endurecimiento, especialmente para la reducción directa en horno de cuba en atmósfera no oxidante, son llevados a una temperatura de reducción, que se encuentra 15 50 a 200°C por encima de la temperatura máxima utilizable en la reducción de gránulos hematíticos.

9.- Procedimiento según las reivindicaciones 1

a 6, caracterizado porque los gránulos crudos son calcinados en una fosa o cuba conectada delante de la zona 20 de reducción, y los gránulos calcinados son introducidos subsiguientemente en la zona de reducción, cuya temperatura se encuentra 50 a 200°C por encima de la temperatura mínima utilizable en la reducción de minerales hematíticos.

25 10.- Procedimiento según las reivindicaciones

8 y 9, caracterizado porque los gránulos crudos son calcinados utilizando una parte de los gases de escape del horno de cuba.

11.- Procedimiento para la fabricación de gránulos

30 magnéticos.

342805



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y para los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de doce hojas escritas a maquina por una sola cara.

Madrid, 17 AGO. 1967

P.A.

Alberto de Elzaburu  
Por Poder

14-8-67

IAG/

- 12 -

342805