



15 MAR. 1978

CONCEDIDA
PATENTE DE INVENCION

10 ES	11 NUMERO	10 A1
21	461.386	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	5.8.77	

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO	6.8.76	EE.UU.
712.259		

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21D	

54 TITULO DE LA INVENCION

"UN PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO PARA ENDURECER NODULOS DE MINERAL DE HIERRO CRUDO OXIDABLE"

71 SOLICITANTE (S)

UNION CARBIDE CORPORATION (L-10926-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

D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 66618)

1 La presente invención se refiere a un procedi-
miento para mejorar la calidad de nódulos de mineral o me-
na de hierro en un horno de cuba vertical, mientras los n_ó
dulos experimentan endurecimiento.

5 La nodulización de concentrados de mena de hie--
rro para uso como material de carga en hornos altos ha veni-
do ganando en importancia en la industria del acero. Esto
es resultado del intento de satisfacer la demanda en aumen-
to de hierro y acero con menas de menor calidad, y menas -
10 extraídas de instalaciones de beneficio, todas las cuales
están usualmente en forma de partículas finamente dividi--
das, demasiado finamente divididas para tratamiento direc-
to en horno alto.

15 El fin primordial de la nodulización en esta in-
dustria es mejorar la permeabilidad de la carga y el con--
tacto gas-sólido en el horno alto, para aumentar la veloci-
dad de reducción. Una consideración secundaria es reducir
la cantidad de finos expulsados del horno alto en el siste-
ma de recuperación de gas.

20 Son características de los nódulos industrialmen-
te aceptables las de ser suficientemente resistentes para
soportar la degradación durante el apilado, manipulación y
transporte, y ser capaces de soportar la alta temperatura
y fuerzas de degradación dentro del horno alto, sin aplas-
25 tamiento ni decrepitación.

30 Los procedimientos típicos de nodulización com--
prenden formar bolas de 9,5 a 25,4 mm de diámetro, de con-
centrado de mena de hierro de contenido de humedad razona-
ble, en un tambor rotatorio o en un disco rotatorio, y cal-
cinar luego las bolas o nódulos "crudos", en un horno, a -

1 una temperatura suficientemente alta para endurecer los nó
dulos hasta una resistencia adecuada para uso en hornos al
tos. Los nódulos crudos que tienen interés aquí son aqué--
llos que contienen un material oxidable, usualmente magne-
5 tita (Fe_3O_4). Otros materiales oxidables son hierro y com-
bustible sólido, tal como coque, carbón o carbón vegetal,
que a veces se añade a la mezcla de formación de bolas, en
estado finamente dividido, para proporcionar calor adicio-
nal a los nódulos, durante la operación de endurecimiento.
10 El concentrado de mena de hierro del que se trata aquí en
particular contiene al menos aproximadamente 30 por ciento
de magnetita; algo de hierro o de otros compuestos de hie-
rro, tal como hematites; y una pequeña cantidad de impure-
zas tales como sílice, alúmina y óxido de magnesio. Uno de
15 esos concentrados es conocido como taconita beneficiada. A
menudo se añaden adhesivos antes o durante la rotación del
tambor o disco, para aumentar la resistencia en húmedo de
los nódulos crudos hasta niveles aceptables para la subsi-
guiente manipulación.

20 Uno de los tipos básicos de hornos usados comer-
cialmente para endurecimiento de nódulos crudos es el hor-
no de cuba vertical, que típicamente tiene aproximadamente
18 m de altura y tiene una sección recta rectangular de --
2,4 m por 6,2 m. Tal horno tiene una capacidad anual típica
25 de aproximadamente 500.000 toneladas. Las cámaras para
combustión de aceite o gas están situadas a cada lado del
horno de cuba. Los gases a alta temperatura producidos en
estas cámaras se introducen a presión en el horno, alrede-
dor de su periferia, por lumbreras situadas cerca de la --
30 parte superior de las cámaras de combustión. Los nódulos -

1 -crudos se depositan continuamente en la parte superior de
la cuba vertical, mediante transportadores móviles que man-
tienen una línea de nivel de material mientras se retiran
5 continuamente por el fondo los nódulos endurecidos. A medi-
da que los nódulos descienden por la cuba vertical, a velo-
cidad de aproximadamente 33 mm por minuto, se secan, se --
precalientan y luego se calientan a aproximadamente 1316°C
en la sección superior (por encima de las lumbreras de cá-
mara de combustión) mediante aire ascendente, precalentado
10 en la sección inferior del horno por los nódulos calientes
descendientes; por gases de cámara de combustión; y por el
calor desprendido por la oxidación de magnetita a hemati-
tes (reacción exotérmica) y en algunos casos por oxidación
de otros combustibles que se hayan añadido a los nódulos.
15 A medida que los nódulos pasan a la sección inferior, se --
enfrian por el flujo en contracorriente de aire añadido --
por el fondo del horno. Rompedores de aglomerados rompen --
los nódulos ligeramente aglomerados, antes de más enfria-
miento por aire y subsiguiente descarga. El objetivo es --
20 convertir los nódulos crudos en nódulos oxidados, fuertes,
duros, que sean resistentes a la abrasión.

Tras la introducción de los gases de combustión
por las lumbreras de cámara de combustión, es decir, aguas
abajo en términos del movimiento de los nódulos, hay áreas
25 en las que tienen lugar la oxidación, recuperación de ca-
lor, enfriamiento y descarga, y en esas áreas hay una zona
que tiene una temperatura media comprendida entre aproxima-
damente 593°C y aproximadamente 1204°C, lo que es de inte-
rés aquí, y que antes de ahora no ha sido resaltado.

30 Se cree que la fuerte adherencia en los nódulos

1 -endurecidos producidos en el horno de cuba es debida a un
crecimiento de grano por la acompañante oxidación de magne
tita a hematites, y a recristalización de hematites. La --
reacción exotérmica de oxidación suministra típicamente --
5 aproximadamente 74.400 kcal por tonelada métrica de nódu--
los.

La resistencia de los nódulos endurecidos se de-
termina usualmente por ensayos de compresión y volteador.
Aunque las especificaciones para nódulos varían dependien-
do de su fuente y del comprador, la resistencia a la com-
presión mínima sugerida para nódulos individuales está con-
10 prendida entre aproximadamente 136 kg para nódulos de 6,4
mm y aproximadamente 363 kg a aproximadamente 681 kg para
nódulos de 25,4 mm. En el ensayo en volteador, 11,4 kg de
15 nódulos de más de 6,4 mm se voltean durante 200 revolucio-
nes a 24 ± 1 rpm (revoluciones por minuto) en un volteador
de tambor, y luego se tamizan. Los nódulos comerciales sa-
tisfactorios contienen generalmente menos de aproximadamen-
te 6 por ciento de finos menores de 595 micras, y más de -
20 90 por ciento de nódulos de más de 6,4 mm, tras el ensayo
de volteo. En algunos casos se ha modificado el índice de
volteo para medir sólo los nódulos de más de 6,4 mm presen-
tes antes y que permanecen después del ensayo de volteo, y
el precio pagado por tonelada de nódulos expedidos se ajus-
25 ta correspondientemente. Dado que la producción en una ins-
talación nodulizadora está en el nivel de millones de tone-
ladas por año, una pequeña mejora del índice de volteo (ca-
lidad) de aproximadamente 2 puntos de tanto por ciento, --
por ejemplo, puede representar unos significativos ingre-
30 sos adicionales para la instalación.

1 Los expertos en la técnica entienden que uno de
los factores importantes para perfeccionar la calidad de -
los nódulos, tanto en términos de resistencia a la compre-
sión como de índice de volteo, es proporcionar una conver-
5 sión más eficaz de la magnetita a hematites en el horno, -
siendo el objetivo, naturalmente, aquel en el que todos --
los nódulos producidos sean esencialmente hematites, o al
menos de mayor contenido de hematites.

10 La oxidación de magnetita a hematites durante el
procedimiento de nodulización es importante, no sólo por--
que la hematites se reduce más fácilmente en el horno al...
to, pese a su mayor contenido de oxígeno, sino también por
que, en el procedimiento de nodulización, la conversión de
15 magnetita a hematites, que es una reacción fuertemente exo
térmica, favorece el crecimiento de grano y la sinteriza--
ción de las partículas de concentrado de mena de hierro, -
para formar nódulos duros y fuertes que son resistentes a
la abrasión.

20 Dado que la velocidad de reacción de la magneti-
ta en oxígeno sustancialmente puro es muchas veces mayor -
que en aire, se ha sugerido que los gases de combustión y
el aire en el horno se enriquezcan con oxígeno; sin embar-
go, el volumen de gases que circulan en una instalación de
25 nodulización es tan grande que cualquier aumento significa-
tivo de la concentración de oxígeno requiere unas cantida-
des antieconómicas de oxígeno, es decir, el coste del oxí-
geno necesario para proporcionar mayor número de nódulos -
esencialmente de hematites, o de mayor contenido de hemati-
tes, excede de los ingresos adicionales generados por los
30 nódulos de mayor calidad. Además, se reconoce que un tanto

1 por ciento grande del oxígeno adicional se desperdicia, en
cualquier caso, debido a que fluye sobre nódulos que se --
convertirían a esencialmente hematites, o al menos a un --
contenido suficiente de hematites, en una operación usual.

5 Un objeto de la presente invención, por tanto, --
es proporcionar una mejora de los procedimientos de noduli-
zación usuales, por el que el contenido de hematites en --
los nódulos endurecidos se aumenta, y así se mejora la ca-
lidad global de los nódulos.

10 Otros objetos y ventajas serán evidentes en lo --
sucesivo.

Según la presente invención, tal mejora se ha --
descubierto en un procedimiento para endurecer nódulos de
mena de hierro verdes oxidables en un horno de cuba verti-
15 cal, comprendiendo dicho procedimiento pasar los nódulos a
través del horno, donde dichos nódulos se calientan por --
contacto con gases de combustión y aire calientes, tenien-
do el horno una zona que está aguas abajo de la introduc-
ción de los gases de combustión, teniendo dicha zona una --
20 temperatura media comprendida entre aproximadamente 593°C
y aproximadamente 1204°C.

La mejora comprende:

25 dirigir una pluralidad de corrientes de oxígeno
hacia los nódulos que pasan por la periferia de dicha zo-
na, de tal manera que:

(a) cada corriente penetre en el horno de aproxi-
madamente 25 a aproximadamente 152 mm, medidos desde la su-
perficie interior de la pared del horno, a lo largo de una
línea perpendicular al eje vertical teórico del horno;

30 (b) la velocidad de cada corriente sea suficien-

1 -te para impedir que la corriente ascienda por la pared del
horno; y

5 (c) los puntos de introducción de las corrientes
estén sobre la superficie interior de la pared del horno -
situada en la zona; y

10 (d) cualquier línea vertical teórica que sea pa-
ralela al eje vertical teórico del horno, y a lo largo de
la cual línea esté situado cualquier punto de introducción
no esté a más de aproximadamente 305 mm de cualquier otra
de tales líneas teóricas a lo largo de la cual esté situa-
do cualquier otro punto de introducción.

15 La preparación de los nódulos crudos ha sido aju-
dada antes y es usual. La presente invención se dirige a -
aquella parte del procedimiento de nodulización por la que
los nódulos crudos son endurecidos en la magnitud requeri-
da para uso en el horno alto. Como también se ha indicado,
el aparato, es decir, el horno de cuba, para efectuar el -
20 aspecto de endurecimiento, la composición inicial de los -
nódulos crudos, las etapas básicas del procedimiento de en-
durecimiento, y los gases de combustión y aire usados en -
el procedimiento, son usuales, y se utilizan aquí junto --
con la mejora en cuestión.

25 La presente mejora implica dirigir una plurali-
dad de corrientes de oxígeno hacia los nódulos que pasan -
por la periferia de una zona concreta de temperatura, bajo
un conjunto de condiciones definidas. Como se ha indicado,
la zona está presente en operaciones usuales de horno de -
cuba, pero hasta ahora no ha sido identificada más que co-
mo parte de una sección del horno en la que tiene lugar la
30 oxidación, recuperación de calor y enfriamiento.

1 La zona seleccionada es aquélla en la que la temperatura media está comprendida entre aproximadamente --
593°C y aproximadamente 1204°C, y de preferencia entre --
aproximadamente 704°C y aproximadamente 1093°C.

5 La corriente de oxígeno puede ser una mezcla de gases que contenga una proporción principal, o más del 50 por ciento en volumen, de oxígeno. Preferiblemente es una mezcla de gases que contiene al menos aproximadamente 90 ó 95 por ciento en volumen de oxígeno, sin embargo. Se considera que el oxígeno usual, distribuido comercialmente, con
10 siste esencialmente en oxígeno, y se espera que este oxígeno no sería el más fácil de obtener.

Se halla que dirigiendo oxígeno hacia los nódulos en la periferia de la zona de temperatura seleccionada, bajo las condiciones definidas, se puede conseguir la
15 máxima oxidación con mínimo consumo de oxígeno, y así se eleva la temperatura de los nódulos, proporcionando una adhesión térmica más eficaz que eleva adicionalmente la calidad global de los nódulos.

20 La periferia de la zona está definida por la penetración requerida de la corriente de oxígeno, que es de aproximadamente 25 a aproximadamente 152 mm, según se mide desde la superficie interior de la pared del horno por una línea perpendicular al eje vertical teórico del horno de
25 cuba. La penetración preferida es de aproximadamente 51 a aproximadamente 127 mm. Se observa que la corriente penetra más allá del espacio inmediatamente adyacente a la pared, sustancialmente sin pérdida de oxígeno, pero que la cantidad de oxígeno disminuye a lo largo de la trayectoria
30 de la corriente, a medida que reacciona.

1 La introducción de las corrientes de oxígeno se
puede efectuar disponiendo de una serie de lumbreras de in-
yección, al mismo nivel o a varios niveles, alrededor de -
la circunferencia del horno, con mínimo espaciamento, - -
5 25,4 a 76,2 mm por ejemplo, entre las lumbreras. En este -
caso, cada corriente de oxígeno es perpendicular a la pa-
red o eje. Una forma más preferida es espaciar las inyec-
ciones a intervalos mayores, 152 mm por ejemplo, y dispo-
ner de dos lumbreras de inyección por cada inyector, con -
10 las corrientes dirigidas con 90 a 160º entre ellas, o apor-
ximadamente 10 a 45º de la pared. En este caso se cubre un
área mayor por el inyector de lumbreras múltiples. Los flu-
jos de oxígeno se pueden mantener constantes en estas dis-
posiciones. Otra forma de funcionamiento se puede denomi-
15 nar forma de "flujo por impulsos", una forma de flujo al-
ternativo en la que los inyectores están conectados a 2 ó
más distribuidores a lo largo de la circunferencia del hor-
no, y la totalidad del flujo de oxígeno se envía por un --
distribuidor cada vez, a intervalos de tiempo medidos, ha-
ciéndose una rotación completa, por ejemplo, en dos minu-
20 tos o menos. Así, los caudales de oxígeno a través de los
inyectores se aumentan correspondientemente; aumentan la -
penetración y la cobertura; y la oxidación del nódulo es -
más rápida. Se pueden usar diversas pautas de lumbreras de
25 inyección dentro de la zona, siempre que se observe la con-
dición de distancia antes mencionada, es decir, cualquier
línea teórica que sea paralela al eje vertical teórico del
horno, y a lo largo de la cual línea esté situado cual- -
quier punto de introducción, está a no más de aproximada-
30 mente 305 mm, y de preferencia a no menos de aproximadamen-

1 te 12,7 mm, de cualquier otra de tales líneas teóricas a -
lo largo de la cual esté situado cualquier otro punto de -
introducción.

5 También se pueden usar diversas pautas de flujo,
además de las descritas. El caudal total se determina ini-
cialmente en base al análisis de muestras de los nódulos -
en la periferia de la zona, antes de usar las condiciones
definidas. El caudal de cada inyector se puede elegir lue-
go en base a la velocidad y pauta deseadas, ya sea conti-
10 nua, alternativa o intermitente.

Se prefiere que la separación vertical de las ---
lumberas de inyección sea tal que no haya más de aproxima-
damente 914 mm entre la lumbrera (o punto de introducción
de la corriente de oxígeno) más próxima a la parte superior
15 del horno y la lumbrera más separada de la parte superior
del horno. La medida se hace a lo largo de una línea verti-
cal teórica que va paralela al eje vertical teórico del --
horno, desde el punto de la parte superior del horno que -
se halla sobre la línea vertical hasta la lumbrera en cues-
20 tión que se halla a lo largo de la misma línea teórica. Se
hacen las medidas para la lumbrera más próxima y la lumbrera
más alejada, y la diferencia entre las dos es preferi-
blemente no mayor de aproximadamente 914 mm.

25 La cantidad de oxígeno suministrada a la perife-
ria de la zona es usualmente suficiente para convertir --
esencialmente toda la magnetita de la periferia de la zona
a hematites, según se determina en base teórica. El mismo
análisis que se ha mencionado antes para la determinación
del caudal se puede usar, naturalmente, para determinar es-
30 ta cantidad. Se prefiere usar aproximadamente 0,3 moles a

1 aproximadamente 2 moles de oxígeno por cada mol de magneti
ta que pasa por la periferia de la zona definida. Cuanto -
mayor sea la calidad deseada para los nódulos producidos,
mayor será, sin embargo, la cantidad de oxígeno que se pue
5 de usar. En cualquier caso, la calidad será mejorada.

Se halla que la velocidad de la corriente debe -
ser suficiente para superar sustancialmente la tendencia -
del oxígeno a ascender por la pared del horno, debido a la
gran permeabilidad allí reinante en el sistema de cuba. Es
10 ta velocidad puede estar comprendida entre aproximadamente
3 metros por segundo y aproximadamente 300 metros por se--
gundo, y preferiblemente es mayor que aproximadamente 15 -
metros por segundo. Esto se consigue usualmente ajustando
la presión a que se suministra la corriente de oxígeno, --
15 y/o por uso de una boquilla adecuadamente dimensionada.

20

25

30

REIVINDICACIONES

1
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
15
1.ª.- Un procedimiento perfeccionado para endurecer nódulos de mineral de hierro crudo oxidable en un horno de cuba vertical, comprendiendo dicho procedimiento pasar los nódulos a través del horno, donde dichos nódulos --
se calientan por contacto con gases de combustión caliente y aire, teniendo el horno una zona que está aguas abajo de la introducción de los gases de combustión, teniendo dicha zona una temperatura media comprendida entre aproximadamente 593°C y aproximadamente 1204°C, comprendiendo el perfeccionamiento dirigir una pluralidad de corrientes de oxígeno hacia los nódulos que pasan por la periferia de dicha --
zona, de tal manera que (a) cada corriente penetre en el --
horno de aproximadamente 25,4 a aproximadamente 152,4 mm, medidos desde la superficie interior de la pared del horno a lo largo de una línea perpendicular al eje vertical teórico del horno; (b) la velocidad de cada corriente sea suficiente para evitar sustancialmente que la corriente ascienda por la pared del horno; (c) los puntos de introducción de las corrientes estén sobre la superficie interior de la pared del horno situada en la zona; y (d) cualquier línea vertical teórica que sea paralela al eje vertical --
del horno, y a lo largo de la cual línea esté situado cualquier punto de introducción, no esté a más de aproximadamente 305 mm de cualquier otra de tales líneas teóricas a

20
25
30

1 -lo largo de la cual esté situado cualquier otro punto de -
introducción.

5 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, -
donde la velocidad de la corriente es de aproximadamente 3
a aproximadamente 300 metros por segundo.

3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, -
donde la cantidad de oxígeno usado es mayor que la requeri
da teóricamente para convertir a hematites cualquier magne
tita en la periferia de la zona.

10 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, -
donde la corriente consiste esencialmente en oxígeno.

5ª.- Procedimiento según la reivindicación 3ª, -
donde la penetración de la corriente es aproximadamente 51
a aproximadamente 127 mm.

15 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª. -
donde la zona tiene una temperatura media comprendida en--
tre aproximadamente 704°C y aproximadamente 1093°C.

20 7ª.- Procedimiento según la reivindicación 6ª, -
donde la distancia entre líneas, para la condición (d), no
es menor de aproximadamente 12,7 mm.

8ª.- Procedimiento según la reivindicación 7ª, -
donde la velocidad de la corriente es al menos aproxima--
damente 15 metros por segundo.

25 9ª.- Procedimiento según la reivindicación 8ª, -
donde las corrientes alternan de flujo.

10ª.- Un procedimiento perfeccionado para endure
cer nódulos de mineral de hierro crudo oxidable.

RS

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

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

Madrid, 27. SEI. 1977
P.A.

Albano de Elzaburu
Por Pedro

