

22 NOV. 1963



1963

293104

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 2 de noviembre de 1.963

con el núm. 293.104

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana, establecida en Reuterweg 14, Frankfurt - - (Main), Rep. Fed. Alemana, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA LA REDUCCION DE MINERALES DE HIERRO OXIDICOS".

Son conocidos diversos procedimientos, de acuerdo con los cuales se reducen minerales de hierro oxídicos - con ayuda de combustibles carbonados sólidos para obtener un producto preliminar consistente, al menos parcialmente, en hierro metálicos, producto que seguidamente es fundido para conseguirse el hierro metálico, utilizando para ello hornos de fusión, tales como, por ejemplo, hornos de cuba baja, cubilotes, hornos eléctricos o similares.

El grupo más antiguo de estos procedimientos posee - la característica común de que los minerales de hierro oxí



5 dicos, de grano fino, se moldean, junto con el agente reductor carbonado sólido, para obtener cuerpos con forma, tales como, por ejemplo, briquetas, gránulos, píldoras - o similares, que a continuación se reducen, para lo cual semforma CO a partir del carbonado incorporado y oxígeno procedente, bien sea del propio mineral de hierro oxidico y/o bien de una corriente de gas oxigenado, actuando - entonces el CO formado como reductor sobre el óxido de - hierro.

10 Ahora bien, este procedimiento no ha conseguido hasta ahora implantarse en la práctica, debido a que prácticamente precisa la misma cantidad de agentes reductores de alta calidad, tales como coque o antracita, que los procedimientos todavía más antiguos, consistentes en la reducción directa en altos hornos, con lo que no proporciona -
15 ninguna ventaja técnica o económica frente a estos procedimientos más antiguos. Aparte de esto, resulta que la resistencia mecánica de los cuerpos con forma consistentes en minerales de hierro y carbono incorporado en una cantidad suficiente para una reducción completa, es tan escasa,
20 que los cuerpos con forma se desmoronan frecuentemente durante la reducción.

25 Un procedimiento más moderno estriba en aumentar la resistencia mecánica de los cuerpos con forma, con preferencia gránulos de forma esférica obtenidos por un proceso de rodadura, por el hecho de confeccionarse dichos cuerpos - con forma exclusivamente con mineral de hierro, que se reducen en un lecho de un agente reductor carbonado sólido -
30 conduciéndolos a contra corriente con relación a un gas, - al mismo tiempo que en la fase gaseosa se mantiene un con-



tenido de Co correspondientemente elevado, que ²² se forma y se mantiene mediante reacción del lecho carbonado con el contenido de oxígeno de los óxidos de hierro y/o de la atmósfera de gas.

5 Este procedimiento adolece asimismo del inconveniente de estar ligado a la utilización de agentes reductores carbonados sólidos, que prácticamente están exentos de componentes volatilizables, si se quieren evitar pérdidas de calor debidas a escapar desaprovechados tales componentes volatilizables.

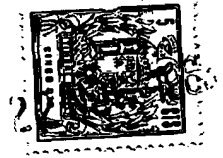
10 Ahora bien, esta clase de agentes reductores carbonados sólidos son los más caños, puesto que como tales - prácticamente únicamente pueden ser considerados el coque o la antracita.

15 Proposiciones más modernas, que no forman parte del estado conocido de la técnica, prevén para la reducción - previa de los óxidos de hierro a efectos de obtener un producto preliminar consistente, al menos parcialmente, en hierro metálico, la utilización de combustibles más baratos con una proporción considerable de componentes volatilizables. La utilidad práctica de estos combustibles más baratos debe quedar asegurada, de acuerdo con estas proposiciones más antiguas, por el hecho de que estos agentes reductores son alimentados a un horno de tubo giratorio, -

20 cargado con cuerpos con forma hechos con óxidos de hierro, en un lugar bastante alejado de su extremo de salida, siendo parcialmente destilados en seco y parcialmente consumidos para la reducción, dentro del propio horno de tubo giratorio, que todavía contiene en exceso parte del combustible destilado en seco, se separa dicho exceso y se devuelve

25

30



al horno del tubo giratorio, pero en lugar situado delante del punto de introducción del agente reductor cargado originalmente.

5 Si bien estas proposiciones más antiguas representan un cierto progreso frente al estado conocido de la técnica, no permiten, no obstante, suministrar toda la cantidad de carbono necesaria para la reducción, en forma exclusivamente de un combustible que contenga cantidades considerables de componentes volatilizables. La cantidad máxima de uno de estos combustibles, que puede ser utilizada para este procedimiento, viene determinada por el hecho de que no pueden ser desarrollados más productos gaseosos procedentes de la destilación en seco, que los que puedan ser aprovechados, mediante combustión ulterior, para el consumo de calor del proceso de los óxidos de hierro, si es que se quieren evitar pérdidas de calor debidas al gas de salida.

10 El presente invento se refiere a otra mejora de las proposiciones más antiguas, que permite un producto preliminar consistente, al menos parcialmente, en hierro metálico, empleando para ello exclusivamente combustibles baratos, cuyo contenido de componentes volatilizables puede ser todo lo elevado que se quiera. El invento consiste en sustancialmente en que parte del combustible preciso para la reducción previa, se incorpora al propio cuerpo con forma en un tamaño de grano suficientemente fino, preferentemente 80% inferior a 0,06 mm., siendo realizada por esta parte la mayor parte del trabajo de reducción, que preferentemente debe ascender a alrededor de 40 a 60% de la reducción total, y empleando para este objeto exclusivamente

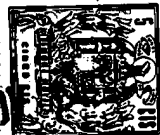
293104

22



combustible con un contenido elevado de componentes volatilizables.

Debido a que, de acuerdo con el invento, no es necesario agregar a los cuerpos con forma toda la cantidad -
5 precisa del reductor necesaria para la reducción, sino tan sólo parte de ella, resulta que la resistencia mecánica de estos cuerpos con forma es bastante más elevada que la de los cuerpos con forma que contienen incorporada toda la -
cantidad de agente reductor necesaria para la reducción. -
10 Ante la natural sorpresa se ha podido comprobar que la resistencia mecánica de estos cuerpos con forma, a los que - únicamente se ha incorporado parte del agente reductor, es considerablemente más elevada que la que correspondería a la ley de mezclas. Asimismo causó sorpresa el hecho de que
15 en el tratamiento reductor de tales cuerpos con forma en - un horno de tubo giratorio, los productos gaseosos de la destilación en seco, actúan prácticamente en un 100% como - agentes reductores; a pesar de que hace tiempo es sabido - que en todos los demás procedimientos hasta ahora conocidos
20 para la reducción de óxidos de hierro mediante combustibles gaseosos, prácticamente son tan sólo el H_2 y el CO los que actúan en calidad de agentes reductores, mientras que todos los demás agentes reductores gaseosos, tales como, por ejemplo, el CH_4 o hidrocarburos elevados, resultan prácticamente
25 inactivos como agentes reductores. Por este motivo han sido dadas a conocer un gran número de proposiciones más antiguas, de acuerdo con las cuales estos otros agentes reductores gaseosos debían ser descompuestos en CO y H_2 , antes de - ser empleados para la reducción, haciéndolos reaccionar para
30 ello con oxígeno y/o vapor de agua.



22 NO

La reducción siguiente del material a tratar para -
obtener el producto preliminar deseado, se realiza, de -
acuerdo con el invento, de modo que el material reducido
previamente por el agente reductor incorporado, se termi
5 na de reducir principalmente en la zona final del horno
de tubo giratorio, preferentemente en su último tercio, -
empleando para ello, de la manera conocida, un lecho de -
un agente reductor carbonado sólido, a saber, a través -
del CO formado del lecho. Es conveniente que este otro -
10 agente reductor no sea suministrado al horno de tubo gira
torio hasta la zona final, sobre todo con objeto de des-
cargar la zona del comienzo del horno y de evitar una in-
deseable reacción de Boudouard en la zona de caldeo. Ahora
bien, fundamentalmente resulta también posible aquí, car-
15 gar este otro combustible, o bien parte del mismo, junto -
con los cuerpos con forma de óxido de hierro, en el horno
de tubo giratorio ya por su extremo de carga. En este caso,
no obstante, es conveniente emplear, como agente reductor
utilizado para el lecho exterior, exclusivamente un combus-
20 tible que no contenga componentes volatilizables, o bien -
los contenga tan sólo en pequeña cantidad, con objeto de -
evitar pérdidas de calor con el gas de salida.

Ahora bien, en contraposición al combustible incorpo
rado a los cuerpos con forma, los productos gaseosos de la
25 destilación seca, procedentes del combustible empleado en
calidad de lecho exterior, no actúan ya sobre los óxidos -
de hierro de manera directamente reductora, o bien lo hacen
tan sólo de manera muy secundaria. Su contenido de energía,
por lo tanto, únicamente puede ser aprovechado para los fi-
30 nes del procedimiento, mediante combustión y aprovechamien-



to del calor de la combustión para cubrir el consumo de calor de la reacción.

Una forma de realización preferente del procedimiento según el invento, prevé, por consiguiente, coordinar de tal modo la cantidad de combustible con contenido de componentes volátiles incorporada a los cuerpos con forma, y la cantidad de agente reductor que únicamente actúa en calidad de lecho exterior, que la cantidad total de productos volátiles de destilación seca desarrollados en el lecho exterior, sea precisamente suficiente para cubrir las necesidades de calor sensible del proceso. Así, por ejemplo, si se emplea un combustible con aproximadamente 40% de carbono fijo y 37% en peso de componentes volatilizables, entonces es conveniente, realizar aproximadamente 50% del trabajo de reducción mediante el combustible incorporado a las píldoras, y el 50% restante, mediante el lecho exterior.

Otra característica esencial del procedimiento de acuerdo con el invento, estriba en que los cuerpos con forma consistentes en óxido de hierro y el agente reductor sólido, con componentes volátiles, incorporado a ellos, que preferentemente se hallan en forma de gránulos esféricos confeccionados por el procedimiento de rodadura, se cargan en el horno reductor, a saber, un horno de tubo giratorio, en estado "crudo", es decir, sin calcinar ni secados previamente.

De acuerdo con otra forma de realización del invento, la resistencia mecánica en crudo de estos húmedos se aumenta, de la manera en sí conocida, mediante la adición de materias que sirvan para elevar su resistencia, tales como -



tierras activas, por ejemplo, bentonita, montmorilonita o similares.

5 Asimismo resulta posible, de acuerdo con el invento, regular el contenido de carbono del producto preliminar - terminado de reducir, inclusive un posible contenido de -
10 carbono en los propios granulos reducidos, de modo que sea precisamente suficiente para la reducci3n final y la carbu- raci3n para la obtenci3n del producto final deseado, por - ejemplo, arrabio, no proporcion3ndose preferentemente la -
15 energ3a precisa para la fusi3n por la combusti3n del conte- nido residual de carbono, sino, de la manera en si conoci- da, por v3a el3ctrica. En este caso puede ser conveniente, elegir el tama3o de grano del combustible empleado como le- cho exterior, algo mayor que el tama3o de grano del combus-
20 tible incorporado, es decir, convenientemente de 0 a 20 mm, preferentemente de 0 a 15 mm.

Una ventaja especial del procedimiento de acuerdo con el invento, estriba en que puede ser empleado tambi3n econ3- micamente para minerales de menor calidad, en especial para
25 minerales que de otro modo no pueden ser beneficiados de ma- nera econ3mica, por ejemplo, minerales con un contenido to- tal de hierro inferior a 60%, ya que el producto preliminar puede de todos modos ser fundido en un horno de cuba baja, -
30 escorific3ndose al mismo tiempo las impurezas.

El polvo arrastrado por los gases de salida del horno de tubo giratorio, puede ser separado, de la manera en s3 - conocida, en dispositivos separadores de polvo, por ejemplo, en ciclones, para de acuerdo con su contenido de carbono, -
35 incorporarlo a las p3ldoras en crudo, o bien aplicarlo sobre ellas como envolvente exterior.



Ejemplo de realización:

5 Un mineral de hierro molido a la finura de grano
precisa para confeccionar gránulos ($80\% < 60 \mu$), fué -
mezclado con 12% de carbón molido al mismo tamaño de gra
no, moldeándose sobre un plato de grajear, mediante rocía
do con agua, para formar gránulos de un tamaño de aproxi
madamente 15 mm. Los minerales de hierro contenían 47% de
10 Fe y tuvieron una pérdida por calcinación de alrededor de
11%. El carbón, un carbón de piedra rico en gases, conte
nía, además de 46 % de C fijo y 9% de cenizas, aproximada
mente 37% de componentes volátiles. El contenido de hierro
en los gránulos terminados fué de 42% y el contenido de C
fijo, de 7,3 %. Los gránulos fueron trasladados directamen
15 te desde el primer plato a un segundo plato, sobre el que
fueron envueltos, mediante la adición de agua, con una ca
pa de polvo procedente de un ciclón. La cantidad de dicho
polvo aplicada, ascendió a aproximadamente 7 - 8% y cores
pondió, por consiguiente, a la cantidad obtenida en la re
20 ducción en el horno giratorio, con relación al mineral em
pleado.

Los gránulos, que contenían aproximadamente 15% de
H₂O, fueron cargados en una cantidad de 150 kg/h en el hor
no de tubo giratorio, el cual estaba equipado con quemado
25 res de envolvente distribuidos por su longitud y con dos -
dispositivos de carga sucesivos para carbón en la envolven
te del horno. El horno tenía 7,83 m de largo y poseía un -
diámetro interior de 0,5 m.

Los gránulos fueron secados en la zona de caldeo del
30 horno, es decir, aproximadamente en su primer tercio, donde



fueron puestos a la temperatura de reducción (1100°C), con lo que fueron reducidas por el carbón contenido en los gránulos, para terminar de ser reducidos en la parte restante del horno. Para la reducción final se introdujo en el horno de tubo giratorio el mismo carbón que estaba incorporado a los gránulos, empleándose para ello los dispositivos de carga dispuestos en la envolvente del horno aproximadamente al final de los tercios primero y segundo del horno, y cargándose aproximadamente 12,5 kg/h por cada uno de dichos dispositivos, o sea, 25 kg/h en total.

Los componentes gaseoso contenido en el carbón, fueron destilados en seco en las condiciones reinantes en el horno de tubo giratorio y, junto con el exceso de CO procedente de la reducción, fueron quemados en su mayor parte en la zona de caldeo del horno con ayuda del aire introducido a través de quemadores de la envolvente, aprovechándose así para el calentamiento de la carga y para cubrir las necesidades de energía. No fué necesario calentar adicionalmente el horno de tubo, giratorio, por ejemplo, con gas del alumbrado o aceite.

En total, es decir, incluido el carbón incorporado a los gránulos, se introdujeron en el horno 0,85 kg de carbón/kg de Fe. La carga extraída del horno fué dividida, mediante clasificación y separación magnética, en gránulos prerreducidos y raspaduras de gránulos, por una parte, y exceso de carbón, por otra. El producto prerreducido estaba metalizado en un 55%, es decir, que aproximadamente 70% del oxígeno originalmente ligado al hierro, había sido degradado. Toda la carga extraída del horno contenía todavía

22



unos 0,15 kg de C fijo/kg de hierro, es decir, la cantidad de carbono necesaria para la reducción final, por ejemplo, en un horno eléctrico de fundición, así como para la carburación para obtener arrabio. Por consiguiente, habría sido posible introducir todo el producto de la reacción directamente en el horno eléctrico, sin previo enfriamiento, para seguir tratándolo en éste, sin necesidad de haber agregado agentes reductores adicionales o de haber separado el exceso de carbón.

Si no se incorporaba ningún carbón a los gránulos, sino que la misma cantidad de carbón por unidad de hierro se agregaba, bien sea en parte centralmente o exclusivamente a través de los dispositivos de carga de la envolvente, entonces el grado de reducción en el producto previamente reducido era de tan sólo alrededor de 35% de metalización, lo que corresponde a una degradación de oxígeno en un 45 - 50%. La carga extraída del horno contenía también en este caso la cantidad de carbono sólido necesaria para la transformación en arrabio.

Para conseguir un grado de reducción de 70%, sin tener que incorporar para ello carbón, fué necesario aumentar en tal modo la cantidad de carbono introducida por unidad de hierro, que en la salida del horno todavía existían en la carga extraída 0,3 kg de C fijo/kg de Fe. El contenido de C fijo en la carga extraída del horno fué, por lo tanto, más del doble que la necesaria para la producción de arrabio.

Para la incorporación de carbones ricos en gases y a efectos de aprovechar los componentes volátiles de estos carbones para la reducción, puede simplificarse y abaratar



se sustancialmente el proceso de la reducción previa en el horno de tubo giratorio, mediante el tratamiento inmediatamente siguiente en un horno eléctrico. Por una parte se suprimen, en la carga en caliente del producto extraído del horno, los dispositivos de enfriamiento y preparación, mientras que, por otra parte, se ahorra la energía eléctrica por la carga en caliente y el grado de reducción, 20 puntos más elevado con relación a los métodos de trabajo antiguos. El ahorro de energía eléctrica sería, por ejemplo, en el caso descrito, es decir, en una reducción previa a 70% y una carga en caliente a más de 700°C, de más de 400 kWh/t de hierro, frente a una reducción previa de tan sólo 50% y carga en frío.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Rep. Fed. Alemana, el día 7 de diciembre de 1.962, bajo el núm. M 55.045 VIa/18a, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

1.- Un procedimiento para la reducción de minerales de hierro oxídicos a efectos de obtener un producto preliminar, cuyo contenido en hierro esté presente, al menos en parte, en forma metálica, mediante tratamiento reductor de cuerpos con forma hechos de los minerales de hierro oxídicos con un agente reductor carbonado sólido, en un horno de tubo giratorio, encontrándose los cuerpos con forma en un

293104



lecho de agente reductor carbonoso sólido y actuando de manera reductora el CO que se desarrolla en dicho lecho, caracterizado porque a los cuerpos con forma se les incorpora una parte del agente reductor preciso para el trabajo de reducción total, en forma de combustible que contenga componentes volátiles, reduciéndose preliminarmente estos cuerpos con forma con ayuda del combustible incorporado, y terminándose de reducir con ayuda de un lecho exterior de otro agente reductor.

10 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los cuerpos con forma son cargados en el horno de tubo giratorio en estado "crudo", es decir, sin secar previamente y sin calcinar.

15 3.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el agente reductor necesario para el lecho exterior no se carga en el horno tubular giratorio hasta la zona final de éste, preferiblemente hacia su tercio final.

20 4.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la cantidad de agente reductor incorporado a los cuerpos con forma se coordina con la cantidad del agente reductor contenido en el lecho exterior, de manera que de este último solamente escape la cantidad de productos volátiles de la destilación en seco, necesaria para ser aprovechada para cubrir por combustión las necesidades de calor del procedimiento.

25 5.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la cantidad total del agente reductor incorporado a los gránulos y empleado como lecho exterior, se calcula de tal modo que el contenido de

30



carbono del producto total extraído del horno, baste justamente para la reducción final y la carburación, para obtener el producto final deseado.

5

6.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque como producto final se obtuvo arrabio, preferiblemente por fusión en un horno de cuba baja, por ejemplo, en un horno eléctrico.

10

7.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la resistencia mecánica en crudo de los cuerpos con forma cargados en el horno de tubo giratorio, se aumenta, de la manera en si conocida, mediante la adición de materias que aumentan dicha resistencia, por ejemplo, tierras activas.

15

8.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el tamaño de grano del combustible empleado como lecho exterior, se elige mayor que el del incorporado a los gránulos, siendo convenientemente entre 0 y 30 mm.

20

9.- Un procedimiento para la reducción de minerales de hierro, oxídicos.

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

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

25

Madrid,

22 NOV. 1953

P. A.

Albano de Elizaburu
Pat. Paten.

293104