

9 SEP. 1963



289176

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 19 de junio de 1963, con el número 289.176

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana establecida en Reuterweg 14, Frankfurt (Main), Alemania, por:

"PROCEDIMIENTO PARA LA REDUCCION DE OXIDOS DE HIERRO"

=====

El invento se refiere a un procedimiento, y a dispositivos apropiados para su realización, destinado a la reducción de óxidos de hierro de cualquier fase de oxidación, sobre todo concentrados, para obtener esponja de hierro mediante caldeo de los óxidos de hierro, previamente aglomerados, por ejemplo, en forma de briquetas o de píldoras, en un horno de tubo giratorio y con un exceso de agentes reductores sólidos, disponiendo el horno de quemadores distribuidos en su envolvente, que suministran una parte sustancial del calor de reacción necesario.



La misión y objetivo del invento estriban, por una parte, en hacer innecesario el endurecimiento de los aglomerados (briquetas o píldoras), que hasta ahora se consideraba necesario antes de introducir los aglomerados en el horno de tubo giratorio para su reducción; por otra parte, en variar considerablemente, en más o en menos, la gama de tamaño de grano de los aglomerados, que en la práctica se elegía, en esta clase de reducción en horno de tubo giratorio, entre los límites de 6-15 milímetros de diámetro. (Compárense la patente canadiense n° 617.445 y la patente estadounidense n° 3.029.141), de modo que, por ejemplo, en el grageado conocido de los concentrados en tambores, se reduce sustancialmente el retorno del grano de diámetro deficiente, si es que no se hace totalmente superfluo; finalmente, en crear una píldora cruda que pueda reducirse de manera especialmente fácil y en grado elevado, y que, eventualmente pueda ser convertida a continuación en briquetas. Los aglomerados (píldoras) obtenidos y reducidos por el procedimiento del invento, son especialmente apropiados, a base de su resistencia mecánica y microporosidad, para su empleo en altos hornos, cubilotes, hornos Siemens-Martin, hornos de arco voltaico y de inducción, así como convertidores de oxígeno.

Sobre la fabricación de píldoras húmedas, las denominadas píldoras crudas, deformables plásticamente, ha informado ya Kurt Meyer en la revista "Stahl und Eisen", 1.956, páginas 588 - 595, y 1.962, páginas 147 - 154. De este estado de la técnica parte sustancialmente el presente invento. Según ello, se conocen tres procedimientos de endurecimiento, a saber, la calcinación en horno de cuba,

289176



en parrilla móvil y en horno giratorio, así como sobre cinta de sinterización caldeada por gas o por aceite, (también en la revista más arriba indicada, 1962, página 148).

Este conocido endurecimiento de las píldoras crudas o aglomerados similares, llevado a cabo en un horno de tubo giratorio como fase previa de la reducción siguiente, resulta superfluo de acuerdo con una característica del invento, debido a que la conocida zona de caldeamiento en uno de tales hornos de tubo giratorio, se utiliza para el calentamiento de los aglomerados directamente a la temperatura de reducción, evitándose la calcinación dura de los aglomerados. Los ensayos han demostrado, ante la natural sorpresa, que es posible cargar los aglomerados húmedos o las píldoras crudas, deformables plásticamente, directamente en el horno de tubo giratorio destinado a la reducción y equipado con quemadores distribuidos a lo largo del horno, sin que como consecuencia del esfuerzo mecánico y la repentina extracción del agua por el calentamiento, se produzca una destrucción de las píldoras plásticas, lo que en sí era de esperar. De acuerdo con otra característica del invento, se puede, al mismo tiempo, elevar aún el contenido de agua de los aglomerados (píldoras crudas) en la proporción en que lo permita la estabilidad de forma del material de partida (concentrado) empleado en cada caso para el grageado, por ejemplo, hasta un contenido de agua de 12 % tratándose de óxidos de hierros muy concentrados. En combinación con este contenido adicional de agua, o bien también sin él, se puede rodear (espolvorear) la píldora cruda húmeda, antes de ser cargada o al ser cargada en el horno de tubo giratorio, con una capa de

289176



combustible.

Mediante la introducción directa de los aglomerados o píldoras crudas en estado húmedo, sin secar o calentar previamente, en el horno de tubo giratorio como horno de reducción, se produce un nuevo cuerpo con forma o píldora que, frente a la píldora calcinada y endurecida, posee después de la reducción una microporosidad bastante más elevada y, con ello, un peso específico aparente (densidad) menor, del orden de aproximadamente $1,3 \text{ g/cm}^3$ y a pesar de ello, una resistencia mecánica pronunciadamente mayor, así como un grado de reducción sustancialmente más elevado, combinado con un manifiesto aumento de rendimiento (30 %) a igualdad de tamaño de grano del material empleado. Al mismo tiempo desciende la temperatura de los gases de salida como consecuencia de la fuerte evaporación del agua en el extremo de entrada del horno de tubo giratorio, temperatura que en la carga de píldoras crudas de acuerdo con el invento, es de, por ejemplo 550°C , frente a aproximadamente 700°C cuando se cargan píldoras calcinadas, como hasta ahora era usual. Por la memoria alemana DAS número 1.058.080 (publicada el 27 de mayo de 1959 y ahora abandonada) se sabe que es posible aglomerar y secar los óxidos húmedos, en forma de píldoras, dentro de un tambor giratorio, con lo que, como es sabido, se produce un aumento de la resistencia mecánica, después de lo cual se conducen a un horno giratorio, en el que poco a poco se calientan hasta aproximadamente 1070°C (compárese el ejemplo de la Patente ya mencionada, columna 4, líneas 22 - 66). Con ello se producía, al cabo de una campaña en el horno de cuatro horas, una píldora dura, consistente en esponja de hierro



que, no obstante, estaba contraída, de modo que su densidad aparente había ascendido, por ejemplo, de 2,5 g/cm³ a aproximadamente 3,2 g/cm³. Esta contracción o este aumento del peso específico aparente, no se produce en el procedimiento según el invento, debido a la forma de caldeo de las píldoras crudas, en el que la temperatura de calcinación se limita a por debajo de la temperatura necesaria para la calcinación dura.

Mientras que en la calcinación conocida de las píldoras fuera del horno de reducción, el crecimiento de los cristales provoca que los granos resulten más bastos o bien que se inicie la aglutinación por escorificación, no se producen estos dos fenómenos en el procedimiento de acuerdo con el invento, consiguiéndose con ello una mayor velocidad de reducción y al mismo tiempo una mayor microporosidad.

Asimismo se forma, según se ha comprobado, y como consecuencia de la rápida iniciación de la reducción de los óxidos para formar hierro metálico, una envolvente metálica elástica, muy porosa que, frente a las píldoras calcinadas previamente, no impide que sigan penetrando los gases de reducción, sino que fomenta esta penetración, puesto que confiere a la píldora la sorprendente resistencia mecánica que conserva su porosidad primitiva, después de expulsada el agua, porosidad que se manifiesta en la gama de densidad ya citada, de aproximadamente 1,3 g/cm³.

Los cuerpos con forma o píldoras crudas reducidos por el procedimiento del invento, pueden comprimirse mucho más fácilmente que las píldoras precalcinadas y después reducidas, para formar una briqueta de superficie compacta y

289176



lisa, de tendencia correspondientemente menor a calcinarse. Asimismo, y de igual manera, se pueden también tratar mediante trituración, para convertirlos en polvo de hierro, ya que la estructura cristalina mencionada al principio
5 viene a servir de ayuda de la trituración, dada la gran microporosidad.

En lugar de la estrecha gama de tamaños de grano con que se venían fabricando en la práctica las píldoras crudas, de acuerdo con el estado de la técnica mencionada al principio, se pueden producir -y se producen- las píldoras
10 crudas empleadas en el procedimiento del invento, en una gama de tamaños de grano sustancialmente mayor, por ejemplo, de aproximadamente 3 - 25 milímetros de diámetro y mayores, cargándose en el horno giratorio de reducción en estado húmedo y, eventualmente, con un exceso de contenido de agua, y estando este horno giratorio equipado preferentemente con quemadores angulares, distribuidos por todo
15 su largo y cuyas desembocaduras se hallan montadas en dirección axial a contracorriente con relación a los gases del horno.
20

De acuerdo con la característica del invento ya mencionada, se recomienda rodear las píldoras crudas, en estado húmedo, con una capa de un agente reductor, (coque, carbón), antes de ser introducidas en el horno reductor.
25 Al mismo tiempo se puede incorporar también parte del combustible sólido necesario para la reducción, en los cuerpos con forma o píldoras, lo que resulta posible, por ejemplo, aproximadamente dentro de los límites de entre 10 y 40 % del combustible reductor. Ambas medidas pueden adoptarse fácilmente, directamente en el extremo de carga del
30



horno de tubo giratorio, para lo cual, por ejemplo, se le antepone un plato giratorio conocido, con un borde para polvo, o bien el conocido tambor giratorio o un vibrador, en calidad de dispositivo de carga. Cuando se emplea un tambor giratorio, se le pueda dotar, en su interior, con un tornillo sin fin de transporte, montado de manera fija, y aumentarse el número de revoluciones del tambor con relación al del horno de tubo giratorio. En todos los dispositivos de carga de este tipo, se trata de que las píldoras crudas, que se cargan en estado plástico y, eventualmente, con un contenido de agua premeditadamente elevado, sean tratadas de manera cuidadosa, a lo que contribuye su empotramiento en el combustible sólido para la reducción, durante la carga.

Por la patente estadounidense nº 2.329.043, se conoce una posición axial de las desembocaduras de los quemadores angulares, en el mismo sentido de la corriente de los gases del horno, y a contracorriente con relación al material de carga. En el procedimiento de acuerdo con el invento, por el contrario, se trabaja generalmente con la posición contraria de los quemadores angulares, es decir, a contracorriente con relación a los gases del horno. Tampoco se cargan los quemadores angulares con una mezcla precalentada de gas y aire, sino que se hacen funcionar a la manera de sopletes de soldadura, consistiendo el quemador angular en dos tubos quemadores coaxiales, y sirviendo el tubo exterior para la alimentación regulable de aire sobrepresión, y el tubo interior, a la alimentación regulable del gas. Con ello se puede ajustar la atmósfera del horno a voluntad, dentro de amplios límites. Finalmente es



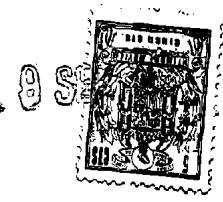
5 posible colocar las desembocaduras de los quemadores en la zona de caldeo, por ejemplo, radialmente con relación al eje del horno, o bien formando un ángulo con dicho eje, con el fin de provocar aquí una evaporación lo más rápida posible del agua contenida en las píldoras crudas.

Ejemplo de realización.

10 A base de un ejemplo de realización será explicado el objeto del invento más detalladamente, habiéndose empleado, en lugar de hematites, una magnetita natural o sintética, en forma de píldoras, puesto que se ha comprobado que precisamente la magnetita, difícilmente reducible, alcanza un grado de reducción sorprendentemente alto, gracias a ser introducida, en calidad de píldora cruda, directamente en
15 la zona de caldeo del horno de tubo giratorio.

Un concentrado de hierro (en total: 69-69,5 % de Fe, 0,15-0,2 % de azufre), que se presenta como magnetita natural, fué transformado en un plato grazeador y mediante adición de agua, en píldoras de 8,25 milímetros de diámetro. Como aglutinante, se agregó 0,5 % de bentonita. Las
20 píldoras fueron introducidas, en estado húmedo, es decir, con un contenido de agua de 7 %, en un horno de tubo giratorio, con camisa de calefacción, junto con coque menudo en calidad de agente reductor, y dolomita como agente para la extracción del azufre. El horno era de 9 m de largo,
25 con un diámetro interior de 0,5 m. Seis quemadores estaban distribuídos, como quemadores angulares, a lo largo de la envolvente del horno, a distancias aproximadamente iguales. El horno fué caldeado con gas de alumbrado, y cada hora se cargaron los siguientes pesos en húmedo:

289176



66 kg de píldoras crudas de 10-25 mm

40 kg de almendrilla de coque de 0-10 mm

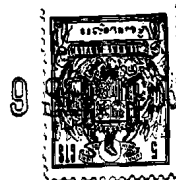
3 kg de dolomita de 1-3 mm

5 Las píldoras fueron reducidas en el horno de tubo giratorio durante 4-5 horas a una temperatura de 1.100° C, después de lo cual, fueron vertidas en un tambor refrigerador, donde se dejaron enfriar durante una hora hasta temperatura ambiente. El producto de hierro esponjoso fué separado en seco del exceso de carbón y del agente para la
10 extracción del azufre, mediante tamizado y separación magnética. El análisis dió el resultado siguiente:

	Fe total:	97,0 %
	Fe metálico:	95,0 %
	S:	0,03 %
15	C:	0,05 %.

El mineral, por lo tanto fué reducido hasta 98 % en hierro metálico; lo que corresponde a un grado de reducción de aproximadamente 99 %. La parte fina en el producto de hierro esponjoso, es decir, la parte inferior a 8
20 milímetros, ascendió a 35 %, es decir, que era del mismo orden que la parte fina que se producía en la reducción de píldoras calcinadas de magnetita de la misma procedencia. Como las píldoras crudas fueron introducidas en el horno giratorio de la misma manera que las píldoras calcinadas,
25 hay que atribuir esta parte fina a un esfuerzo mecánico antes de la reducción, mientras que la parte fina en la reducción de píldoras calcinadas tiene que ser explicada por desintegración durante la reducción. La superficie de las píldoras obtenidas, fué totalmente lisa y la propia
30 píldora, muy porosa. El volumen de los poros fué de 83 %.

289176



independientemente del tamaño de grano. El peso por unidad de volumen de las píldoras, fué, por lo tanto, correspondientemente muy bajo, ascendiendo a 1,3 g/c.c. Por el contrario se determinó un peso específico real de 7,4 g/c.c.,
5 asimismo independientemente del tamaño de grano y correspondientemente al elevado grado de reducción de 99 %. A pesar del pequeño peso por unidad de volumen, resultaron las píldoras más sólidas que las píldoras de magnetita de igual tamaño, que fueron calcinadas antes de su reducción.
10 Así, por ejemplo, las píldoras crudas reducidas de 15-20 milímetros de diámetro, no reventaron hasta una presión de 56 kg/píldoras, mientras que los valores correspondientes de píldoras calcinadas previamente, fueron de 41 kg/píldora. Las píldoras crudas reducidas, con un diámetro superior a 20 milímetros, pudieron ser cargadas con hasta 100
15 kg/píldora, antes de romperse.

El producto de hierro esponjoso obtenido directamente a partir de píldoras crudas, pudo ser transformado fácilmente en briquetas. Con una presión de $2,5 \text{ t/cm}^2$, se consiguió un peso por unidad de volumen de 4,5 g/c.c. En contraposición a las briquetas hechas con píldoras calcinadas fué la superficie de las briquetas hechas con píldoras reducidas, no calcinadas, totalmente lisa; no se pudieron ya reconocer los límites de los granos de las píldoras empleadas.
25

Paralela a la buena aptitud de briquetado de las píldoras fué su facilidad de molturación; después de trituradas previamente en un molino de percusión hasta un tamaño inferior a 2 milímetros, pudieron ser molidas en un tiempo muy breve y utilizando molino de barras, hasta un tamaño
30

289176



de grano inferior a 0,04 milímetros.

En el dibujo ha sido representado un ejemplo de realización para una disposición y dispositivo destinado a la carga directa de las píldoras crudas en un horno de tubo giratorio, o bien en su zona de caldeo. En la parte superior derecha del dibujo ha sido representado un plato grageador 1 con borde para polvo 2, en sí conocido, en el que se confeccionan las píldoras crudas y se proveen con una capa de polvo, por ejemplo, de un combustible sólido pulverulento. Estas píldoras crudas caen directamente al dispositivo de carga 4, tal como se ha indicado con la flecha 3, dispositivo que pasa por la cabeza 5 del horno de tubo giratorio 6 y que, en el dibujo, ha sido representado como vibrador, estando éste obturado en el lugar de paso de manera elástica y estanca para los gases, con relación a la cabeza del horno. El combustible sólido para la reducción, con una granulación conocida, se carga a la derecha en el extremo de más afuera 7 del dispositivo de carga, de modo que las píldoras crudas bien sea con, o bien sin carbón en polvo, caen en este lecho de combustible, pasando con él al horno de tubo giratorio. Como última carga se ha previsto, poco antes de la cabeza del horno, en el punto 8, la adición conocida de un agente para la extracción del azufre (caliza, dolomita). Los gases calientes de salida, indicados por las flechas 9 y 10, bañan el dispositivo de carga 4 (vibrador o tambor giratorio), con lo que ya durante la carga, se inicia el secado de las píldoras (no dibujado).

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Alemania, el día 30 de junio de 1962, bajo el número

289176



M 53.402 Via/18a, se accge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- N O T A -

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 siguientes:

10 1.- Un procedimiento para la reducción de óxidos de hierro (concentrados) a esponja de hierro mediante calentamiento de los óxidos de hierro, aglomerados en forma de briquetas o de píldoras, en un horno de tubo giratorio con un exceso de agente reductor sólido, caracterizado porque
15 los aglomerados (píldoras crudas) fabricados de la manera conocida, se introducen en estado húmedo, deformable plásticamente, directamente en un horno de tubo giratorio, provisto de quemadores angulares, distribuidos en su envolvente y destinados a regular la atmósfera de gas en el
20 horno, siendo suministrada una parte sustancial del calor de reacción por los quemadores y calentándose rápidamente en la zona de caldeo de este horno a una temperatura inferior a la necesaria para la calcinación dura de las píldoras fuera del horno, preferentemente a la temperatura
25 de reducción (1.100° C).

2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por aumentarse el contenido de agua de los aglomerados (píldoras crudas) hasta el punto que resulta posible en atención a la conservación de su forma.

30 3.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones



ciones 1 y 2, caracterizado porque los aglomerados o píldoras crudas se envuelven, antes o preferentemente al ser cargadas en el horno del tubo giratorio, con una capa de agente reductor, pudiéndose llevar a cabo, eventualmente en dos fases, primeramente un espolvoreado con combustible pulverulento, y después un enterramiento en combustible granulado.

4.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque parte del combustible sólido, empleado para la reducción, se incorpora ya a las píldoras crudas.

5.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque las píldoras crudas se fabrican y se cargan en el horno de tubo giratorio, en una gama de tamaño de grano comprendida entre aproximadamente 3-25 milímetros y superior.

6.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque el horno de tubo giratorio se caldea con quemadores angulares del tipo de sopletes de soldadura, colocándose las desembocaduras de los quemadores angulares en la zona de reducción, axialmente y a contracorriente con relación a los gases del horno, mientras que las desembocaduras de los quemadores angulares en la zona de caldeo, se pueden ajustar radialmente o formando ángulo agudo con el eje del horno.

7.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque las píldoras crudas se fabrican a partir de concentrados de magnetita natural o artificial.

8.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones



ciones 1-7, caracterizado porque con las píldoras reducidas y enfriadas, se forman briquetas.

9.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, caracterizado porque las píldoras reducidas son tratadas para transformarlas en polvo de hierro.

10.- Un dispositivo para la realización de los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, caracterizado por montarse un dispositivo grageador directamente delante de la abertura del horno de tubo giratorio de reducción.

11.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por un tambor giratorio que penetra en la zona de caldeo del horno de tubo giratorio y que está provisto con dispositivos para aumentar la velocidad de rotación frente a la velocidad del horno de tubo giratorio.

12.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por un plato grageador con borde para polvo, y por un vibrador montado a continuación en calidad de dispositivo de carga delante del horno de tubo giratorio, pudiéndose cargar escalonadamente y de forma sucesiva espacialmente, agentes reductores sólidos y agentes para la extracción del azufre.

13.- Procedimiento para la reducción de óxidos de hierro.

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

Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina

289176

por una sola cara.



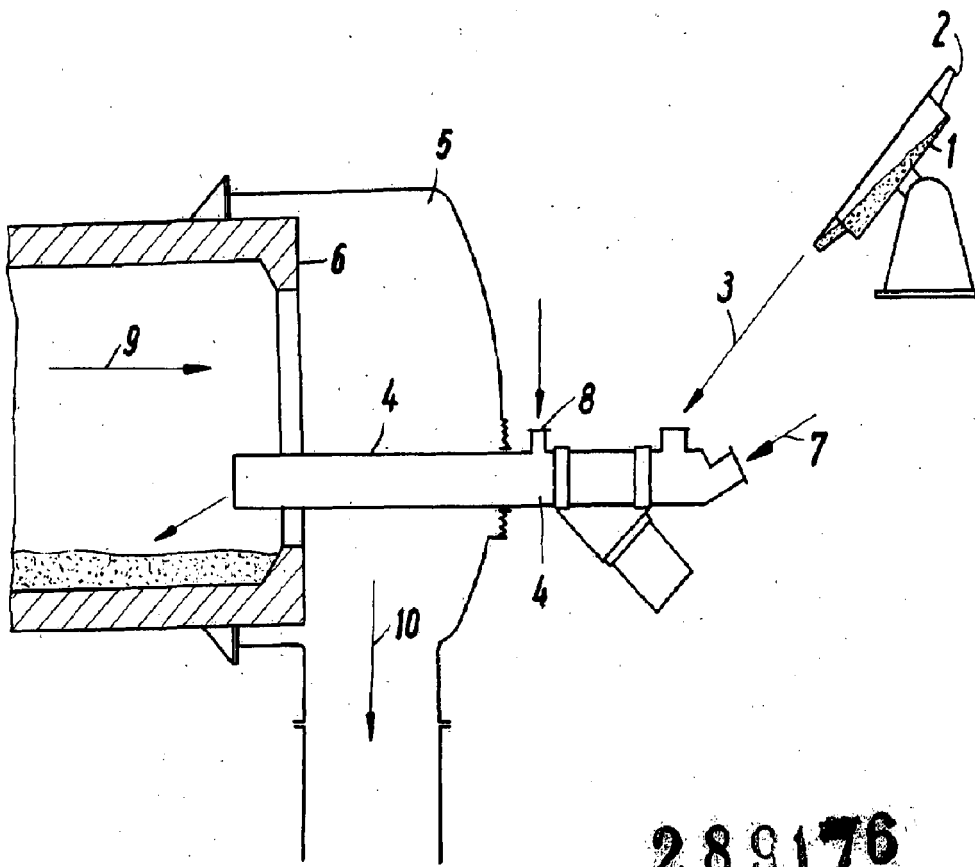
Madrid, 9 SEP. 1963

P.A.

Aldon. de Elcano
Per. Páden.

289176

A.F.A.



289176

Autent. ca. Elizabetha
Pohl Pohl
[Handwritten signature]

4/10/20