



PATENTE DE INVENCION
=====

Case 4441

331090

Memoria Descriptiva
sobre

"Procedimiento para la metalización de gránulos de
mezcla finamente dividida de óxido de hierro y de
agente carbonoso reductor".

Solicitante: MIDLAND-ROSS CORPORATION,
entidad norteamericana, residente en
55 Public Square, Cleveland, Ohio,
EE. UU. de A.

Este invento se refiere a un procedi-
miento para la preparación de gránulos o nódulos,
previamente reducidos y metalizados, adecuados para
utilizarse en altos hornos o en hornos de acero,
partiendo de materiales que contengan óxido de hierro.

5.

**POOR
QUALITY**



- Este invento se relaciona además con la obtención de grandes cantidades de gránulos o nódulos metalizados o previamente reducidos, dotados de propiedades físicas y metalúrgicas que sean superiores a las de los gránulos o nódulos conocidos. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.
5. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.
10. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.

- Para que un gránulo o nódulo sea útil para la industria del acero, ha de tener propiedades estructurales que le permitan resistir el manejo brusco en cantidades elevadas, por ejemplo al cargarse en una embarcación para mineral, o al descargarse de la misma y apilarse. Además, el gránulo ha de tener buenas propiedades para resistir los elementos atmosféricos durante períodos de tiempo prolongados, sin que por esta causa se cambien de modo apreciable las propiedades físicas o metalúrgicas del mismo. Además, un gránulo ha de estar dotado de una densidad elevada, como es corriente conseguir, con objeto de que una carga de dichos gránulos en un alto horno, contenga la máxima proporción de hierro por unidad de volumen.
15. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.
20. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.
25. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.

- Un método conocido que proporcionará gránulos dotados de las características citadas es aquél en que se emplea la técnica de "calor rápido".
30. Este invento se refiere más especialmente a un procedimiento para la obtención de gránulos o nódulos metalizados utilizando lo que en la técnica se denomina método de "calor rápido" en el que un gránulo o nódulo de mineral de hierro y material interno carbono, se metaliza en un período de tratamiento de pocos minutos solamente.



5. pido" que implica temperaturas relativamente elevadas y períodos reducidos de circulación. El procedimiento conocido consiste en calentar una masa aglomerada de óxidos de hierro y carbón en una atmósfera de horno directamente calentado, prácticamente exento de oxígeno libre, a temperaturas superiores a 1205°C, en cuestión de pocos minutos. La masa aglomerada se calienta rápidamente a fin de que los gases desprendidos por la misma la protejan de los defectos de la atmósfera ambiente en el horno, permitiendo así el empleo de un horno de caldeo directo.

15. Sin embargo, éste procedimiento no produce necesariamente gránulos dotados de las propiedades deseadas.

20. Constituye por tanto un objeto de este invento, el proporcionar un procedimiento para metalizar material compacto constituido por óxidos de hierro y productos carbonosos, por cuyo medio se obtienen gránulos de densidad elevada.

25. Los gránulos "crudos", compactados, de mineral de hierro concentrado, se preparan partiendo de una mezcla que contenga el mineral de hierro, 10 a 20% de material carbonoso, agua, y un aglomerante adecuado. Los gránulos se secan primero a una temperatura con preferencia inferior a 316°C, etapa de secado que se incluye para evitar la exfoliación que puede ocasionarse secando los nódulos compactados con demasiada rapidez y a una temperatura demasiado elevada. Los gránulos secados, se introducen
- 30.

10 No

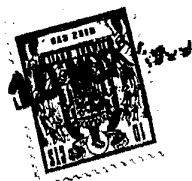
- luego en un espesor de 1 a 2 capas, sobre la superficie de un horno de solera y se calientan exponiéndolos a un generador de calor radiante, a una temperatura de 982 a 1205°C. Tal como se emplea a
- 5. continuación, la locución "exposición a un generador de calor" significa que los gránulos están tan próximos al generador de calor, que cualquier cambio apreciable en la temperatura del generador dará inmediatamente por resultado un cambio de temperatura en los gránulos, y si se exponen un tiempo suficientemente prolongado, los gránulos alcanzarán una temperatura prácticamente igual a la del generador. Los gránulos se exponen al generador de calor, a una temperatura de 982 a 1205°C, durante un período de 1 a 3 minutos, etapa que se conoce con la denominación de fase de caldeo previo; durante este tiempo, los componentes volátiles del mineral de hierro de los materiales carbonosos se expulsan de los gránulos. Estos se exponen luego, durante un período de 4 a 12 minutos a un segundo generador de calor radiante, a una temperatura comprendida entre 1260 y 1427°C, en una atmósfera prácticamente exenta de oxígeno libre y que contenga menos del 10% de gases combustibles. Durante esta segunda etapa de caldeo, los gránulos se metalizan, o sea, se desarrolla una reacción en la que se forma hierro y se desprenden CO y CO₂. La metalización es una reacción endotérmica. Sin embargo, la temperatura del generador de calor es algo superior a la en que se realiza esta reacción endotérmica. Más específicamente
 - 10.4
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



- camente aún cuando el calor del generador esté comprendido entre 1260 y 1427°C, la temperatura de los gránulos permanece algo inferior, dado que parte del calor recibido por dichos gránulos, se consume en la realización de la reacción endotérmica.
5. Después de un tiempo suficiente para que los gránulos se metalicen, permanecen expuestos a un generador de calor a 1260-1427°C, pero la atmósfera se cambia aumentando la cantidad de gases combustibles a un exceso de 10%. Los gránulos se exponen al ambiente final durante un período de 1 a 3 minutos, tiempo en el que se forma una fase líquida incipiente de óxido de hierro y sílice, y los gránulos experimentan una proporción apreciable de contracción.
10. Después de ésta, los gránulos se enfrían por exposición a un receptor de calor, tal como una placa de refrigeración.
15. El trabajo experimental se ha realizado primeramente con minerales de hierro de elevada concentración tales como los que se obtienen y utilizan en la actualidad para la fabricación de gránulos de óxido para altos hornos; sin embargo, el procedimiento es igualmente aplicable a los demás materiales que contengan óxido de hierro, tales como humos de embarcaciones con insuflación de oxígeno, humos de hornos de solera abierta o Siemens-Martin, polvo de los productos gaseosos de los altos hornos, o cualquiera de los minerales de hierro de embarque directo que se encuentran en distintas partes del mundo. La labor se ha dirigido principalmente a la
- 20.
- 25.
- 30.



- utilización de reductores carbonosos de coste relativamente reducido, tales como el carbón o lignito natural, de Pocahontas, dado que el coste del reductor carbonoso se hace extremadamente importante al proyectar la fabricación de gránulos metalizados,
5. a escala comercial. Además, las mejoras son aplicables también a otras formas de reductor carbonoso tales como carbón antracitoso, coque metalúrgico o coque de petróleo. Más específicamente se utilizaron
10. dos tipos de mineral de hierro de concentraciones distintas, uno de ellos un concentrado que tenía principalmente magnetita con algo de hematites y aproximadamente 4% de sílice, y el otro constituido principalmente por magnetita con muy poca hematites y
15. alrededor de 7 a 8% de sílice. Como reductor carbonoso se utilizaban finos naturales de carbón Pocahontas del tipo corrientemente utilizado como parte del material de alimentación para los hornos de coque de las acerías.
20. La labor experimental se ha dirigido a la preparación de gránulos metalizados en dos grados, al 60% y al 90%. En los primeros, el 60% del hierro total se presenta en forma de hierro metálico, y en los segundos, el 90% del hierro está en forma de
25. hierro metálico. La razón para investigar no solo la metalización al 90% sino también la del 60%, es que la carga de un alto horno no precisa necesariamente ser de la metalización más elevada, ya que esto tendería a hacer que el alto horno funcionara
30. de un modo demasiado parecido a un cubilote. Por



otra parte, con la metalización más elevada, la carga de un alto horno podría muy bien ser una mezcla de gránulos altamente metalizados y gránulos convencionales, de óxido, para la eficiencia óptima de dicho horno. Independientemente del grado de metalización deseado, el proceso de este invento se aplica a una variedad elevada de metalización.

5. El procedimiento se ha perfeccionado mediante el uso de esferillas de 12,7 y 22,23 mm de diámetro preparadas bien en un tambor o en un disco de aglomeración. El proceso se aplica igualmente bien, desde luego, a minerales en forma de briquetas o de otros tipos de compactación.

10. La primera etapa del proceso de metalización consiste en preparar bolas adecuadamente "crudas". Para ello, se añaden carbón natural de Pocahontas, molido hasta una finura media de aproximadamente el tamiz 200, y una pequeña cantidad de bentonita, a un concentrado de mineral de hierro de una finura de aproximadamente 75 a 80% inferior a la del tamiz de 325 mallas. Se agrega agua suficiente a la mezcla, para la aglomeración adecuada. Para un mineral de hierro concentrado que contenga alrededor de 95% de óxido de hierro, la cantidad de carbón Pocahontas necesario por 45 kilos de concentrado seco, es aproximadamente de 6,52 a 7,56 kilos para la metalización al 60%, y de 9,45 a 10,35 kilos para la metalización al 90%.

15. La segunda etapa de este procedimiento es el secado de las bolas "crudas" de un modo con-

20.

25.

30.



- vencional para evitar la exfoliación debida al secado demasiado rápido, y también la oxidación o quemado de una cantidad apreciable del carbón contenido en la esferilla. La etapa de secado, se realiza con preferencia en un horno del tipo de transportador perforado en el que las esferillas se cargan hasta una profundidad de 152 a 203 mm, y el secado se realiza por circulación forzada de aire o gases calentados. En la etapa de secado,
5. ha de procurarse cuidadosamente no dejar que las esferillas que se secan alcancen una temperatura superior a 316°C, si existe oxígeno libre presente en los gases de secado. El concentrado de magnetita, y el carbón de Pocahonta, tienen un punto de "ignición" aparente de 343°C aproximadamente.
10. Después del secado de las bolas, la etapa inmediata es el caldeo previo, En la etapa de caldeo previo, las bolas se calientan con preferencia a una temperatura de 871 a 982°C en un período de 1 a 3 minutos, sometándose las bolas secas a calor de un generador de calor radiante de una temperatura del orden de 982 a 1205°C. Durante la etapa de caldeo previo, se expulsan de las bolas los componentes volátiles del carbón y del concentrado de mineral de hierro. Durante la etapa de caldeo previo, cada esferilla, en realidad, se desvolatiliza y calcina. Se ha comprobado que esta etapa de caldeo previo ha de realizarse con gran rapidez con objeto de llevar a cabo simultáneamente una serie de cosas como sigue: primero,
15. 20. 25. 30.



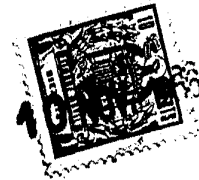
- la rápida desvolatilización resultante en una apreciable desulfuración del carbón u otras formas de carbono. Los compuestos volátiles de azufre se permiten escapar de las bolas antes de que se presente cualquier metalización real en grado apreciable, metalización que inhibiría la desulfuración.
5. En segundo lugar la rápida evolución de componentes volátiles que se desprenden de las esferillas, protege a éstas contra los gases de la atmósfera del
10. horno. Así, la atmósfera ambiente del horno, utilizada para dar lugar al generador de calor radiante no es crítica. La atmósfera del horno, con preferencia, son productos de combustión que permiten el empleo de un horno directamente calentado. Durante
15. la etapa de caldeo previo, la atmósfera del horno que rodea a los gránulos, puede contener algunos gases combustibles, o puede encerrar algo de oxígeno libre. En esta etapa del procedimiento, la atmósfera no es crítica dada la protección proporcionada
20. a las esferillas separadas, por los componentes volátiles producidos a ritmo rápido entre las esferillas. Una tercera razón para la etapa de caldeo previo, es el acondicionamiento de las esferillas para la ulterior metalización rápida colocando
25. todos los ingredientes del interior de las esferillas hasta una temperatura cerca de aquella en que ocurrirían rápidas reacciones de metalización, pero sin superponer los componentes volátiles liberados durante la metalización en los componentes
30. volátiles que se desprenden térmicamente de las

10 NOV



esferillas durante la etapa de caldeo previo.

- La cuarta etapa del procedimiento es la de metalización, que con preferencia se lleva a cabo en un período de 4 a 13 minutos, con objeto de hacer las bolas o gránulos insensibles para la atmósfera ambiente del horno y permitir el empleo de una atmósfera oxidable para el hierro, pero prácticamente exenta de oxígeno. Para la metalización rápida, los gránulos han de calentarse rápidamente a una temperatura de 1093 a 1151°C. Se ha comprobado que con gránulos que se hayan caldeado previamente a una temperatura de 871 a 982°C como en la etapa tercera anterior, la etapa de metalización puede llevarse a cabo sometiéndolos a calor radiante a una temperatura de 1260 a 1427°C, con lo cual no se presentará la exfoliación en "pétalos de rosa" u otras formas indeseables. Durante esta rápida metalización, el carbón del interior de los gránulos reacciona muy rápidamente para reducir el óxido de hierro metálico, con liberación de cantidades considerables de monóxido de carbono y de dióxido de carbono. Este tipo de reacción de metalización es altamente endotérmico, y tiende a mantener la temperatura del gránulo reducida a 151°C aún cuando el generador de calor radiante esté entre 1260 y 1427°C. La atmósfera del horno durante dicha metalización rápida, no es crítica permitiendo así el empleo de un horno directamente calentado con productos de combustión tales como atmósfera de la etapa de metalización.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



- La quinta etapa implica la contracción o aglomeración del gránulo o nódulo. Inmediatamente después de la etapa de metalización, el gránulo se calienta rápidamente a una temperatura de aproximadamente 1205 a 1260°C, en un período de 1 a 3 minutos, sometiéndolo a calor radiante de un horno a una temperatura de 1250 a 1427°C. Una vez prácticamente metalizado el gránulo durante la etapa de metalización, la cantidad de carbón residual es relativamente baja, y la reacción endotérmica se reduce en alto grado o se anula, permitiendo así que el gránulo responda muy rápidamente a la temperatura del horno y alcance una temperatura que se aproxima a la del horno. Durante la etapa de contracción, un nódulo de 22,23 mm de diámetro se contraerá aproximadamente a un diámetro de 15,88 mm, en un período de tiempo muy reducido. Esta rápida contracción se cree que se debe a una combinación de la formación de una fase eutéctica líquida incipiente entre "wustita" y sílice residuales, que se presenta por encima de 1177°C, y de una acción de aglomeración que tiende a aglomerar las partículas hierro metálico. Cuando el carbono reacciona durante la metalización, se forma una proporción considerable de vacío o hueco en el interior del gránulo; así, antes de la contracción, el gránulo es excesivamente poroso. Durante la contracción o aglomeración, los gránulos alcanzan un estado semiplástico. Se ha comprobado que durante la etapa de contracción, los gránulos deben permanecer inalterados en la solera
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



5. del horno, ya que son demasiado plásticos para su manejo físico o movimiento. Con objeto de que los gránulos retengan su forma durante la etapa de contracción o aglomeración, se ha comprobado también que la profundidad máxima permisible de los gránulos, en una solera de horno, es de dos capas aproximadamente.

10. La atmósfera del horno, durante la etapa de contracción, es más crítica que en el caso de la etapa de caldeo previo, y durante la etapa de metalización, dado que para todos los fines prácticos, no existen ya productos volátiles que se desprendan del gránulo. Durante la etapa de contracción o aglomeración, la atmósfera del horno puede ser de productos de combustión pero el contenido de combustibles de dichos productos ha de estar prácticamente comprendido entre 10 a 30% de combustibles totales (CO + hidrógeno). La conservación de una temperatura del horno de 1260 a 1427°C, con esta cantidad de combustible requiere bien el empleo de aire previamente calentado, o el enriquecimiento en oxígeno del aire de combustión, con objeto de utilizar un horno de caldeo directo.

15. La etapa de contracción o aglomeración es muy importante para las propiedades del gránulo metalizado terminado. La contracción o aglomeración, produce un gránulo con una resistencia muy elevada a la abrasión o roce, susceptible de resistir el manejo brusco y el apilado. La contracción o aglomeración aumenta en alto grado la densidad

20.

25.

30.



- masiva de los gránulos que constituye una característica deseable para el alto horno. Se han obtenido fácilmente gránulos metalizados de una densidad masiva tan elevada como 2233 g/l. La contracción o aglomeración proporciona además excelentes propiedades de resistencia a los agentes naturales, para el gránulo, Se eliminan todos los signos de "piroforicidad", o sea, el gránulo se hace pasivo muy efectivamente. No se sabe si la fase líquida incipiente que se forma durante la etapa de contracción, debida a la wustita residual que reacciona con la sílice y otros componentes de la ganga, o la acción de aglomeración de las partículas de hierro metálico, proporcionan la buena resistencia a la re-oxidación, cuando se exponen a los agentes atmosféricos en un montón.
- 5.
- 10.
- 15.

- La sexta etapa de este proceso de metalización, es una etapa de enfriamiento rápido en el que los gránulos básicos muy calientes se enfrían con rapidez a una temperatura del orden de 1093 a 1132°C o inferior, con preferencia por exposición de los gránulos contraídos o aglomerados a un captador de vapor enfriado con agua. Una refrigeración adecuada para permitir que los gránulos puedan manejarse físicamente y no estén ya en estado plástico, puede llevarse a cabo en 10 a 15 segundos, permitiendo que dichos gránulos irradian a un captador de calor, enfriado con agua. La refrigeración sirve para congelar cualquier fase líquida incipiente, así como para reforzar las partículas
- 20.
- 25.
- 30.



de hierro metálico aglomeradas. Después de este período de enfriamiento de 10 a 15 segundos, los gránulos metalizados calientes pueden impulsarse, amontonarse poco a poco, o dirigirse fácilmente al exterior de un horno pasando al interior de cualquier dispositivo adecuado de refrigeración y, si se desea, al interior de un depósito lleno de agua de refrigeración. La atmósfera del horno durante la etapa de refrigeración rápida, no es crítica, dado que el período de tiempo es muy corto.

Un ejemplo de aparato para la práctica del procedimiento de este invento, se representa en el dibujo adjunto, en el que la fig. 1 es un corte transversal esquemático y parcial de un horno transportador (de solera móvil) y de un horno de solera rotativa.

La fig. 2 es una vista transversal del horno de solera rotativa, por la línea 2-2 de la fig. 1.

Con referencia al dibujo, un horno transportador para el secado de gránulos "crudos" se representa en general en 10, y un horno de solera rotatoria, para metalizar los gránulos, está representado en general en 12. El horno transportador 10 comprende un cuerpo 14 del mismo y un generador de calor 16, que puede ser de cualquier tipo convencional, tal como resistencias eléctricas, quemadores de gas o gases calientes gastados que abandonan el horno de metalización, susceptibles de alcanzar una temperatura de hasta 316°C. Los grá-



5. nulos "crudos" 22, que pueden obtenerse por el medio antes descrito, se colocan sobre una correa rotativa 20 y se dirigen al interior del cuerpo 14 del horno, exponiéndose así al generador de calor 16 y secándose por este medio. Una vez secos los granulos, salen del cuerpo 10 del horno y se tratan en el horno 12 de solera rotativa.

10. El horno de solera rotativa 12 tiene una cámara de horno 24 dotada de una abertura 25 en la misma. La abertura 25 recibe un alimentador vibratorio 27 que sirve como medio para cargar los granulos secados 22 en el horno de solera.

15. En el interior de la cámara de horno 24 se dispone una solera anular 26 de un material refractario adecuado. Acoplados a la parte interior de la solera 26, existen un par de carriles circulares 28 sostenidos sobre elementos 30 provistos de ruedas, que se accionan por cualquier medio convencional de impulsión, por ejemplo por un motor eléctrico como se indica en 34, proporcionando así medios para hacer girar la solera 26 con respecto a la cámara 24.

20. Dispuestos alrededor del horno 12 e introducidos en el interior de la pared de cierre 24 del mismo, se montan una serie de quemadores o mecheros 36 y de tubos 48 de inyección de aire. Los quemadores 36 están inclinados formando un pequeño ángulo y se hallan dirigidos hacia el techo 38 del cuerpo 24, por cuyo medio chocan directamente sobre el mismo. De este modo, los quemadores

25.

30.



- 26 calientan el techo 38 y hacen que emita calor radiante. En el interior del techo 38 existe un conducto 42 que pasa a través del cierre 24, comunicando así el espacio 40 limitando por el techo 38 y la solera 26, con la atmósfera.
5. En el interior del horno de solera 12 y en inmediata proximidad de la abertura 25, se acopla una placa de refrigeración 44 constituida con un cuerpo metálico enfriado por agua con una superficie expuesta inmediatamente por encima de la solera 26. Entre la placa de refrigeración 44 y la abertura 45 se dispone un medio para retirar los gránulos 22 desde la solera 26 tal como, por ejemplo, una hélice enfriada por agua 46.
10. La solera 26, como se representa en la fig. 2, se impulsa para la rotación en sentido contrario al del reloj, mediante dispositivos impulsores 34. La cámara 12 del horno está separada en cuatro zonas distintas indicadas por A, B, C, y D.
15. Cuando la solera 26 gira, cada parte de la misma tiene un período de permanencia en cada zona determinado por el ritmo de rotación. En el interior de cada una de las zonas, la temperatura y la atmósfera puede controlarse, en parte, por los quemadores 36 y/o por los tubos 48 de inyección de aire. Después de secarse, los gránulos 24 se colocan sobre la solera 26 por el vibrador 27 en un espesor de una o dos capas, de tal modo que cada gránulo pueda tener una buena exposición al calor radiante emitido desde el techo 38. Al girar la solera 26 en un
- 20.
- 25.
- 30.



5. sentido opuesto al del reloj, los gránulos 22 se desplazan a través de la primera zona. En ésta, los quemadores 36 caldean la parte de tejado 38 de la zona A, a una temperatura de 982 a 1205°C, siendo la temperatura preferida, de 1121°C. La atmósfera de esta zona no es crítica ya que los productos volátiles se retiran del óxido de hierro y del material carbonoso que comprende el gránulo y sirven como atmósfera protectora contra la oxidación; sin embargo es preferible que la atmósfera esté constituida por los productos de combustión con menos de un 5% de combustible.

10. El ritmo de rotación de la solera se ajusta de tal modo que los gránulos permanezcan en la primera zona durante el período de 1 a 3 minutos por pulgada de espesor compacto.

15. En la segunda zona, indicada por "B", los quemadores 36 calientan el tejado 38 de la cámara 26, a una temperatura comprendida entre 1260 y 1427°C, siendo la temperatura preferida la de 1399°C aproximadamente. Durante este tiempo, los gránulos 22 experimentan una reacción endotérmica por cuyo medio se forma el hierro metálico y se desprenden CO y CO₂. Estos gases procedentes de los gránulos 22, protegen a éstos contra la atmósfera del horno; así, la atmósfera puede ser oxidante para el hierro como cuando contiene de 1 a 10% de combustible, y una parte del CO desprendido de los gránulos, puede quemarse para suministrar calor. La reacción que se realiza en los gránulos 22 es una reacción
- 20.
- 25.
- 30.



5. endotérmica, y la temperatura de los gránulos será prácticamente inferior a la temperatura del techo 38 de la solera, u horno 38. Los gránulos 22 se mantienen en la zona 2 durante un período de 4 a 12 minutos por pulgada de espesor compacto, de tal modo que la metalización de los gránulos resultará completa. Después de metalizarse los gránulos 22 y de completarse prácticamente la relación endotérmica, dichos gránulos penetran en la tercera zona indicada en "C".
10. En esta tercera zona el techo 38 del horno se mantiene entre 1260 y 1427°C siendo de 1371°C la temperatura preferida; sin embargo dado que la reacción endotérmica es prácticamente completa, la temperatura de los gránulos aumentará en alto grado.
15. Los gases del horno se dirigen en sentido contrario al de la rotación del horno. La zona 3 de éste, que es la zona de contracción o aglomeración de los gránulos, está equipada con quemadores convencionales de encendido directo, preparados para funcionar con aire enriquecido en oxígeno o previamente calentado, con objeto de disponer de una gran amplitud en relación con la concentración de combustibles de los productos de combustión, así como de la temperatura de la zona. La zona 2 está preparada con quemadores convencionales directamente encendidos, así como con tubos separados de inyección de aire 48 situados aproximadamente 457 mm por encima de la elevación de la solera. Estos tubos de aire 48 se disponen para quemar el combustible en exceso que circula desde la zona 3 a la zo-
- 20.
- 25.
- 30.



na 2, así como para quemar monóxido de carbono que se desprenderá de los gránulos durante la metalización. La zona 1 del horno está también preparada con tubos de inyección de aire análogos a los de la zona 2, y para el mismo objeto.

5.

La atmósfera en la tercera zona, cuando se emplea aire previamente caldeado, se mantiene con 10 a 30% de combustible con preferencia. Cuando se emplea aire enriquecido en oxígeno, el porcentaje de combustible preferido será más elevado, dependiendo del grado de enriquecimiento. Durante este período, los gránulos pasan a través de una fase líquida y además se contraen, de tal modo que se obtiene un aumento en la densidad. Después de completarse la contracción, los gránulos 22 se "congelan" sometidos a la acción de la placa refrigeradora 44 cuando penetran en la cuarta zona indicada en "D". La sumisión de los gránulos 22 a la acción de la placa refrigeradora 44, reduce la temperatura rápida y prácticamente por debajo de la temperatura de la fase líquida, de tal modo que cuando los gránulos 22 se someten a la acción de la hélice 46, están preparados para su manejo de modo mucho mejor y sin deformación alguna de su forma, y sin que se adhieran entre sí.

10.

15.

20.

25.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modifi-

30.



5. caciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Norteamérica nº 486.345 de 10 de septiembre de 1.965 acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PROCEDIMIENTO PARA LA METALIZACION DE GRANULOS DE MEZCLA FINAMENTE DIVIDIDA DE OXIDO DE HIERRO Y DE AGENTE CARBONOSO REDUCTOR"; caracterizándose por lo siguiente:
10. 1ª - Procedimiento para la metalización de gránulos de mezcla finamente dividida de óxido de hierro y de agente carbonoso reductor, caracterizado porque comprende el introducir los gránulos en un horno de solera para formar una capa de los mismos que tenga un espesor máximo de dos nódulos, y el someter los gránulos a una temperatura de 1326°C como mínimo, durante un período suficientemente prolongado para metalizar una parte apreciable del óxido y, a la vez, hacer que los gránulos se contraigan de tamaño.
15. 2ª - Procedimiento, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el caldeo se continua hasta que los gránulos se han contraído, en tamaño, por lo menos el 5% de su volumen primitivo.
20. 3ª - Procedimiento, según la reivindi-
- 25.
- 30.



cación 1ª y 2ª, caracterizado porque incluye la etapa de enfriar la superficie de los gránulos metalizados y contraídos, y de retirar a continuación los gránulos enfriados del suelo del horno.

5. 4ª - Procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por lo menos una parte de la contracción, puede atribuirse a la formación de una fase líquida entre los compuestos de óxido de hierro y silicio de los gránulos.
10. 5ª - Procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende las etapas de introducir los gránulos en un horno de solera, de hacer pasar los gránulos a través de la primera zona en la que se calientan para eliminar prácticamente todos los componentes volátiles de los mismos; de hacer pasar los gránulos desvolatilizados a través de una segunda zona en la que se calientan para dar lugar a una reacción endotérmica entre el óxido de hierro y el agente reductor carbonoso, a fin de reducir el óxido de hierro a hierro, para formar gránulos metalizados, y de hacer pasar los gránulos metalizados a una tercera zona de caldeo, en la que se crea una fase líquida o plástica en el interior de los nódulos para reducir el volumen de cada uno de ellos, y de hacer pasar los gránulos metalizados y contraídos al interior de una cuarta zona en la que la temperatura de los gránulos se reduce para solidificar la fase líquida.
25. 6ª - Procedimiento, según la reivindicación 5ª, caracterizado porque los gránulos se ca-
- 30.



5. lientan en la primera zona durante un período de 1 a 3 minutos, por cada 25,4 mm de espesor de la capa de los mismos, y los gránulos permanecen en la segunda zona durante un período de 4 a 12 minutos por cada 25,4 mm de espesor, y se detienen en la tercera zona durante un período de 1 a 3 minutos por cada 25,4 mm de espesor.

10. 7ª - Procedimiento, según la reivindicación 7ª, caracterizado porque la temperatura en la primera zona está comprendida entre 982 y 1205°C; la temperatura de la segunda zona está comprendida entre 1260 y 1427°C y la temperatura de la tercera zona está comprendida entre 1260 y 1427°C.

15. 8ª - Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque antes de introducir los gránulos en el horno de solera, el óxido de hierro y el material reductor carbonoso se mezclan con agua y se granulan y los gránulos mojados así obtenidos, se secan para
20. eliminar una parte apreciable del agua de los mismos, antes de introducirlos en el horno de solera.

25. 9ª - Procedimiento, según las reivindicaciones 8ª o 9ª, caracterizado porque la atmósfera en la primera zona de caldeo está prácticamente exenta de oxígeno y tiene menos del 5% de gases combustibles; la atmósfera en la segunda zona está prácticamente exenta de oxígeno libre y contiene menos del 10% de gases combustibles, y la atmósfera en la tercera zona está prácticamente exenta
30. de oxígeno libre y contiene menos del 10% de ga-



ses combustibles.

5. 10ª - Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los gránulos se enfrían haciéndolos pasar junto a una placa enfriada por agua, que penetra en el interior del horno de solera.

10. 11ª - Procedimiento para la metalización de gránulos de mezcla finamente dividida de óxido de hierro y de agente carbonoso reductor, tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de veintitrés hojas escritas a máquina por una sola cara.
Madrid,

MIDLAND-ROSS CORPORATION,

J. GOMEZ ACEBO Y MOJER
c. c. Fundador F. Hernández Rojas

NOV. 1956

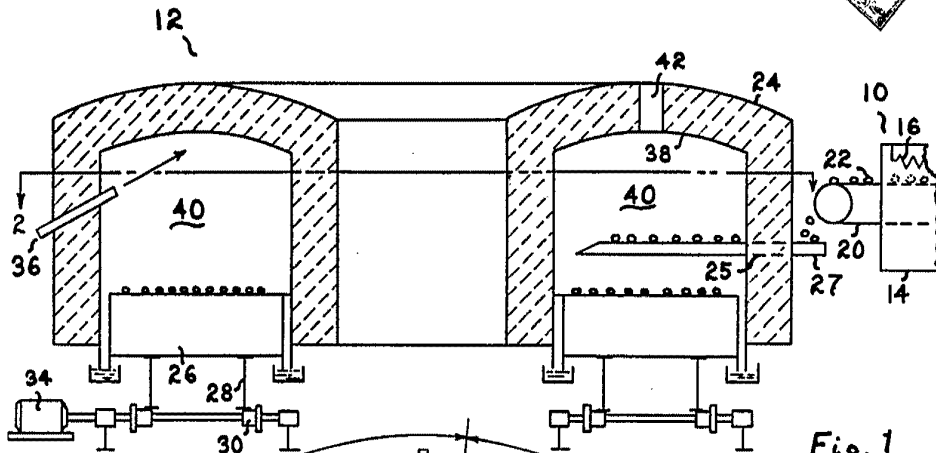


Fig. 1

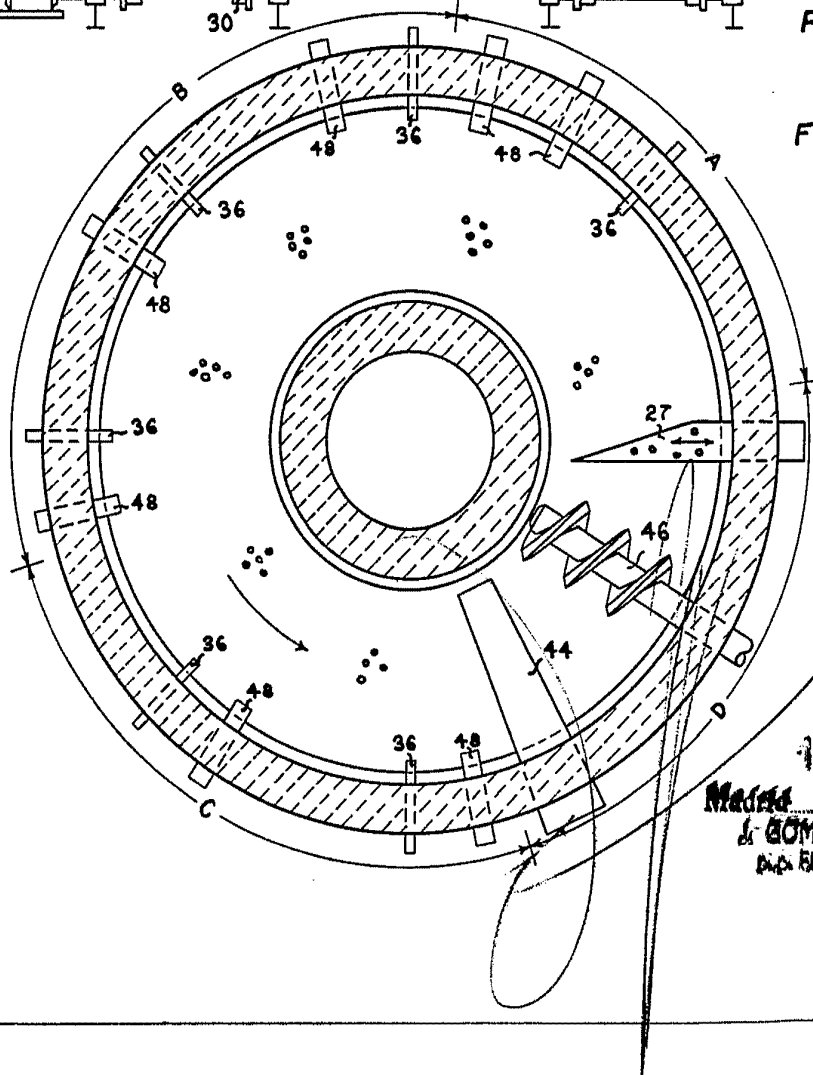


Fig. 2

ESCALA VARIABLE

10 1968

Madrid
 J. GÓMEZ ACEBO Y MOYA
 Dip. Filósofo F. Hernández Ruiz