

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 139**

51 Int. Cl.:

C21B 13/00 (2006.01)

C21B 13/14 (2006.01)

C21C 5/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2020 PCT/EP2020/075362**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.03.2021 WO21048297**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2020 E 20767833 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023 EP 4028562**

54 Título: **Método para la introducción de una alimentación metalífera en un proceso de fabricación de hierro**

30 Prioridad:

12.09.2019 EP 19196881

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.01.2024

73 Titular/es:

**TATA STEEL IJMUIDEN B.V. (100.0%)
Wenckebachstraat 1
1951 JZ Velsen-Noord, NL**

72 Inventor/es:

**HAGE, JOHANNES LEENDERT TEUNIS;
HO, HAI THONG;
BLAFFART, FREDERIC ADRIEN y
WANG, XUAN**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 957 139 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para la introducción de una alimentación metalífera en un proceso de fabricación de hierro

La invención se refiere a un método para la introducción de una alimentación metalífera en un proceso de fabricación de hierro, el método comprende las etapas de, presecar un lodo que contiene hierro con medios de secado, preferentemente un filtro prensa, a una cantidad de 15 a 30 % de humedad (p/p), mezclar el lodo presecado que contiene hierro con un material aglutinante para obtener un granulado, que tiene un tamaño de partícula menor que 4 milímetros y secar el granulado a un máximo de 3 % de humedad (p/p), de esta manera se forma la alimentación metalífera.

La invención, también se refiere a una alimentación metalífera para un proceso de fabricación de hierro y a un método para la producción de la alimentación metalífera.

Los métodos para la conversión de lodo en granulados se conocen en la técnica de la producción de alimentación y alimentos. En la industria del acero y el hierro, también se conoce la fabricación de granulados, también llamados material granulado, gránulos o gránulos. Generalmente se produce en forma de material sinterizado y granulados. Por ejemplo, el documento de patente WO9717307 (A2) describe granulados para un proceso de fabricación de hierro con un aglutinante inorgánico.

El lodo que contiene hierro, por ejemplo, el lodo de fabricación básica de acero al oxígeno o lodo BOS, es un subproducto del proceso de fabricación de acero y contiene hierro. Típicamente, este lodo contiene humedad, que varía de aproximadamente 20 % (p/p) a aproximadamente 40 % (p/p). En la práctica actual, este lodo se recicla, ya sea, a través de la planta de sinterización, o se exporta y almacena como material de desecho.

Sin embargo, en un sitio de fabricación de acero que usa un proceso de fabricación de hierro alternativo, como el recipiente de reducción de fundición como se describe en el documento WO2012126055 (A1) o, por ejemplo, el proceso Hlsarna de Tata Steel, ya no se necesita una planta de sinterización. La sinterización no puede usarse en el proceso Hlsarna ya que no puede transportarse por medios de transporte neumático. Por lo tanto, el lodo BOS que contiene hierro no puede reciclarse a través de una planta de sinterización, lo que deja el almacenamiento de desechos como única opción subestándar. Los inventores, que estaban involucrados en la búsqueda de soluciones más respetuosas con el medio ambiente, consideraron que esta era una opción inaceptable y comenzaron a pensar en mejores formas que reflejaran el pensamiento económico circular.

Por tanto, el objetivo era proporcionar un método que fuera capaz de reciclar este material de desecho del proceso de fabricación de acero y convertir este material en algo que pudiera volver a usarse en un proceso de fabricación de hierro alternativo. Además, es un objeto de esta invención es hacer que el material obtenido sea transportable mediante un sistema de transporte neumático. Es otro objeto, poder almacenar el material reciclado en silos para su posterior uso. Es aún otro objetivo, reducir la cantidad de polvo en el proceso (arrastre de polvo), de manera que se reduzca la cantidad de polvo en el entorno directo de la planta de acero, y tanto los trabajadores como los residentes cercanos tengan un entorno más saludable que proporcione una mejor calidad de vida.

En consecuencia, se proporciona un método para la introducción de una alimentación metalífera en un proceso de fabricación de hierro, en donde el método comprende las etapas de, presecar un lodo que contiene hierro con medios de secado a una cantidad de 15 a 30 % de humedad (p/p), mezclar el lodo presecado que contiene hierro con un material aglutinante para obtener un granulado, que tiene un tamaño de partícula menor que 4 milímetros y secar el granulado a un máximo de 3 % de humedad (p/p), de esta manera se forma la alimentación metalífera, en donde la alimentación metalífera se inyecta subsecuentemente en una parte del ciclón de un recipiente metalúrgico. Por lo tanto, las pruebas han demostrado que la alimentación metalífera formada tiene propiedades muy beneficiosas, como se explicará más adelante, y puede inyectarse en la parte del ciclón de un recipiente metalúrgico sin ningún ajuste adicional.

Como primera etapa, el lodo que contiene hierro se preseca con medios de secado, preferentemente un filtro prensa, a una cantidad de 15 a 30 % de humedad (p/p). Es importante que el lodo que contiene hierro se presequé. Sin embargo, si este proceso no se controla bien y el lodo que contiene hierro tiene un contenido de humedad demasiado bajo, puede provocar que el lodo vuelva a oxidarse, como podría ser el caso cuando se usa lodo BOS. Este es un proceso no deseado ya que el lodo sólo puede usarse en el proceso de fabricación de hierro en una forma reducida. El contenido de humedad debe estar entre 15 - 30 % (p/p) y preferentemente estar entre 20 y 25 % de humedad (p/p). Los inventores han observado que es posible un 20 % de humedad (p/p) o menos, si el lodo se mezcla (segunda etapa) dentro de 0 a 72 horas después del presecado y preferentemente dentro de 0 a 24 horas para evitar el proceso de reoxidación. Se prefiere un lodo que contiene hierro que contiene 20 a 25 % de humedad (p/p) ya que los inventores encontraron que optimiza el tamaño de partícula para su uso en el proceso de fabricación de hierro y también que requiere una menor cantidad de material aglutinante. Podría usarse un lodo que contiene hierro, que contiene el hierro en forma de hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), wustita (FeO) o hierro (Fe).

Como segunda etapa, el lodo presecado que contiene hierro se mezcla con un material aglutinante para obtener un granulado que tiene un tamaño de partícula menor que 4 milímetros. El aglutinante es preferentemente un aglutinante orgánico ya que esto evitará la formación adicional de escoria en el proceso de fabricación de hierro. Un material aglutinante adecuado es un derivado de celulosa, preferentemente Peridur®, un polielectrolito de cadena larga a base de celulosa, disponible a través de Nouryon. Se lograron buenos resultados con la adición de una cantidad de 0,2 - 0,4 % (p/p) de material aglutinante. Más abajo del 0,2 % (p/p), la integridad del material no es suficiente, lo que lo hace inadecuado para el transporte neumático, ya que el material se desintegrará. Por encima del 0,4 % (p/p), los granulados se vuelven demasiado grandes y pesados para el transporte neumático. Un mezclador adecuado es un mezclador intensivo Eirich, con una velocidad de rotación de 1000 a 1500 revoluciones por minuto. Se encontró que un tamaño de partícula (diámetro) menor que 4 milímetros es un tamaño de partícula conveniente para propósitos de transporte neumático y los inventores prefieren un tamaño de partícula menor que 3 milímetros. Si el lodo presecado se mezcla durante menos de 60 segundos, preferentemente menos de 45 segundos, entonces se logra el tamaño de partícula deseado. Debe señalarse que el diámetro de tamaño de partícula referido en esta solicitud de patente es el diámetro máximo de tamaño de partícula del granulado. Opcionalmente, el granulado puede filtrarse para garantizar un diámetro máximo de tamaño de partícula menor que 4 milímetros.

El granulado obtenido, también llamado microgránulos o minigránulos, tiene propiedades muy beneficiosas ya que puede almacenarse en silos y al secarse en la siguiente etapa se evita al menos parcialmente la reoxidación, lo que significa que se mantiene el valor calórico del óxido de hierro (FeO) parcialmente reducido.

Luego, el granulado se seca a un máximo de 3 % de humedad (p/p), de esta manera se forma la alimentación metalífera. Se prefiere un contenido de humedad máximo de 2 % (p/p). El secado mejora considerablemente la manipulación del granulado, especialmente en un sistema de transporte neumático. Esta etapa de secado se realiza preferentemente mediante un secador de cinta. Esto tiene la principal ventaja de que el calor del entorno en la propia planta puede usarse de manera eficiente. Bajo condiciones normales de procesamiento, este calor se pierde. Las emisiones de polvo también se reducen drásticamente, lo que mejora las condiciones ambientales para los trabajadores y las personas cercanas a la planta de acero. Otra ventaja del uso de un secador de cinta es que el granulado saldrá más resistente y no se romperá fácilmente. Por tanto, son fáciles de transportar. Los inventores han encontrado que el secado aumenta también la resistencia del granulado. Cuando el granulado entra en el secador, tiene una resistencia de aproximadamente 7 Nm por gránulo. Al salir del secador, esta ha aumentado a más de 20 Nm por gránulo. Un aparato adecuado para medir la resistencia de los gránulos es un analizador de textura Eirich TAXT. Un método adecuado para medir la resistencia de los gránulos es la norma ISO 4700:2015. En lugar de un secador de cinta también podría usarse como alternativa, un secador de tambor.

Como última etapa, la alimentación metalífera se inyecta subsecuentemente en la parte del ciclón de un recipiente metalúrgico. Debido a las propiedades físicas y la composición química que se obtiene luego de las etapas descritas anteriormente, el granulado está listo para inyectarse en un recipiente metalúrgico como alimentación metalífera. Las propiedades de fusión también son de vital importancia. Como los lodos que contienen hierro también contienen una cierta cantidad de calcio (alrededor del 10 %), el comportamiento de fusión de los granulados es óptimo. Pero, si la composición química del lodo que contiene hierro es menor que la óptima, podría añadirse carbono (carbón) para mejorar el comportamiento de fusión. También podrían añadirse materiales fundentes (por ejemplo, piedra caliza), con el mismo propósito.

El uso de este método tiene el beneficio adicional de que no hay emisiones de compuestos gaseosos como SO_x o NO_x, ya que no se trata de un proceso térmico, por lo que estos compuestos no se forman durante el proceso. Además, es beneficioso que los gránulos sean relativamente grandes, y, por tanto, impidan la formación de polvo en el ciclón, y, por tanto, también en el entorno inmediato de la planta a través de las salidas. Normalmente, la alimentación metalífera se inyecta en un tamaño de partícula mucho más pequeño, como un polvo, y este polvo también podría obstruirse, que deja al proceso de fabricación de hierro menor que el óptimo.

Preferentemente, el recipiente metalúrgico es un recipiente de reducción de fundición. Este recipiente de reducción de fundición tiene un buen historial de reducción de emisiones, como de CO₂. Por tanto, esta es una opción preferible para combatir el cambio climático y reducir la cantidad de dióxido de carbono. Ahora encontramos que, debido al calentamiento global, la cercana playa de IJmuiden alcanza temperaturas que antes pertenecían a lugares como Praia de Ipanema. Por desgracia para algunos, la chica famosa no quiso moverse.

Preferentemente, la alimentación metalífera se inyecta en la parte del ciclón del recipiente metalúrgico por medio de un sistema de transporte neumático. La trayectoria normal para la introducción de la alimentación metalífera es mediante transporte neumático, ya que bajo las condiciones actuales de procesamiento se inyecta un polvo metalífero. Al granular el material, también es posible transportar neumáticamente este, e introducir en la parte del ciclón del recipiente metalúrgico, que evita al mismo tiempo la obstrucción mencionada anteriormente. Los gránulos también pueden almacenarse en silos para usar en los siguientes lotes. Esto también significa que no hay necesidad de ajustar más el equipo existente.

La invención se elucidará a continuación con referencia a los dibujos de una modalidad ilustrativa de un aparato que funciona de acuerdo con el método de la invención que no se limita a las reivindicaciones adjuntas.

En las figuras:

- La Figura 1 muestra un recipiente metalúrgico con una parte del ciclón;

5 Siempre que en las Figuras se apliquen los mismos números de referencia, estos números se refieren a las mismas partes.

La Figura 1 representa los elementos básicos necesarios para fabricar hierro de acuerdo con el proceso descrito en la solicitud de patente EP-A-0 726 326, en donde se aplica un recipiente 1 con un ciclón 10 en la parte superior del recipiente 1. Como muestra la Figura 1, la alimentación metalífera 4 se inyecta en el ciclón de fundición 10 en la parte superior del recipiente 1. La alimentación metalífera 4 se funde y en este punto, se reduce parcialmente, después de lo cual gotea en el recipiente 1 y forma hierro fundido 2. Además, la Figura 1 muestra el baño de hierro fundido 2, una capa de escoria 3, los puntos de introducción del material que contiene carbono 5 y el gas que contiene oxígeno 7, la salida de hierro 8, la salida de escoria 9 y la salida de gases de reacción 11. Para esta invención sólo es importante el punto de introducción de la alimentación metalífera 4.

Se conducen experimentos para estudiar la distribución de tamaño y la resistencia a la compresión de varios gránulos. Los gránulos se produjeron con un mezclador Eirich de 5L con un procedimiento de mezclado de dos etapas. En primer lugar, se cargaron juntos el lodo BOS y aglutinante (Peridur 300D) y se mezclaron a 2000 rpm durante 45 segundos para asegurar una buena homogeneización. En segundo lugar, los materiales se mezclaron a 500 rpm durante 45 segundos para alcanzar una granulación estable. Se varió la cantidad de humedad en el lodo BOS y el contenido de aglutinante. La Tabla muestra los indicadores de distribución de tamaño de partícula con respecto a los parámetros de las pruebas.

muestra	aglutinante (% en peso)	Humedad (% en peso)	D10	D50	D90	<0,25 mm (% en peso)	prueba de caída
1	0,2	17	0,11	0,62	2,26	23,7	+
2	0,4	17	0,09	0,63	2,53	27,6	+
3	0,6	17	0,08	0,56	2,62	29,4	+
4	0,2	21,7	0,62	1,39	2,50	1,5	+
5	0,4	21,7	0,57	1,45	3,02	2,1	+
6	0,6	21,7	1,07	2,60	4,78	1,4	+

Los estudios de fluidez con un medidor de polvo Hosokawa sobre granulados filtrados en diferentes tamaños de partículas (3 mm, 1 mm, 0,4 mm) indicaron que el tamaño de partícula máximo debería ser menor que 4 mm, preferentemente menor que 3 mm, con el fin de permitir inyecciones neumáticas suaves. Por tanto, los gránulos deberían tener preferentemente un D90 más abajo de 4 mm, con mayor preferencia más abajo de 3 mm. Opcionalmente, los gránulos con un tamaño de partícula mayor pueden eliminarse mediante un filtro. Se prefiere que D10 esté por encima de 0,5 para evitar el arrastre. La resistencia mecánica de los gránulos se probó mediante una prueba de caída para establecer el contenido óptimo de aglutinante. Se seleccionaron 500 g de cada muestra de los gránulos maduros (secos de la humedad original en el aire) y se dejaron caer 2 veces desde una altura de 2 m; la distribución de tamaño de partícula de los gránulos antes y después fue similar para todos los gránulos, lo que indica una buena resistencia mecánica, incluso con un contenido de aglutinante del 0,2 %. En general, se desea un menor contenido de aglutinante, ya que esto reducirá los costes globales de los gránulos.

La muestra 4 se sometió además a una prueba de compresión en placa, tanto para gránulos en verdes como secos. Los diámetros promedios de los gránulos en verdes y secos son 2,4 y 2,7 mm, respectivamente. Las fuerzas de rotura promedio de los gránulos en verdes (15 a 30 % de humedad) y secos (a lo máximo 3 % de humedad) son 4,65 y 18,05 N, respectivamente. Por lo tanto, los gránulos secos son mucho más resistentes y más adecuados para el transporte y almacenamiento neumáticos.

Aunque la invención se ha discutido anteriormente con referencia a modalidades ilustrativas de la invención, la invención no se limita a estas modalidades particulares que pueden variarse de muchas maneras sin apartarse de la invención. Por tanto, las modalidades ilustrativas analizadas no se usarán para interpretar las reivindicaciones adjuntas estrictamente de acuerdo con las mismas. Por el contrario, las modalidades pretenden simplemente explicar la redacción de las reivindicaciones adjuntas, sin intención de limitar las reivindicaciones a estas modalidades ilustrativas. Por tanto, el alcance de la protección de la invención se interpretará de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas únicamente, en donde una posible ambigüedad en la redacción de las reivindicaciones se resolverá mediante el uso de estas modalidades ilustrativas.

REIVINDICACIONES

1. Método para la introducción de una alimentación metalífera (4) en un proceso de fabricación de hierro, el método comprende las etapas de, presecar un lodo que contiene hierro con medios de secado a una cantidad de 15 a 30 % de humedad (p/p), mezclar el lodo presecado que contiene hierro con un contenido de material aglutinante orgánico entre 0,2 y 0,4 % (p/p) para obtener un granulado, que tiene un tamaño de partícula menor que 4 milímetros y secar el granulado a un máximo de 3 % de humedad (p/p), de esta manera se forma la alimentación metalífera (4), caracterizado porque la alimentación metalífera (4) se inyecta subsecuentemente en una parte del ciclón (10) del recipiente metalúrgico (1) por medio de un sistema de transporte neumático.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el recipiente metalúrgico (1) es un recipiente de reducción de fundición.
3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, caracterizado porque el lodo que contiene hierro se preseca con medios de secado a una cantidad de 20 a 25 % de humedad (p/p).
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, caracterizado porque el material aglutinante es un derivado de celulosa.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, caracterizado porque el tamaño de partícula del granulado obtenido es menor que 3 milímetros.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, caracterizado porque el contenido de humedad del granulado seco es máximo 2 % (p/p).
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, caracterizado porque el granulado se seca por medio de un secador de cinta.
8. Una alimentación metalífera (4) para un proceso de fabricación de hierro adecuado para transporte neumático, caracterizado porque la alimentación metalífera (4) comprende lodo que contiene hierro, y además que tiene un tamaño de partícula menor que 4 milímetros, un contenido de material aglutinante orgánico entre 0,2 y 0,4 % (p/p) y un contenido de humedad con un máximo de 3 % (p/p), y porque la alimentación metalífera es transportable neumáticamente.
9. Una alimentación metalífera (4) para un proceso de fabricación de hierro de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la alimentación metalífera (4) comprende carbón y/o piedra caliza.
10. Una alimentación metalífera (4) para un proceso de fabricación de hierro de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque el material aglutinante es un derivado de celulosa.
11. Una alimentación metalífera (4) para un proceso de fabricación de hierro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el tamaño de partícula es menor que 3 milímetros.
12. Método para la producción de una alimentación metalífera (4) para un proceso de fabricación de hierro adecuado para transporte neumático, caracterizado porque el método comprende las etapas de presecar un lodo que contiene hierro con medios de secado a una cantidad de 15 a 30 % de humedad (p/p), mezclar el lodo presecado que contiene hierro con un contenido de material aglutinante orgánico entre 0,2 y 0,4 % (p/p) para obtener un granulado, que tiene un tamaño de partícula menor que 4 milímetros y secar el granulado a un máximo de 3 % de humedad (p/p), de esta manera se forma la alimentación metalífera (4), y porque la alimentación metalífera es transportable neumáticamente.
13. Método para la producción de una alimentación metalífera (4) para un proceso de fabricación de hierro de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque el lodo que contiene hierro se preseca con medios de secado a una cantidad de 20 a 25 % de humedad (p/p).

Figura 1

