

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 144**

51 Int. Cl.:
C22B 1/244 (2006.01)
C22B 1/245 (2006.01)
C22B 1/248 (2006.01)
C22B 7/02 (2006.01)
C22B 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10000493 .6**
96 Fecha de presentación: **20.01.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2210963**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.07.2010**

54 Título: **BRIQUETADO DE CASCARILLA DE LAMINACIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE PULPA DE PAPEL.**

30 Prioridad:
21.01.2009 DE 102009005604

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2012

73 Titular/es:
**RHM ROHSTOFF-HANDELSGESELLSCHAFT
MBH
RHEINSTRASSE 141
45478 MUHLHEIM A. D. RUHR, DE**

72 Inventor/es:
**Meynerts, Udo;
Maurer, Michael;
Freitas Seabra de Rocha, Sualo Henrique. Dr.-Ing.
y
Wirtgen, Christian, Dr.-Ing.**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 376 144 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

Briqueteado de cascarilla de laminación mediante la utilización de pulpa de papel

La invención se refiere a un procedimiento para la aglomeración de productos residuales que contienen óxido de hierro.

5 En la producción de acero se producen diferentes productos residuales, que a menudo contienen cantidades significativas de sustancias valiosas, en particular hierro en forma de óxidos de hierro. Los productos residuales de este tipo que contienen óxido de hierro son, por ejemplo, polvo de filtración procedente de acerías y altos hornos, fangos procedentes de purificaciones de gases y en particular cascarilla o cascarilla de laminación. En este caso se trata de una pérdida de material que se produce durante la elaboración de metales en la superficie metálica, que se atribuye a la acción del oxígeno a altas temperaturas. En el caso de la cascarilla de laminación se trata, por ejemplo, de las capas de oxidación, que se producen durante la laminación y el forjado de acero así como durante el trefilado. Durante la colada continua también se producen desechos similares. La capa de cascarilla es desventajosa para el proceso de laminación, por lo que habitualmente se retira con ayuda de un chorro de agua a alta presión. El agua residual, que contiene la cascarilla de laminación de grano fino, se acumula por debajo de la caja de laminación en la fosa de cascarilla, donde se deposita un fango, que no obstante además de óxido de metal y agua contiene otras impurezas, en particular en forma de grasas y aceites.

La cascarilla o cascarilla de laminación presenta en la mayoría de los casos un alto contenido en hierro de aproximadamente el 70%, tratándose de una mezcla de diferentes óxidos de hierro en forma de FeO (del 60 al 66%), Fe₃O₄ (del 30 al 34%) y Fe₂O₃ (del 2 al 5%). Además están contenidas cantidades reducidas de óxidos de metal no férreo y dióxido de silicio.

En Alemania, en la producción de acero se producen como promedio 56,2 kg de residuos por tonelada de acero bruto. En la producción por la ruta de oxígeno se producen 61,2 kg por tonelada de acero bruto, en la vía a través del horno eléctrico de arco voltaico 37,6 kg por tonelada de acero bruto (Institut für Baustoff-Forschung FEhS, 2005). La composición de los residuos es la siguiente.

Ruta	Alto horno	Horno eléctrico de arco voltaico
Residuos total	61,2 kg/t _{acero bruto}	37,6 kg/t _{acero bruto}
Polvo de filtración	39,9 kg/t _{acero bruto}	20,7 kg/t _{acero bruto}
Fangos	6,1 kg/t _{acero bruto}	-
Cascarilla	10,9 kg/t _{acero bruto}	10,5 kg/t _{acero bruto}
Fango de cascarilla de laminación	4,3 kg/t _{acero bruto}	6,5 kg/t _{acero bruto}

En el pasado los productos residuales producidos en la producción de acero se almacenaban finalmente con frecuencia en vertederos de residuos, lo que sin embargo es problemático desde un punto de vista ecológico y en vista de unos valores límite de contaminación medioambiental cada vez más rigurosos. Sin embargo, este modo de proceder, en vista del volumen limitado y finito de los vertederos en relación con los residuos (tanto a cielo abierto como sumergidos) es sólo una solución transitoria limitada, que no estará disponible a largo plazo. Además una gran parte de la cascarilla de laminación va a la industria del cemento. Sin embargo, por su alto porcentaje en hierro el reciclado de productos residuales que contienen óxido de hierro tales como cascarilla y cascarilla de laminación también es interesante por motivos económicos.

Principalmente es posible el reciclado de productos residuales en plantas de sinterización. Sin embargo, precisamente con la cascarilla de laminación surge el problema de que el contenido en aceite residual en las plantas de sinterización debe ascender a menos del 0,3% en peso, porque de lo contrario existe el riesgo de una combustión incandescente en el electrofiltro. Por ello, la cascarilla de laminación con un alto contenido en aceite residual no puede procesarse directamente en una planta de sinterización. Es posible una separación previa del aceite en el horno rotatorio, sin embargo, en el proceso de producción de acero sería deseable poder volver a introducir directamente los productos residuales en el horno eléctrico.

Sin embargo, no es posible la reutilización directa de cascarilla de laminación en la producción de acero en el horno eléctrico de arco voltaico, porque las partículas de óxido de hierro se extraerían con el gas de combustión o aumentarían la cantidad de escoria, lo que tiene un efecto negativo sobre el consumo de energía y el medio ambiente. Por este motivo es necesaria una aglomeración previa de los productos residuales en forma de un briqueteado o una peletización así como la adición de un portador de carbono o de un agente de reducción/aglutinante. Por el estado de la técnica se conocen diferentes procedimientos para el briqueteado de cascarilla y cascarilla de laminación, por ejemplo con ayuda de cemento (documento DE 23 60 595), cal hidratada y melaza (documento EP 0 630 980 A1) o silicatos (documento WO 98/40523 A1). Sin embargo, se ha encontrado que las briquetas fabricadas de este modo no presentan una resistencia suficiente. Sin embargo, una resistencia suficiente es de gran importancia en la introducción de los aglomerados en un horno eléctrico de arco voltaico, para que los aglomerados puedan penetrar profundamente en el proceso o la masa fundida, es decir también a una temperatura elevada los aglomerados tienen que resistir el choque térmico y las cargas mecánicas por el contacto con partes de chatarra no fundidas, para poder alcanzar el baño de acero con la menor interferencia posible. Los aglomerados deben estar realizados de tal manera, que atraviesen la capa de escoria presente sobre la superficie de la masa fundida de acero. De otro modo la descomposición temprana del aglomerado al estado en forma de polvo llevaría de nuevo a un aumento de la cantidad de polvo de gas de combustión y/o la cantidad de escoria. Además también es ventajosa una elevada resistencia, para que los aglomerados resistan otras sollicitaciones, en particular en el transporte, almacenamiento y alimentación en el horno eléctrico de arco voltaico. Además los aglutinantes necesarios para la aglomeración no deben influir negativamente ni en el baño de acero ni en la capa de escoria. Finalmente ha de tenerse en cuenta que en la fusión de los aglomerados no se produzcan a ser posible contaminantes.

Además es ventajoso que los aglomerados presenten una elevada densidad (a ser posible $> 2,2 \text{ g/cm}^3$), para pasar a través de la escoria y a continuación alcanzar la superficie del baño de acero. El aglomerado debe descargar sus porcentajes metálicos en o dentro de la superficie de la manera más directa posible en la masa fundida.

Por el documento US 2.865.731 también se conoce ya un procedimiento, en el que se utilizan materiales de celulosa para briquetear óxido de hierro finamente distribuido, producido durante el lavado de hematita. En este caso se utilizan normalmente de 12 a 18 libras americanas de fibras de celulosa por tonelada de mineral fino de óxido de hierro. Sin embargo se ha encontrado que las briquetas fabricadas de este modo no cumplen con los requisitos para los aglomerados, tal como se requieren para volver a introducirlas en la producción de acero con ayuda de un horno eléctrico de arco voltaico.

Por el documento WO 01/94651 A1 se conoce un procedimiento, en el que se fabrican aglomerados a partir de productos residuales que contienen hierro y material de celulosa. El briqueteado tiene lugar a temperatura ambiente, a continuación se calientan los aglomerados de manera intensa hasta una temperatura entre 1.000 y 1.550°C.

Según el documento DE 26 05 215 A1 se fabrican briquetas a partir de virutas metálicas, etc. utilizándose cemento como aglutinante. Adicionalmente pueden utilizarse como aglutinantes también materiales fibrosos tales como papel, material textil, desechos o turba. El porcentaje del material fibroso asciende al 0,5-3%.

Según el documento DE 2 531 457 A1 tiene lugar un briqueteado de sustancias de desecho que contienen hierro como cascarilla con aguas residuales de pasta de papel, ascendiendo el porcentaje en aguas residuales de pasta de papel al 1-5% en peso. El contenido en agua se encuentra entre el 8 y el 20% en peso.

En principio, en el estado de la técnica, también se conocen los briqueteados en caliente, por ejemplo por el documento DE 3 117 184 A1 y el documento US 3 960 543. Según la publicación mencionada en primer lugar particularmente se fabrican cuerpos prensados compuestos de metal con hulla como aglutinante, según la publicación mencionada en segundo lugar se fabrican cuerpos prensados a partir de óxidos de metal con carbón y betún.

En el documento SU 852 952 se describe la fabricación de briquetas de mineral de hierro que contienen carbono que se prensan a una temperatura de 275°C.

En el documento US 4 917 723 se da a conocer un procedimiento para la recuperación de metales. En este caso se aglomeran productos residuales que contienen hierro y se alimentan a un horno de fusión. A continuación se produce una volatilización de metales no féreos, una recuperación, una nueva aglomeración y una nueva fusión, hasta que al final el contenido en el metal que va a recuperarse sea lo suficientemente elevado.

Partiendo del estado de la técnica descrito anteriormente se plantea el objetivo de poner a disposición un procedimiento para la producción de aglomerados de productos residuales que contienen óxido de hierro, con cuya ayuda puedan producirse aglomerados, que presenten una resistencia tan elevada, que sean adecuados para su reutilización en un horno eléctrico de arco voltaico.

De manera sorprendente se ha encontrado, que los aglomerados de este tipo de productos residuales que contienen óxido de hierro pueden producirse mediante un procedimiento, en el que se trituran pulpa de papel y dado el caso los productos residuales y se briquetea una mezcla a partir de productos residuales secos y pulpa de papel seca, en el que el contenido en agua de los productos residuales secos y de la pulpa de papel seca asciende en cada caso a menos del 5% en peso, la mezcla contiene del 15-35% en peso de pulpa de papel seca y el briqueteado se realiza a una temperatura de entre 70 y 350°C.

En el estudio de diferentes aglutinantes se ha encontrado que los diferentes aglutinantes habituales no cumplen con los requisitos planteados. Sin embargo, la pulpa de papel ha resultado especialmente adecuada, es decir, sustancias fibrosas a base de celulosa. No obstante, en este caso es indispensable hacer que la pulpa de papel tenga antes del briqueteado un contenido en agua reducido, porque se ha encontrado que un porcentaje en agua demasiado elevado dificulta considerablemente la compactación. En el marco de esta descripción se entienden por pulpa de papel seca o productos residuales secos pulpa de papel o productos residuales con un contenido en agua reducido de menos del 5% en peso, por regla general no es necesaria ni posible una separación completa del agua.

Normalmente la pulpa de papel presenta en el estado de suministro un contenido en agua de aproximadamente el 57% en peso. También los productos residuales que contienen óxido de hierro disponen a menudo de un contenido en agua inaceptable, en particular cuando se trata de cascarilla o cascarilla de laminación, en la que el contenido en agua asciende como promedio aproximadamente al 5% en peso. La pulpa de papel y dado el caso los productos residuales pueden secarse por ejemplo a una temperatura de 85°C por un periodo de tiempo de 24 horas. En este caso a partir de la pulpa de papel se obtiene una sustancia en flóculos, que se tritura adicionalmente. También es útil a menudo la trituración de los propios productos residuales.

Según la invención se ha encontrado sorprendentemente, que mediante un briqueteado en caliente se mejora considerablemente la estabilidad de los aglomerados. Con respecto a la resistencia las briquetas se estudiaron por medio del denominado ensayo brasileño, concebido para probetas de ensayo cilíndricas. En este caso pueden compararse briquetas de diferentes dimensiones y esbeltez (relación de altura a diámetro). Se estudia la resistencia a la tracción indirecta. En el caso de briquetas obtenidas mediante briqueteado se midió una resistencia a la tracción σ_{bz} de 3,2 MPa. Además las briquetas así obtenibles también presentan una densidad lo suficientemente elevada de más de 2,5 g/cm³.

Como comparación se llevaron a cabo ensayos similares con otros aglutinantes. En este caso se encontró que las briquetas con un 10% de cemento tras un endurecimiento de 28 días sólo presentan una resistencia a la tracción indirecta máxima de desde 0,1 hasta 0,4 MPa, lo que debe considerarse como insuficiente. A esto se añade que las briquetas deben ser autorreductoras, es decir, contener suficiente agente de reducción, para pasar los porcentajes máximos de óxido de hierro en estado metálico en la reutilización al baño de acero. Sin embargo, en el uso de cemento como aglutinante debe añadirse un agente de reducción adicional, para que la mezcla en general actúe de manera autorreductora, por ejemplo carbón de madera o carbonilla de coque. Sin embargo, esto lleva a un empeoramiento adicional de la resistencia a la tracción indirecta.

Una posible causa de los malos resultados con el cemento podría deberse a que este aglutinante así como el contenido en agua necesariamente presente llevan a una oxidación adicional del hierro, por ejemplo por oxidación de FeO para dar Fe₂O₃ o por la formación de hidratos como goethita. La nueva fase de oxidación así como los hidratos debilitan la unión entre el cemento y las superficies de las partículas de productos residuales, por lo que se reduce la resistencia.

También en el uso de cal hidratada como aglutinante sólo pudieron alcanzarse resultados insuficientes. Tras un endurecimiento durante 28 días la resistencia sólo ascendió a desde 0,3 hasta 0,5 MPa. Además las briquetas sólo presentan una densidad insuficiente de aproximadamente 1,1 g/cm³. La adición de melaza a la cal hidratada no pudo aumentar de forma evidente la resistencia de las briquetas.

Tampoco el uso de Volclay produjo briquetas con una resistencia suficiente. En caso de usar un 5% en peso de Volclay ésta ascendió a 0,60 MPa, en caso de usar un 10% en peso de Volclay, a 0,90 MPa. Con un endurecimiento de larga duración la resistencia no pudo mejorarse de manera considerable. La causa, de manera similar al caso del cemento, es la oxidación adicional del óxido de hierro.

Como ya se mencionó anteriormente, en el caso de los productos residuales que contienen óxido de hierro según la invención se trata en particular de cascarilla o cascarilla de laminación, tal como se produce en la colada continua y laminación de acero u otros procedimientos. A continuación, en este caso, se utiliza la expresión de cascarilla de laminación, aclarando sin embargo que en el contexto de esta invención deben entenderse por la misma todo tipo de cascarillas/cascarillas de laminación. Como la cascarilla de laminación se elimina habitualmente con ayuda de un chorro de agua a alta presión (de 250 a 280 bar) de la superficie metálica, la cascarilla de laminación presenta en primer lugar por regla general un alto contenido en agua de aproximadamente el 5% en peso. Mediante el secado pudieron mejorarse de forma evidente las propiedades de briqueteado.

5 En caso de usar pulpa de papel no tratada, que normalmente presenta un contenido en agua de aproximadamente el 57% en peso, el secado también es muy importante. Tras el secado la pulpa de papel se convierte en una sustancia en flóculos con un tamaño de grano < 20 mm. Tanto la pulpa de papel secada como los productos residuales que contienen óxido de hierro secados tienen que presentar un contenido en agua de menos del 5% en peso. En caso de usar pulpa de papel tratada, a la que ya se extrajo la mayor parte del agua, no obstante también puede ser superfluo un secado adicional.

10 A partir de la pulpa de papel secada y triturada y de los productos residuales que contienen óxido de hierro también secados y triturados por regla general se prepara una mezcla. Se prefieren especialmente del 65 al 85% en peso de productos residuales y del 15 al 35% en peso de pulpa de papel secada. Con respecto a la resistencia pueden alcanzarse buenos resultados cuando el porcentaje en pulpa de papel es superior al 20% en peso y dado el caso superior al 26% en peso.

15 En caso de usar pulpa de papel sólo secada, aunque no triturada pudo observarse una segregación (separación) durante la mezcla con los productos residuales que contienen óxido de hierro. Estos problemas de segregación se minimizan mediante la trituración de los flóculos de pulpa de papel. La trituración debía realizarse en la medida en que el 90% en peso de la pulpa de papel secada y triturada presentara un tamaño de grano menor de 1 mm.

20 También debía realizarse una trituración en vista de los productos residuales que contienen óxido de hierro, en particular la cascarilla de laminación. La cascarilla de laminación en su forma original tiene una distribución de tamaño de grano relativamente amplia, es decir, el 50% en peso de las partículas son superiores a 0,7 mm. Las partículas grandes son muy frágiles y en los aglomerados representan el punto más débil, porque en estos puntos comienza la formación de fisuras y fracturas. Se ha encontrado que las briquetas a partir de una cascarilla de laminación más fina permaneciendo el resto de parámetros de briqueteado iguales muestran una resistencia el doble de grande que las briquetas a partir de cascarilla de laminación no tratada. La trituración de los productos residuales debería realizarse en la medida en que para el 90% en peso del producto residual en la mezcla el tamaño de grano ascienda a menos de 1 mm. De manera ideal menos del 5% en peso del producto residual debería presentar un tamaño de grano de más de 1 mm.

30 La trituración puede realizarse en particular con ayuda de un molino de martillos, que debería convertir las partículas de producto residual y las de pulpa de papel a un tamaño menor de 1 mm. Sin embargo, en ocasiones una trituración hasta un tamaño de partícula de cómo máximo 2 mm también puede considerarse suficiente. Además del uso de un molino de martillos también se consideran el uso de un molino cortante, un molino de bolas o un molino oscilante. Evidentemente es posible moler los productos residuales que contienen óxido de hierro y la pulpa de papel de manera conjunta, es decir, la mezcla ya puede prepararse antes de la trituración.

35 El briqueteado, es decir la fabricación de aglomerados, debiendo entender según la invención por aglomerados no sólo briquetas sino también, por ejemplo, pélets, se realiza como briqueteado en caliente, ascendiendo la temperatura ventajosamente a entre 90 y 250°C, en particular a entre 90 y 150°C. El briqueteado a una temperatura de aproximadamente 140°C transcurrió sin problemas de unión y ha resultado ser ventajoso. El intervalo de temperatura preferido en la mayoría de los casos se encuentra así entre 130 y 150°C. Los aglomerados pueden tener por ejemplo un diámetro entre 20 y 50 mm.

40 Al mismo tiempo durante el briqueteado se ejerce una presión que asciende a entre 10 y 500 MPa, preferiblemente entre 30 y 350 MPa y de manera especialmente preferible entre 100 y 200 MPa. En caso de aplicar una presión de aproximadamente 150 MPa pudieron alcanzarse resultados satisfactorios.

El calentamiento de la mezcla durante el briqueteado en caliente puede realizarse de diferentes maneras, por ejemplo con ayuda de un flujo de gas de gas inerte, vapor, aire caliente o una mezcla de aire y gas inerte. Del mismo modo es posible un calentamiento por medio de transferencia de calor, o bien mediante contacto directo o bien mediante radiación.

45 A la mezcla que va a briquetarse pueden añadirse uno o varios aglutinantes adicionales, por ejemplo aglutinantes líquidos, que a temperatura elevada son estables, tales como silicato de sodio (vidrio soluble) o fosfato de aluminio. Del mismo modo es posible la adición de aglutinantes líquidos, que eviten la separación. Ejemplos de ello son melaza o lejía sulfúrica residual. Una posibilidad adicional se encuentra en la adición de un aglutinante inorgánico para facilitar la desulfuración. En este caso se trata, por ejemplo, de cal hidratada o cal viva. Pequeñas cantidades de aglutinantes minerales también pueden servir para alcanzar una resistencia mejorada a las altas temperaturas. La adición debe realizarse en una cantidad de desde el 1 hasta el 10% en peso referido a la masa total de la mezcla.

55 A la mezcla de briqueteado para la producción de los aglomerados pueden añadirse sustancias adicionales, que se utilizan en la producción de aleaciones. La adición se produce en función de la composición deseada del acero, que debe producirse utilizando los productos residuales que contienen óxido de hierro, aglomerados. Los siguientes posibles aditivos pueden añadirse hasta un porcentaje del 90% en peso:

- aluminio
- cobre
- manganeso
- magnesio
- 5 - silicio
- carburo de silicio (SiC)
- ferrocromo (FeCr)
- ferromanganeso (FeMn)
- ferrofósforo (FeP)
- 10 - ferrosilicio (FeSi)
- ferrosilicio-magnesio (FeSiMg)
- ferrotitanio (FeTi)
- cromo
- níquel
- 15 - ferroníquel
- molibdeno
- ferromolibdeno
- cobalto
- ferrocobalto
- 20 - óxido de zinc
- circonio
- volframio
- vanadio
- polvo procedente de acero rápido (HSS)
- 25 Además de las ventajas ya mencionadas con respecto a la resistencia y densidad alcanzadas de los aglomerados producidos con ayuda de pulpa de papel debe indicarse como ventaja adicional del uso de pulpa de papel su precio reducido, porque en el caso de la pulpa de papel se trata de un producto de desecho, que se produce en gran medida en el aprovechamiento de papel viejo. Además, la pulpa de papel hace que los aglomerados producidos sean en cierta medida autorreductores, de modo que un alto porcentaje del óxido de hierro pasa en la reutilización
- 30 en estado metálico al baño de acero.

Además del procedimiento según la invención descrito anteriormente, la invención se refiere también a un aglomerado, en particular a una briqueta o pélet, que puede obtenerse mediante el procedimiento según la invención.

- 35 La invención se refiere además al uso de los aglomerados en el marco de la producción de acero, en el que los aglomerados se introducen en un horno eléctrico, en particular un horno eléctrico de arco voltaico. Además es concebible también el aprovechamiento en un horno de inducción, un convertidor BOF/LD, un alto horno, un horno

de cuba, un horno de cúpula o un recipiente de tratamiento, por ejemplo, una cuchara. De este modo las sustancias útiles contenidas en los productos residuales, es decir en particular el hierro unido como óxido de hierro vuelven a introducirse en el proceso de producción de acero.

Ejemplo de realización

5 Se secaron cascarilla de laminación (contenido en agua: 5% en peso) y pulpa de papel (contenido en agua: 57% en peso) durante 24 horas en el armario de secado a una temperatura de 85°C. De este modo el contenido en agua se llevó en cada caso a por debajo del 5% en peso. La pulpa de papel se encontraba tras el secado como sustancia en flóculos con un tamaño de grano menor de 20 mm.

10 A continuación se trituró tanto la pulpa de papel en flóculos como la cascarilla de laminación con ayuda de un molino de martillos, de modo que se obtuvieron partículas de cascarilla de laminación y pulpa de papel, en las que el tamaño de grano se encontraba para, en cada caso, el 90% en peso del componente por debajo de 1 mm.

15 A continuación se mezclaron la cascarilla de laminación y la pulpa de papel secadas y trituradas en una relación de 80:20% en peso. Se introdujo la mezcla en una matriz cilíndrica para el briqueteado en caliente. El briqueteado se produjo a una presión de 150 MPa y a una temperatura e 140°C. Se sometió a prueba la resistencia (resistencia a la tracción indirecta) de las briquetas obtenidas con ayuda del ensayo brasileño. Se obtuvieron briquetas con una resistencia de 3,2 MPa y una densidad de $> 2,5 \text{ g/cm}^3$.

Resistencia a las altas temperaturas

20 Se sometió a prueba la resistencia de las briquetas mencionadas anteriormente en condiciones de alta temperatura. Con una carga de 1 MPa estas briquetas conservan hasta una temperatura de aproximadamente 1000°C su forma original. A partir de esta temperatura se deforma la briqueta, aunque conserva su integridad como aglomerado. No genera polvo y lleva las unidades de hierro valiosas a la parte más profunda del reactor metalúrgico.

Comportamiento de fusión

25 Se calentaron y fundieron las briquetas producidas (800 g) y los bloques de acero C45 (4.000 g) en un horno de inducción. Las briquetas han resistido el calentamiento. Se redujo el óxido de hierro para dar hierro metálico y se disolvió en el baño metálico. Se coló la masa fundida para el enfriamiento en una coquilla. El bloque de metal colado no presentó en su composición ningún valor aumentado de elementos no deseados (por ejemplo azufre, cobre, estaño).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la aglomeración de productos residuales que contienen óxido de hierro, en el que se tritura pulpa de papel y dado el caso los productos residuales y se briquetea una mezcla a partir de productos residuales secos y pulpa de papel seca, caracterizado porque el contenido en agua de los productos residuales secos y de la pulpa de papel seca asciende en cada caso a menos del 5% en peso, la mezcla contiene del 15 al 35% en peso de pulpa de papel seca y el briqueteado se realiza a una temperatura de entre 70 y 350°C.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque es en el caso de los productos residuales que contienen óxido de hierro se trata al menos en parte de cascarilla o cascarilla de laminación.
- 10 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la mezcla contiene del 50 al 95% en peso, en particular del 65 al 85% en peso de productos residuales.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la mezcla contiene más del 20, en particular más del 26% en peso de pulpa de papel seca.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el tamaño de grano para el 90% en peso de los productos residuales en la mezcla asciende a menos de 1 mm.
- 15 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el tamaño de grano para el 90% en peso de la pulpa de papel seca y triturada asciende a menos de 1 mm.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el briqueteado se realiza a una temperatura de entre 90 y 250°C, preferiblemente entre 90 y 150°C.
- 20 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el briqueteado se realiza a una presión de desde 10 hasta 500 MPa, preferiblemente de 30 a 350 MPa y de manera especialmente preferible de 100 a 200 MPa.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque se añade a la mezcla como aglutinante adicional silicato de sodio, fosfato de aluminio, melaza, lejía sulfúrica residual, cal hidratada y/o cal viva.
- 25 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque se añade a la mezcla aluminio, cobre, manganeso, magnesio, silicio, carburo de silicio, ferrocromo, ferromanganeso, ferrofósforo, ferrosilicio, ferrosilicio-magnesio, ferrotitanio, cromo, níquel, ferroníquel, molibdeno, ferromolibdeno, cobalto, ferrocobalto, óxido de zinc, circonio, volframio, vanadio y/o polvo procedente de acero rápido.
- 30 11. Aglomerado briqueteado, en particular briqueta o pélet, que puede obtenerse mediante un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, ascendiendo el contenido en pulpa de papel seca (productos fibrosos a base de celulosa) a del 15 al 35% en peso.
12. Uso de aglomerados según la reivindicación 11 en el marco de la producción de acero, en el que los aglomerados se introducen en un horno eléctrico, en particular un horno eléctrico de arco voltaico, un horno de inducción, un convertidor BOF/LD, un horno de cuba, un horno de cúpula, un recipiente de tratamiento, en particular una cuchara, o un alto horno.