

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 828**

51 Int. Cl.:

**C01C 1/02** (2006.01)

**C01F 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2011 PCT/IB2011/050338**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2011 WO11092632**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2011 E 11707222 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2528865**

54 Título: **Preparación de producto que contiene alúmina aglomerada**

30 Prioridad:

**27.01.2010 ZA 201000620**

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

**24.10.2017**

73 Titular/es:

**BUMATECH (PTY) LIMITED (100.0%)  
Suite 2, Waterstone Junction Main Road  
Sedgefield, 6573 Port Elizabeth, ZA**

72 Inventor/es:

**HEWITT, SAMUEL**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PALMERO, Fe**

ES 2 638 828 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

Preparación de producto que contiene alúmina aglomerada.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada que es útil como componente de una escoria sintética para uso en la producción de acero.

Antecedentes de la invención

10 La industria del acero utiliza escorias sintéticas en la producción de acero secundario. Los roles de las escorias sintéticas son variados e incluyen la inclusión de ingeniería, desulfuración y transferencia térmica durante el recalentamiento del cazo.

15 Se utilizan diferentes composiciones de escoria sintética para diferentes propósitos. Los ejemplos de componentes de dichas composiciones de escoria sintética incluyen alúmina ( $Al_2O_3$ ), cal ( $CaO$ ) y, a veces,  $MgO$  y otros componentes en cantidades menores. La naturaleza y cantidad de dichos componentes de las composiciones de escoria sintética finales utilizadas en la producción de acero las determina el fabricante de acero y no son aspectos de la presente invención en sí mismos. La presente invención se refiere al componente de alúmina que se introduce, si es necesario, en dichas composiciones de escoria sintética. La alúmina se agrega para bajar el punto de fusión de la escoria sintética y volverla de este modo más fluida a temperatura de trabajo. Un producto que contiene alúmina que se utiliza como componente de un fundente en dicho proceso de producción de acero debe ser particulado, con una distribución de tamaño mayor que alrededor de 3 mm y menor que alrededor de 60 mm en la dimensión transversal. Esta limitación es general debido a la naturaleza de los diseños y dinámica de los hornos que excluye el uso de productos más finos o en polvo.

25 La presente invención se refiere al uso de un producto de desecho, a saber, remanentes de aluminio en polvo derivados de fundidores de aluminio, como materia prima para producir un producto aglomerado que contiene alúmina que se puede utilizar como componente de las escorias del tipo en cuestión. Los remanentes de alúmina en polvo son el desecho final después de que todo el metal aluminio recuperable se retiró de un remanente que se originó en un horno fundidor de aluminio. De forma convencional, en la recuperación del metal aluminio residual del remanente de aluminio que se origina de un horno de aluminio se utiliza un proceso de molienda para reducir el remanente endurecido a un polvo. A continuación, se pasa el remanente en polvo a través de tamices y filtros y el metal aluminio se recupera de los tamices y filtros mientras que el producto que pasa a través de los tamices y filtros, conocido como remanente de aluminio en polvo, se trata como material de desecho. Grandes toneladas de este material de desecho terminan en escombreras. Sin embargo, parte del remanente producido de esta forma durante la recuperación de aluminio del remanente también se ofrece a la venta mediante operaciones de recuperación de aluminio. El remanente que se ofrece a la venta, típicamente, se ofrece en diferentes grados de fineza que se originan de las diferentes operaciones de tamización y filtración. Por lo tanto, el llamado «remanente grueso» típicamente tiene una distribución de tamaño de partícula menor que 1 mm en su dimensión transversal máxima. El «remanente fino» o «remanente de filtro» que tiene un tamaño de partícula, típicamente, menor que 200  $\mu m$  es otro producto disponible.

40 El principal componente del remanente de aluminio en polvo es la alúmina ( $Al_2O_3$ ) que típicamente representa entre 30 % y 60 % de la masa del remanente. Además, típicamente, el remanente de aluminio en polvo contiene metal aluminio. A pesar de los esfuerzos para recuperar lo máximo posible de contenido de aluminio de la escoria en polvo, típicamente, puede contener entre alrededor de 1 % y alrededor de 10 % de metal aluminio ( $Al_m$ ) en masa. Además, típicamente, el remanente de aluminio en polvo contiene valores en forma de nitrato de aluminio ( $AlN$ ) que está presente, típicamente, en el remanente en una cantidad que representa alrededor de 12 % a alrededor de 30 % de la masa del remanente. Se ha establecido que los productos de remanente más finos, en general, tienen un contenido más bajo de  $Al_{(m)}$  que los productos de remanente más gruesos.

45 Otros componentes que están típicamente presentes en el remanente de aluminio en polvo y las cantidades en que están presentes, si están presentes, son los siguientes:

$Fe_2O_3$  - hasta 1,0 %

$MnO$  - hasta 0,2 %

50  $Cr_2O_3$  - hasta 0,02 %

$V_2O_5$  - hasta 0,15 %

$TiO_2$  - hasta 0,2 %

$CaO$  - hasta 1,5 %

K<sub>2</sub>O – hasta 0,7 %

S – hasta 0,2 %

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – hasta 0,3 %

SiO<sub>2</sub> – hasta 5 %

5 MgO – hasta 5 %

En la solicitud de patente del solicitante WO 2009/004565 se describió que la alúmina presente en el remanente de aluminio en polvo se puede utilizar como fuente de alúmina para un fundente de desulfuración en la industria de producción de acero al convertir el remanente de aluminio en polvo en un producto aglomerado en forma de gránulos o briquetas con la ayuda de un material aglutinante, a saber, cemento, y, en particular, un cemento con alto contenido de alúmina. En el método descrito en WO 2009/004565, el remanente en polvo se mezcla con el cemento y agua y se aglomera en gránulos o briquetas que se esparcen a la atmósfera abierta y se dejan secar, y después se calcinan mediante una combustión autosostenible de los gránulos o briquetas en un horno de secado vertical.

El documento DE 103 26 611 A1 describe un proceso para convertir el remanente de aluminio en polvo en un producto aglomerado que contiene alúmina. El remanente de aluminio en polvo que comprende 50-80 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlN y metal Al se mezcla con agua y un aglutinante que contiene CaO para formar gránulos o briquetas. La reacción espontánea de los componentes humedecidos conduce a la formación de amoníaco. A continuación, los gránulos se introducen en un recipiente de presión donde se produce el secado.

El solicitante ahora ha hallado un método mediante el cual se puede producir el producto que contiene alúmina aglomerada a partir de remanentes de aluminio en polvo sin la necesidad de introducir un aglutinante, de esta manera se evita la introducción de elementos y componentes extraños, cuyos elementos o componentes no son necesarios en la composición del fundente cuando el producto que contiene alúmina se utiliza como componente de una escoria sintética en la producción de acero.

Objeto de la presente invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir un producto que contiene alúmina aglomerada a partir de un remanente de aluminio en polvo que es útil como componente de una composición de escoria sintética utilizada en la producción de acero.

Compendio de la invención

Según la presente invención, se proporciona un proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada en ausencia de un aglutinante, el proceso comprende las etapas de:

- a) proporcionar un remanente de aluminio en polvo que contiene valores de aluminio en forma de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlN y Al<sub>(m)</sub>;
- b) humedecer el remanente de aluminio en polvo al mezclarlo con agua para obtener una mezcla de remanente de aluminio humedecida moldeable;
- c) dar forma de gránulos o briquetas a la mezcla de remanente de aluminio humedecida;
- 35 d) introducir los gránulos o briquetas aglomerados formados a partir de la mezcla de remanente de aluminio humedecida en un recipiente de presión;
- e) permitir que se produzca una reacción exotérmica espontánea entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida a presión y temperatura elevadas; durante dicha reacción se forma gas amoníaco;
- 40 f) dejar que los gránulos o briquetas aglomerados se sequen parcialmente para que adquieran suficiente resistencia para que se los retire del recipiente de presión;
- g) retirar los gránulos o briquetas parcialmente secos del recipiente de presión; y
- h) opcionalmente recoger el gas amoníaco formado durante la reacción exotérmica espontánea entre los componentes de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida.

45 En una aplicación de la invención, los gránulos o briquetas aglomerados parcialmente secos se pueden transferir a un horno de secado y calcinarse si la composición de los gránulos o briquetas parcialmente secos es adecuada para calcinación.

Tanto los gránulos o briquetas parcialmente secos como los gránulos o briquetas calcinados, tras la retirada del

recipiente de presión u horno de secado, según sea el caso, son adecuados para uso como componente de una escoria sintética para uso en la producción de acero.

5 El remanente de aluminio en polvo utilizado en el proceso de la invención se puede originar a partir del remanente formado en un fundidor de aluminio cuyo remanente se ha molido o reducido de otra forma a un polvo con el fin de recuperar aluminio del remanente producido durante el proceso de fusión. Sin embargo, preferiblemente, el remanente se origina a partir de un fundidor de aluminio primario o a partir de un fundidor secundario que no utiliza ninguna sal para el fundente. Si el uso final para el cual se aplicará el producto que contiene alúmina aglomerada no es sensible a la presencia de sales utilizadas convencionalmente durante la fusión de aluminio secundario, el remanente de aluminio en polvo utilizado en el proceso de la invención también puede originarse, alternativamente, a partir de dichos fundidores de aluminio secundario.

10 El remanente de aluminio en polvo utilizado en el proceso de la invención preferiblemente tiene una distribución de tamaño de partícula menor que 1 mm en la dimensión transversal máxima de las partículas. En una forma preferida de la invención menos de 30 % en masa y, más preferiblemente, menos de 20 % en masa del remanente de aluminio en polvo tiene una dimensión transversal máxima menor que 200  $\mu\text{m}$ , el resto tiene dimensiones transversales seccionales de entre 200  $\mu\text{m}$  y 1 mm.

15 El remanente de aluminio en polvo utilizado en el proceso de la invención está compuesto predominantemente por metal aluminio residual, nitruro de aluminio (AlN) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Por lo tanto, el remanente de aluminio en polvo contiene, preferiblemente, entre alrededor de 30 % y alrededor de 60 % de alúmina, entre alrededor de 12 % y alrededor de 30 % de AlN y entre alrededor de 1 % y alrededor de 10 % de metal aluminio. En una forma preferida de la invención, el remanente de aluminio en polvo utilizado en el proceso de la invención contiene al menos 2,0 % de metal aluminio. Por lo tanto, cuando todos los valores de aluminio en el remanente de aluminio en polvo se expresan como  $\text{Al}_2\text{O}_3$  el contenido de alúmina del remanente de aluminio puede ser, típicamente, entre 70 % y 110 %. En la forma preferida de la invención, la composición de la alúmina en el remanente tiene más de 80 % de aluminio (expresado como  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

25 Otros componentes típicos del remanente de aluminio en polvo son los siguientes:

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  - hasta 1,0 %

MnO – hasta 0,2 %

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  - hasta 0,02 %

$\text{V}_2\text{O}_5$  – hasta 0,15 %

30  $\text{TiO}_2$  - hasta 0,2 %

CaO – hasta 1,5 %

$\text{K}_2\text{O}$  – hasta 0,7 %

S – hasta 0,2 %

$\text{P}_2\text{O}_5$  – hasta 0,3 %

35  $\text{SiO}_2$  – hasta 5 %

MgO – hasta 5 %

Na como  $\text{Na}_2\text{O}$  – hasta 5 %

Además, según la presente invención, el producto en gránulos o briquetas aglomerado se forma para tener una distribución de tamaño de entre 3 mm y 60 mm en la dimensión transversal máxima.

40 El producto en gránulos o briquetas aglomerado puede tener, preferiblemente, una distribución de tamaño de entre 3 mm y 40 mm en la dimensión transversal máxima.

45 La etapa de dar forma de gránulos o briquetas a la mezcla de remanente de aluminio humedecida puede comprender cualquier método adecuado para lograr dicho objetivo. Preferiblemente, la etapa comprende un proceso de granulación en el que se utiliza una bandeja de granulación. Asimismo, se puede utilizar cualquier equipo de formación de briquetas adecuado para dar forma de briquetas a la mezcla de aluminio humedecida, si se prefiere dicha forma de producto.

La reacción en el recipiente de presión entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanente de aluminio humedecida preferiblemente se lleva a cabo a una presión de entre 10 y 30 kPa (presión efectiva). Esta presión se puede lograr al utilizar un recipiente de presión que tiene instalado un conducto

de extracción de gas cuyo extremo de descarga está ubicado en un recipiente de reacción que está abierto a presión atmosférica y que contiene un líquido adecuado y colocar el extremo de descarga del conducto de extracción de gas a una profundidad suficiente por debajo de la superficie del líquido en el recipiente de reacción para tener una altura de líquido entre el extremo de descarga del conducto de extracción de gas y la superficie del líquido, cuya altura de líquido corresponde a la presión requerida en el recipiente de presión. Por lo tanto, el gas amoníaco que se forma durante la reacción entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida se burbujea a través del líquido en el recipiente de reacción. En una forma preferida de esta realización de la invención, el proceso se ejecuta al introducir un volumen suficiente de líquido en el recipiente de reacción para tener una altura de líquido por encima del extremo de descarga del conducto de extracción de gas para dar lugar a una presión de alrededor de 10 kPa en el recipiente de presión cuando se produce la reacción espontánea entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanente de aluminio humedecida, y agregar de forma periódica más líquido al recipiente de reacción, para provocar, de esta manera, que la presión aumente hasta 30 kPa.

En una forma de este aspecto de la invención, el líquido en el recipiente de reacción puede ser agua, mediante la cual se recupera el gas amoníaco como una disolución de amoníaco al burbujearlo a través del agua en el recipiente de reacción. Alternativamente, el líquido en el recipiente de reacción puede ser ácido sulfúrico diluido, mediante el cual se provoca que el gas amoníaco haga reacción con el ácido sulfúrico para producir una disolución de sulfato de amonio al burbujearlo a través del ácido sulfúrico diluido en el recipiente de reacción. Cuando se produce una disolución de sulfato de amonio de esta manera, se prefiere tener como objetivo lograr una disolución de sulfato de amonio al 38 % antes de que se drene el recipiente de reacción y se vuelva a cargar con ácido sulfúrico diluido. Esta etapa se puede controlar al monitorizar el pH o la densidad de la disolución en el recipiente de reacción y agregar más ácido sulfúrico a medida que este se consume durante la reacción con el amoníaco introducido en el recipiente de reacción.

La reacción espontánea entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida es una reacción exotérmica y no se determinó que fuera necesario controlar la temperatura a la que procede la reacción. El calor generado durante esta reacción también sirve para sacar el agua de los gránulos o briquetas formados y, por lo tanto, secar al menos parcialmente los gránulos o briquetas formados y aumentar la resistencia mecánica en verde de los gránulos o briquetas.

Sin ánimo de ceñirnos a ninguna teoría, parecería que la reacción exotérmica espontánea entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida que se produce en el recipiente de presión es, o al menos incluye, una reacción entre el AlN en el remanente de aluminio en polvo y el agua, mediante la cual se forman amoníaco y  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y  $\text{AlO}(\text{OH})$  con la liberación de energía en forma de calor. El calor liberado sirve para sacar parcialmente los gránulos o briquetas y posiblemente también tiene otros efectos físicos o fisicoquímicos que sirven para aumentar la resistencia en verde de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanente de aluminio humedecida.

Dichos gránulos o briquetas se pueden retirar del recipiente de presión cuando la reacción se ha completado o está cerca de completarse. Los gránulos o briquetas producidos de esta forma se denominan en la presente gránulos o briquetas parcialmente secos.

El método de la presente invención también incluye la etapa adicional opcional de reducir el contenido de metal aluminio de los gránulos o briquetas parcialmente secos al calcinar el producto aglomerado en un horno de secado de una manera utilizada convencionalmente para calcinar diversos productos.

En este sentido, se halló que los gránulos o briquetas parcialmente secos son combustibles mediante la combustión autosostenible de los mismos. Por consiguiente, una característica adicional de la presente invención es convertir los gránulos o briquetas parcialmente secos en un producto que sustancialmente no genera humo con una pérdida de masa baja tras la ignición al encender el producto aglomerado y quemar el producto aglomerado. Esta etapa se lleva a cabo, preferiblemente, en un horno de secado vertical al introducir los gránulos o briquetas parcialmente secos en un horno de secado vertical, encender los gránulos o briquetas aglomerados en el horno de secado vertical al inflamar los gránulos o briquetas en o cerca del extremo inferior del horno de secado y dejar que la combustión autosostenible de los gránulos proceda hacia arriba a lo largo del horno de secado y retirar los gránulos o briquetas calcinados del extremo inferior del horno de secado vertical y reponer la carga del horno de secado con gránulos o briquetas parcialmente secos en el extremo superior del horno de secado vertical.

Nuevamente, sin ánimo de ceñirnos a ninguna teoría, parecería que la combustión autosostenible de los gránulos o briquetas parcialmente secos se puede atribuir a la oxidación durante la combustión del metal aluminio residual en los gránulos o briquetas parcialmente secos que proporciona el calor para la combustión, durante dicha reacción el metal aluminio se convierte en alúmina.

Según un aspecto adicional de la invención, se proporciona el uso de gránulos o briquetas aglomerados calcinados o no calcinados, producidos a partir de remanentes de alúmina en polvo mediante el proceso que se describió anteriormente, como fuente de alúmina en una escoria sintética para uso en la producción de acero.

Nuevamente, el uso de producto aglomerado calcinado puede ser, preferiblemente, de un producto que tiene una distribución de tamaño de entre 3 mm y 60 mm en la dimensión transversal máxima.

El producto aglomerado puede ser nuevamente, además, preferiblemente un producto granulado.

5 La invención proporciona, además, un producto aglomerado en forma de gránulos o briquetas para uso como fuente de alúmina en una escoria sintética utilizada en la producción de acero cuyo producto aglomerado contiene predominantemente alúmina, AlN y boemita.

Además, la invención proporciona un producto aglomerado en forma de gránulos o briquetas para uso como fuente de alúmina en una escoria sintética utilizada en la producción de acero, dicho producto aglomerado contiene los siguientes compuestos de aluminio en el %p. según se indica y determina mediante análisis de difracción de rayos X, en el cual se determinaron las concentraciones de fases mediante análisis cuantitativo de Rietveld utilizando el programa informático DIFFRAC-plus TOPAS:

35 % a 55 % de alúmina en forma de corindón,

10 % a 30 % de AlN,

15 4 % a 11 % de boemita,

2 % a 6 % de gibbsita

2 % a 8 % de brownmillerita,

2 % a 8 % de diayudaoita,

2 % a 6 % de metal aluminio y

20 1 % a 4 % de andalucita.

Se halló que el contenido de boemita en las briquetas producidas mediante la invención está presente en una cantidad significativamente más alta que en el remanente de alúmina en polvo a partir del cual se produce el producto aglomerado y presumiblemente actúa como aglutinante para el producto aglomerado. Por lo tanto, la invención también proporciona un producto aglomerado en forma de gránulos o briquetas para uso como fuente de alúmina en una escoria sintética utilizada en la producción de acero, cuyo producto aglomerado se produce a partir de un remanente de alúmina en polvo y se caracteriza porque contiene un %p. de boemita más alto que el remanente de alúmina en polvo a partir del cual se produce.

### 30 Ejemplos de la invención

A continuación, se describirán ejemplos de la presente invención sin limitar por medio de estos el alcance de la invención a las realizaciones ilustrativas.

Ejemplo 1 Preparación de gránulos aglomerados

35 Se pesaron 1200 kg de remanente de aluminio en polvo grueso y 300 kg de remanente de aluminio en polvo fino recibidos en bolsas a granel de operaciones de recuperación de aluminio y se mezclaron completamente. Estas cantidades se determinaron para auxiliar en la formación de gránulos durante el proceso de granulación. La mezcla se colocó en una bandeja de granulación con circulación. Se agregó agua a la bandeja por medio de una barra pulverizadora. La adición de agua se ajustó por medio de una válvula hasta que se formaron los gránulos en la bandeja. Los gránulos formados se descargaron automáticamente sobre un sistema de transporte cuando el tamaño del gránulo alcanzó 3mm.

45 Los gránulos formados se transfirieron a un recipiente de presión al que se instaló un conducto de extracción de gas cuyo extremo de descarga estaba ubicado en un recipiente de reacción que estaba abierto a presión atmosférica y que contenía ácido sulfúrico diluido (ácido sulfúrico al 10 % en agua) hasta una profundidad tal que el extremo de descarga del conducto de extracción de gas estuviera ubicado a una profundidad de alrededor de 150 cm por debajo de la superficie del líquido, para tener una altura de ácido sulfúrico diluido entre el extremo de descarga del conducto de extracción de gas y la superficie del líquido, cuya altura de líquido provocase el desarrollo de una presión de 15 kPa en el recipiente de presión antes de que el gas amoníaco, que se descarga como resultado de la reacción en el recipiente de presión, comenzase a burbujear a través del ácido sulfúrico diluido en el recipiente de reacción. Se agrega más ácido sulfúrico de forma periódica al recipiente de reacción a medida que la reacción entre el ácido

sulfúrico y el amoníaco procede hasta que la altura del líquido en el recipiente de reacción aumenta hasta una medida que la presión en el recipiente de presión aumenta hasta 30 kPa. Cuando la concentración de la disolución de sulfato de amonio formada en el recipiente de reacción aumentó hasta alrededor de 38 %, el recipiente de reacción se drenó y recargó con ácido sulfúrico diluido nuevo.

- 5 Se ha observado que la reacción en el recipiente de presión comienza de forma espontánea alrededor de 30 – 60 minutos después de la introducción de los gránulos formados. Cuando esta reacción se ha completado o está cerca de completarse, según lo indica la ausencia o la casi ausencia de gas amoníaco producido, los gránulos parcialmente secos se retiran del recipiente de presión y se transfieren a un horno de secado vertical.

Ejemplo 2 Preparación de gránulos aglomerados calcinados

- 10 Los gránulos parcialmente secos producidos según el Ejemplo 1 se cargaron de forma suelta en el horno de secado vertical proporcionando un extremo inferior con una rejilla o malla de acero y un extremo superior abierto. A continuación, los gránulos en el extremo inferior de la pila se encendieron o calentaron en el extremo inferior de la pila. La fuente de calor se aplicó solo inicialmente hasta que se produjo la combustión autosostenible. A medida que la combustión autosostenible avanzó hacia arriba a lo largo de la pila, los gránulos se calcinaron y se convirtieron en un producto granulado con una pérdida de masa mucho más baja tras la ignición e hidróxido que los gránulos antes de la combustión o calcinación.

20 El horno de secado vertical se proporcionó con un mecanismo de carga hacia el extremo inferior del mismo, por medio del cual los gránulos en la parte inferior del horno de secado, que ya se han calcinado, se pueden descargar, permitiendo que la zona de reacción en el horno de secado caiga. A continuación, se pueden agregar nuevos gránulos no calcinados o parcialmente secos en la parte superior del horno vertical, permitiendo que la reacción avance hacia arriba por los nuevos gránulos. Esto permite una operación continua en una estructura, sin requisitos de energía después de la ignición inicial.

También se halló que una parte inferior permeable del horno de secado utilizado para la calcinación permite un flujo de aire mejorado en la estructura para proporcionar el oxígeno necesario para las reacciones de oxidación.

- 25 Los gránulos que se retiraron del horno de secado se dejaron enfriar. A continuación, los gránulos fríos estaban listos para utilizarse. Se obtuvieron resultados satisfactorios cuando se utilizaron estos gránulos como un componente para proporcionar la alúmina necesaria para una escoria sintética en un proceso de producción de acero.

Ejemplo 3 Preparación de briquetas aglomeradas

- 30 Se produjeron briquetas con una dimensión transversal máxima de alrededor de 30mm de la misma forma descrita en el Ejemplo 1, pero utilizando una máquina para producir briquetas estándar según se conoce en la producción de briquetas de combustible, tal como carbón. Las briquetas no se calcinaron. Se halló que eran adecuadas para uso como el componente de alúmina requerido de una escoria sintética para uso en la producción de acero en la forma de briquetas parcialmente secas preparadas según se describió anteriormente.

- 35 Se llevó a cabo un análisis de los principales elementos (%p.) y se determinaron las concentraciones V (ppm) mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF, por sus siglas en inglés) en discos de fusión y gránulos en polvo prensados con respecto a la mezcla de remanente de aluminio en polvo utilizada para formar las briquetas y en las briquetas según se prepararon en el recipiente de presión. También se obtuvieron datos mineralógicos en relación con estos dos productos mediante análisis de difracción de rayos X, en el cual se determinaron las concentraciones de fases mediante análisis cuantitativo de Rietveld utilizando el programa informático DIFFRAC-plus TOPAS. Los resultados de estos procedimientos se establecen respectivamente en las Tablas 1 y 2 a continuación.

<b>Tabla 1</b>		
<b>Espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF)</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Mezcla de remanente de aluminio en polvo</b>	<b>Briqueta</b>
<b>Componente</b>	<b>% en peso</b>	<b>% en peso</b>

ES 2 638 828 T3

SiO2	4,81	3,24
TiO2	0,16	0,22
Al2O3	92,01	88,12
Fe2O3(t)	0,91	0,85
MnO	0,118	0,120
MgO	2,59	2,57
CaO	1,17	1,20
Na2O	2,29	2,08
K2O	0,33	0,22
P2O5	0,152	0,149
Cr2O3	0,073	0,069
L.O.I.	-4,10	1,38
<b>Total</b>	<b>100,52</b>	<b>100,22</b>
H2O-	0,45	0,97
V	312	278

<b>Tabla 2</b>			
Análisis de difracción de rayos X			
		<b>Mezcla de remanente de aluminio en polvo</b>	<b>Briqueta</b>
<b>Componente</b>	<b>Composición</b>	<b>% en peso</b>	<b>% en peso</b>
Corindón	alfa-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46,22	45,01
Diaoyudaoita	beta-NaAl <sub>11</sub> O <sub>17</sub> /0,5 (Na <sub>2</sub> O·11Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,66	2,72
Gibbsita	Al(OH) <sub>3</sub>	3,5	3,53
Nitruro de aluminio	AlN	27,2	19,78
Andalusita	Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> )O	2,11	2,56
Boemita	AlOOH	0,26	7,73
Aluminio	Al	2,83	3,39
Halita	NaCl	2,76	1,62
Cal	CaO	1,12	1,27
Hidrógeno de potasio Hidrato fosfato	K <sub>3</sub> H <sub>2</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> H <sub>2</sub> O	2,48	2,84
Hidrógeno Fósforo NitruroPN <sub>2</sub> H	PN <sub>2</sub> H	0,772	0,521
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	0,128	0,224
Larnita (C2S beta (MUMME))	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	2	3,3
Brownmillerita (C4AF)	Ca <sub>2</sub> (Al,Fe+3) <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,93	5,49
	Total	99,97	99,99

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada en ausencia de un aglutinante, el proceso comprende las etapas de:
- a) proporcionar un remanente de aluminio en polvo que contiene valores de aluminio en forma de  $Al_2O_3$ ,  $AlN$  y  $Al_{(m)}$ ;
  - 5 b) humedecer el remanente de aluminio en polvo al mezclarlo con agua para obtener una mezcla de remanente de aluminio humedecida moldeable;
  - c) dar forma de gránulos o briquetas a la mezcla de remanente de aluminio humedecida;
  - d) introducir los gránulos o briquetas aglomerados formados a partir de la mezcla de remanente de aluminio humedecida en un recipiente de presión;
  - 10 e) permitir que se produzca una reacción exotérmica espontánea entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida a presión y temperatura elevadas; durante dicha reacción se forma gas amoníaco;
  - f) dejar que los gránulos o briquetas aglomerados se sequen parcialmente para que adquieran suficiente resistencia para que se los retire del recipiente de presión;
  - 15 g) retirar los gránulos o briquetas parcialmente secos del recipiente de presión; y
  - h) opcionalmente recoger el gas amoníaco formado durante la reacción exotérmica espontánea entre los componentes de la mezcla de remanentes de aluminio humedecida.
2. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 1, en el que los gránulos o briquetas aglomerados parcialmente secos se transfieren a un horno de secado y se calcinan.
- 20 3. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el remanente de aluminio en polvo utilizado en el proceso se origina a partir del remanente formado en un fundidor de aluminio cuyo remanente se ha molido o reducido de otra forma en un polvo con el fin de recuperar aluminio del remanente producido durante el proceso de fusión.
- 25 4. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 3, en el que el remanente se origina a partir de un fundidor de aluminio primario o a partir de un fundidor secundario que no utiliza ninguna sal para fundente.
5. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 4, en el que el remanente de aluminio en polvo tiene una distribución de tamaño de partícula menor que 1 mm en la dimensión transversal máxima de las partículas.
- 30 6. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el remanente de aluminio en polvo está compuesto predominantemente por metal aluminio residual, nitruro de aluminio ( $AlN$ ) y alúmina ( $Al_2O_3$ ) y en el que el remanente de aluminio en polvo contiene, preferiblemente, entre alrededor de 30 % y alrededor de 60 % de alúmina, entre alrededor de 12 % y alrededor de 30 % de  $AlN$  y entre alrededor de 1 % y alrededor de 10 % de metal aluminio.
- 35 7. El proceso según la reivindicación 6, en el que otros componentes del remanente de aluminio en polvo son los siguientes:
- $Fe_2O_3$  - hasta 1,0 %
  - $MnO$  – hasta 0,2 %
  - 40  $Cr_2O_3$  - hasta 0,02 %
  - $V_2O_5$  – hasta 0,15 %
  - $TiO_2$  - hasta 0,2 %
  - $CaO$  – hasta 1,5 %
  - $K_2O$  – hasta 0,7 %
  - 45  $S$  – hasta 0,2 %
  - $P_2O_5$  – hasta 0,3 %

SiO<sub>2</sub> – hasta 5 %

MgO – hasta 5 %

Na como Na<sub>2</sub>O – hasta 5 %

5 8. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 1, en el que el producto de gránulo o briqueta aglomerado se forma para tener una distribución de tamaño de entre 3 mm y 60 mm en la dimensión transversal máxima.

10 9. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 1, en el que la reacción en el recipiente de presión entre los componentes de los gránulos o briquetas formados a partir de la mezcla de remanente de aluminio humedecida se lleva a cabo a una presión de entre 10 y 30 kPa (presión efectiva).

15 10. El proceso para convertir remanentes de aluminio en polvo en un producto que contiene alúmina aglomerada según la reivindicación 9, en el que se instala en el recipiente de presión un conducto de extracción de gas cuyo extremo de descarga está ubicado en un recipiente de reacción que está abierto a presión atmosférica y que contiene un líquido adecuado; se coloca el extremo de descarga del conducto de extracción de gas a una profundidad suficiente por debajo de la superficie del líquido en el recipiente de reacción para tener una altura de líquido entre el extremo de descarga del conducto de extracción de gas y la superficie del líquido, cuya altura de líquido corresponde a la presión requerida en el recipiente de presión.