

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 642**

51 Int. Cl.:

C22B 1/243 (2006.01)

C22B 1/14 (2006.01)

C22B 1/245 (2006.01)

C22B 26/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2021 PCT/EP2021/050370**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.07.2021 WO21148267**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2021 E 21700686 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2023 EP 4093889**

54 Título: **Tratamiento térmico de materias primas minerales mediante reactor de lecho fluidizado mecánico**

30 Prioridad:

20.01.2020 DE 102020200602
20.01.2020 LU 101613

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.04.2024

73 Titular/es:

FLSMIDTH A/S (100.0%)
Vigerslev Allé 77
2500 Valby, DK

72 Inventor/es:

HOPPE, ANDREAS;
DIETRICH, MEIKE;
HOLZER, JASMIN;
SCHNEBERGER, JÜRGEN;
RÜSCHHOFF, SVEN;
GOMEZ, RODRIGO y
BRACHT, LUKAS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 963 642 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

Tratamiento térmico de materias primas minerales mediante reactor de lecho fluidizado mecánico

La invención se refiere a un procedimiento particularmente para minerales de litio.

5 Del documento US 6.083.295 A se conoce un procedimiento para procesar material de grano fino mediante granulación.

Del documento WO 2017/144469 A1 se conoce un procedimiento para el tratamiento térmico de sólidos granulares.

Del documento DE 27 26 138 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para producir clinker de cemento a partir de materia prima de cemento aglomerada húmeda. El dispositivo presenta una zona de precalentamiento, una zona de desacidificación y una zona de sinterización.

10 Del documento DE 10 2017 202 824 A1 se conoce una instalación para la producción de cemento, en particular clinker de cemento, con un precalentador que presenta una pluralidad de ciclones, un calcinador para la desacidificación y un horno tubular rotatorio.

Del documento EP 3 476 812 A1 se conoce un método para secar material granulado.

15 Del documento EP 0 500 561 B1 se conoce un dispositivo para mezclar y tratar térmicamente partículas de sólidos con un recipiente dispuesto de forma sustancialmente horizontal. Del documento DE 1 051 250 se conocen un procedimiento y un dispositivo para mezclar masas en polvo o de grano fino con líquidos. Del documento DE 27 29 477 C2 se conoce una herramienta mezcladora similar a una reja de arado. Una herramienta mezcladora similar a una reja de arado para dispositivos de este tipo también se conoce del documento DE 197 06 364 C2. Dispositivos mezcladores correspondientes se ofrecen por la empresa Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH bajo el nombre mezcladores de reja de arado y crean en su interior un lecho fluidizado mecánico.

20 De Becker Markus: "It's all about the mix - The heavy-duty solution for mixing and granulation of sinter material in the steel industry", Metal Powder Report, MPR Publishing Services, Shrewsbury, GB, Tomo 75, N° 1, 01.01.2020, páginas 48-49, XP086082287, ISSN: 0026-0657, DOI: 10.1016/J.MPRP.2019.12.004 se conocen mezcladores de la empresa Lödige.

25 Del documento CN 108 179 264 A se conoce el tratamiento de mica de litio, en donde la mica de litio se seca mediante secado en escamas para obtener un producto seco, que se micromuele para obtener polvo de mica de litio y se mezcla con sal de sodio, óxido de calcio y agua.

Del documento US 4 350 523 A se conocen pellets de mineral de hierro porosos.

30 Del documento JP H09 95742 A1 es conocida la producción de mineral sinterizado utilizando mineral de hierro en agua.

Del documento WO 96/22950 A1 se conoce un procedimiento para utilizar polvos producidos cuando se reduce el mineral de hierro.

Del documento DE 10 2017 125707 A1 se conocen un procedimiento y una instalación para el tratamiento térmico de un mineral de litio.

35 El objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento con el que se puedan tratar térmicamente minerales en particular que, por un lado, tienden a la formación reforzada de depósitos y, por otro lado, pueden representar una mayor carga en el circuito de aire debido a las propiedades de fusión y/o a los tamaños de partículas.

40 Este problema se resuelve mediante el procedimiento con las características especificadas en la reivindicación 1. Se desprenden perfeccionamientos ventajosos de las reivindicaciones subordinadas, de la siguiente descripción, así como de los dibujos.

45 El procedimiento según la invención se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo para el tratamiento térmico de materias primas minerales y se utiliza, a saber, para el tratamiento térmico de minerales de litio, a saber, silicato de litio y aluminio, como por ejemplo espodumena ($\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$) o petalita ($\text{LiAl}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$). La invención es especialmente adecuada para minerales de litio de grano fino, que presentan un alto grado de contaminación con componentes de sodio, potasio y/o hierro de $> 0,5\%$ en peso (referido a Na_2O , K_2O , Fe_2O_3). Estas impurezas surgen principalmente de uno o generalmente varios de los siguientes minerales como minerales acompañantes:

Moscovita ($\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), adición típica $> 2\%$ en peso

Anfíbol ($\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), adición típica $> 1\%$ en peso,

Plagioclasa (Na,Ca)(Al,Si)₃O₈ , adición típica > 4 % en peso

Ortoclasa KAlSi₃O₈ , adición típica > 6 % en peso

5 Estos minerales tienen su punto de fusión a una temperatura inferior o similar a la que se produce la reacción de los componentes de litio, por ejemplo la conversión de α-espodumena en β-espodumena. Estas adiciones provocan la formación de aglomerados y depósitos vitrificados extremadamente duros que reducen significativamente el rendimiento del litio, por ejemplo de más del 90 % a menos del 70 %. Además, estas adiciones pueden provocar limitaciones significativas en el rendimiento de producción en dispositivos convencionales que no son según la invención.

10 El dispositivo presenta un dispositivo de trituración, un dispositivo de granulación y un dispositivo de tratamiento térmico. Según la invención, el dispositivo de granulación es un reactor de lecho fluidizado mecánico.

15 Se ha demostrado que esto conduce, especialmente en un reactor de lecho fluidizado mecánico, a una modificación muy ventajosa de la materia prima mineral finamente molida. La distribución de tamaño comparativamente uniforme de las partículas aglomeradas impide tanto la adhesión en un dispositivo de tratamiento térmico como el paso del producto a la fase gaseosa. Esto último conduce a que el producto debe filtrarse de la corriente de gases de escape y, por lo tanto, prácticamente circular, lo que supone una carga para todo el proceso.

Con ello se reduce la cantidad de formación de esmalte. Con ello se puede aumentar el rendimiento de litio a valores superiores al 90 % en el caso de silicatos estratificados como waldita de estaño y a valores superiores al 96 % en el caso de espodumena. Además, las tasas de conversión de α-espodumena a β-espodumena aumentan hasta el 100 %.

20 Mientras que en un reactor de lecho fluidizado normal se utilizan gases para mezclar un sólido con el espacio de gas y así fluidizarlo y transportarlo, en un reactor de lecho fluidizado mecánico esto se consigue de forma puramente mecánica con ayuda de una herramienta mezcladora.

25 Se ha demostrado que el efecto del reactor de lecho fluidizado mecánico es que las partículas muy finas que se muelen se aglomeran. Con ello se evita la formación de polvo en los siguientes pasos del proceso, ya que se pueden reducir muy claramente partículas especialmente pequeñas. Con ello, se pega mucho menos material a las paredes del precalentador, especialmente si está diseñado en forma de varios ciclones dispuestos uno tras otro.

30 El precalentador se puede diseñar como precalentador de corriente continua. En este caso, el gas y el sólido se transportan en la misma dirección, mientras que el calor se transfiere del gas al sólido. Un ejemplo de ello son los ciclones conectados uno tras otro. El calor se transfiere en las conexiones entre los ciclones en corriente paralela, y los ciclones sirven entonces para separar gases y sólidos.

Alternativamente, el precalentador puede estar configurado como precalentador a contracorriente. Un precalentador correspondiente es conocido, por ejemplo y en particular del documento DE 383 42 15 A1.

En una forma de realización preferida de la invención se utilizan minerales de litio de grano fino, en donde todas las partículas tienen un tamaño inferior a 500 μm, preferiblemente inferior a 350 μm.

35 En una forma de realización preferida de la invención, el mineral de litio se selecciona de un grupo que comprende:

silicato de aluminio, especialmente espodumena, petalita

fosfato de litio, especialmente amblygonita LiAl(F,OH)PO₄

silicato estratificado de litio, especialmente waldita de estaño (KLiFe²⁺Al₂Si₃O₁₀(OH,F)₃)

silicato estratificado de litio, especialmente lepidolita KLiAl₂Si₃O₁₀(OH,F)₃ jadarita NaLi[B₃SiO₇(OH)]

40 minerales arcillosos, especialmente hectorita Na_{0,3}(Mg,Li)₃Si₄O₁₀(OH)₂

eucryptita LiAlSi₂O₄

así como mezclas de los mismos

así como mezclas de estos minerales de litio con otros compuestos que no contienen litio, teniendo la mezcla una proporción de al menos el 70 % en peso de estos minerales de litio.

45 El dispositivo de tratamiento térmico presenta, por ejemplo, un precalentador, presentando el precalentador de 2 a 8 ciclones. Los ciclones permiten calentar el material de forma rápida y eficiente. Al mismo tiempo, el gas se enfría en contracorriente y, de esta forma, se recupera la energía.

El dispositivo de tratamiento térmico presenta, por ejemplo, un calcinador. El tratamiento térmico en un calcinador se limita preferentemente a un tiempo de permanencia de 1 a 3 segundos en el bucle de calcinación. En las instalaciones convencionales, el calcinador suele diseñarse para un tiempo de permanencia de 60 s. Esto es posible gracias a la transferencia de calor especialmente buena en un dispositivo según la invención debido al tamaño de partícula pequeño pero uniforme, en particular junto con la posible influencia sobre el perfil de temperatura a través del bucle a través de la clasificación del combustible y del aire.

Por ejemplo, el calcinador es un horno de pisos múltiples.

Por ejemplo, a continuación del dispositivo de tratamiento térmico está dispuesto un refrigerador. A modo de ejemplo y preferentemente, el refrigerador se compone de 2 a 8 ciclones. Los ciclones permiten que el material se enfríe de forma rápida y eficiente. Al mismo tiempo, el gas se calienta en contracorriente. Alternativamente, se puede utilizar un procedimiento de enfriamiento rápido indirecto para detener la reacción de forma controlada y sin el uso de oxígeno.

Por ejemplo, el refrigerador está conectado directamente al calcinador. En esta forma de realización se prescinde por completo de un horno, en particular de un horno tubular rotatorio. Con ello se reduce claramente el tiempo de permanencia en todo el dispositivo y se reduce el consumo de energía. Sin embargo, esto presupone un calentamiento rápido y uniforme y, por tanto, una conversión del material, que se consigue mediante el efecto de compensación del lecho fluidizado mecánico. Utilizando el reactor mecánico de lecho fluidizado, se comprobó que se consigue una aglomeración extremadamente uniforme del material de partida. Esto significa que, además del excelente paso libre de adherencias a través del precalentador así como del calcinador, también se consigue un calentamiento extremadamente bueno y, sobre todo, uniforme y, con ello, una reacción del material de partida. Con ello, se ha demostrado que el material de partida ya ha reaccionado después de pasar por el calcinador. De este modo se puede prescindir del largo calentamiento en el horno, que según la opinión generalizada es necesario para una realización completa. Con ello se produce un ahorro tanto en la construcción del sistema como, sobre todo, en su funcionamiento.

Por ejemplo, el dispositivo de tratamiento térmico presenta un horno tubular rotatorio. Esta forma de realización puede preferirse si un tratamiento térmico más prolongado del material de partida conduce a propiedades optimizadas del producto.

Por ejemplo, para el tratamiento térmico del material se utiliza un horno de pisos múltiples en lugar de un horno tubular rotatorio. En esta forma de realización, se puede establecer un perfil de temperatura muy preciso disponiendo los quemadores en varios pisos, evitando así temperaturas excesivas, que pueden provocar la fusión de componentes sensibles.

Alternativamente, el dispositivo puede presentar tanto un horno tubular rotatorio como un horno de pisos múltiples. Esto conduce a tiempos de permanencia claramente más largos, por ejemplo tiempos de permanencia de 30 minutos a 2 horas. Un dispositivo según esta forma de realización es especialmente adecuado para el tratamiento térmico de silicatos estratificados de litio (waldita de estaño y lepidolita), especialmente si presentan aditivos adicionales, por ejemplo componentes de sulfato y/o piedra caliza. Las reacciones sólido/sólido requieren tiempos de permanencia significativamente más largos para la conversión de mezclas de este tipo.

Por ejemplo, el reactor de lecho fluidizado mecánico presenta un recipiente dispuesto esencialmente de forma horizontal. A lo largo del eje longitudinal del recipiente está dispuesto centralmente un árbol, estando dispuestas herramientas mezcladoras radialmente en el árbol. En el caso más sencillo, estas herramientas mezcladoras pueden tener forma de varilla y estar dispuestas verticalmente sobre el árbol. De manera especialmente preferida, las herramientas mezcladoras están configuradas en forma de reja de arado. Ejemplos de herramientas mezcladoras en forma de reja de arado pueden deducirse, por ejemplo, del documento DE 27 29 477 C2 o del documento DE 197 06 364 C2. Esencialmente horizontal se ha de entender en el sentido de la invención según el documento EP 0 500 561 B1.

Por ejemplo, el reactor de lecho fluidizado mecánico presenta al menos una entrada de fluido. También se pueden disponer entradas de fluido adicionales, en particular a lo largo de la dirección de transporte del material. De manera especialmente preferida, la entrada de fluido se utiliza para suministrar agua. El agua favorece la aglomeración y, por tanto, conduce a partículas más uniformes. En particular, la adición de agua reduce la proporción de partículas más pequeñas, lo que permite evitar de forma especialmente eficaz la formación de polvo y la adherencia de material en los ciclones.

Por ejemplo, delante del reactor de lecho fluidizado mecánico está dispuesta una entrada de fluido. Ésta puede estar presente además o como alternativa a una entrada de fluido en el reactor de lecho fluidizado mecánico.

Por ejemplo, el reactor de lecho fluidizado mecánico presenta una entrada de combustible. Alternativa o adicionalmente también se puede suministrar combustible antes del reactor de lecho fluidizado mecánico. Esto permite incorporar el combustible a las partículas formadas por aglomeración en el reactor mecánico de lecho fluidizado. Este combustible se enciende en un proceso posterior, una vez superada su temperatura de ignición, por ejemplo en el calcinador, y conduce así a un calentamiento mucho más específico de la materia prima.

5 Por ejemplo, entre el reactor de lecho fluidizado mecánico y el precalentador está dispuesto un secador tubular ascendente. El secador tubular ascendente tiene dos ventajas. Por un lado, se puede evacuar especialmente el agua que se utiliza durante la aglomeración en el reactor de lecho fluidizado mecánico. Por otro lado, el material se puede transportar hasta la altura de entrada del precalentador. Además, el secador tubular ascendente también se puede utilizar para ajustar el tamaño de las partículas. Especialmente las partículas demasiado grandes se pueden separar mediante la velocidad del gas y, eventualmente, mediante un ciclón de separación en el extremo superior del secador tubular ascendente y, en particular, se pueden devolver para su posterior molienda.

10 Por ejemplo, entre el dispositivo de trituración y el reactor de lecho fluidizado mecánico está dispuesto un paso de homogeneización. Un paso de homogeneización es particularmente ventajoso si se añade combustible y/o aglutinante antes del paso de homogeneización.

Por ejemplo, entre el reactor de lecho fluidizado mecánico y el dispositivo de tratamiento térmico está dispuesto un secador tubular ascendente. El secador tubular ascendente tiene dos ventajas. Por un lado se puede evacuar especialmente el agua que se utiliza durante la aglomeración en el reactor de lecho fluidizado mecánico. Por otro lado, el material se puede transportar hasta la altura de entrada del precalentador.

15 La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento térmico de materias primas minerales, en particular minerales de litio, presentando el procedimiento los siguientes pasos:

- a) trituración de la materia prima mineral en un dispositivo de trituración,
- b) granulaciór del producto del paso a) en un dispositivo de granulaci3n,
- c) tratamiento térmico del producto del paso b) en un dispositivo de tratamiento térmico.

20 Según la invención, el procedimiento se caracteriza por que después del paso b) el 90 % de todas las partículas presentan un tamaño de partícula entre 50 µm y 500 µm.

25 Ventajosamente, el material de partida se puede moler muy finamente. Generalmente hay que llegar a un acuerdo. Cuanto más finos sean los materiales, mejor y más homogéneo será el proceso de cocción. Sin embargo, partículas demasiado pequeñas perturban el proceso. Sin embargo, debido a los pasos de procesamiento anteriores, por ejemplo y en particular a la flotación, en estos pasos de procesamiento anteriores son necesarios tamaños de partículas pequeños para lograr un enriquecimiento suficientemente grande. Sin embargo, estas partículas son desfavorables para el tratamiento térmico porque estos tamaños pequeños de partículas conducen a grandes pérdidas a través del polvo del filtro. Además, los componentes térmicamente sensibles mencionados anteriormente pueden provocar la formación de masas fundidas, lo que a su vez reduce la porción de litio extraíble y reduce el rendimiento de la producción debido a los lotes o conduce a fallos. Sin embargo, dado que las partículas no se introducen en el procedimiento en el tamaño finamente molido, esta limitación ya no se aplica.

30 En una forma de realización preferida de la invención se utilizan en el procedimiento minerales de litio de grano fino, en donde todas las partículas tienen un tamaño inferior a 500 µm, preferiblemente inferior a 350 µm.

35 En una forma de realización preferida de la invención, el mineral de litio se selecciona de un grupo que comprende:

silicato de aluminio, especialmente espodumena, petalita.

fosfato de litio, especialmente ambligonita $\text{LiAl}[(\text{F},\text{OH})\text{PO}_4]$

silicato estratificado de litio, especialmente waldita de estaño $(\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_3$

silicato estratificado de litio, especialmente lepidolita $\text{KLiAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_3$

40 jadarita $\text{NaLi}[\text{B}_3\text{SiO}_7(\text{OH})]$

minerales arcillosos, especialmente hectorita $\text{Na}_{0,3}(\text{Mg},\text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

eucryptita $\text{LiAlSi}_2\text{O}_4$

así como mezclas de los mismos,

45 así como mezclas de estos minerales de litio con otros compuestos que no contienen litio, teniendo la mezcla una proporción de al menos el 70 % en peso de estos minerales de litio.

En otra forma de realización, las partículas presentan una resistencia de los pellets de al menos 5 N.

En otra forma de realización de la invención se elige como dispositivo de granulaci3n un reactor de lecho fluidizado mecánico.

En otra forma de realización de la invención se elige como dispositivo de granulación un plato granulador.

En otra forma de realización de la invención se elige como dispositivo de granulación un molino de rodillos en lecho de material.

En otra forma de realización de la invención se elige como dispositivo de granulación una prensa briquetadora.

- 5 En otra forma de realización de la invención se añade antes y/o en el paso b) un combustible, en particular un combustible con una temperatura de ignición de 500 °C a 650 °C. El combustible se selecciona preferentemente del grupo que comprende carbón, polvo de carbón y celulosa.

Este combustible se enciende en un proceso posterior, una vez superada su temperatura de ignición, por ejemplo en el calcinador, y conduce así a un calentamiento mucho más específico de la materia prima.

- 10 En otra forma de realización de la invención se suministra combustible hasta un contenido en masa de como máximo el 50 %, preferentemente como máximo el 20 %.

En otra forma de realización de la invención se suministra combustible hasta un contenido en masa de al menos el 0,1 %, preferentemente al menos el 5 %.

- 15 En otra forma de realización de la invención se añade un aglutinante antes y/o en el paso b). A modo de ejemplo y preferentemente se elige como aglutinante silicato de aluminio o un sulfato. El aglutinante se añade preferentemente en una proporción del 3 % en peso al 10 % en peso. Además, se pueden añadir otros aditivos para favorecer la reacción.

Según la invención, el tratamiento térmico en el paso c) se lleva a cabo a una temperatura de al menos 950 °C.

- 20 En otra forma de realización de la invención, el tratamiento térmico en el paso c) se lleva a cabo a una temperatura de como máximo 1200 °C, preferiblemente como máximo 1100 °C, de manera especialmente preferida como máximo 1000 °C.

En otra forma de realización de la invención, el producto se enfría después de la etapa c), enfriándose preferiblemente el producto por debajo de 600 °C.

En otra forma de realización de la invención, el producto se tritura después de la etapa c).

- 25 En otra forma de realización de la invención en el paso a) tiene lugar una molienda húmeda y en el paso b) una aglomeración posterior sin secado previo.

- 30 En otra forma de realización la invención se realiza de tal manera que el contenido de nitrógeno de la fase gaseosa en el precalentador sea inferior al 30 % en volumen, preferentemente inferior al 15 % en volumen, de manera especialmente preferente inferior al 5 % en volumen. Esto se consigue preferentemente suministrando oxígeno puro como aire secundario a los quemadores. La ventaja es que se facilita la posterior separación del dióxido de carbono resultante de la fase gaseosa. Esto es ventajoso en el caso de la aglomeración del material de partida, ya que el polvo perjudica la deposición de dióxido de carbono. Sin embargo, con el procedimiento según la invención se reduce de forma especialmente significativa el polvo. La precipitación de dióxido de carbono sirve para evitar la emisión de gases perjudiciales para el clima.

- 35 El procedimiento según la invención se explica a continuación con más detalle mediante dispositivos representados en los dibujos.

Fig. 1 primera forma de realización

Fig. 2 segunda forma de realización

- 40 En la Fig. 1 se muestra una primera forma de realización de un dispositivo para el tratamiento térmico de materias primas minerales. El dispositivo presenta un dispositivo de trituración 10, por ejemplo un molino. A continuación, se dispone una etapa de homogeneización 20, en donde la materia prima mineral molida se mezcla con un combustible y un aglutinante. A continuación se granula el material de partida en el dispositivo de granulación 30, un reactor de lecho fluidizado mecánico. El material granulado se transporta a un secador tubular ascendente 40 y se transporta a un precalentador 50, que preferentemente se compone de cuatro a seis ciclones. El calcinador 60 está conectado al precalentador 50 y el horno tubular rotatorio 70 está conectado al calcinador 60. El precalentador 50, el calcinador 60 y el horno tubular rotatorio 70 forman el dispositivo de tratamiento térmico. El refrigerador 80 está conectado al dispositivo de tratamiento térmico.

- 45 La segunda forma de realización mostrada en la Figura 2 se diferencia de la primera forma de realización en que el dispositivo de tratamiento térmico no presenta un horno rotatorio 70, sino que el refrigerador 80 está conectado directamente al calcinador 60. Para generar calor, el calcinador 60 está conectado a un quemador 90. En esta segunda
- 50

ES 2 963 642 T3

forma de realización, el refrigerador 80 está construido preferiblemente con cuatro a seis ciclones.

Símbolos de referencia

	10	Dispositivo de trituración
	20	Etapa de homogeneización
5	30	Dispositivo de granulación
	40	Secador tubular ascendente
	50	Precalentador
	60	Calcinador
	70	Horno tubular rotatorio
10	80	Refrigerador
	90	Quemador

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento térmico de materias primas minerales, en el que como al menos una materia prima mineral se selecciona un mineral de litio, específicamente un silicato de litio y aluminio, en donde el procedimiento presenta los siguientes pasos:
- 5 a) triturar la materia prima mineral en un dispositivo de trituración (10),
 b) granular el producto del paso a) en un dispositivo de granulación (30),
 c) tratar térmicamente el producto del paso b) en un dispositivo de tratamiento térmico,
- caracterizado por que después del paso b) el 90 % de todas las partículas presentan un tamaño de partícula de entre 50 μm y 500 μm , en donde se usa un reactor de lecho fluidizado mecánico como dispositivo de granulación (30), en donde el mineral de litio tiene un alto grado de impureza causada por componentes de sodio, potasio y/o hierro de > 0,5 % en peso con respecto a Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 , en donde el tratamiento térmico en el paso c) se lleva a cabo a una temperatura de al menos 950 °C.
- 10
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que antes y/o en el paso b) se añade un combustible.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el combustible se selecciona del grupo que comprende carbón, polvo de carbón y celulosa.
- 15
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado por que el combustible se suministra hasta un contenido en masa de como máximo el 50 %.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que el combustible se suministra hasta un contenido en masa de al menos 0,1 %.
- 20
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que antes y/o en el paso b) se añade un aglutinante.
7. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que como aglutinante se selecciona silicato de aluminio o un sulfato.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el tratamiento térmico se realiza en un horno tubular rotatorio y horno de pisos múltiples con un tiempo de permanencia de 30 min a 2 horas.
- 25
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el tratamiento térmico en el paso c) se lleva a cabo a una temperatura máxima de 1200 °C.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el tratamiento térmico en el paso c) se lleva a cabo en un horno tubular rotatorio y en un horno de pisos múltiples.
- 30
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que después del paso c) tiene lugar un enfriamiento del producto.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que después del paso c) se lleva a cabo una trituración del producto.

