

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 741**

51 Int. Cl.:

F26B 11/16 (2006.01)

F26B 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2011** **E 11162729 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014** **EP 2511637**

54 Título: **Método para secar materia particulada húmeda, en el que la materia particulada secada es un mineral blanco que tiene un brillo Ry de al menos el 65%, a través de secado en un secador de vapor sobrecalentado directo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2015

73 Titular/es:

OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)
Baslerstrasse 42
4665 Oftringen , CH

72 Inventor/es:

BERGSET, OLAV;
CREMASCHI, ALAIN;
GUTSCHE, ROBERT y
HAUTCOEUR, LUDOVIC

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 528 741 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para secar materia particulada húmeda, en el que la materia particulada secada es un mineral blanco que tiene un brillo Ry de al menos el 65%, a través de secado en un secador de vapor sobrecalentado directo.

5 La presente invención se refiere al campo de procedimientos de secado, y más específicamente a un método para secar materia particulada húmeda usando vapor sobrecalentado.

10 El secado con vapor sobrecalentado es una tecnología emergente, que utiliza vapor sobrecalentado como medio de secado en contacto directo con el producto húmedo que va a secarse. En comparación con secadores de aire directo o de gas inerte, los secadores de vapor sobrecalentado directo tienen varias ventajas básicas bien conocidas tal como consumo de energía inferior debido a que no se calienta aire ni gas inerte, el vapor en exceso es más adecuado para la recuperación de calor ya que no está mezclado con aire o gas inerte, emisión insignificante de aire contaminado o gas inerte, ningún riesgo de explosión dentro del equipo o baja oxidación de productos que normalmente se oxidarían por el aire.

15 Se usa a menudo vapor saturado como fuente de energía en procedimientos de secado indirectos, que se basan en un principio de secado que proporciona potencialmente las mismas ventajas básicas que un secador de vapor sobrecalentado directo. Sin embargo, el principio de secado indirecto difiere significativamente del principio de secado directo ya que el calor no es suministrado por medio de contacto directo entre el producto húmedo y el medio de secado. En vez de esto, el calor se suministra por medio de la superficie caliente en contacto con el producto que va a secarse. Además, los secadores indirectos requieren intercambiadores de calor diseñados especialmente para su uso dentro de la cámara de secado, que son complejos y costosos en comparación con intercambiadores de calor convencionales.

20 The Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO) publicó en junio de 2004 un informe (R 2004/239), titulado "Industrial superheated steam drying", que menciona que hasta ahora se encuentran más de cien instalaciones de secado que utilizan la tecnología de secado con vapor sobrecalentado, en su mayor parte secadores continuos a gran escala para materiales a granel. Sin embargo, los secadores de vapor sobrecalentado conocidos en la técnica padecen todavía el problema de que debido a su construcción mucha de la energía empleada no puede recuperarse. Éste es particularmente el caso cuando un secador de vapor sobrecalentado no está conectado a otros procesos externos o disipadores de calor sino que se usa como sistema autónomo.

25 El documento WO 03/052336 describe un secador mezclador basado en el principio de secado con vapor sobrecalentado directo, con un ciclón, es decir, un separador de finos/vapor, en el vapor de salida de la cámara de secado y con un sistema de energía tradicional. La necesidad de un ciclón en el circuito de recirculación provoca un aumento en la caída de presión que necesita compensarse por una presión diferencial superior del ventilador de circulación y, por tanto, da como resultado un consumo de energía del ventilador de circulación significativamente aumentado. Además, el uso de un sistema de energía tradicional significa que la recuperación de energía sólo es posible conectando este secador mezclador a otros procesos externos o disipadores de calor.

30 La patente estadounidense n.º 5.291.668 describe un procedimiento de secado con vapor sobrecalentado atmosférico que usa un secador de tipo ultrarrápido, en el que el producto seco se separa del vapor a través del uso de un separador de celosía curvilínea. El vapor de agua separado del producto seco se recupera y se recircula como energía de vapor a través del uso de un compresor de vapor mecánico, mientras que el medio de secado o gas portador o vapor sobrecalentado se calienta o bien en intercambiadores de calor externos o bien en intercambiadores de calor dentro de la cámara de secado o una combinación de estos métodos. Sin embargo, una limitación básica de este procedimiento es que la velocidad de flujo del gas portador o el medio de secado influye en la funcionalidad global del procedimiento de secado y, por tanto, hace inviable la ejecución del sistema de secado descrito a un nivel óptimo de temperatura del sistema de recuperación de energía, sin o bien aumentar el tamaño del secador significativamente en comparación con el tamaño convencional o bien introducir superficies complejas de intercambiador de calor dentro de la cámara de secado. Además, un separador de finos y producto es obligatorio en dicho secador ultrarrápido, lo que conduce a una caída de presión adicional que es necesario compensar gastando más energía para el ventilador de circulación.

35 El documento EP 0058651 se refiere a un secador neumático/ultrarrápido para pienso de ganado, en el que las partículas del producto se transportan simultáneamente en una tubería y se secan en el gas portador o medio de secado o vapor sobrecalentado, en el que el medio de secado se recalienta a través de la tubería de doble pared. Este sistema de secado tiene también la limitación de que la velocidad de flujo del gas portador o el medio de secado influye en la funcionalidad global del procedimiento de secado y, por tanto, hace inviable la ejecución del sistema de secado descrito a un nivel óptimo de temperatura del sistema de recuperación de energía, sin aumentar el tamaño del secador significativamente en comparación con el tamaño convencional. El sistema requiere también un ciclón u otro tipo de separador, lo que es desfavorable en cuanto a consumo de energía.

40 La patente estadounidense n.º 4.242.808 describe un procedimiento de secado con vapor sobrecalentado directo específicamente para banda continua de papel en una fábrica de papel. La energía puede recuperarse al menos

parcialmente mediante el uso de un compresor de vapor mecánico. Sin embargo, este sistema requiere una alta temperatura de entrada y tampoco es adecuado para secar materia particulada.

5 Para mayor precisión, el solicitante desea mencionar las siguientes patentes estadounidenses que se refieren a principios de secado indirecto con recuperación de energía por medio de recompresión mecánica de vapor: US 4.523.388, US 4.223.452, US 2.622.342 y US 4.974.335.

10 Sigue existiendo una necesidad en la técnica de un método de secado más eficiente energéticamente para materia particulada húmeda.

15 Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un método de secado para materia particulada húmeda, que requiera menos consumo de energía. Sería deseable también proporcionar un sistema de secado eficiente energéticamente que no dependa de estar conectado a otros procesos térmicos externos o disipadores de calor. Es deseable también que un sistema de este tipo pueda utilizarse en condiciones industriales.

20 Es un objeto también de la presente invención proporcionar un método de secado para materia particulada húmeda que utilice un circuito de recirculación de vapor menos complejo que acepte una determinada cantidad de materia particulada transportada. Sería deseable también proporcionar un método de secado que permita el reciclaje integrado de materia particulada transportada en el vapor en exceso con un consumo bajo o insignificante de energía.

25 Los objetos anteriores y otros se solucionan mediante la provisión de un método para secar materia particulada húmeda, en el que la materia particulada secada es un mineral blanco que tiene un brillo Ry de al menos el 65% medido según la norma DIN 53163, comprendiendo el método las etapas de:

30 a) proporcionar al menos una corriente (1) de alimentación de materia particulada húmeda,

35 b) proporcionar un circuito de recirculación que comprende al menos una cámara (40) de secado, al menos un ventilador (41) de circulación y al menos un intercambiador (42) de calor, en el que la al menos una cámara (40) de secado comprende un sistema de mezclado y materia particulada mezclada, al menos una entrada para la al menos una corriente de alimentación de materia particulada húmeda, al menos una entrada para el vapor sobrecalentado y al menos una salida para el vapor de escape.

40 c) alimentar, o bien de manera continua o bien discontinua, la al menos una corriente (1) de alimentación de materia particulada húmeda al interior de la materia particulada mezclada en la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para la corriente de alimentación,

45 d) alimentar vapor (6) sobrecalentado al interior de la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado,

50 e) poner en contacto directamente la materia particulada mezclada con vapor sobrecalentado dentro de la al menos una cámara (40) de secado para secar la materia particulada mezclada y dejar escapar dicho vapor por medio de la al menos una salida para el vapor (3) de escape sin separar del vapor (3) de escape ninguna materia particulada transportada,

55 f) alimentar el vapor (3, 4, 5) de escape que transporta materia particulada al interior del al menos un intercambiador (42) de calor, en el que el vapor de escape que transporta materia particulada se recalienta para proporcionar vapor (6) sobrecalentado, en el que el vapor de escape que transporta materia particulada pasa por el al menos un ventilador (41) de circulación antes o después del al menos un intercambiador (42) de calor, y alimentar dicho vapor sobrecalentado nuevamente al interior de la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado,

60 g) separar un vapor (7) en exceso de al menos una posición dentro del circuito de recirculación,

65 h) alimentar el vapor (7) en exceso al interior de al menos un compresor (43) mecánico, en el que el vapor en exceso se comprime para elevar la temperatura saturada del vapor en exceso, usar dicho vapor (8) en exceso comprimido como fuente de calor en el al menos un intercambiador (42) de calor, y descargar el vapor en exceso como un condensado (9) líquido, e

i) descargar, o bien de manera continua o bien discontinua, el particulado secado como al menos una corriente de producto por medio de al menos una salida para obtener la materia particulada secada.

Según otro aspecto de la presente invención, el método de secado según la presente invención se usa para fabricar carbonato de calcio que tiene un contenido en sólidos de más del 95% en peso, en el que el carbonato de calcio se fabrica preferiblemente sin la presencia de un clasificador.

Se definen realizaciones ventajosas de la presente invención en las correspondientes reivindicaciones dependientes.

- 5 Según una realización, la al menos una cámara (40) de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde la al menos una cámara de secado y/o el circuito de recirculación restante excluyendo la al menos una cámara de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado.
- 10 Según una realización, el sistema de mezclado dentro de la cámara de secado se selecciona de un mezclador de uno, dos o más ejes, o un mezclador combinado de uno, dos o más ejes y un dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico, preferiblemente el sistema de mezclado es un mezclador combinado de dos ejes y un dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico.
- 15 Según una realización, la presión en la al menos una cámara de secado es de desde 0 hasta 5 bar, preferiblemente desde 0,1 hasta 1,5 bar y más preferiblemente desde 0,1 hasta 0,95 bar o desde 1,05 hasta 1,2 bar. Según otra realización, el vapor sobrecalentado es vapor de agua sobrecalentado y la caída de presión a través del circuito de recirculación es desde 500 hasta 3000 Pa, preferiblemente desde 1000 hasta 2000 Pa, a una presión en la al menos una cámara de secado de 0,8 a 1,2 bar.
- 20 Según una realización, el vapor (7) en exceso se separa de al menos una posición dentro del circuito de recirculación, en el que la cantidad de materia particulada transportada se encuentra que es la más baja, preferiblemente el vapor (7) en exceso se separa del vapor (3) de escape después de salir de la al menos una cámara (40) de secado y antes de salir del al menos un ventilador (41) de circulación.
- 25 Según una realización, el al menos un intercambiador (42) de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos. Según otra realización, el al menos un compresor mecánico es un compresor centrífugo, un ventilador centrífugo de alta presión o un soplador Roots de desplazamiento positivo, preferiblemente un ventilador centrífugo de alta presión.
- 30 Según una realización, la temperatura del vapor (6) sobrecalentado y la temperatura del vapor (3) de escape que salen de la al menos una cámara de secado, difieren en una diferencia de temperatura ΔT_R , en la que ΔT_R es de desde 5 hasta 100°C, preferiblemente desde 10 hasta 50°C, más preferiblemente desde 15 hasta 30°C, incluso más preferiblemente desde 15 hasta 25°C y lo más preferiblemente de aproximadamente 22°C. Según otra realización, la temperatura saturada del vapor (7) en exceso y la temperatura saturada del vapor (8) en exceso comprimido difieren en una diferencia de temperatura ΔT_E , en la que ΔT_E es desde 6 hasta 130°C, preferiblemente desde 11 hasta 80°C, más preferiblemente desde 15 hasta 60°C y lo más preferiblemente desde 20 hasta 45°C. Según todavía otra realización, la diferencia entre ΔT_E y ΔT_R es de desde 1 hasta 30°C, preferiblemente desde 4 hasta 20°C, más preferiblemente desde 6 hasta 15°C y lo más preferiblemente desde 6 hasta 10°C.
- 35 Según una realización, el vapor (7) en exceso pasa por al menos un separador (44) para retirar cualquier materia particulada transportada del vapor en exceso antes de alimentarse como vapor (17) en exceso purificado o vuelto a someter a ebullición al interior de al menos un compresor (43) mecánico. Según otra realización, la materia particulada transportada retirada se alimenta como una corriente (13) de reciclaje al interior de la al menos una cámara (40) de secado o al interior de la al menos una corriente (1, 2) de alimentación. Según todavía otra realización, la al menos una corriente (1) de alimentación se precalienta antes de alimentarse al interior de la al menos una cámara (40) de secado, preferiblemente la corriente (1) de alimentación se precalienta mediante al menos un intercambiador (46) de calor, en el que el condensado (9, 19) líquido y/o la corriente de descarga del al menos un separador (44) se usa como fuente de calor.
- 40 Según una realización, el vapor (7) en exceso pasa por al menos un separador (44) para retirar cualquier materia particulada transportada del vapor en exceso antes de alimentarse como vapor (17) en exceso purificado o vuelto a someter a ebullición al interior de al menos un compresor (43) mecánico. Según otra realización, la materia particulada transportada retirada se alimenta como una corriente (13) de reciclaje al interior de la al menos una cámara (40) de secado o al interior de la al menos una corriente (1, 2) de alimentación. Según todavía otra realización, la al menos una corriente (1) de alimentación se precalienta antes de alimentarse al interior de la al menos una cámara (40) de secado, preferiblemente la corriente (1) de alimentación se precalienta mediante al menos un intercambiador (46) de calor, en el que el condensado (9, 19) líquido y/o la corriente de descarga del al menos un separador (44) se usa como fuente de calor.
- 45 Según una realización, el vapor (7) en exceso pasa por al menos un separador (44) para retirar cualquier materia particulada transportada del vapor en exceso antes de alimentarse como vapor (17) en exceso purificado o vuelto a someter a ebullición al interior de al menos un compresor (43) mecánico. Según otra realización, la materia particulada transportada retirada se alimenta como una corriente (13) de reciclaje al interior de la al menos una cámara (40) de secado o al interior de la al menos una corriente (1, 2) de alimentación. Según todavía otra realización, la al menos una corriente (1) de alimentación se precalienta antes de alimentarse al interior de la al menos una cámara (40) de secado, preferiblemente la corriente (1) de alimentación se precalienta mediante al menos un intercambiador (46) de calor, en el que el condensado (9, 19) líquido y/o la corriente de descarga del al menos un separador (44) se usa como fuente de calor.
- 50 Según una realización, la materia particulada secada obtenida contiene menos del 15% en peso de humedad total, preferiblemente menos del 5% en peso, más preferiblemente menos del 2% en peso y lo más preferiblemente menos del 1% en peso, basándose en el peso total de la materia particulada secada. Según otra realización, el tiempo de retención promedio de la materia particulada secada dentro del circuito de recirculación es de al menos 10 minutos, al menos 30 minutos o al menos 60 minutos.
- 55 Según una realización, el mineral blanco se selecciona de un mineral a base de carbonato de calcio o hidróxido de calcio o sulfato de calcio, preferiblemente carbonato de calcio, más preferiblemente carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado, o se selecciona de minerales que contienen carbonato de calcio en los que los minerales que contienen carbonato de calcio comprenden preferiblemente dolomía o colas de flotación de carbonato de calcio o mezclas de los mismos. Según otra realización, el mineral blanco es un mineral a base de carbonato de calcio mezclado con arcilla o talco o hidróxido de calcio o sulfato de calcio o son mezclas de carbonato de calcio-caolín o mezclas de carbonato de calcio y bentonita, o mezclas de carbonato de calcio natural con hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, mica o con fibras sintéticas o naturales o son estructuras conjuntas de minerales, preferiblemente estructuras conjuntas de talco-carbonato de calcio o talco-dióxido de titanio o carbonato de calcio-dióxido de titanio.
- 60 Según una realización, el mineral blanco se selecciona de un mineral a base de carbonato de calcio o hidróxido de calcio o sulfato de calcio, preferiblemente carbonato de calcio, más preferiblemente carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado, o se selecciona de minerales que contienen carbonato de calcio en los que los minerales que contienen carbonato de calcio comprenden preferiblemente dolomía o colas de flotación de carbonato de calcio o mezclas de los mismos. Según otra realización, el mineral blanco es un mineral a base de carbonato de calcio mezclado con arcilla o talco o hidróxido de calcio o sulfato de calcio o son mezclas de carbonato de calcio-caolín o mezclas de carbonato de calcio y bentonita, o mezclas de carbonato de calcio natural con hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, mica o con fibras sintéticas o naturales o son estructuras conjuntas de minerales, preferiblemente estructuras conjuntas de talco-carbonato de calcio o talco-dióxido de titanio o carbonato de calcio-dióxido de titanio.
- 65 Según una realización, el mineral blanco se selecciona de un mineral a base de carbonato de calcio o hidróxido de calcio o sulfato de calcio, preferiblemente carbonato de calcio, más preferiblemente carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado, o se selecciona de minerales que contienen carbonato de calcio en los que los minerales que contienen carbonato de calcio comprenden preferiblemente dolomía o colas de flotación de carbonato de calcio o mezclas de los mismos. Según otra realización, el mineral blanco es un mineral a base de carbonato de calcio mezclado con arcilla o talco o hidróxido de calcio o sulfato de calcio o son mezclas de carbonato de calcio-caolín o mezclas de carbonato de calcio y bentonita, o mezclas de carbonato de calcio natural con hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, mica o con fibras sintéticas o naturales o son estructuras conjuntas de minerales, preferiblemente estructuras conjuntas de talco-carbonato de calcio o talco-dióxido de titanio o carbonato de calcio-dióxido de titanio.

Según una realización, la materia particulada secada obtenida es carbonato de calcio que tiene un contenido en sólidos de más del 95% en peso, basándose en el peso total del carbonato de calcio.

5 Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

10 La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra otra realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra otra realización a modo de ejemplo de la presente invención.

15 La figura 4 es un gráfico que muestra el consumo de energía específico total frente a la diferencia de temperatura de la temperatura del vapor sobrecalentado alimentado al interior de la cámara de secado y la temperatura del vapor de escape que sale de la cámara de secado para una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

20 La figura 5 es un gráfico que muestra el consumo de energía específico total frente a la diferencia de temperatura de la temperatura del vapor sobrecalentado alimentado al interior de la cámara de secado y la temperatura del vapor de escape que sale de la cámara de secado para otra realización a modo de ejemplo de la presente invención.

25 Para los fines de la presente invención, el término “materia particulada húmeda”, “alimentación” o “corriente de alimentación” se refiere a una alimentación o corriente nueva, que se alimenta al interior de la al menos una cámara de secado empleada en el método según la presente invención y es una mezcla homogénea o heterogénea de al menos una sustancia sólida con un líquido, por ejemplo, en forma de una solución, suspensión o dispersión, que forma un producto particulado a través del secado. La materia particulada húmeda puede estar presente, por ejemplo, como líquido, suspensión espesa, pasta, aglomerados, granulados, cristales, gránulos, partículas húmedas, trozos húmedos o torta húmeda. El líquido puede comprender agua, disolventes orgánicos o cualquier otra sustancia líquida o mezclas de los mismos. El contenido en sólidos de la materia particulada húmeda puede ser de al menos el 5% en peso, preferiblemente al menos el 25% en peso basándose en el peso total de la materia particulada húmeda.

35 Para los fines de la presente invención, se entiende que “materia particulada secada” o “producto” se refiere a materia particulada que tiene un contenido en humedad total inferior al 15% en peso, inferior al 5% en peso, inferior al 2% en peso, preferiblemente inferior al 1% en peso, basándose en el peso total de la materia particulada secada.

40 El término “materia particulada mezclada” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere a la materia particulada que está dentro de la cámara de secado, que se seca simultáneamente por el medio de secado y se mezcla con o se moja por la materia particulada húmeda. El contenido en humedad total de la materia particulada mezclada está entre el contenido en humedad de la materia particulada húmeda y la materia particulada secada.

45 El término “materia particulada transportada” o “finos” tal como se usa en el contexto de la presente invención, se refiere a la materia particulada, ya sea materia particulada parcialmente secada o secada, que se transporta junto con el vapor de escape desde la cámara de secado. El contenido en humedad total de la materia particulada transportada podría cambiar cuando pasa a través del circuito de circulación o cuando se transporta junto con el vapor en exceso.

50 El término “tiempo de retención” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere al tiempo de retención promedio de la materia particulada secada dentro del sistema de secado y se calcula dividiendo la materia particulada secada dentro del sistema de secado en condiciones de estado estacionario entre la velocidad de flujo de materia particulada secada en la al menos una corriente de producto.

55 Un “mineral” en el sentido de la presente invención comprende una sustancia inorgánica sólida que tiene una composición química característica. Un mineral “blanco” en el sentido de la presente invención es un mineral blanco que tiene un brillo Ry de al menos el 65% medido según la norma DIN 53163 (fecha de emisión: julio de 1988).

60 “Carbonato de calcio molido” (CCM) en el sentido de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido de fuentes naturales, tal como piedra caliza, calcita, mármol o tiza o dolomía y procesado a través de un tratamiento tal como molienda, cribado y/o fraccionamiento en húmedo y/o en seco, por ejemplo con un ciclón o clasificador.

65 “Carbonato de calcio precipitado” (CCP) en el sentido de la presente invención es un material sintetizado, obtenido generalmente por precipitación tras la reacción de dióxido de carbono y cal en un entorno acuoso o por precipitación de una fuente de calcio y carbonato en agua o por precipitación de iones calcio y carbonato, por ejemplo CaCl_2 y

Na₂CO₃, fuera de la solución.

5 Un “medio de secado” en el sentido de la presente invención es un disolvente que se usa para secar y retirar el componente líquido de la materia particulada mezclada. La composición del medio de secado puede ser similar o bastante similar a la del componente líquido de la materia particulada húmeda.

10 El término “vapor de escape” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere a vapor sobrecalentado enriquecido con humedad y/o componentes volátiles evaporados de la materia particulada mezclada durante el procedimiento de secado directo dentro de la al menos una cámara de secado. Además, el vapor de escape puede comprender materia particulada transportada que se transporta junto con el vapor de escape.

15 Para los fines de la presente invención, la frase “sin separar del vapor de escape ninguna materia particulada transportada” significa que no se usa ningún dispositivo de separación de finos/vapor que genere una caída de presión adicional significativa en el circuito de recirculación, tal como un ciclón o filtro o similar, para separar la materia particulada transportada del vapor que pasa a lo largo del circuito de circulación.

20 Para los fines de la presente invención, el término “temperatura saturada”, se refiere a la temperatura a la que el estado físico de un medio de secado cambia de líquido a vapor, en el que la temperatura saturada del medio de secado depende de su presión.

Para los fines de la presente invención, el término “elevación del punto de ebullición” se refiere a la diferencia entre el punto de ebullición de una determinada cantidad de sustancia sólida mezclada y/o disuelta con un disolvente a una determinada presión y la temperatura saturada del disolvente puro a la misma presión.

25 El término “disolvente” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere tanto a disolventes que disuelven sustancias sólidas como a cualquier otro tipo de líquidos que no disuelven pero que, sin embargo, transportan sólidos, por ejemplo, en forma de una dispersión o suspensión.

30 Una “suspensión espesa” en el sentido de la presente invención comprende sólidos insolubles y líquido y opcionalmente otros aditivos y sólidos disueltos y normalmente contiene grandes cantidades de sólidos insolubles y, así, es más viscosa y generalmente de mayor densidad que el líquido del que se forma.

35 El término “vapor sobrecalentado” o “vapor” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere a un vapor o vapor de agua de un medio de secado. El prefijo “sobrecalentado” se refiere a una temperatura mayor que la temperatura saturada del respectivo medio de secado. El término “vapor” o “vapor de agua”, sin el prefijo sobrecalentado tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere a un vapor o bien a temperatura saturada o bien a una temperatura ligeramente mayor que la temperatura saturada del disolvente respectivo. Puede usarse cualquier tipo de vapor de disolvente sobrecalentado o mezcla de vapores de disolventes sobrecalentados en el método de la presente invención, por ejemplo, pero sin limitarse a agua, metanol, etanol, isopropanol, butanol, otros alcoholes, propilenglicol, monoetilenglicol, etilenglicol, otros glicoles, hidrocarburos o mezcla de al menos dos de estos disolventes.

45 El término “contenido en humedad total” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere a la cantidad de disolvente absorbido sobre la superficie de la materia particulada y dentro de la materia particulada, que puede evaporarse de la materia particulada. En caso de que el disolvente sea agua, el % en peso de agua de la materia particulada se determina según métodos de medición adecuados para la sustancia sólida específica, por ejemplo, el método de medición coulométrico de Karl Fischer, en donde el polvo de mineral y/o las partículas de material compuesto o materia particulada se calientan a 220°C, o a una temperatura diferente adecuada para la sustancia sólida específica, y el contenido en agua que se libera como vapor de agua o vapor y se aísla usando una corriente de gas nitrógeno (a 100 ml/min) se determina en una unidad coulométrica de Karl Fischer.

50 El término “consumo total de energía” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere al consumo de energía eléctrica total más el consumo de energía térmica total y se especifica en kWh.

55 El término “consumo total de energía eléctrica” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere al consumo de energía eléctrica de todo el equipo dentro del procedimiento real de consumo de energía eléctrica y se especifica en kWh.

60 El término “consumo total de energía térmica” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere al consumo de energía térmica o energía calórica requerida para que se realice el proceso real tal como se especifica y se especifica en kWh.

65 El término “dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico” tal como se usa en el contexto de la presente invención se refiere a un lecho fluidizado de partículas, sin embargo, no establecido por medio de un fluido que pasa a través de un lecho de partículas sino en su lugar por medio de fuerzas mecánicas a través del dispositivo de mezcla, mientras que el resultado es similar a la licuefacción por medio de un fluido (líquido o vapor o gas) que se

hace pasar a través de la materia particulada, con lo cual la materia particulada se convierte de un estado de tipo sólido estático a un estado de tipo fluido dinámico. Cuando se fluidiza, un lecho de partículas sólidas se comportará como un fluido, como un líquido o vapor o gas.

5 Para los fines de la presente invención, el término "bar" se refiere a la presión absoluta, es decir, 1,01325 bar son iguales a la presión atmosférica, es decir, una atmósfera estándar (1 atm).

A continuación, las características del procedimiento de la invención se describirán con la ayuda de la figura 1 que ilustra una realización del método de secado de la presente invención.

10 El procedimiento de la invención para secar materia particulada húmeda comprende el paso de proporcionar al menos una corriente (1) de alimentación de materia particulada húmeda.

15 La materia particulada húmeda que va a secarse en el procedimiento de la invención puede derivarse de diversas fuentes y es un mineral blanco que tiene un brillo Ry de al menos el 65% medido según la norma DIN 53163 (fecha de emisión: julio de 1988) tras haberse secado por el método de la invención.

20 Según una realización de la presente invención, el mineral blanco se selecciona de un mineral a base de carbonato de calcio o hidróxido de calcio o sulfato de calcio, preferiblemente carbonato de calcio, más preferiblemente carbonato de calcio molido (CCM), carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado (CCP), o se selecciona de minerales que contienen carbonato de calcio en los que los minerales que contienen carbonato de calcio comprenden preferiblemente dolomía o colas de flotación de carbonato de calcio, o mezclas de los mismos.

25 Un carbonato de calcio molido (CCM) natural puede ser, por ejemplo, uno o más de mármol, piedra caliza, tiza, calcita y/o dolomía. Un carbonato de calcio precipitado (CCP) puede ser, por ejemplo, una o más de las formas cristalinas mineralógicas aragonítica, vaterítica y/o calcítica. La aragonita es comúnmente de forma acicular, mientras que la vaterita pertenece al sistema cristalino hexagonal. La calcita puede adoptar formas escalenoédricas, prismáticas, esféricas y romboédricas. Un carbonato de calcio modificado puede ser un carbonato de calcio molido natural o precipitado con una modificación superficial y/o de la estructura interna, por ejemplo, el carbonato de calcio puede tratarse o recubrirse con un agente de tratamiento superficial de hidrofobización tal como, por ejemplo, un ácido carboxílico alifático o un siloxano, o puede hacerse reaccionar con un ácido y dióxido de carbono. El carbonato de calcio puede tratarse o recubrirse para convertirse en catiónico o aniónico con, por ejemplo, un poliacrilato o polidamc.

35 Preferiblemente, el pigmento mineral es carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o un carbonato de calcio precipitado, o una mezcla de los mismos.

40 Según otra realización de la presente invención, el mineral blanco es un mineral a base de carbonato de calcio mezclado con arcilla o talco o con hidróxido de calcio o sulfato de calcio, o son mezclas de carbonato de calcio-caolín o mezclas de carbonato de calcio y bentonita, o mezclas de carbonato de calcio natural con hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, mica o con fibras sintéticas o naturales o son estructuras conjuntas de minerales, preferiblemente estructuras conjuntas de talco-carbonato de calcio o talco-dióxido de titanio o carbonato de calcio-dióxido de titanio.

45 Según una realización de la presente invención, la materia particulada húmeda está en forma de un líquido, una suspensión espesa, una pasta, aglomerados, granulados, cristales, gránulos, partículas húmedas, trozos húmedos o una torta húmeda. Preferiblemente la materia particulada húmeda está en forma de una suspensión espesa.

50 El componente líquido de la materia particulada húmeda puede ser agua, un disolvente orgánico o cualquier otro líquido o mezclas de los mismos. Ejemplos de disolventes orgánicos adecuados son metanol, etanol, isopropanol, butanol, otros alcoholes, propilenglicol, monoetilenglicol, etilenglicol, otros glicoles, hidrocarburos o mezcla de al menos dos de estos disolventes. Preferiblemente, el componente líquido de la materia particulada húmeda es principalmente agua, más preferiblemente agua.

55 El contenido en sólidos de la materia particulada húmeda puede estar en el intervalo del 5 al 95% en peso basándose en el peso total de la materia particulada húmeda. Según una realización de la presente invención, el contenido en sólidos de la materia particulada húmeda es de al menos el 5% en peso, al menos el 15% en peso, preferiblemente al menos el 25% en peso, más preferiblemente al menos el 35% en peso y lo más preferiblemente al menos el 50% en peso, basándose en el peso total de la materia particulada húmeda. Por ejemplo, el contenido en sólidos de la materia particulada húmeda es de desde el 5 hasta el 95% en peso, desde el 15 hasta el 95% en peso, desde el 25 hasta el 95% en peso, desde el 35 hasta el 95% en peso o desde el 50 hasta el 95% en peso, basándose en el peso total de la materia particulada húmeda.

65 El método de la invención para secar materia particulada húmeda comprende además la etapa de proporcionar un circuito de recirculación que comprende al menos una cámara (40) de secado, al menos un ventilador (41) de circulación y al menos un intercambiador (42) de calor. La al menos una cámara de secado comprende un sistema

de mezclado y materia particulada mezclada, al menos una entrada para la corriente de alimentación de materia particulada húmeda, al menos una entrada para vapor sobrecalentado y al menos una salida para vapor de escape.

5 El número y la posición de la al menos una entrada para la al menos una corriente (1, 2) de alimentación y/o el número y la posición dentro de la cámara de secado, en la que la al menos una corriente de alimentación entra y se distribuye sobre la materia particulada mezclada puede depender de las características de la materia particulada húmeda, las características de la materia particulada mezclada, el diseño de la al menos una cámara de secado y la tendencia de la materia particulada mezclada a generar finos dentro de la cámara de secado. Dependiendo de las características de la materia particulada húmeda y de la materia particulada mezclada, el diseño de la al menos una cámara de secado y la tendencia de la materia particulada mezclada a generar finos dentro de la al menos una cámara de secado, la al menos una cámara de secado puede contener también más de una entrada para la corriente de alimentación, por ejemplo, dos, tres, cuatro o cinco entradas para la al menos una corriente de alimentación.

15 El número y la posición de la al menos una entrada para el vapor (6) sobrecalentado y/o la al menos una salida para el vapor (3) de escape puede depender de las características de la materia particulada mezclada, el diseño de la al menos una cámara de secado y la tendencia de la materia particulada mezclada a generar finos dentro de la al menos una cámara de secado.

20 Según una realización de la presente invención, la al menos una cámara de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada. Al menos para la operación continua a vacío, puede estar presente una disposición de válvulas para la al menos una corriente de producto (10).

25 Según una realización de la presente invención, la al menos una cámara de secado comprende al menos una entrada adicional para una corriente de reciclaje, por ejemplo, tal como la mostrada en la figura 3 (véase la figura 3, referencia 13).

30 Según una realización de la presente invención, el sistema de mezclado se selecciona de un mezclador de uno, dos o más ejes, o un mezclador combinado de uno, dos o más ejes y un dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico. El diseño de mezclado tiene como objetivo lograr la composición homogénea de materia particulada mezclada y controlar también una distribución de tamaño uniforme de las partículas, los aglomerados o los granulados. Según una realización preferida, el sistema de mezclado es un mezclador combinado de dos ejes y un dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico.

35 La al menos una corriente (1) de alimentación de materia particulada húmeda se alimenta, o bien de manera continua o bien discontinua, al interior de la materia particulada mezclada en la al menos una cámara (40) de secado, por medio de la al menos una entrada para la corriente de alimentación y el vapor (6) sobrecalentado es alimentado al interior de la cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado.

40 El experto será consciente de que la presión de la al menos una corriente de alimentación debe ser suficientemente mayor que la presión dentro de la cámara de secado. La presión de la al menos una corriente de alimentación puede depender también de los medios de distribución dentro de la al menos una cámara de secado para la al menos una corriente de alimentación.

45 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, la al menos una corriente de alimentación comprende una corriente de alimentación que comprende materia particulada húmeda en forma de una suspensión espesa y una corriente de alimentación que comprende materia particulada húmeda en forma de una torta húmeda.

50 La materia particulada mezclada se pone en contacto directamente con vapor sobrecalentado dentro de la al menos una cámara (40) de secado para secar la materia particulada mezclada y dicho vapor se libera por medio de la al menos una salida para vapor de escape sin separar del vapor (3) de escape ninguna materia particulada transportada.

55 La al menos una cámara de secado con el sistema de mezclado opera según el principio de secado directo, es decir, el vapor sobrecalentado está en contacto directo con la materia particulada mezclada. El vapor sobrecalentado suministra calor para la evaporación de la humedad de la materia particulada mezclada y se lleva la humedad evaporada. El vapor sobrecalentado entra a través de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado, entra en contacto con la materia particulada mezclada y sale de la al menos una cámara de secado a través de la al menos una salida para vapor de escape. Sin restringirse a ninguna teoría, se cree que una cámara de secado con un sistema de mezclado proporciona una transferencia de masa y calor muy eficaz debido al contacto íntimo y el mezclado del vapor sobrecalentado y la materia particulada mezclada.

60 El vapor de escape pasa a través del circuito de recirculación que comprende la al menos una cámara (40) de secado, el al menos un ventilador (41) de circulación y el al menos un intercambiador (42) de calor. Según una realización de la presente invención, la al menos una cámara de secado y/o el circuito de recirculación restante excluyendo la al menos una cámara de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada.

5 El vapor (3, 4, 5) de escape se alimenta al interior del al menos un intercambiador (42) de calor, en el que el vapor de escape pasa por el al menos un ventilador (41) de circulación antes o después del al menos un intercambiador (42) de calor. El al menos un ventilador de circulación mantiene la velocidad de flujo del vapor en el circuito de recirculación superando la caída de presión en el circuito de recirculación.

10 En el al menos un intercambiador de calor, el vapor (5) de escape se recalienta para proporcionar vapor (6) sobrecalentado. El vapor sobrecalentado obtenido se alimenta de nuevo al interior de la cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado.

15 El al menos un intercambiador (42) de calor puede comprender al menos una entrada para vapor de escape y al menos una salida para vapor sobrecalentado.

20 Según una realización de la presente invención, el al menos un intercambiador (42) de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos. Sin restringirse a ninguna teoría, se cree que un diseño de intercambiador de calor de este tipo es ventajoso ya que, por ejemplo, es robusto para la materia particulada transportada y podría diseñarse para una caída de presión suficientemente baja. Otros intercambiadores de calor que pueden usarse son intercambiadores de calor de placas de diversos tipos.

25 Según una realización de la presente invención, el vapor (3, 4) de escape pasa por el al menos un ventilador (41) de circulación antes del al menos un intercambiador (42) de calor, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1.

30 Según otra realización de la presente invención, el vapor de escape pasa por el al menos un ventilador (41) de circulación después del al menos un intercambiador (42) de calor, tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 2. Un diseño de este tipo puede conducir a un contenido en humedad total reducido de la materia particulada transportada alimentada al ventilador (41) de circulación, ya que la materia particulada transportada podría secarse adicionalmente a través del al menos un intercambiador (42) de calor. Otra ventaja puede ser que las temperaturas del vapor de escape que entra en el al menos un intercambiador (42) de calor y el vapor sobrecalentado que sale del al menos un intercambiador (42) de calor son ligeramente inferiores y, por tanto, la temperatura saturada del vapor (8, 18) comprimido disminuiría y el consumo de energía para el sistema de recompresión mecánica de vapor sería de manera correspondiente ligeramente inferior, ya que la entrada de energía eléctrica al al menos un ventilador (41) de circulación y, por tanto, el aumento de temperatura correspondiente del vapor sobrecalentado, en este caso se produciría después del al menos un intercambiador (42) de calor. En el caso de que se use una separación por gravedad antes del al menos un ventilador (41) de circulación, tal como se describe más adelante como una realización opcional, otra ventaja puede ser que la cantidad de materia particulada transportada alimentada al interior del al menos un ventilador (41) de circulación se reduciría.

35 Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, el vapor (3, 4) de escape se separa y pasa por al menos dos ventiladores de circulación paralelos antes o después del al menos un intercambiador (42) de calor.

40 El método de la invención para secar materia particulada húmeda comprende además la etapa de separar un vapor (7) en exceso de al menos una posición dentro del circuito de recirculación.

45 El vapor en exceso puede separarse de cualquier posición dentro del circuito de recirculación, por ejemplo, del vapor (3, 4, 5) de escape, el vapor (6) sobrecalentado, la al menos una cámara (40) de secado, el al menos un ventilador (41) de circulación y/o el al menos un intercambiador (42) de calor.

50 Según una realización de la presente invención, el vapor (7) en exceso se separa de al menos una posición dentro del circuito de recirculación, en el que se encuentra que la cantidad de materia particulada transportada es la más baja. Se muestra una realización a modo de ejemplo en la figura 7, en la que el vapor (7) en exceso se separa del vapor (3) de escape después de salir de la cámara (40) de secado y antes de salir del ventilador (41) de circulación, mientras que el vapor de escape restante pasa a través del circuito de recirculación y se recalienta para proporcionar vapor sobrecalentado.

55 El vapor (7) en exceso se alimenta al interior de al menos un compresor (43) mecánico, en el que el vapor en exceso se comprime para elevar la presión y por tanto la temperatura saturada del vapor en exceso. Cuando se usa un compresor mecánico directamente en vapor o vapor de agua del procedimiento tal como se describió anteriormente y el vapor comprimido se usa como fuente de energía para el mismo procedimiento térmico, se usa comúnmente el término "recompresión mecánica de vapor de agua" (RMV).

60 Según una realización de la presente invención, el al menos un compresor mecánico es, por ejemplo, un compresor centrífugo, un ventilador centrífugo de alta presión o un soplador Roots de desplazamiento positivo. Preferiblemente, el al menos un compresor mecánico es un ventilador centrífugo de alta presión, que tiene la ventaja de que acepta una determinada cantidad de materia particulada transportada y, por tanto, hace innecesaria la presencia de un separador de finos/vapor. La elección del compresor mecánico puede depender también de la capacidad de agua evaporada y/o de la diferencia de temperatura ΔT_E total definida más adelante. Los diferentes tipos de compresores

mecánicos tienen también diferentes eficiencias de compresión.

Alternativamente, el sistema de energía puede basarse en la recompresión térmica del vapor en exceso por medio de un eyector de vapor, para lo que se usa vapor a alta presión como fuerza impulsora para el eyector. Sin embargo, un sistema de energía alternativo de este tipo puede proporcionar un menor grado de recuperación de energía.

Una parte importante de la recuperación de energía en el método de la invención se logra mediante la recompresión mecánica del vapor en exceso. La energía usada para el al menos un compresor mecánico puede ser energía eléctrica o térmica. Si se usa energía térmica, puede utilizarse energía residual del al menos un compresor mecánico, al menos parcialmente, como suministro de energía para el procedimiento de la invención.

Después de salir del al menos un compresor mecánico, se usa el vapor (8) en exceso comprimido como fuente de calor en el al menos un intercambiador (42) de calor, y se descarga como un condensado (9) líquido. El condensado (9) puede o bien descargarse directamente o bien usarse completa o parcialmente para calentar, por ejemplo, para calentar la corriente de alimentación en un precalentador tal como se muestra en la figura 3 (véase la figura 3, referencia 46) y/o volverse a usar internamente completa o parcialmente antes de descargarse.

El al menos un intercambiador (42) de calor puede comprender al menos una entrada para vapor (8) en exceso comprimido y al menos una salida para condensado (9) líquido.

La materia particulada secada se descarga, o bien de manera continua o bien discontinua, como al menos una corriente de producto por medio de al menos una salida para obtener la materia particulada secada.

Según una realización de la presente invención, la al menos una cámara (40) de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente (10) de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde la cámara de secado, tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 1. Según otra realización de la presente invención, el circuito de recirculación restante excluyendo la al menos una cámara de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado. Según todavía otra realización de la presente invención, la al menos una cámara (40) de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y el circuito de recirculación restante excluyendo la al menos una cámara de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde la cámara de secado y por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado.

Según una realización de la presente invención, la materia particulada secada obtenida contiene menos del 15% en peso de humedad total, preferiblemente menos del 5% en peso, más preferiblemente menos del 2% en peso y lo más preferiblemente menos del 1% en peso, basándose en el peso total de la materia particulada secada.

Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, la al menos una cámara (40) de secado comprende una primera salida para materia particulada secada y el circuito de recirculación restante excluyendo la al menos una cámara de secado comprende una segunda salida para materia particulada secada y una primera corriente de producto se descarga por medio de la primera salida y la segunda corriente de producto se descarga por medio de la segunda salida, en el que el contenido en humedad de la materia particulada secada en la primera corriente de producto es mayor que el contenido en humedad de la materia particulada secada en la segunda corriente de producto.

El método según la presente invención puede usarse para fabricar carbonato de calcio que tiene un contenido en sólidos de más del 95% en peso, basándose en el peso total del carbonato de calcio. Según una realización preferida, el carbonato de calcio se fabrica sin la presencia de un clasificador.

Según una realización de la presente invención, la materia particulada secada obtenida es carbonato de calcio que tiene un contenido en sólidos de más del 95% en peso, preferiblemente más del 98% en peso y lo más preferiblemente más del 99% en peso basándose en el peso total del carbonato de calcio.

Según otra realización de la presente invención, el mineral blanco que puede obtenerse por el método según la presente invención es carbonato de calcio que tiene una humedad total de menos del 5% en peso, preferiblemente menos del 2% en peso y lo más preferiblemente menos del 1% en peso basándose en el peso total del carbonato de calcio.

Según una realización de la presente invención, el tiempo de retención promedio de la materia particulada secada dentro del circuito de recirculación es de al menos 10 minutos, al menos 30 minutos o al menos 60 minutos.

El método de la presente invención puede llevarse a cabo a una presión de la cámara de secado de 0 a 5 bar.

Según una realización preferida, la presión en la cámara de secado es de desde 0,1 hasta 1,5 bar y más preferiblemente desde 0,1 hasta 0,95 bar o desde 1,05 hasta 1,2 bar. Puede usarse una bomba de vacío con el fin de llevar a cabo el método de la invención a vacío.

- 5 El método de la presente invención, en el que el vapor sobrecalentado es vapor de agua sobrecalentado y la presión en la al menos una cámara de secado es de desde 0,8 hasta 1,2 bar, puede llevarse a cabo con una caída de presión a través del circuito de recirculación de desde 500 hasta 3000 Pa, preferiblemente desde 1000 hasta 2000 Pa.
- 10 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención la velocidad de flujo del vapor (6) de agua sobrecalentado que tiene una presión de 1,05 bar alimentado al interior de la al menos una cámara de secado es de desde 6 hasta 100 m³/s, preferiblemente de 12 a 50 m³/s, y más preferiblemente de 18 a 35 m³/s y lo más preferiblemente de 22 a 35 m³/s, y la velocidad de flujo del vapor en exceso es de 1000 kg/hora.
- 15 De manera sorprendente, se ha encontrado que utilizando al menos una cámara de secado con un sistema de mezclado, se mantiene una área de superficie de transferencia de masa y calor grande y estable de la materia particulada mezclada, y una concentración bastante baja de la materia particulada transportada en el vapor de escape que sale de la al menos una cámara de secado, incluso con velocidades de flujo de vapor altas en el circuito de recirculación. Además, se ha encontrado que el método de la invención no requiere un separador de finos/vapor
- 20 en el circuito de recirculación ya que la materia particulada transportada en el vapor de escape se manipula eficazmente en el método de secado de la invención. En su lugar, la presencia de materia particulada transportada puede incluso aumentar la eficiencia de transferencia de calor del al menos un intercambiador de calor en el circuito de recirculación.
- 25 La ausencia de un separador de finos/vapor en el circuito de recirculación evita una caída de presión significativa y, por tanto, el sistema puede operarse con una presión diferencial inferior dentro del circuito de recirculación, lo que reduce significativamente el consumo de energía del procedimiento de secado. Si es necesario, dependiendo de las características reales de la materia particulada húmeda, para manipular la materia particulada transportada que está presente dentro del circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado, puede aplicarse una
- 30 disposición principalmente vertical del circuito de recirculación, mantener una velocidad suficientemente alta, introducir medios específicos en el circuito de recirculación o descargar la materia particulada transportada por gravedad desde el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado, o combinar dos o más de estos medios.
- 35 Además, se ha encontrado que existe una diferencia de temperatura específica ΔT_R entre la temperatura del vapor sobrecalentado que se alimenta al interior de la al menos una cámara de secado por medio de la al menos una entrada para el vapor sobrecalentado y la temperatura del vapor de escape que sale de la al menos una cámara de secado que es ventajosa en combinación con el al menos un compresor mecánico usado en el método de la invención.
- 40 Según una realización de la presente invención, la temperatura del vapor (6) sobrecalentado que se alimenta al interior de la al menos una cámara de secado y la temperatura del vapor (3) de escape que sale de la al menos una cámara de secado difieren en una diferencia de temperatura ΔT_R , en la que ΔT_R es de desde 5 hasta 100°C, preferiblemente de 10 a 50°C, más preferiblemente de 15 a 30°C, incluso más preferiblemente de 15 a 25°C y lo más preferiblemente de aproximadamente 22°C.
- 45 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el vapor sobrecalentado es vapor de agua sobrecalentado y la temperatura del vapor (6) sobrecalentado es de desde 105 hasta 220°C, preferiblemente desde 110 hasta 170°C, más preferiblemente desde 115 hasta 150°C y lo más preferiblemente de 115 a 135°C a una presión de 1,05 bar, y/o la temperatura del vapor (3) de escape es de desde 101 hasta 120°C, preferiblemente desde 102 hasta 115°C, incluso más preferiblemente desde 102 hasta 110°C y lo más preferiblemente de aproximadamente 102 a 105°C, a una presión de 1,05 bar.
- 50 Según una realización de la presente invención, la temperatura saturada del vapor (8) en exceso comprimido y la temperatura saturada del vapor (7) en exceso difieren en una diferencia de temperatura de ΔT_E , en la que ΔT_E es de desde 6 hasta 130°C, preferiblemente desde 11 hasta 80°C, más preferiblemente desde 15 hasta 60°C y lo más preferiblemente de 20 a 45°C.
- 55 Según una realización preferida de la presente invención, el vapor sobrecalentado es vapor de agua sobrecalentado y la ΔT_R es de desde 5 hasta 100°C, preferiblemente desde 10 hasta 50°C, más preferiblemente desde 15 hasta 30°C, y/o la ΔT_E es de desde 6 hasta 130°C, preferiblemente desde 11 hasta 80°C, más preferiblemente desde 15 hasta 60°C y lo más preferiblemente desde 20 hasta 45°C.
- 60 Según otra realización preferida de la presente invención, el vapor sobrecalentado es vapor de agua sobrecalentado y la ΔT_R es de desde 15 hasta 30°C y la ΔT_E es de desde 20 hasta 45°C.
- 65

Según una realización de la presente invención, la diferencia entre ΔT_E y ΔT_R es de desde 1 hasta 30°C, preferiblemente desde 4 hasta 20°C, más preferiblemente desde 6 hasta 15°C y lo más preferiblemente desde 6 hasta 10°C.

5 Además de las características descritas anteriormente, el método de la presente invención puede comprender además características opcionales, que se describirán con ayuda de la figura 3, que ilustra otra realización del método de secado de la presente invención.

10 Según una realización opcional de la presente invención, el vapor (7) en exceso pasa por al menos un separador (44) para retirar cualquier materia particulada transportada del vapor en exceso antes de que se alimente como vapor (17) en exceso purificado y/o vuelto a someter a ebullición al interior del al menos un compresor (43) mecánico.

15 El al menos un separador (44) puede ser un separador seco o un separador húmedo. Ejemplos de los separadores secos adecuados son los ciclones o los filtros. Ejemplos para separadores húmedos adecuados son depuradores o rehervidores.

20 El al menos un separador (44) puede estar conectado a un conducto de ventilación o a una bomba (47) de vacío con el fin de purgar aire o gases inertes. La corriente (9, 19) de condensado puede estar conectada también a un conducto de ventilación o a un conducto de vacío (no ilustrado en la figura 3).

25 Según una realización opcional de la presente invención, la materia particulada transportada retirada en el al menos un separador (44) se alimenta como corriente (13) de reciclaje al interior de la al menos una cámara (40) de secado. La corriente (13) de reciclaje puede alimentarse por medio de al menos una entrada para la corriente de reciclaje al interior de la al menos una cámara de secado. Sin embargo, la corriente de reciclaje puede dirigirse también a la al menos una corriente (1, 2) de alimentación, no mostrado en la figura 3.

30 Si la diferencia de altura entre el al menos un separador y la al menos una cámara de secado o la al menos una corriente de alimentación es suficiente, este flujo de corriente de reciclaje puede mantenerse sin ningún dispositivo de presurización adicional. Si se usa un separador húmedo, la corriente (13) de reciclaje está en estado líquido que contiene la materia particulada transportada diluida y dicha corriente (13) puede concentrarse antes de alimentarse al interior de la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para la corriente de reciclaje o al interior de la al menos una corriente (1, 2) de alimentación. Separadores húmedos con una funcionalidad potencial integrada de concentrar la materia particulada transportada diluida son, por ejemplo, depuradores o rehervidores.

40 Esta realización opcional puede tener la ventaja de que la materia particulada transportada en el vapor en exceso puede reciclarse por medio de un sistema completamente integrado con un consumo de energía adicional bajo o insignificante, dependiendo del valor absoluto de la razón de materia particulada transportada de la corriente (13) de reciclaje y el vapor (7) en exceso y, si se aplica un separador húmedo, también la elevación del punto de ebullición de la corriente (13) de reciclaje. En otras palabras, esta realización opcional puede permitir una reducción de dos veces de los costes involucrados en el secado de la materia particulada húmeda; no hay ninguna pérdida de materia particulada transportada ya que se recicla y sólo puede requerirse energía adicional baja o insignificante para el reciclaje.

45 Según una realización opcional de la presente invención, al menos una parte del condensado (9, 19) se alimenta al interior del al menos un separador (44) para mantener el equilibrio de masa del disolvente dentro del al menos un separador y el sistema de secado global.

50 Según otra realización opcional de la presente invención, la materia particulada transportada retirada en el al menos un separador (44) se descarga como corriente de descarga de dicho separador. En el caso de que se use un separador seco y la materia particulada transportada esté suficientemente seca, la materia particulada transportada retirada puede descargarse como materia particulada secada que contribuye al equilibrio de masa total de la materia particulada secada del sistema. Alternativamente, en el caso de un separador húmedo, la materia particulada transportada diluida puede descargarse como vapor de descarga en forma de un líquido o una suspensión espesa, en el que, dependiendo de la razón de la materia particulada transportada de la corriente de descarga y el vapor (7) en exceso, al menos una parte del condensado (9, 19) se alimenta al interior del al menos un separador (44) para mantener el equilibrio de masa dentro del al menos un separador y el sistema de secado global.

60 Según una realización opcional de la presente invención, la al menos una corriente (1) de alimentación se precalienta antes de que se alimente al interior de la al menos una cámara (40) de secado. Preferiblemente, la al menos una corriente (1) de alimentación se precalienta por al menos un intercambiador (46) de calor diseñado para manipular la materia particulada húmeda, en el que se usa el condensado (9, 19) líquido y/o la corriente de descarga del al menos un separador (44) como fuente de calor. El al menos un intercambiador (46) de calor puede comprender al menos una entrada para la corriente (1) de alimentación, al menos una salida para la corriente (2) de alimentación precalentada, al menos una entrada para el condensado (9, 19) caliente o corriente de descarga

caliente del separador (44) y al menos una salida para condensado (20) subenfriado o corriente de descarga subenfriada del al menos un separador (44).

Según una realización opcional de la presente invención, la materia particulada transportada en el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado podría separarse parcialmente por medio simplemente de gravedad en cualquier posición en el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado, preferiblemente en una posición después del al menos un intercambiador (42) de calor y antes de la al menos una cámara (40) de secado. En el caso de que la materia particulada transportada esté suficientemente seca, esta descarga de materia particulada transportada contribuiría al equilibrio de masa total de la materia particulada secada del sistema. Opcionalmente, dicha descarga de materia particulada transportada puede reciclarse de nuevo al interior de la al menos una cámara de secado por medio de al menos una entrada o al interior de la al menos una corriente de alimentación.

El método de secado de la invención puede llevarse a cabo en un sistema de secado bien aislado o en un sistema de secado que se calienta externamente por medio de una carcasa de doble pared para eliminar o minimizar la condensación interna dentro del sistema de secado, por ejemplo, en las áreas que comprenden materia particulada.

Según otra realización opcional, la al menos una cámara de secado y/o tuberías de vapor usadas para llevar a cabo el método de la invención comprenden una carcasa de doble pared y se usa una parte del vapor (8, 18) comprimido como fuente de calor para el recalentamiento interno del medio de secado o vapor sobrecalentado en la al menos una cámara (40) de secado y/o tuberías conectadas usadas para llevar a cabo el método de la invención. Esto puede reducir además el consumo de energía global debido a la velocidad de flujo de vapor (6) sobrecalentado reducida y puede dar como resultado al mismo tiempo un riesgo inferior de condensación dentro de la al menos una cámara de secado y las tuberías de vapor.

Según todavía otra realización opcional, el condensado (9, 19) líquido se usa para enfriar el vapor (8, 18) comprimido antes de que entre en el al menos un intercambiador (42) de calor. La inyección del condensado líquido para este fin podría ser antes o después del al menos un compresor (43) mecánico.

Según todavía otra realización opcional de la presente invención, puede emplearse una entrada (11) de energía externa para iniciar el método de la invención. Una entrada de energía externa adecuada puede ser vapor desde un hervidor o agua caliente. Sin embargo, una entrada de energía externa no es obligatoria para el fin de la puesta en marcha. Por ejemplo, si se acciona una corriente de alimentación caliente, al menos un ventilador de circulación en funcionamiento, y el al menos un compresor mecánico, el sistema de secado puede calentarse por sí mismo. En una operación en estado estacionario, puede que no se requiera una entrada de energía externa en el caso de un exceso de energía en el sistema total, y por tanto se desactiva por medio de una válvula de encendido/apagado. Cuando se requiere energía externa durante la operación debido al equilibrio total de energía y/o a las características de alimentación, podría suministrarse o bien directamente al interior del vapor comprimido o bien indirectamente por medio del al menos un intercambiador de calor separado en el circuito de recirculación. Si está presente exceso de energía en el sistema total, ésta puede ser retirarse a partir de un conducto de vapor entre la al menos una cámara (40) de secado y el al menos un intercambiador (42) de calor mediante un condensador enfriado externamente para mantener el equilibrio total de energía.

Según todavía otra realización opcional, el método según la presente invención puede comprender al menos dos cámaras de secado en serie, paralelas, o una combinación de en serie y paralelas. En el caso de que se usen cámaras conectadas en serie, el método de la presente invención puede ser llevarse a cabo sin recalentamiento entre las cámaras de secado o con recalentamiento entre al menos dos de las cámaras, sin desviación del vapor sobrecalentado de las cámaras de secado o con desviación del vapor sobrecalentado de la al menos una cámara de secado, con un contenido en humedad similar de la materia particulada mezclada o con diferente contenido en humedad de la materia particulada mezclada en al menos dos cámaras de secado, con temperaturas similares de la cámara de secado o con diferentes temperaturas de entrada/salida de vapor sobrecalentado de la cámara de secado en al menos dos cámaras de secado, y con al menos un sistema de RMV. Algunas posibles ventajas de esta realización opcional pueden ser un método de secado global optimizado adicionalmente, un método de secado optimizado para cada tipo de materia particulada húmeda que va a secarse, eficiencia de energía mejorada, transferencia de calor y masa mejorada en las cámaras de secado y/o cantidad inferior de materia particulada transportada en el circuito de recirculación principal excluyendo la al menos una cámara de secado.

El mineral blanco que puede obtenerse por un método según la presente invención puede usarse en aplicaciones de papel, pinturas, sellantes, adhesivos, hormigón, agricultura, productos cosméticos, alimento, pienso, productos farmacéuticos, tratamiento de agua y/o en plásticos.

Ejemplos

Ejemplo 1

El ejemplo 1 es una comparación entre el consumo de energía del procedimiento de secado de la invención y un

procedimiento de secado que usa un secador mezclador convencional con vapor sobrecalentado directo sin recuperación de energía del calor latente del vapor en exceso.

5 El secador convencional incluía un separador del tipo ciclón de finos/vapor en el circuito de recirculación que conduce a una caída de presión estimada superior en el circuito de recirculación de vapor. El consumo de energía total se calculó según el equilibrio global de energía del sistema. El consumo de energía eléctrica se basó en modelos de cálculo convencionales de consumo de energía para el ventilador de circulación basándose en la presión diferencial, la velocidad de flujo en volumen y la eficiencia total del ventilador y usando los valores asumidos comúnmente de consumo de energía eléctrica del dispositivo de mezclado y las bombas. La configuración del procedimiento de secado de la invención se basó en el diseño del procedimiento mostrado en la figura 1.

15 En los resultados, se comenta la consecuencia de un separador de finos/vapor en el circuito de recirculación del procedimiento de secado de la invención. Los números entre paréntesis se refieren a la posición real del equipo, el vapor o la corriente en la figura 1. El consumo efectivo (kW) debe observarse en relación con la capacidad de agua evaporada especificada en los datos de diseño comunes.

Datos de diseño comunes

20 Materia particulada húmeda: CaCO₃ en agua.

Concentración de alimentación (1): contenido en sólidos del 50% peso.

Concentración de producto (10): contenido en sólidos del 99% peso.

25 Capacidad de alimentación: 2000 kg/h

Capacidad de agua (7, 8, 9) evaporada: 1000 kg/h

30 Presión de la cámara de secado: 1,05 bar

Tiempo de retención: más de 30 minutos

Consumo efectivo del mezclador y las bombas: 30 kW

35 Eficiencia del ventilador (41) de circulación: 0,65

Eficiencia del compresor (43) mecánico: 0,60

Proceso convencional de secado con vapor sobrecalentado directo

40 Entrada de temperatura a la cámara de secado: 164°C

Salida de temperatura de la cámara de secado: 102°C

45 Caída de presión en el circuito de recirculación: 6000 Pa

Consumo efectivo térmico total: 550 kW

50 Consumo efectivo eléctrico total del ventilador de circulación: 70 kW

Consumo efectivo total: 650 kW

Procedimiento de la invención

55 Entrada de temperatura a la cámara (6) de secado: 124°C

Salida de temperatura de la cámara (3) de secado: 102°C

60 ΔT_R o diferencia de temperatura del vapor (6) sobrecalentado que entra y el vapor (3) de escape que sale de la cámara de secado: 22°C

ΔT_E o aumento de temperatura del sistema (43) de RMV: $\Delta T_R + 6^\circ\text{C} = 28^\circ\text{C}$

65 Caída de presión en el circuito (3-4-41-5-42-6-40) de recirculación: 1500 Pa

Velocidad de flujo en volumen de vapor (6) sobrecalentado: 24 m³/s

Consumo efectivo térmico total: 0 kW

Consumo efectivo eléctrico del ventilador de circulación: 50 kW

Consumo efectivo eléctrico del sistema de RMV: 75 kW.

Consumo efectivo total: 155 kW.

Resultado

El procedimiento de la invención según este ejemplo mostró un consumo de energía total aproximadamente el 76% más bajo que el procedimiento de secado convencional. La presencia de un dispositivo separador de finos/vapor en el circuito de recirculación (por ejemplo, un ciclón), con una caída de presión adicional asumida de 4500 Pa y por lo demás los mismos datos de diseño, condujo a un consumo efectivo eléctrico aumentado aproximadamente en 150 kW para el ventilador de circulación y, por tanto, el consumo de energía total fue 305 kW, es decir, dos veces más alto que para el procedimiento de la invención.

Ejemplo 2

La figura 4 muestra un cálculo del consumo de energía específico total (es decir, kWh por tonelada de agua evaporada) frente a la diferencia de temperatura del vapor sobrecalentado alimentado al interior de la cámara de secado y el vapor de escape que sale de la cámara de secado basándose en los datos de diseño especificados a continuación para el procedimiento de la invención ilustrado en la figura 3. En este ejemplo se muestra también la sensibilidad de la caída de presión del circuito de recirculación frente a los niveles óptimos de temperatura para el procedimiento. Los números entre paréntesis se refieren a la posición real del equipo, el vapor o la corriente en la figura 3.

Datos de diseño

Materia particulada húmeda: CaCO₃ en agua.

Concentración de alimentación (1): contenido en sólidos del 50% peso.

Concentración de producto (10): contenido en sólidos 99% peso.

Presión de la cámara (40) de secado: 1,05 bar

Tiempo de retención: más de 30 minutos

Materia particulada transportada en vapor (7) en exceso: el 1% peso

ΔT_E o aumento de temperatura del sistema de RMV: $\Delta T_R + 10^\circ\text{C}$

Caída de presión en el circuito (3-4-41-5-42-6-40) de recirculación: 1100 ó 1500 ó 1900 Pa

Eficiencia del ventilador (41) de circulación: 0,75

Eficiencia del compresor (43) mecánico: 0,78

Consumo específico de energía del mezclador y las bombas: 30 kW/tonelada de agua evaporada

La figura 4 ilustra que el consumo de energía óptimo frente a ΔT_R se produjo a aproximadamente $\Delta T_R = 15\text{-}30^\circ\text{C}$. El consumo de energía del ventilador de circulación se redujo cuando se aumentó ΔT_R debido a la velocidad de flujo reducida del vapor sobrecalentado. Se produjo lo contrario para el consumo de energía del compresor mecánico debido a la necesidad de una ΔT_E más alta, para compensar la ΔT_R más alta o más específicamente la salida de temperatura mayor de vapor sobrecalentado desde el intercambiador (42) de calor. La figura 4 ilustra también el efecto de una caída de presión (dP) disminuida (1100 Pa) o aumentada (1900 Pa) en el circuito de recirculación, y muestra que el nivel de temperatura óptimo es todavía bastante bajo y está bastante dentro del mismo intervalo.

Ejemplo 3

La figura 5 muestra la sensibilidad de la diferencia de temperatura aumentada entre ΔT_E y ΔT_R , que es relevante, por ejemplo, cuando la elevación del punto de ebullición está aumentando. En este ejemplo, la composición de materia particulada húmeda se definía sólo indirectamente por las características de elevación del punto de ebullición de la materia particulada mezclada especificadas a continuación. Para tres casos diferentes, se muestran cálculos del

consumo de energía específico total (es decir, kWh por tonelada de agua evaporada) frente a la diferencia de temperatura del vapor sobrecalentado alimentado al interior de la cámara de secado y el vapor de escape que sale de la cámara de secado basándose en los datos de diseño especificados a continuación para el procedimiento de la invención ilustrado en la figura 1. Los números entre paréntesis se refieren a la posición real del equipo, el vapor o la corriente en la figura 1.

Datos de diseño usados

Materia particulada húmeda: en relación con la definición de materia particulada mezclada.

Elevación del punto de ebullición de la materia particulada mezclada: 0 ó 6 ó 12°C.

Concentración de alimentación (1): contenido en sólidos del 50% peso.

Concentración de producto (10): contenido en sólidos del 99% peso.

Presión de la cámara (40) de secado: 1,05 bar

Tiempo de retención: más de 30 minutos

ΔT_E o aumento de temperatura del sistema (43) de RMV: $\Delta T_R + 8$ o $\Delta T_R + 14$ o $\Delta T_R + 20^\circ\text{C}$

Caída de presión en el circuito (3-4-41-5-42-6-40) de recirculación: 1100 Pa

Eficiencia del ventilador (41) de circulación: 0,75

Eficiencia del compresor (43) mecánico: 0,78

Consumo de energía específico del mezclador y las bombas: 30 kW/tonelada de agua evaporada

Los resultados de los cálculos se ilustran en la figura 5, que muestra que el nivel de temperatura ΔT_R óptimo es bastante bajo y está dentro del mismo intervalo para los tres casos diferentes, en el que el intervalo de ΔT_R óptimo es de desde 15 hasta 25°C. Por consiguiente, cuando se seca una materia particulada húmeda o mezclada con una elevación mayor del punto de ebullición puede mantenerse la misma ΔT_R , mientras que la ΔT_E y, por tanto, el consumo de energía del compresor mecánico pueden aumentarse para compensar la mayor elevación del punto de ebullición.

Ejemplo 4

Este ejemplo se basa en el procedimiento de la invención ilustrado en la figura 3 y muestra el consumo de energía adicional para materia particulada transportada en el reciclaje del vapor en exceso mediante el uso de un separador de tipo húmedo. Se comparó el procedimiento de la invención sin el reciclaje de la materia particulada transportada en el vapor de exceso con el procedimiento de la invención con reciclaje. Se usan dos ejemplos para reciclaje, con el 0,5% en peso y el 2,0% en peso de materia particulada transportada en el vapor en exceso, respectivamente. Los números entre paréntesis se refieren a la posición real del equipo, el vapor o la corriente en la figura 3.

Datos de diseño usados

Materia particulada húmeda: CaCO_3 en agua

Concentración de alimentación (1): contenido en sólidos del 50% peso.

Concentración de producto (10): contenido en sólidos del 99% peso.

Presión de la cámara (40) de secado: 0,91 bar

Tiempo de retención: más de 30 minutos

Materia particulada transportada en el vapor (7) en exceso: el 0,5% peso y el 2,0% en peso

Concentración de materia particulada transportada en la corriente (13) de reciclaje: el 50% en peso

ΔT_R o diferencia de temperatura del vapor (6) sobrecalentado que entra y el vapor (3) de escape que sale de la cámara de secado: 22°C

ΔT_E o aumento de temperatura del sistema de RMV, sin reciclaje: $\Delta T_R + 12^\circ\text{C}$

ES 2 528 741 T3

ΔT_E o aumento de temperatura del sistema de RMV, con reciclaje: $\Delta T_R + 13^\circ\text{C}$

5 Caída de presión en el circuito (3-4-41-5-42-6-40) de recirculación: 1400 Pa
Eficiencia del ventilador (41) de circulación: 0,70

Eficiencia del compresor (43) mecánico: 0,75

10 Consumo de energía específico del mezclador y las bombas: 30 kW/tonelada de agua evaporada.

Resultados

15 Consumo de energía específico sin reciclaje: 154 kWh/ton

Consumo de energía específico con reciclaje: el 0,5% en peso de materia particulada transportada en el vapor en exceso = 158 kWh/ton

20 Consumo de energía específico con reciclaje: el 2,0% en peso de materia particulada transportada en el vapor en exceso = 160 kWh/ton

El consumo de energía adicional con reciclaje fue por tanto del 2-4%

REIVINDICACIONES

1. Método para secar materia particulada húmeda, en el que la materia particulada secada es un mineral blanco que tiene un brillo Ry de al menos el 65% medido según la norma DIN 53163,
- 5 comprendiendo el método las etapas de
- a) proporcionar al menos una corriente (1) de alimentación de materia particulada húmeda,
- 10 b) proporcionar un circuito de recirculación que comprende al menos una cámara (40) de secado, al menos un ventilador (41) de circulación y al menos un intercambiador (42) de calor, en el que la al menos una cámara (40) de secado comprende un sistema de mezclado y materia particulada mezclada, al menos una entrada para la corriente de alimentación de materia particulada húmeda, al menos una entrada para el vapor sobrecalentado y al menos una salida para el vapor de escape,
- 15 c) alimentar, o bien de manera continua o bien discontinua, la al menos una corriente (1) de alimentación de materia particulada húmeda al interior de la materia particulada mezclada en la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para la corriente de alimentación,
- 20 d) alimentar vapor (6) sobrecalentado al interior de la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado,
- e) poner en contacto directamente la materia particulada mezclada con vapor sobrecalentado dentro de la al menos una cámara (40) de secado para secar la materia particulada mezclada y dejar escapar dicho vapor por medio de la al menos una salida para el vapor (3) de escape sin separar del vapor (3) de escape ninguna materia particulada transportada,
- 25 f) alimentar el vapor (3, 4, 5) de escape que transporta materia particulada al interior del al menos un intercambiador (42) de calor, en el que el vapor de escape que transporta materia particulada se recalienta para proporcionar vapor (6) sobrecalentado, en el que el vapor de escape que transporta materia particulada pasa por el al menos un ventilador (41) de circulación antes o después del al menos un intercambiador (42) de calor y alimentar dicho vapor sobrecalentado de nuevo al interior de la al menos una cámara (40) de secado por medio de la al menos una entrada para vapor sobrecalentado,
- 30 g) separar un vapor (7) en exceso de al menos una posición dentro del circuito de recirculación,
- h) alimentar el vapor (7) en exceso al interior de al menos un compresor (43) mecánico, en el que el vapor en exceso se comprime para elevar la temperatura saturada del vapor en exceso, usar dicho vapor (8) en exceso comprimido como fuente de calor en el al menos un intercambiador (42) de calor y descargar el vapor en exceso como un condensado (9) líquido, e
- 40 i) descargar, o bien de manera continua o bien discontinua, la materia particulada secada como al menos una corriente de producto por medio de al menos una salida para obtener la materia particulada secada.
- 45 2. Método según la reivindicación 1, en el que la al menos una cámara (40) de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde la al menos una cámara de secado y/o el circuito de recirculación restante excluyendo la al menos una cámara de secado comprende al menos una salida para materia particulada secada y la al menos una corriente de producto se descarga por medio de la al menos una salida para materia particulada secada desde el circuito de recirculación excluyendo la al menos una cámara de secado.
- 50 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el sistema de mezclado dentro de la cámara de secado se selecciona de un mezclador de uno, dos o más ejes, o un mezclador combinado de uno, dos o más ejes y un dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico, preferiblemente el sistema de mezclado es un mezclador combinado de dos ejes y un dispositivo de establecimiento de lecho fluidizado mecánico.
- 55 4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión en la al menos una cámara de secado es de desde 0 hasta 5 bar, preferiblemente desde 0,1 hasta 1,5 bar y lo más preferiblemente desde 0,1 hasta 0,95 bar o desde 1,05 hasta 1,2 bar.
- 60 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vapor sobrecalentado es vapor de agua sobrecalentado y la caída de presión a través del circuito de recirculación es de desde 500 hasta 3000 Pa, preferiblemente desde 1000 hasta 2000 Pa, a una presión en la al menos una cámara de secado de 0,8 a 1,2 bar.
- 65

- 5 6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vapor (7) en exceso se separa de al menos una posición dentro del circuito de recirculación, en la que la cantidad de materia particulada transportada se encuentra que es la más baja, preferiblemente el vapor (7) en exceso se separa del vapor (3) de escape después de salir de la al menos una cámara (40) de secado y antes de salir del al menos un ventilador (41) de circulación.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un intercambiador (42) de calor es un intercambiador de calor de carcasa y tubos.
- 10 8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un compresor mecánico es un compresor centrífugo, un ventilador centrífugo de alta presión o un soplador Roots de desplazamiento positivo, preferiblemente un ventilador centrífugo de alta presión.
- 15 9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura del vapor (6) sobrecalentado y la temperatura del vapor (3) de escape que sale de la al menos una cámara de secado difieren en una diferencia de temperatura ΔT_R , en el que ΔT_R es de desde 5 hasta 100°C, preferiblemente desde 10 hasta 50°C, más preferiblemente desde 15 hasta 30°C, incluso más preferiblemente desde 15 hasta 25°C y lo más preferiblemente de aproximadamente 22°C.
- 20 10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura saturada del vapor (7) en exceso y la temperatura saturada del vapor (8) en exceso comprimido difieren en una diferencia de temperatura ΔT_E , en el que ΔT_E es de desde 6 hasta 130°C, preferiblemente desde 11 hasta 80°C, más preferiblemente desde 15 hasta 60°C y lo más preferiblemente desde 20 hasta 45°C.
- 25 11. Método según la reivindicación 9 ó 10, en el que la diferencia entre ΔT_E y ΔT_R es de desde 1 hasta 30°C, preferiblemente desde 4 hasta 20°C, más preferiblemente desde 6 hasta 15°C y lo más preferiblemente desde 6 hasta 10°C.
- 30 12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vapor (7) en exceso pasa por al menos un separador (44) para retirar cualquier materia particulada transportada del vapor en exceso antes de alimentarse como vapor (17) en exceso purificado y/o vuelto a someter a ebullición al interior de al menos un compresor (43) mecánico.
- 35 13. Método según la reivindicación 12, en el que la materia particulada transportada retirada se alimenta como corriente (13) de reciclaje al interior de la al menos una cámara (40) de secado o al interior de la al menos una corriente (1, 2) de alimentación.
- 40 14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una corriente (1) de alimentación se precalienta antes de alimentarse al interior de la al menos una cámara (40) de secado, preferiblemente la corriente (1) de alimentación se precalienta por al menos un intercambiador (46) de calor, en el que se usa el condensado (9, 10) líquido y/o la corriente de descarga del al menos un separador (44) como fuente de calor.
- 45 15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la materia particulada secada obtenida contiene menos del 15% en peso de humedad total, preferiblemente menos del 5% en peso, más preferiblemente menos del 2% en peso y lo más preferiblemente menos del 1% en peso, basándose en el peso total de la materia particulada secada.
- 50 16. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tiempo de retención promedio de la materia particulada secada dentro del circuito de recirculación es de al menos 10 minutos, al menos 30 minutos o al menos 60 minutos.
- 55 17. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mineral blanco se selecciona de un mineral a base de carbonato de calcio o hidróxido de calcio o sulfato de calcio, preferiblemente carbonato de calcio, más preferiblemente carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado, o se selecciona de minerales que contienen carbonato de calcio en los que los minerales que contienen carbonato de calcio comprenden preferiblemente dolomía o colas de flotación de carbonato de calcio, o mezclas de los mismos.
- 60 18. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mineral blanco es un mineral a base de carbonato de calcio mezclado con arcilla o talco o hidróxido de calcio o sulfato de calcio, o son mezclas de carbonato de calcio-caolín o mezclas de carbonato de calcio y bentonita, o mezclas de carbonato de calcio natural con hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, mica o con fibras sintéticas o naturales o son estructuras conjuntas de minerales, preferiblemente estructuras conjuntas de talco-carbonato de calcio o talco-dióxido de titanio o carbonato de calcio-dióxido de titanio.
- 65

19. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la materia particulada secada obtenida es carbonato de calcio que tiene un contenido en sólidos de más del 95% en peso, basándose en el peso total del carbonato de calcio.
- 5 20. Uso del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 para fabricar carbonato de calcio que tiene un contenido en sólidos de más del 95% en peso, basándose en el peso total del carbonato de calcio húmedo, en el que el carbonato de calcio se fabrica preferiblemente sin la presencia de un clasificador.

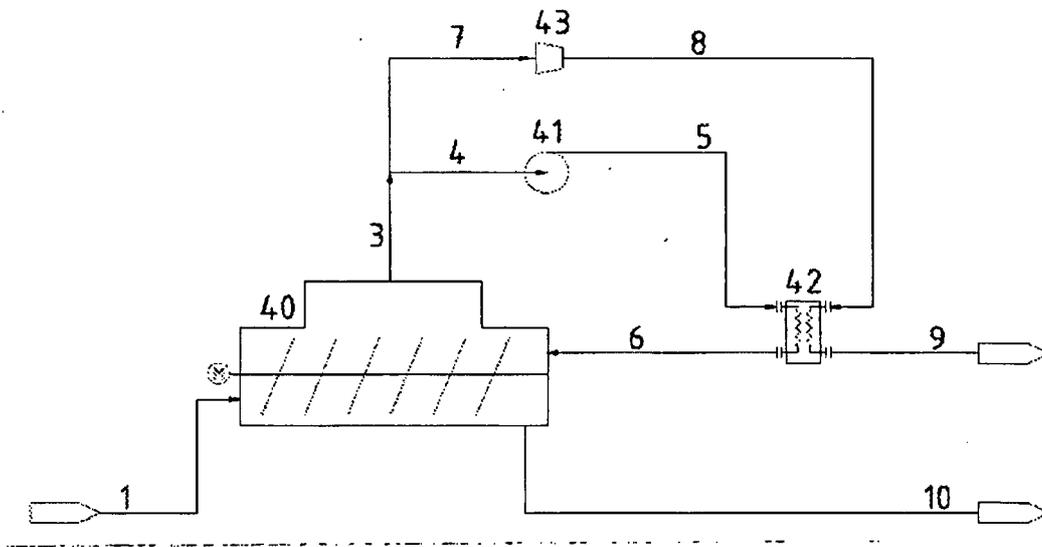


Fig. 1

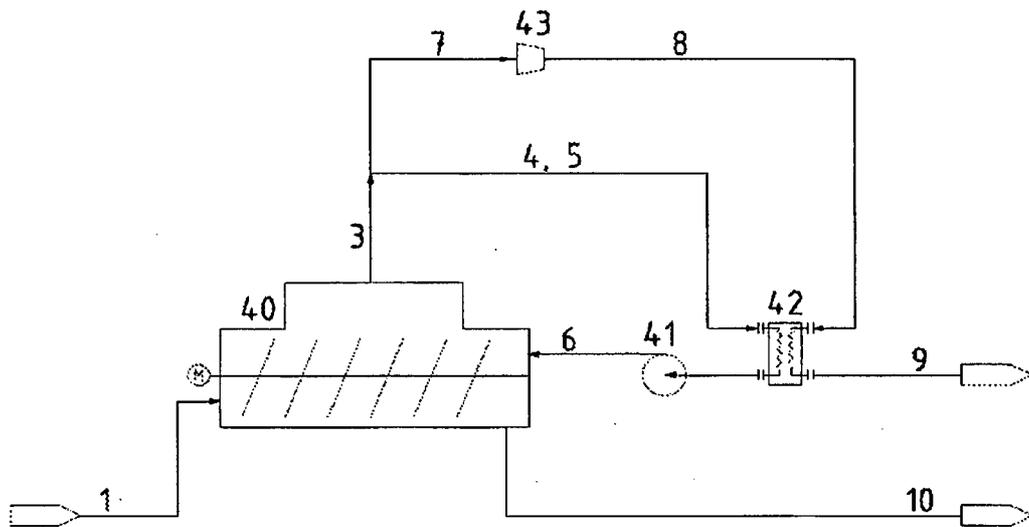


Fig. 2

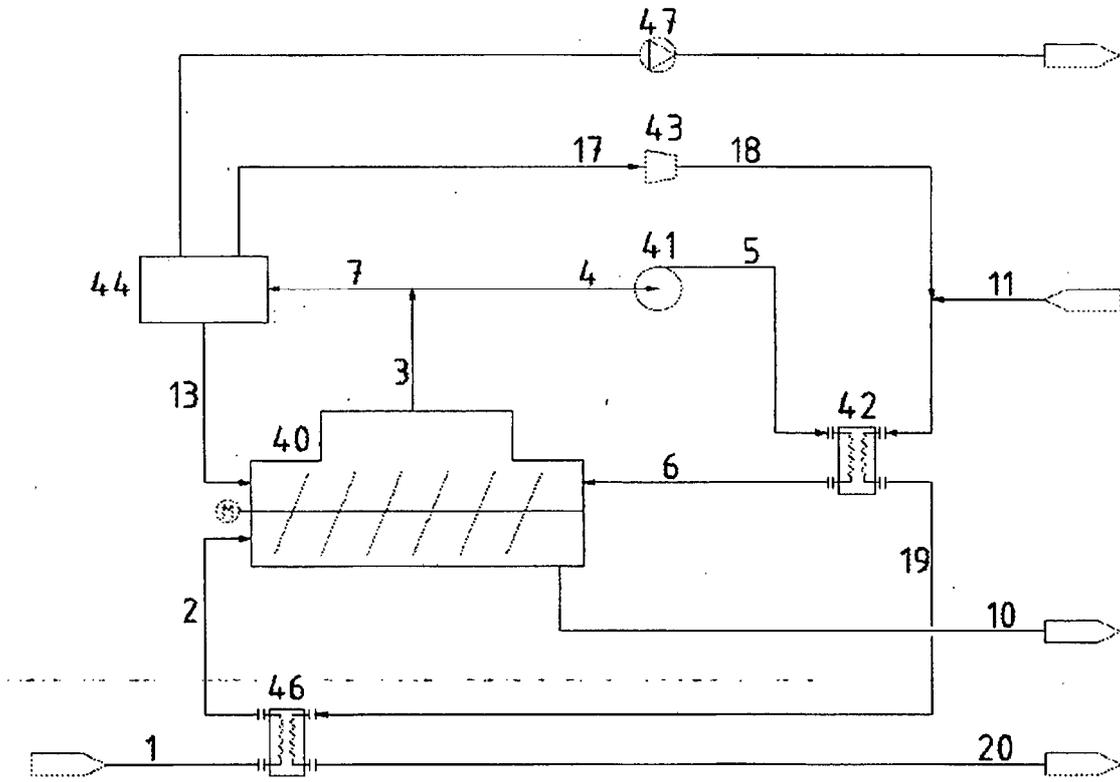
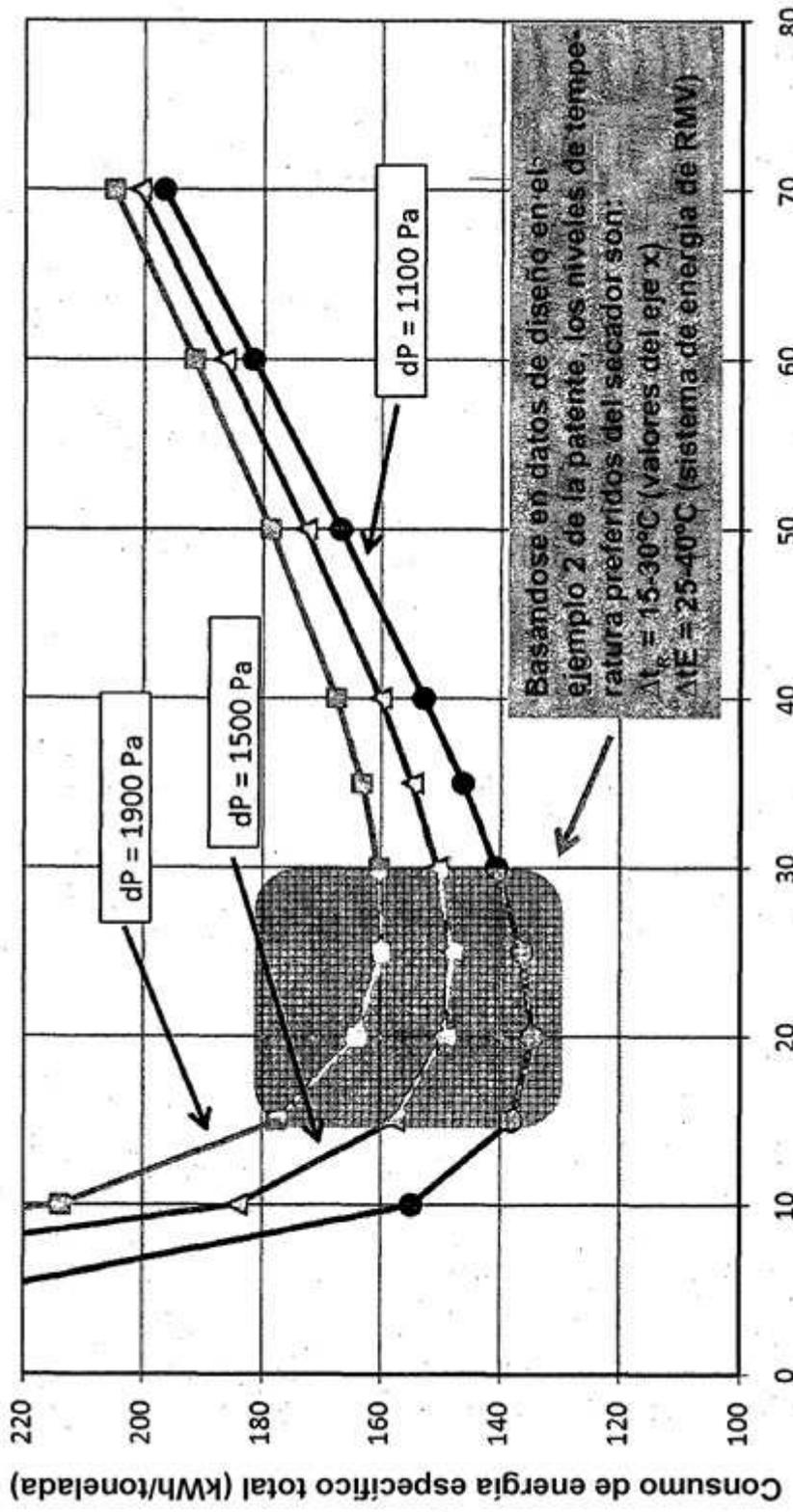
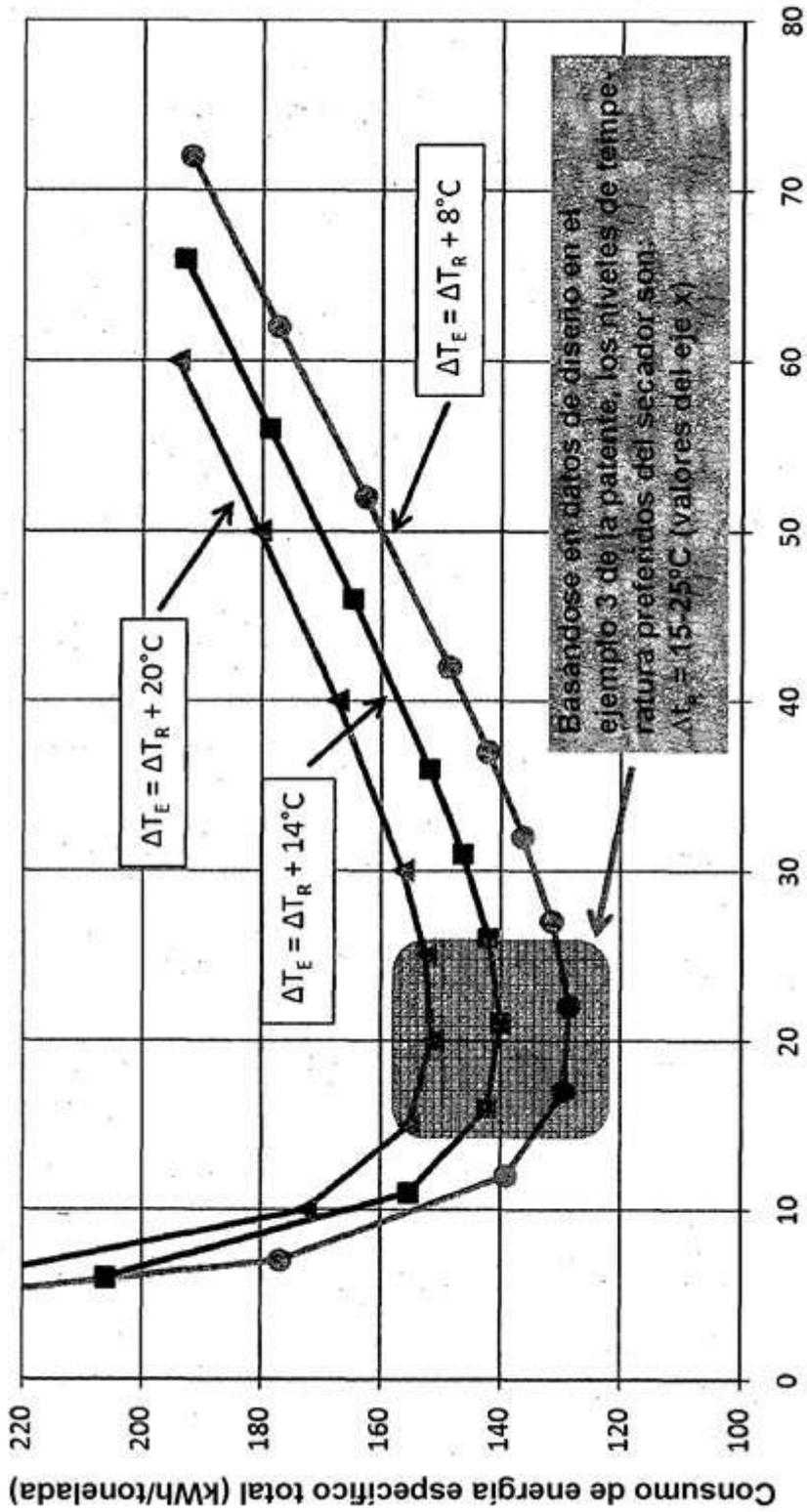


Fig. 3





Diferencia de temperatura de vapor (6) de entrada / (3) de salida de la cámara (40) de secado, ΔT_R (°C)