

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 024**

51 Int. Cl.:

A61B 90/00 (2006.01)

F26B 23/00 (2006.01)

F26B 3/04 (2006.01)

F26B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2015 PCT/IB2015/055887**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2016 WO16020829**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2015 E 15757343 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 3177884**

54 Título: **Procedimiento e instalación de secado térmico de productos pastosos**

30 Prioridad:

08.08.2014 FR 1457707

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

24.05.2019

73 Titular/es:

**SUEZ INTERNATIONAL (100.0%)
16 Place de l'Iris - Tour CB 21
Paris la Défense Cedex, FR**

72 Inventor/es:

PARDO, PIERRE EMMANUEL

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 714 024 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

Procedimiento e instalación de secado térmico de productos pastosos

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo del secado térmico de productos pastosos, por ejemplo, pero de manera no limitante, a lodos procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Se refiere a un procedimiento de secado térmico de productos pastosos y a un secador para la implementación del procedimiento. El documento
 10 WO2004/046629 muestra un procedimiento con las características del preámbulo de la reivindicación 1 y un secador con las características del preámbulo de la reivindicación 8.

Estado de la técnica anterior

15 Los lodos residuales comprenden agua y materia seca. La sequedad de un lodo indica su contenido de materia seca. Generalmente, se dice que un lodo es pastoso cuando su sequedad está comprendida entre el 10 y el 25 %, se dice que es sólido cuando su sequedad está comprendida entre el 25 y el 85 %, y se dice que está seco cuando su sequedad es superior al 85 %.

20 El secado de lodos residuales, es decir, su transformación en lodos secos, es útil para su valoración. En particular, los lodos secos no fermentan, lo cual favorece las condiciones de su almacenamiento, y pueden servir como producto de abono o ser quemados como combustible.

25 Se conocen varios procedimientos de secado térmico en la técnica anterior que permiten evaporar el agua contenida en los lodos usando los siguientes tipos de secadores:

- los secadores de contacto directo que realizan un secado por convección mediante la introducción de un fluido caliente, generalmente un gas, directamente en contacto con los lodos,
- los secadores de contacto indirecto que realizan un secado por conducción al transmitir el calor de secado a los
 30 lodos a través de una pared calentada por un fluido térmico, generalmente un gas o un líquido,
- los secadores mixtos que implementan los principios de los secadores con contacto directo y contacto indirecto.

El principal inconveniente del secado térmico es que su implementación implica un gasto energético significativo, lo cual se traduce en importantes costes de explotación. Generalmente, los secadores actuales requieren para el secado
 35 de lodos residuales una energía de aproximadamente 900-1100 kWh/TAE (Tonelada de Agua Evaporada).

Un tipo de secador de contacto directo muy utilizado es un secador de bandas. Generalmente, un secador de bandas comprende una o varias cintas transportadoras sobre las cuales se disponen los lodos a secar, en donde se los somete a un flujo de aire caliente aplicado en paralelo o perpendicular a su dirección de desplazamiento. En general, los lodos
 40 son preparados previamente utilizando un extrusor o un granulador para aumentar la superficie de intercambio.

Los secadores de bandas son muy robustos y de fácil explotación. Sin embargo, tienen varios inconvenientes o limitaciones:

- 45 - para obtener un lodo que tenga una sequedad dada a la salida del secador, el uso de una temperatura de secado baja implica el uso de un secador de gran tamaño que ponga en movimiento una gran cantidad de aire, lo que genera un alto consumo eléctrico,
- no permiten evitar los riesgos de autocalentamiento de los lodos, ya que su temperatura a la salida del secador no puede reducirse fácilmente por debajo de los 30 °C en la medida en que el secado se realiza mediante flujo de aire
 50 caliente.

De este modo, un objeto de la invención es enfriar los lodos a la salida del secador para poder almacenar estos lodos sin riesgo de autocalentamiento. En efecto, el autocalentamiento de lodos es un problema muy importante para cualquier operador de un secador. Está caracterizado por un aumento significativo de la temperatura de los lodos secos en almacenamiento. Este aumento puede conducir a un inicio de incendio latente en el almacenamiento por autoignición. Este autocalentamiento es resultado de reacciones de oxidación-reducción que aumentan localmente la temperatura de los lodos. Estas reacciones de oxidación-reducción son aceleradas por la temperatura de los lodos. Además, si los lodos están calientes al principio, la temperatura final alcanzada será aún más elevada y pueden activarse otras reacciones de combustión.
 55

60 En procedimientos de secador de bandas, por ejemplo, tales como los descritos en el documento WO 2004/046629, es conocido que se hace entrar de nuevo el aire ambiente al final del secador, lo que puede participar en el enfriamiento de los lodos secos. No obstante, tal enfriamiento no está controlado ya que esta entrada de aire está destinada a compensar una salida de aire debido a la purga de los circuitos cerrados de aire y a la puesta en depresión del secador.
 65

5 Para limitar al máximo el riesgo de autocalentamiento, los lodos deben ser enfriados imperativamente a una temperatura típicamente inferior a 35 °C y, ventajosamente inferior a 20 °C. Ahora bien, generalmente, la temperatura de los lodos en el secador es superior a 50 °C o incluso a 80 °C en etapas de secado. Una pequeña entrada de aire a temperatura ambiente no controlada, por lo tanto, no puede controlar esta temperatura a la salida del secador de manera eficaz.

10 Otro inconveniente de los secadores de bandas conocidos es que los lodos pueden colmatarse las bandas transportadoras cuando los lodos de entrada tienen una sequedad insuficiente y cuando la temperatura de secado usada en el secador es baja.

En efecto, durante su secado, un lodo pasa por una fase plástica, que generalmente corresponde a una sequedad de 45-55 %, durante la cual se vuelve viscoso y pegajoso.

15 Para paliar este inconveniente, es conocido que se hace circular de nuevo una parte de los lodos, ya sea para evitar que pasen a la fase plástica en el seno de un secador, o bien, para preparar los lodos corriente arriba para que sean compatibles con la tecnología de secado utilizada.

No obstante, una recirculación es complicada y difícil de manejar.

20 La patente EP 0 781 741 B1 describe un sistema de secado térmico que permite reducir el gasto energético al reutilizar una parte de la energía utilizada en una primera fase de secado. La primera fase realiza una etapa de evaporación previa. La segunda fase de este sistema de secado consiste en un secador de bandas que reutiliza la energía de la primera fase.

25 Tal sistema de secado con evaporación previa de lodos permite obtener un consumo reducido de 700-800 kWh/TAE.

Sin embargo, tal sistema de secado de dos etapas posee varios inconvenientes:

- 30
- pone en marcha dos secadores, correspondientes respectivamente a la primera fase y a la segunda fase de secado, e implica realizar una operación de extrusión de los lodos entre los dos secadores, lo que requiere una fuerte ventilación del local,
 - los acoplamientos energéticos no están optimizados considerando la sequedad de los lodos a la salida de la etapa de evaporación previa, generalmente un 40-60 %, y la temperatura de secado necesaria en la segunda fase, generalmente 120 °C, para secar los lodos.
- 35

También es conocido en la técnica anterior procedimientos de secado en los que calorías a baja temperatura, generalmente 50-90 °C, de calor "residual", es decir, residuales de otros dispositivos (motor de cogeneración, bomba de calor, caldera, ...), son utilizadas para calentar un fluido de secado de un secador térmico.

40 Sin embargo, el calor residual es generalmente insuficiente para secar por completo los lodos en los secadores de bandas. El consumo energético de los procedimientos de secado conocidos que utilizan energía residual, por lo tanto, sigue siendo importante.

45 Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de secado térmico de bandas que optimice el consumo energético.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de secado térmico de bandas que permita reducir el tamaño de un secador de bandas.

50 Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento de secado térmico de bandas que permita enfriar considerablemente los lodos antes de su almacenamiento.

La presente invención también tiene por objeto proporcionar un procedimiento de secado térmico de bandas que permita secar lodos que tengan una baja sequedad.

55 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de secado térmico de bandas que esté adaptado a todo tipo de lodos, por ejemplo, pero de manera no limitante, a lodos poco deshidratados.

60 Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento de secado térmico de bandas en donde el secado de lodos es seguro, en particular, para evitar el riesgo de autocalentamiento.

Descripción de la invención

65 Este objetivo se alcanza con un procedimiento de secado térmico de productos pastosos, en particular, de lodos residuales, tal como se define en la reivindicación 1.

Según una particularidad ventajosa, el aire a alta temperatura está a una temperatura superior a 100 °C, preferentemente en el intervalo de 100 a 200 °C, a su llegada a los productos pastosos en el al menos un compartimento de secado a alta temperatura.

- 5 Según otra particularidad ventajosa, el aire a baja temperatura está a una temperatura en el intervalo de 20 a 90 °C a su llegada a los productos pastosos en el al menos un compartimento de secado a baja temperatura.

- 10 Según también otra particularidad ventajosa, los productos pastosos tienen una sequedad del orden del 25-50 %, preferentemente 25-35 %, cuando pasan de la etapa de secado a alta temperatura a la etapa de secado a baja temperatura.

En particular, el calor recuperado comprende ventajosamente el calor de condensación de la humedad contenida en el flujo de aire que sale del al menos un compartimento de secado a alta temperatura.

- 15 También es posible calentar el aire de secado a baja temperatura con calor residual.

Estas últimas particularidades permiten reducir el consumo energético de un secador de bandas.

Preferentemente, el procedimiento comprende, además, sucesivamente:

- 20
- una etapa de deshidratación del flujo de aire a baja temperatura después de su contacto con los productos pastosos,
 - una etapa de recalentamiento del flujo de aire deshidratado haciendo pasar este flujo en contacto térmico con el condensador de una bomba de calor, generando esta etapa de recalentamiento un flujo de aire recalentado,
 - 25 - una etapa de reutilización del flujo de aire recalentado como un flujo de aire a baja temperatura.

Según una particularidad ventajosa, para la etapa de deshidratación, el flujo de aire a baja temperatura se hace pasar a través del evaporador de la bomba de calor.

- 30 Se pone el aire de secado a baja temperatura a una temperatura deseada con una bomba de calor de la cual se usa el evaporador para enfriar los productos pastosos que se han sometido a la etapa de secado a baja temperatura. De este modo, los productos pastosos salen enfriados, lo que favorece su conservación sin riesgo de autocalentamiento. Además, el calor extraído de este modo, elevado en temperatura por la bomba de calor, se utiliza para llevar el flujo de aire a baja temperatura a la temperatura deseada.

- 35 El funcionamiento de la bomba de calor se puede modular ventajosamente en función de las fluctuaciones en el coste de energía eléctrica. Por ejemplo, si la electricidad es gratuita por la noche y de pago por el día, la bomba de calor puede ser puesta en marcha únicamente de noche.

- 40 Se puede usar también el evaporador de la bomba de calor para una segunda etapa de condensación del agua contenida en el flujo de aire a baja temperatura después de su contacto con los productos pastosos y que se haya sometido a una primera etapa de condensación. También en este caso, consumiendo solo la módica energía absorbida por la bomba de calor, se obtiene un doble efecto térmico favorable en el procedimiento.

- 45 Preferentemente, se regula la potencia de la bomba de calor para no sobrepasar un umbral de temperatura superior predeterminado para el aire que sale del condensador de la bomba de calor, y se regula la potencia de la etapa de secado a baja temperatura para no sobrepasar por debajo un umbral de temperatura inferior del evaporador de la bomba de calor. Esto mantiene la bomba de calor en un rango de temperatura en el que es eficaz.

- 50 Según una particularidad ventajosa, el aire frío está a una temperatura en el intervalo de -5 a 30 °C, preferentemente en el intervalo de 5 a 20 °C, a su llegada a los productos pastosos en el al menos un compartimento de enfriamiento.

- 55 En un modo preferente de implementación, la al menos una banda transportadora comprende una primera y una segunda bandas transportadoras, y los productos pastosos se depositan en la primera banda transportadora durante la etapa de deposición y se transfieren a la segunda banda transportadora durante la fase de desplazamiento, siendo realizada la transferencia en un módulo de cambio. Generalmente, los productos pastosos son transferidos a la otra banda transportadora, cuando su sequedad es superior a aproximadamente el 55 %, es decir, cuando hayan sobrepasado la fase plástica de su secado.

- 60 La etapa de secado a baja temperatura se realiza preferentemente en un primer compartimento de secado a baja temperatura antes de la transferencia y en un segundo compartimento de secado a baja temperatura después de la transferencia.

- 65 En el transcurso de la etapa de deposición, los productos pastosos se depositan preferentemente en forma de espaguetis sobre la al menos una banda transportadora.

La invención se refiere también a un secador tal como se define en la reivindicación 8.

5 Según una particularidad ventajosa, el secador comprende, además, al menos un módulo de cambio apto para transferir los productos pastosos de una banda transportadora a otra banda transportadora en un cierto momento a lo largo del trayecto de procesamiento.

Según también otra particularidad ventajosa, las dos bandas transportadoras están superpuestas.

10 El secador comprende ventajosamente medios de aislamiento térmico entre compartimentos adyacentes.

Preferentemente, el secador comprende medios para mantener en depresión al menos una parte de los compartimentos.

15 En un modo de realización preferido, el al menos un circuito a alta temperatura comprende, al menos, un condensador adecuado para condensar, al menos, una parte del agua contenida en el flujo de aire en el seno del al menos un compartimento de secado a alta temperatura, sirviendo el al menos un condensador como medio de calentamiento para el flujo de aire a baja temperatura.

20 Según una particularidad ventajosa, el flujo de aire a baja temperatura se recalienta por dicho al menos un condensador después de haberse sometido a un primer recalentamiento.

25 Según también otra particularidad ventajosa, entre de la salida del compartimento de secado a baja temperatura y dicho evaporador, el flujo de aire a baja temperatura pasa a través de un intercambiador, en particular, con agua perdida, para condensar parcialmente el agua contenida en el flujo de aire a baja temperatura.

De este modo, la bomba de calor puede ser de menor potencia. De hecho, su condensador tiene una temperatura más moderada y, por lo tanto, su eficacia es mejor.

30 El secador puede comprender, al menos, un circuito de agua caliente a baja temperatura en donde circula agua para el calentamiento del flujo de aire a baja temperatura.

35 Ventajosamente, el agua que circula en el al menos un circuito de agua caliente a baja temperatura es calentada por el al menos un condensador de la humedad presente en el flujo de aire a alta temperatura que sale del compartimento de secado a alta temperatura.

Alternativamente, pero preferentemente de manera adicional, el agua que circula en el al menos un circuito de agua caliente a baja temperatura también puede ser calentada por al menos una fuente de energía exterior que puede ser de origen residual.

40 De manera general, se prefiere que el al menos un circuito a baja temperatura comprenda:

- medios para deshidratar el flujo de aire a baja temperatura que sale del compartimento de secado a baja temperatura,
 - una bomba de calor cuyo condensador está montado para recalentar el flujo de aire a baja temperatura deshidratado.
- 45

En ese caso, el evaporador de la bomba de calor se monta ventajosamente para secar el flujo de aire a baja temperatura que sale del compartimento de secado a baja temperatura.

50 Alternativa o adicionalmente, el evaporador de la bomba de calor también se puede montar para producir un flujo de aire de enfriamiento de los productos pastosos que salen del compartimento de secado a baja temperatura.

55 En un modo de realización, el secador comprende un intercambiador tal como de agua perdida o cualquier otro medio de enfriamiento, para asegurar una condensación al menos primaria del agua contenida en el flujo de aire que sale del compartimento de secado a baja temperatura.

Según otra particularidad ventajosa, el circuito de enfriamiento y el circuito a baja temperatura tienen una parte común.

60 Entre otras ventajas de la invención, el enfriamiento de los lodos se realiza produciendo un aire frío específico cuya temperatura y caudal se pueden controlar mediante el funcionamiento de la bomba de calor. De este modo, la temperatura de los lodos secados a la salida del secador puede ser dirigida con un objetivo de enfriamiento que permite almacenar estos lodos sin riesgo de autocalentamiento.

65 La invención permite así controlar finamente los parámetros térmicos del enfriamiento mediante un control preciso de la temperatura y/o el caudal del aire frío producido por el dispositivo, para alcanzar con ello los objetivos de enfriamiento previstos, es decir, generalmente para enfriar los lodos hasta una temperatura inferior a 35 °C,

ventajosamente inferior a 20 °C.

Además, la invención hace posible utilizar calor "bombeado" para producir frío para alimentar el secador de calor.

5 Descripción de las figuras y modos de realización

Otras ventajas y particularidades de la invención aparecerán al leer la descripción detallada de implementaciones y modos de realización no limitativas, y los siguientes dibujos adjuntos:

- 10
- la FIGURA 1 representa esquemáticamente en alzado lateral un primer modo de realización de un secador de bandas y sus circuitos de aireación según la invención, y
 - la FIGURA 2 representa esquemáticamente en alzado lateral un segundo modo de realización de un secador de bandas y sus circuitos de aireación según la invención.

15 En este documento, se denomina:

- compartimento de secado a alta temperatura a un compartimento en donde el aire fluye a alta temperatura, cuya temperatura es preferentemente superior a 100 °C y, preferentemente comprendida entre 100 y 200 °C;
- 20 - compartimento de secado a baja temperatura a un compartimento en donde el aire fluye a baja temperatura, cuya temperatura está preferentemente comprendida entre 20 y 90 °C;
- compartimento de enfriamiento a un compartimento en donde fluye aire frío, cuya temperatura está preferentemente comprendida entre -5 y 30 °C y, preferentemente entre 5 y 20 °C.

25 Además, las expresiones "aire a alta temperatura", "aire a baja temperatura" y "aire frío" son relativas entre sí, es decir, que el aire a alta temperatura tiene una temperatura superior a la temperatura del aire a baja temperatura, y el aire a baja temperatura tiene una temperatura superior a la temperatura del aire frío.

En la terminología utilizada en este documento, un circuito comprende circuitos que forman una canalización y elementos de conexión tales como condensador, ventilador, compartimento, etc.

30

La FIGURA 1 representa un secador de bandas que comprende una banda superior 98 y una banda inferior 99.

35 Este secador de bandas comprende un módulo de entrada 31 configurado para depositar productos pastosos, en particular, lodos residuales, que tienen, por ejemplo, una sequedad comprendida entre el 16 y el 30 %. Por ejemplo, este módulo recibe lodos deshidratados de un silo de almacenamiento, transforma estos lodos en forma de espagueti (extrusión) y luego los deposita en la banda superior 98 del secador de bandas.

40 Los lodos depositados sobre la banda superior 98 en el módulo de entrada 31 se desplazan por la banda superior 98 hasta un módulo de cambio 32 configurado para hacer pasar estos lodos desde la banda superior 98 a la banda inferior 99. Los lodos que llegan a la banda inferior 99 en el módulo de cambio 32 se desplazan por la banda inferior 99 hasta un módulo de salida 33 configurado para evacuar los lodos del secador.

45 En el modo de realización representado en la FIGURA 1, el secador de bandas comprende un compartimento de secado a alta temperatura 34 adyacente al módulo de entrada 31. Este compartimento de secado a alta temperatura realiza una etapa de secado a alta temperatura, es decir, una "captación" de los lodos con aire caliente, para impedir que los lodos fluyan sobre la banda superior 98.

50 El compartimento de secado a alta temperatura 34 ubicado sobre la banda superior 98 se superpone aquí a un compartimento de enfriamiento 35 ubicado sobre la banda inferior 99. El compartimento de enfriamiento 35 permite enfriar significativamente los lodos antes de su evacuación a través del módulo de salida 33, del que es ventajosamente adyacente. Tal enfriamiento permite un almacenamiento a largo plazo sin riesgo, en particular, en términos de autocalentamiento.

55 El compartimento de secado a alta temperatura 34 y el compartimento de enfriamiento 35 están separados por una placa de aislamiento mecánico y térmico.

60 El secador de bandas de la FIGURA 1 también comprende un compartimento de secado a baja temperatura 36 ubicado entre, por una parte, los compartimentos de secado a alta temperatura 34 y de enfriamiento 35 y, por otra parte, el módulo de cambio 32.

Los compartimentos de secado a alta temperatura 34, de secado a baja temperatura 36 y de enfriamiento 35 reciben flujos de aire respectivos a través de circuitos de aireación y un sistema de calentamiento que se describe a continuación.

65

Módulo de secado a alta temperatura

El módulo de secado a alta temperatura corresponde al compartimento de secado a alta temperatura 34 y al circuito a alta temperatura al que está conectado.

5 El circuito a alta temperatura está configurado para que en el compartimento de secado a alta temperatura 34 fluya aire caliente por un circuito a alta temperatura de entrada 1 de este compartimento 34. Este aire caliente es calentado por cualquier sistema de calentamiento adaptado. En el ejemplo de la FIGURA 1, este sistema de calentamiento comprende una fuente de calor 5 y un sistema de intercambio 4 que consiste, por ejemplo, en un intercambiador de
10 aceite, vapor u otros medios calientes, humos de combustión (por ejemplo, motor) o incluso un quemador de flujo de aire.

15 El principio es hacer circular el aire calentado por el sistema de calentamiento 4, 5 en el circuito a alta temperatura gracias a un ventilador 8 para alimentar al compartimento de secado a alta temperatura 34 a través del circuito a alta temperatura de entrada 1 con aire de baja humedad a una temperatura preferentemente superior a 100°C, y preferentemente entre 100 y 200°C con el fin de vaporizar de manera rápida y significativamente el agua contenida en los lodos ubicados sobre la banda superior 98 en el compartimento de secado a alta temperatura 34.

20 El aire aún caliente y cargado de humedad que sale del compartimento de secado a alta temperatura 34 por el circuito a alta temperatura de salida 2 es controlado en temperatura y humedad para tener un aire cercano a la saturación, generalmente, a 95 °C y 95 % de humedad (véase la sección "regulación" a continuación).

25 El aire que sale del compartimento de secado a alta temperatura 34 a través del circuito a alta temperatura de salida 2 es a continuación deshumidificado por condensación del agua que contiene en un condensador 3.

Los condensadores utilizados pueden ser condensadores directos (pulverización de agua en los vahos de agua perdida o pulverización de agua en los vahos y enfriamiento de esta agua por un circuito externo auxiliar de agua en circulación) o condensadores indirectos (intercambiadores de agua/vaho).

30 Preferentemente, el secador de bandas está dimensionado para recuperar un circuito de agua 6 a 40-90 °C, preferentemente alrededor de 70 °C con el fin de capturar casi todo el calor de condensación con respecto al calor de vaporización del módulo de secado a alta temperatura.

35 El aire deshumidificado sale del condensador 3 a una temperatura típica de 40-90 °C y luego se recalienta por el sistema de calefacción descrito anteriormente.

Una parte del aire deshumidificado es aspirado por el ventilador 40 para una puesta en depresión del módulo de secado a alta temperatura y para el tratamiento de olores.

40 Módulo de secado a baja temperatura

El módulo de secado a baja temperatura corresponde al compartimento de secado a baja temperatura 36 y al circuito a baja temperatura al que está conectado.

45 El aire frío circulando en un circuito intermedio 15, generalmente comprendido entre -10 °C y 30 °C, y preferentemente 10 °C, es calentado por medio de un fluido refrigerante 19 en un intercambiador 16 a una temperatura de 10-60 °C, generalmente 30 °C. Este aire es calentado a continuación en un intercambiador 17 por el circuito de agua caliente 6 producido por el condensador 3 a 40-90 °C, generalmente 70°C. Este aire caliente y muy seco fluye en el
50 compartimento de secado a baja temperatura 36 por un circuito a baja temperatura de entrada 10 que conecta el intercambiador 17 al compartimento de secado a baja temperatura 36.

55 El aire extraído del compartimento de secado a baja temperatura 36 por un circuito de salida a baja temperatura 11 es frío y húmedo. El agua que contiene este aire es condensada a continuación en un intercambiador de agua 12, por ejemplo, con agua perdida 13. Se dice que el agua 13 está "perdida" ya que entra y sale fría o templada sin hacer necesariamente uso de esta agua. De este modo, el aire deshidratado sale del intercambiador 12 a una temperatura regulada de 10-40 °C, generalmente 20 °C. La regulación consiste principalmente en regular el caudal de agua perdida. Luego, el aire deshidratado es deshidratado aún más por condensación del agua que contiene en la parte "evaporador" 14 de una bomba de calor 18 para enfriarlo a una temperatura típica de entre -10 °C y 30 °C,
60 preferentemente 10 °C.

Parte del aire del circuito a baja temperatura es aspirado por el ventilador 40 a fin de mantener en depresión el módulo de secado a baja temperatura. En el ejemplo representado en la FIGURA 1, este ventilador 40 está conectado al circuito a baja temperatura de salida 11.

65

Módulo de enfriamiento

El módulo de enfriamiento corresponde al compartimento de enfriamiento 35 y al circuito de enfriamiento al que está conectado.

- 5 En el modo de realización de la FIGURA 1, el circuito de enfriamiento es parcialmente común con el circuito a baja temperatura porque el flujo de aire en el compartimento de enfriamiento 35 es una parte del aire procedente del evaporador 14 de la bomba de calor 18.
- 10 En el modo de realización de la FIGURA 2, el circuito de enfriamiento es un circuito que conecta el evaporador 14 de la bomba de calor 18 y la entrada del compartimento de enfriamiento 35.

Bomba de calor

- 15 En un modo de realización preferido, el circuito a baja temperatura comprende una bomba de calor 18 apta para precalentar el aire que circula en el circuito a baja temperatura al nivel del intercambiador de calor 16 en donde el condensador de la bomba de calor 18 proporciona calor sensible al flujo de aire a baja temperatura. La bomba de calor 18 también permite condensar el agua contenida en el aire que circula en este circuito a una temperatura muy baja al nivel del evaporador 14 a fin de obtener un aire extremadamente seco en el circuito a baja temperatura de entrada 10 del compartimento de secado a baja temperatura 36. Además, una parte del aire frío 15 producido al nivel del evaporador 14 alimenta el compartimento de enfriamiento 35 a través del circuito intermedio 15 para enfriar significativamente los lodos antes que su extracción en el módulo de salida 33.

25 El uso de la bomba de calor 18 contribuye al buen rendimiento global del secador de bandas, en particular, por la creación de un aire muy seco en el circuito a baja temperatura de entrada 10 que, una vez recalentado, permite el uso de un caudal de secado bajo, o mediante la creación de un aire muy frío en el circuito intermedio 15 que permite enfriar los lodos en el compartimento de enfriamiento 35, y por el uso de calorías extraídas de este modo para calentar uno de los flujos de manera muy económica, en particular el flujo a baja temperatura.

30 El aire frío inyectado en el compartimento de enfriamiento 35 a través del circuito intermedio 15 es conducido a continuación al compartimento de secado a baja temperatura 36 por la depresión creada por la aspiración del ventilador de circulación 151.

35 En el modo de realización de la FIGURA 2, otro ventilador 41 aspira una parte del aire a la salida del intercambiador 12 para pasarlo a través del evaporador 14 de la bomba de calor 18. La otra parte del aire que sale del intercambiador 12, destinada a constituir el flujo de aire a baja temperatura, evita el evaporador 14 y va directamente al condensador 16 de la bomba de calor. De la misma manera tal como se describió anteriormente, el aire frío y seco inyectado en el compartimento de enfriamiento 35 es conducido a continuación al compartimento de secado a baja temperatura 36 por la depresión creada por la aspiración del ventilador 151.

40 **Circuitos hidráulicos**

Varios circuitos hidráulicos son implementados en variantes del secador de bandas según la invención.

45 Para controlar la potencia óptima de la bomba de calor 18, antes de pasar a través del condensador 16 de la bomba de calor 18, el intercambiador 12 puede ser operado, por ejemplo, con agua perdida 13.

50 El circuito de agua caliente 6 retira una parte del calor del circuito a alta temperatura a través del condensador 3 y calienta el aire del circuito a baja temperatura. Se puede suministrar energía externa al circuito de agua caliente 6 a través de calor residual 7 y/o, por ejemplo, una caldera 9.

55 Una ventaja del circuito de agua caliente 6 es que, en caso de posibilidad de recuperar calor residual 7, el aire que circula en el circuito a baja temperatura puede ser calentado gratuitamente por el intercambiador 17. El funcionamiento del intercambiador 12 y el circuito 13 puede estar también controlado para permitir una utilización máxima de este circuito (véase la sección "regulación" a continuación).

En caso de calor residual conocido desde el principio, el dimensionamiento del módulo de secado a alta temperatura se ajusta para no consumir demasiada energía noble, a menos que esta energía noble sea también residual.

60 Dicho circuito de agua caliente 6 puede hacer frente a todas las situaciones de recuperación de calor residual si son conocidas desde la concepción. Además, es posible usar calor más o menos calor residual 7 gracias a las posibles regulaciones, en particular, secando menos en el módulo de secado a alta temperatura.

65 El secador de bandas según la invención puede estar en uno o varios pisos (en las FIGURAS 1 y 2, hay dos pisos correspondientes a las dos bandas 98, 99) para optimizar su consumo específico. Preferentemente, es de dos pisos.

Puesta en depresión del secador

5 Como se ha descrito anteriormente, el secador es puesto en depresión a fin de evitar la propagación de olores. Esta puesta en depresión puede ser realizada por un único ventilador 40 con un juego de válvulas (no mostradas) para equilibrar las tuberías entre el circuito a baja temperatura que pasa a través del ventilador 151 y el circuito a alta temperatura que pasa a través del ventilador 8, o por un ventilador dedicado a la puesta en depresión de cada uno de los circuitos.

10 Las sondas de presión (no representadas) se pueden colocar convenientemente para proporcionar información relacionada con la presión en el interior del secador. Dicha información es importante porque, por una parte, el secador no debe encontrarse en sobrepresión para evitar posibles fugas de olores y, por otra parte, el secador no debe encontrarse en fuerte depresión para evitar posibles entradas de aire en el secador, en particular, por el módulo de entrada 31, lo cual modificaría enormemente el equilibrio térmico.

15 **Aislamiento térmico y ventilación**

Un aislamiento térmico reforzado es implementado entre el compartimento de secado a alta temperatura 34 y el compartimento de enfriamiento 35, al menos cuando el secador comprende más de una banda, a fin de no recalentar el compartimento de enfriamiento 35 que sirve para el enfriamiento de los lodos.

20 Entre el compartimento de secado a alta temperatura 34 y el compartimento de secado a baja temperatura 36, también se coloca además aislamiento. El objeto de dicho aislamiento es principalmente prevenir la circulación excesiva de aire entre estos dos compartimentos (enfriamiento del compartimento de secado a alta temperatura 34 o pérdida de calor del compartimento de secado a alta temperatura 34 por fuga al compartimento de secado a baja temperatura 36). No es necesario tener un aislamiento perfecto porque incluso si el aire pasa desde el compartimento de secado a alta temperatura 34 al compartimento de secado a baja temperatura 36, este aire participaría en el secado de lodos.

25 Preferentemente, la depresión en el compartimento de secado a baja temperatura 36 es ligeramente superior (es decir, presión más baja) a la del compartimento de secado a alta temperatura 34.

30 **Número de bandas**

Se puede implementar una sola banda. En ese caso, el módulo de cambio 32 no es implementado y el compartimento de enfriamiento 35 con su aislamiento térmico se coloca justo después de uno o varios módulos de secado a baja temperatura.

40 En el caso de varias bandas, por ejemplo, tres o cuatro bandas, los principios de disposición son comparables: tres módulos (de secado a alta temperatura, secado a baja temperatura y enfriamiento) se disponen con circulación de aire desde el compartimento de enfriamiento hacia el compartimento de secado a baja temperatura, y circulación neutra entre el compartimento de secado a alta temperatura y el compartimento de secado a baja temperatura con preferencia para una circulación del compartimento de secado a alta temperatura hacia el compartimento de secado a baja temperatura.

45 **Circulación del aire**

Para los módulos de secado a alta temperatura, a baja temperatura o de enfriamiento, la circulación de aire puede ser indiferente de arriba a abajo o de abajo a arriba.

50 El aire que sale del compartimento de enfriamiento 35 se dirige hacia el compartimento de secado a baja temperatura 36 en cualquier zona de este compartimento. Además, el aire puede fluir a través de la banda indistintamente de arriba a abajo, de abajo hacia arriba, en la dirección de desplazamiento de la banda o en una dirección opuesta, y estar, por ejemplo, dirigido por deflectores dispuestos a cada lado de la banda en un compartimento dado.

55 Los circuitos, en particular, a alta temperatura o baja temperatura, también puede comprender filtros de aire dispuestos de manera que faciliten las operaciones de descolmataje o de reemplazo de dichos filtros.

Posicionamiento de los ventiladores

60 El posicionamiento de los ventiladores 8, 40, 151 en su respectivo circuito de aire no se limita a los ejemplos descritos anteriormente. Estos ventiladores deben poder hacer circular el aire en estos circuitos y a través de los intercambiadores y permitir una depresión, posiblemente optimizada, en el secador.

65 La distribución del aire en los módulos de secado a alta temperatura, a baja temperatura y de enfriamiento puede lograrse por medio de deflectores aptos para distribuir el aire a lo largo de la banda o bandas del secador.

Además, los módulos de secado a alta temperatura, a baja temperatura y de enfriamiento pueden estar constituidos

por compartimentos idénticos, y comprender cada uno, uno o varios ventiladores de circulación para permitir la regulación de la distribución del aire, así como uno o varios intercambiadores.

Ejemplos de funcionamiento

5 **Caso 1: sin energía gratuita y con bomba de calor**

En este ejemplo, los lodos llegan al módulo de entrada 31 con las siguientes características: sequedad 20 %, temperatura 20 °C, caudal de 2000 kg/h.

10 Se secará en el compartimento de secado a alta temperatura 34 hasta una sequedad de alrededor del 32 %, correspondiente a una cantidad de agua evaporada de 750 kg/h. Para evaporar esta agua, el circuito de aire consta de al menos un ventilador 8 que sopla en la entrada 1 del compartimento de secado a alta temperatura 16600 Nm³/h de aire caliente a 180 °C.

15 A la salida 2 del compartimento de secado a alta temperatura 34, el aire se enfrió para alcanzar una temperatura de 100 °C mediante la evaporación del agua contenida en los lodos.

20 En el condensador 3, el circuito 6 permite enfriar el aire del flujo de aire caliente a una temperatura de 80 °C. El circuito de agua está a aproximadamente 75 °C y ha absorbido aproximadamente 626 kW.

El aire caliente se recalienta en el sistema de intercambio de 4 a 180 °C, consumiendo 679 kW a través de una fuente de calor 5.

25 El circuito de agua 6 permite recalentar el aire del circuito a baja temperatura a una temperatura de 70 °C en 10 a un caudal de aproximadamente 50000 Nm³/h.

30 El aire saliente en 11 del compartimento de secado a baja temperatura 36 tiene una temperatura de aproximadamente 38 °C y ha permitido evaporar el conjunto del agua a evaporar que estaba contenida en el lodo para alcanzar la sequedad deseada.

Un intercambiador 12 alimentado con agua a 15 °C permite que la temperatura del aire llegue a 20 °C, lo que corresponde a la condensación de una gran cantidad del agua que contiene.

35 En el caso en que se hace que todo el aire vuelva a ser deshidratado con la bomba de calor (FIGURA 1), ésta enfría el aire a una temperatura de 10 °C y luego lo recalienta a una temperatura de aproximadamente 32 °C. Aproximadamente 5000 Nm³/h de aire se extraen en 15 para ser inyectados en el compartimento de enfriamiento 35, y permitir que los lodos se enfríen a una temperatura de aproximadamente 20 °C.

40 En este primer caso, el consumo eléctrico de la bomba de calor es de unos 70 kWe. La cantidad total de agua evaporada es 1,56 TAE (tonelada de agua evaporada) por hora, obteniéndose un consumo térmico de 440 kWh/TAE.

Caso 2: sin energía gratuita y sin bomba de calor

45 Sin bomba de calor, se impulsará el secado de la primera fase a un 35 % de sequedad incrementando el consumo de la primera fase en 770 kW aproximadamente. Esto permite una mayor recuperación de energía en la segunda fase porque la bomba de calor ya no la calienta hasta 32 °C, sino que permanece a 20 °C.

50 En este segundo caso, el consumo térmico total de calor es de unos 500 kWh/TAE y un consumo eléctrico de 0 (sin bomba de calor).

Caso 3: con energía gratuita y con bomba de calor

55 Tomemos el caso de una energía gratuita de un motor de cogeneración que permite suministrar 300 kWh/TAE, o sea, en nuestro caso, 468 kWh.

El mejor equilibrio del sistema se sitúa entonces para una sequedad de salida de la primera fase del 26 %, necesitando un consumo de solamente 432 kWh en esta primera fase.

60 La condensación en el condensador 3 y la adición de energía residual 7 al circuito de agua 6 pueden satisfacer las necesidades del aire a través del intercambiador 17 si se instala una bomba de calor.

65 En este tercer caso, el consumo eléctrico de la bomba de calor es de 100 kWe, lo cual resulta en un consumo térmico de 280 kWh/TAE y 63 kWh/TAE.

Regulación

5 El secador se dimensiona basándose en una sequedad de los lodos en el módulo de entrada 31, de una sequedad de los lodos a la salida del compartimento de secado a alta temperatura 34 y de una sequedad de los lodos en el módulo de salida 33, de modo que la energía producida en el condensador 3 sea suficiente para alimentar el circuito a baja temperatura en 17.

10 En efecto, el consumo térmico óptimo del secador se encuentra en el punto donde ya no hay necesidad de energía externa 9 para secar suficientemente los lodos en la cámara de secado a baja temperatura. Las regulaciones puestas en práctica hacen posible permanecer siempre alrededor de este punto óptimo controlándose al mismo tiempo la sequedad final de los lodos antes de que sean extraídos del secador por el módulo de salida 33, estando esto en función de las modificaciones en la sequedad y en el caudal de entrada de los lodos en el módulo de entrada 31.

15 Por ejemplo, se da una señal de consumo de energía en 9 al secador, esta señal tiene el efecto de aumentar en cierto intervalo el punto de ajuste de la temperatura del aire a la salida del sistema de intercambio 4 a fin de aumentar el secado en el módulo de secado a alta temperatura 34.

20 Un medidor en línea de la sequedad de los lodos en el módulo de salida 33 permite adaptar las condiciones de secado necesarias en el circuito de entrada a baja temperatura 10 del compartimento de secado a baja temperatura 36 y, por lo tanto, como consecuencia, la demanda energética en 9.

25 En particular, el ajuste de temperatura en el circuito de entrada a baja temperatura 10, o el punto de ajuste de temperatura o humedad en el circuito de salida a baja temperatura 11 se puede establecer en función de la sequedad de los lodos en el módulo de salida 33. Estos puntos de ajuste pueden ser controlados por la caldera 9, o cualquier otro sistema de suministro de energía adicional, que aportará más o menos energía.

30 En caso de no necesitar energía adicional 9, la instalación se regula automáticamente. Si el agua en el circuito 6 se calienta demasiado, por ejemplo, porque la necesidad de secado en el módulo de secado a baja temperatura es baja (sequedad demasiado alta) y a que el caudal de aire en el circuito intermedio 15 disminuye, la condensación en el condensador 3 es a peor y la necesidad de recalentamiento del sistema de intercambio 4 es menor, disminuyendo automáticamente la sequedad a la salida del compartimento de secado a alta temperatura 34.

35 En caso de aumento demasiado fuerte de la temperatura del agua en el circuito 6, por ejemplo, alcanzando un estado cercano a la vaporización, o una temperatura demasiado alta en la entrada del sistema de intercambio 4, por ejemplo, superior a 100 °C, el punto de ajuste de la temperatura a la salida del sistema de intercambio 4 por la energía externa 5 es controlado automáticamente para disminuirlo.

40 Además, la temperatura en el condensador 16 de la bomba de calor 18 puede ser medida, por ejemplo, en el flujo de aire que sale del condensador o a la salida del condensador para el refrigerante.

45 En efecto, una bomba de calor es más eficaz cuanto más pequeña sea la diferencia de temperatura entre el evaporador 14 y el condensador 16 de la bomba de calor 18. Así que, para que el sistema sea eficaz, es mejor limitar la temperatura alta de la bomba de calor incluso si es necesario complementar el calentamiento con otros medios. Como resultado, la potencia de frío disponible en el evaporador de la bomba de calor es limitada. Si la temperatura aumenta en el evaporador de la bomba de calor, es porque la potencia fría es insuficiente para condensar la humedad restante en el aire y para producir el aire de enfriamiento. Dado que la potencia requerida para el aire de enfriamiento no es directamente controlable, es necesario entonces aumentar el caudal de agua perdida 13 para aumentar la deshidratación en la primera etapa de condensación.

50 **Control de la bomba de calor**

55 La bomba de calor 18 extrae calor para alcanzar un punto de ajuste dado de la temperatura del aire frío (en todo o parte del flujo). Este punto de ajuste puede provenir de una medición de la temperatura de los lodos en el módulo de salida 33.

El recalentamiento en el condensador 16 de la bomba de calor 18 no está controlado, pero es una consecuencia del funcionamiento de la bomba de calor 18.

60 La condensación en el intercambiador 12 es controlada a fin de tener una temperatura de punto de ajuste a la salida de condensación dependiente del operador para tener un aire más seco que permita un mejor secado. También será posible adoptar una temperatura dependiente de la temperatura deseada del aire a la salida de la bomba de calor 18.

65 Se pueden configurar otras regulaciones como la velocidad de desplazamiento de una banda, en particular, cuando el secador consta de varias fases.

El secador según la presente invención consta de varios circuitos de calor distintos, permite tener múltiples parámetros

de modulación y control de la sequedad final al mismo tiempo que consume un mínimo de energía.

Por supuesto, la invención no se limita a los ejemplos que se acaban de describir y se pueden hacer numerosos ajustes a estos ejemplos sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de secado térmico de productos pastosos, en particular, de lodos residuales, que comprende:

- 5 - una etapa de depósito de productos pastosos en al menos una banda transportadora (98), siendo el depósito realizado en un módulo de entrada (31),
- una etapa de desplazamiento de los productos pastosos desde el módulo de entrada (31) hasta un módulo de salida (33), estando el desplazamiento de los productos pastosos realizado por desplazamiento de la al menos una banda transportadora (98, 99),
- 10 - una etapa de extracción de los productos pastosos de la al menos una banda transportadora (99), estando la extracción realizada en el módulo de salida (33),

que comprende, además, durante la etapa de desplazamiento:

- 15 - una etapa de secado a alta temperatura en la que los productos pastosos se someten a un flujo de aire a alta temperatura (1) en el seno de al menos un compartimento de secado a alta temperatura (34), y
- una etapa de secado a baja temperatura en la que los productos pastosos se someten a un flujo de aire a baja temperatura (10) en el seno de al menos un compartimento de secado a baja temperatura (36), teniendo el flujo de aire a baja temperatura (10) una temperatura inferior al flujo de aire a alta temperatura (1), interviniendo la etapa de secado a baja temperatura después de la etapa de secado a alta temperatura,
- 20

caracterizado por que, comprende, además, después de la etapa de secado a baja temperatura, una etapa de enfriamiento en la que los productos pastosos se someten a un flujo de aire frío (15) en el seno de al menos un compartimento de enfriamiento (35), teniendo el flujo de aire frío (15) una temperatura inferior a la temperatura del flujo de aire a baja temperatura (10),

25 y **por que** se enfrían los productos pastosos con frío producido por un evaporador (14) de una bomba de calor (18) de la cual se usa un condensador (16) para recalentar uno de dichos flujos de aire.

- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** se aumenta la temperatura del aire a baja temperatura (10) con calor (6) recuperado en el flujo de aire (2) que sale del al menos un compartimento de secado a alta temperatura (34),
- y **por que** el calor recuperado (6) comprende calor de condensación de la humedad contenida en el flujo de aire (2) que sale del al menos un compartimento de secado a alta temperatura (34).

- 35 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** se calienta el aire de secado a baja temperatura con la bomba de calor (18) de la cual se usa el evaporador (14) para enfriar los productos pastosos que se han sometido a la etapa de secado a baja temperatura,
- y **por que** se usa también el evaporador (14) de la bomba de calor (18) para una segunda etapa de condensación del agua contenida en el flujo de aire a baja temperatura que ya ha sido sometido a una primera etapa de condensación.
- 40

- 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** se regula la potencia de la bomba de calor (18) para no sobrepasar un umbral de temperatura superior predeterminado para el aire que sale del condensador (16) de la bomba de calor (18), y **por que** se regula la potencia de la etapa de secado a baja temperatura para no sobrepasar un umbral de temperatura inferior del evaporador (14) de la bomba de calor (18).
- 45

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el aire a baja temperatura (10) se calienta con calor residual (7).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además, sucesivamente:

- 50 - una etapa de deshidratación del flujo de aire a baja temperatura (11) después de su contacto con los productos pastosos,
- una etapa de recalentamiento del flujo de aire deshidratado haciendo pasar este flujo en contacto térmico con el condensador (16) de la bomba de calor (18), generando esta etapa de recalentamiento un flujo de aire recalentado,
- 55 - una etapa de reutilización del flujo de aire recalentado como un flujo de aire a baja temperatura,

caracterizado por que, para la etapa de deshidratación, el flujo de aire a baja temperatura se hace pasar a través del evaporador (14) de la bomba de calor (18).

- 60 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el aire a alta temperatura (1) está a una temperatura superior a 100 °C, preferentemente en el intervalo de 100 a 200 °C, a su llegada a los productos pastosos en el al menos un compartimento de secado a alta temperatura (34),
- y **por que** el aire a baja temperatura (10) está a una temperatura en el intervalo de 20 a 90 °C a su llegada a los productos pastosos en el al menos un compartimento de secado a baja temperatura (36).

8. Secador para la implementación de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:

- un módulo de entrada (31) para la alimentación de productos pastosos en un extremo corriente arriba de un trayecto de procesamiento,
- 5 - al menos una banda transportadora (98, 99) que permite recibir los productos pastosos en el extremo corriente arriba del trayecto de procesamiento y desplazarlos a lo largo del trayecto del procesamiento,
- un módulo de salida (33) que permite extraer los productos pastosos en un extremo corriente abajo del trayecto de procesamiento,
- 10 - detrás del módulo de entrada (31) a lo largo del trayecto de procesamiento, al menos un módulo de secado a alta temperatura que consta, al menos, de un compartimento de secado a alta temperatura (34) y al menos un circuito a alta temperatura, siendo el al menos un circuito a alta temperatura apto para generar un flujo de aire a alta temperatura (1) en el seno del al menos un compartimento de secado a alta temperatura (34),
- entre el módulo de secado a alta temperatura y el módulo de salida a lo largo del trayecto de procesamiento, al menos un módulo de secado a baja temperatura que consta, al menos, de un compartimento de secado a baja temperatura (36) y al menos un circuito a baja temperatura, siendo el al menos un circuito a baja temperatura apto para generar un flujo de aire a baja temperatura (10) en el seno del al menos un compartimento de secado a baja temperatura (36), teniendo el flujo de aire a baja temperatura (10) una temperatura inferior al flujo de aire a alta temperatura (1),

20 **caracterizado por que**, comprende, además, entre el módulo de secado a baja temperatura y el módulo de salida (33) a lo largo del trayecto de procesamiento, al menos un módulo de enfriamiento, constanding el al menos un módulo de enfriamiento de al menos un compartimento de enfriamiento (35) y al menos un circuito de enfriamiento, siendo el al menos un circuito de enfriamiento apto para generar un flujo de aire frío (15) en el seno del al menos un compartimento de enfriamiento (35), teniendo el flujo de aire frío (15) una temperatura inferior a la temperatura del

25 flujo de aire a baja temperatura (10),
y **por que** comprende, además, una bomba de calor (18) que consta de un evaporador (14) y de un condensador (16), estando el evaporador (14) adaptado y montado en el secador de manera que enfría los productos pastosos con frío producido por el evaporador (14), estando el condensador (16) adaptado y montado en el secador para recalentar uno de dichos flujos de aire.

30 9. Secador según la reivindicación 8, que comprende, además, al menos un módulo de cambio (32) apto para transferir los productos pastosos de una banda transportadora (98) a otra banda transportadora (99) en un cierto momento durante el trayecto de procesamiento.

35 10. Secador según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** el al menos un circuito a alta temperatura comprende, al menos, un condensador (3) apto para condensar, al menos, una parte del agua contenida en el flujo de aire (2) en el seno del al menos un compartimento de secado a alta temperatura (34), sirviendo el al menos un condensador (3) como medio de calentamiento para el flujo de aire a baja temperatura (10).

40 11. Secador según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el flujo de aire a baja temperatura (10) es recalentado por dicho al menos un condensador (3) después de haber sido sometido a un primer calentamiento.

45 12. Secador según la reivindicación 11, **caracterizado por que**, después de la salida del compartimento de secado a baja temperatura (36), el flujo de aire a baja temperatura (11) pasa a través del evaporador (14) de la bomba de calor (18) y para dicho primer calentamiento por un condensador (16) de la bomba de calor (18).

50 13. Secador según la reivindicación 12, **caracterizado por que**, entre de la salida del compartimento de secado a baja temperatura (36) y dicho evaporador (14), el flujo de aire a baja temperatura (11) pasa a través de un intercambiador (12), en particular, con agua perdida (13), para condensar parcialmente el agua contenida en el flujo de aire a baja temperatura (11).

55 14. Secador según una de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado por que** comprende, al menos, un circuito de agua caliente a baja temperatura (6) en donde circula agua para el calentamiento del flujo de aire a baja temperatura (10),
y **por que** el agua que circula en el al menos un circuito de agua caliente a baja temperatura (6) es calentada por el al menos un condensador (3).

60 15. Secador según la reivindicación 14, **caracterizado por que** el agua que circula en el al menos un circuito de agua caliente a baja temperatura (6) es calentada por al menos una fuente de energía exterior (7, 9).

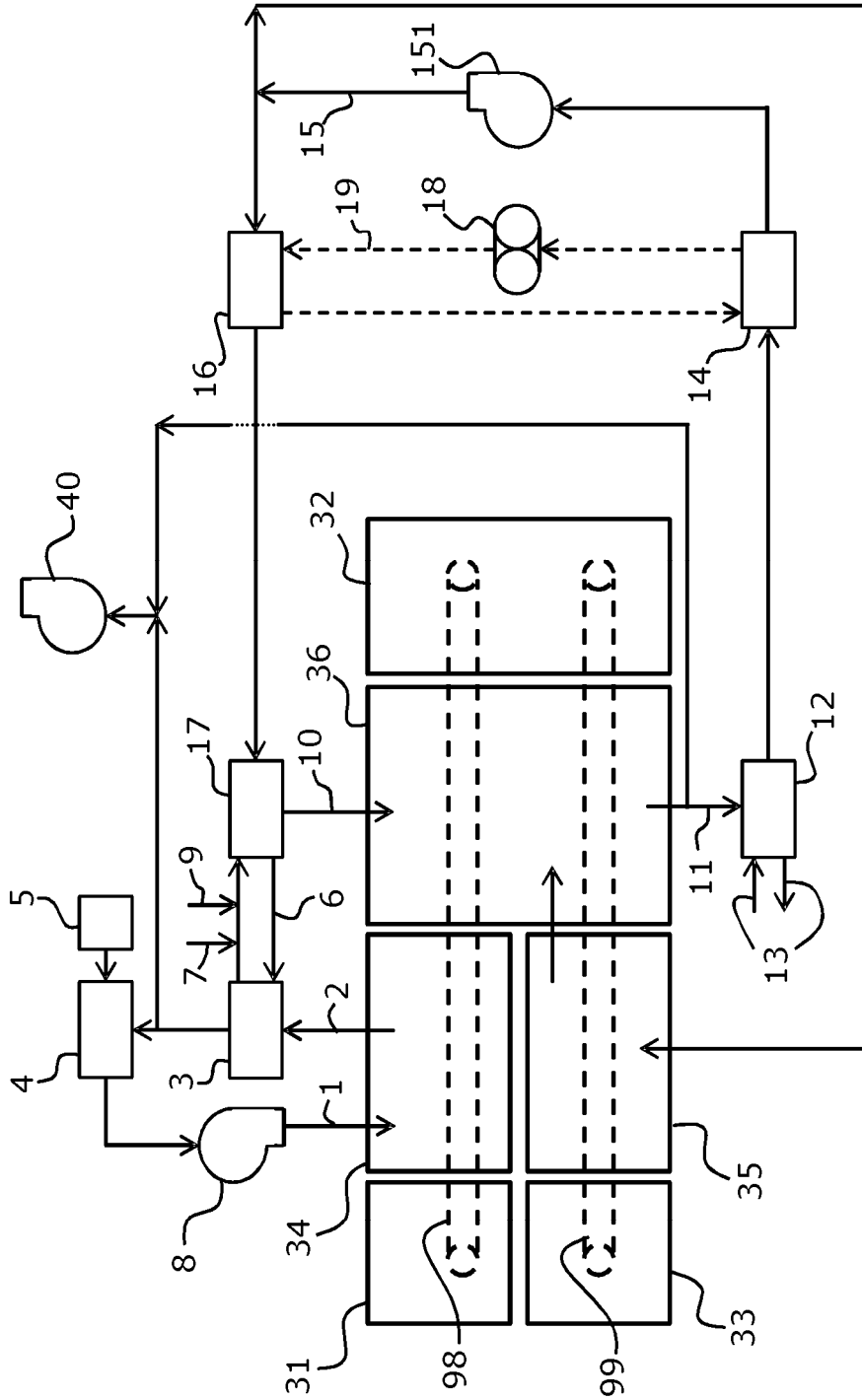


FIG. 1

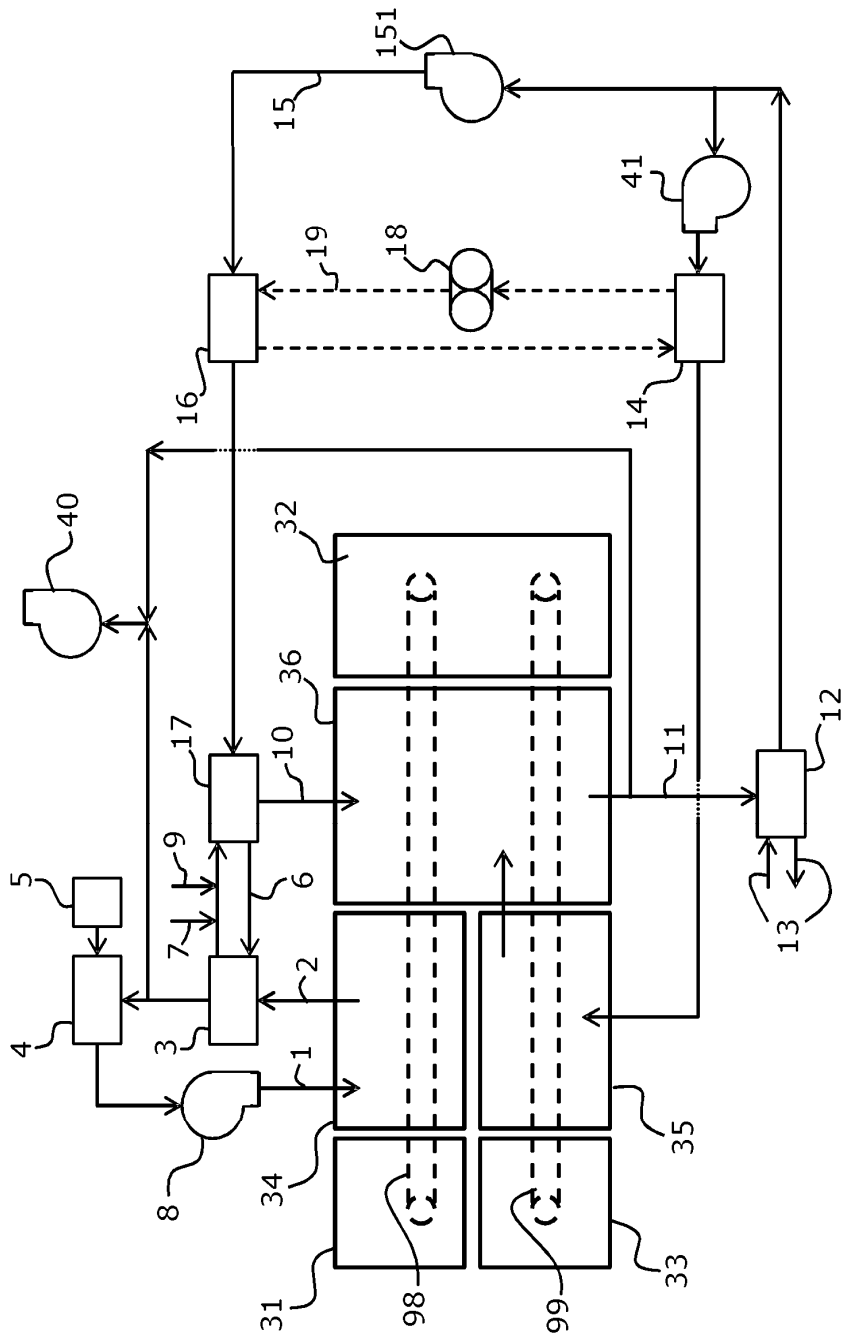


FIG. 2

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citadas por el solicitante es para la conveniencia del lector solamente. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto gran cuidado para la recopilación de las referencias, no se puede excluir la existencia de errores u omisiones y la Oficina de Patentes Europea declina toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- WO 2004046629 A [0001] [0009]
- EP 0781741 B1 [0015]