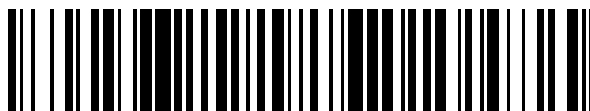


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 079**

51 Int. Cl.:

**F26B 3/02** (2006.01)  
**C01B 32/05** (2007.01)  
**F26B 5/14** (2006.01)  
**C10L 5/44** (2006.01)  
**C10L 5/46** (2006.01)  
**C02F 11/12** (2009.01)  
**C02F 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2016 PCT/IB2016/052204**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16170464**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2016 E 16723526 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 3149420**

54 Título: **Procedimiento e instalación de secado mediante carbonización hidrotérmica y mediante filtrado**

30 Prioridad:

**20.04.2015 FR 1553500**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.08.2019**

73 Titular/es:

**SUEZ INTERNATIONAL (50.0%)**  
**16 Place de l'Iris - Tour CB 21**  
**92040 Paris la Défense Cedex, FR y**  
**TERRANOVA ENERGY GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**PARDO, PIERRE EMMANUEL**

74 Agente/Representante:

**ILLESCAS TABOADA, Manuel**

ES 2 722 079 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 mediante carbonización hidrotérmica y mediante filtrado

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo del tratamiento térmico de un producto a deshidratar tal como lodo procedente de una instalación de tratamiento de aguas residuales.

10 La presente invención se refiere más particularmente a un procedimiento de secado de un producto de este tipo mediante carbonización hidrotérmica y mediante filtrado.

La presente invención también se refiere a una instalación de secado para poner en práctica un procedimiento de este tipo. El documento DE102013013724, que se considera la técnica anterior más próxima, describe un procedimiento de este tipo y una instalación de este tipo.

15 **Estado de la técnica anterior**

En la técnica anterior se conoce un procedimiento de secado que combina una operación de carbonización hidrotérmica y una operación de filtrado.

El documento WO 2015/008219 A1 describe una instalación que comprende un reactor y un medio filtrante montados en serie. Un producto a deshidratar de tipo lodo de depuración puede ser introducido en el reactor y es mantenido a presión a una temperatura próxima a 200°C de manera que se realiza dicha operación de carbonización hidrotérmica. En esta instalación, el producto carbonizado que sale del reactor se enfría, se descompone y después se filtra de manera sucesiva.

Un inconveniente de este tipo de instalaciones y procedimientos es que no permiten secar un producto a deshidratar hasta un valor de sequedad que permita una valorización térmica óptima de ese producto, normalmente una sequedad del 90%.

Un objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento y una instalación de secado que optimicen el consumo energético al tiempo que puedan secar un producto a deshidratar hasta un valor de sequedad comprendido entre el 50 y el 95% en función de las necesidades finales.

35 **Descripción de la invención**

Este objetivo se logra con un procedimiento de secado de un producto a deshidratar, que comprende un desplazamiento del producto a deshidratar en un trayecto de tratamiento industrial, comprendiendo dicho trayecto un reactor y un intercambiador de calor, comprendiendo el trayecto, además, un sistema de compresión mecánica, comprendiendo el procedimiento:

45 - una etapa de acondicionamiento térmico, de tipo carbonización hidrotérmica, a lo largo de la cual se mantiene el producto a deshidratar en el reactor a una presión de carbonización P0, preferiblemente comprendida entre 0,6 y 3,5 MPa, y a una temperatura de carbonización T0, preferiblemente comprendida entre 140 y 300°C,

50 - una etapa de transferencia de calor a lo largo de la cual, por medio del intercambiador de calor, se transfiere a un fluido caloportador, por ejemplo agua, al menos una parte del calor contenido en el producto a deshidratar que se ha sometido a la etapa de acondicionamiento térmico,

- una etapa de deshidratación mecánica a lo largo de la cual:

55 ○ se introduce en el sistema de compresión mecánica el producto a deshidratar que se ha sometido a la etapa de acondicionamiento térmico y la etapa de transferencia de calor,

○ se comprime el producto a deshidratar contenido en el sistema de compresión mecánica mediante aplicación de una presión de deshidratación P1, preferiblemente superior a 0,5 MPa, y

60 ○ se evacúa una fracción líquida del producto a deshidratar, separándose la fracción líquida del producto a deshidratar bajo el efecto de su compresión,

y

65 - una etapa de calentamiento a lo largo de la cual se transfiere al producto a deshidratar al menos una parte del calor contenido en el fluido caloportador que se ha sometido a la etapa de transferencia de calor, realizándose esta etapa de calentamiento conjuntamente con, o después de, la etapa de deshidratación mecánica.

Preferiblemente, el sistema de compresión mecánica es un filtro-prensa calentador que comprende al menos dos placas y:

5 - durante la etapa de deshidratación mecánica, la compresión del producto a deshidratar se realiza contra al menos una de dichas placas, y

10 - durante la etapa de calentamiento, se hace circular el fluido caloportador que se ha sometido a la etapa de transferencia de calor en canales formados en al menos una de dichas placas, correspondiendo esta al menos una de dichas placas preferiblemente a la al menos una de dichas placas contra la cual se comprime el producto a deshidratar.

15 Un procedimiento de secado de este tipo permite recuperar energía evacuada por el intercambiador de calor y usar este calor recuperado para secar el producto a deshidratar en el filtro-prensa calentador. En procedimientos conocidos del estado de la técnica anterior tales como los representados en el documento WO 2015/008219 A1, esta energía evacuada se pierde. Por consiguiente, la presente invención permite optimizar el consumo energético reutilizando esta energía evacuada.

20 Además, el uso de un filtro-prensa calentador es particularmente ventajoso para secar un producto carbonizado, es decir, que se ha sometido a una etapa de acondicionamiento térmico de tipo carbonización hidrotérmica.

En efecto, el secado mediante filtro-prensa calentador conlleva, de manera general, dificultades en cuanto a:

25 - transferencia de calor desde la o las placas calentadoras hasta el producto a deshidratar contenido en el filtro-prensa calentador, y

30 - evacuación del vapor de agua generado en el filtro-prensa calentador durante un secado de este tipo.

35 Cuando el producto deshidratado es un lodo de depuración que entra en el filtro-prensa calentador con una sequedad del 20%, la duración de calentamiento requerida para alcanzar una sequedad del 90% puede resultar extremadamente larga, normalmente de doce horas. Por tanto, el dimensionamiento de un filtro-prensa calentador está condicionado en mayor medida por su función de secado que por su función de filtración. Esto se traduce en una puesta en práctica relativamente rara del secado mediante filtro-prensa calentador.

40 No obstante, cuando la cantidad de agua que va a evaporarse es pequeña, este fenómeno se minimiza. Con respecto a esto, resulta ventajoso utilizar un filtro-prensa calentador para secar un producto carbonizado durante una etapa previa de carbonización hidrotérmica, pudiendo tener el producto carbonizado introducido en el filtro-prensa calentador una sequedad comprendida entre el 50 y el 65%.

45 El consumo térmico de un filtro-prensa calentador es del orden de 1000 kWh/TEE para secar un lodo que tiene aproximadamente el 20% de sequedad, aproximadamente el 15% del cual procede de la propia etapa de calentamiento. En el presente procedimiento, se estima que el consumo para secar un lodo que tiene aproximadamente el 65% de sequedad es del orden de 363 kWh/tMS. Estimando una energía disponible en la salida del reactor (temperatura del producto carbonizado) de 175-350 kWh/tMS, es posible cubrir las necesidades energéticas para realizar la etapa de calentamiento.

50 Preferiblemente, el producto a deshidratar es un lodo de depuración procedente de un tratamiento de aguas residuales.

Ventajosamente, puede realizarse la etapa de transferencia de calor haciendo circular:

55 - el fluido caloportador así como el producto a deshidratar en el intercambiador de calor, y

- el fluido caloportador en un bucle de circulación, preferiblemente cerrado, que pasa por el intercambiador de calor, poniéndose el fluido caloportador en circulación en el bucle de circulación mediante control de una bomba de circulación,

60 y puede controlarse la bomba de circulación y/o el intercambiador de calor para bajar la temperatura del producto a deshidratar hasta una temperatura de filtración T1, preferiblemente inferior a 90°C, preferiblemente comprendida entre 50 y 70°C.

65 Por un lado, una temperatura de filtración T1 de este tipo es compatible con determinadas tecnologías de filtro-prensa calentador, en particular con los materiales de membrana de filtro-prensa calentador de membrana.

Por otro lado, una temperatura de filtración T1 de este tipo optimiza la capacidad de filtración del filtro-prensa calentador y el consumo energético de este equipo.

Según una característica ventajosa, puede almacenarse en un tanque al menos una parte del fluido caloportador que se ha sometido a la etapa de transferencia de calor, y el fluido caloportador usado durante la etapa de calentamiento se extrae, al menos en parte, de este tanque.

5 Un tanque de este tipo permite de almacenar al menos una parte del calor requerido para realizar la etapa de calentamiento con el filtro-prensa calentador.

10 Un almacenamiento de este tipo es particularmente ventajoso teniendo en cuenta la naturaleza de la operación de carbonización hidrotérmica, que puede ser continua o discontinua, y la naturaleza discontinua del funcionamiento del filtro-prensa calentador.

Según otra característica ventajosa, puede calentarse el fluido caloportador antes de su uso en la etapa de calentamiento por medio de una fuente de calor adicional, por ejemplo una caldera.

15 Una fuente de calor adicional de este tipo permite completar la necesidad del filtro-prensa calentador para realizar la etapa de calentamiento, en función del tamaño del tanque.

20 Ventajosamente, durante la etapa de deshidratación mecánica, se puede poner en depresión un espacio interior del sistema de compresión mecánica que aloja el producto a deshidratar y se pueden canalizar los gases o vapores así extraídos hacia un sistema de tratamiento de vapores.

Un procedimiento de este tipo permite, por tanto, gestionar los olores emitidos por la utilización del filtro-prensa calentador, en particular cuando el producto a deshidratar es un lodo de depuración.

25 Según aún otra característica ventajosa, se configura preferiblemente una duración de calentamiento D0, correspondiendo la duración de calentamiento D0 a la duración de puesta en práctica de la etapa de calentamiento, de manera que la sequedad del producto a deshidratar contenido en el sistema de compresión mecánica alcanza o supera una sequedad final Sf, preferiblemente comprendida entre el 50 y el 95%, al final de esta etapa de calentamiento.

30 Una característica de este tipo permite secar el producto a deshidratar en función de las necesidades finales y optimizar así el consumo energético del procedimiento.

35 La presente invención también se refiere a una instalación de secado que comprende:

- un reactor configurado para almacenar el producto a deshidratar y mantenerlo a una presión de carbonización P0, preferiblemente comprendida entre 0,6 y 3,5 MPa, y a una temperatura de carbonización T0, preferiblemente comprendida entre 140 y 300°C, y

40 - un intercambiador de calor configurado para transferir a un fluido caloportador al menos una parte del calor contenido en el producto a deshidratar que sale del reactor,

caracterizada porque comprende además:

45 - un sistema de compresión mecánica que comprende:

o un espacio interior configurado para recibir el producto a deshidratar,

50 o un medio de compresión, por ejemplo una membrana, adecuado para comprimir el producto a deshidratar contenido en el sistema de compresión mecánica,

o una salida de evacuación de filtrado configurada para evacuar una fracción líquida del producto a deshidratar durante su compresión,

55 - medios de calentamiento configurados para transferir al producto a deshidratar, en el interior del sistema de compresión mecánica o aguas abajo del sistema de compresión mecánica, al menos una parte del calor contenido en el fluido caloportador procedente del intercambiador de calor.

60 Preferiblemente, el sistema de compresión mecánica es un filtro-prensa calentador que comprende al menos dos placas, estando el medio de compresión configurado para comprimir contra al menos una de dichas placas el producto a deshidratar contenido en el filtro-prensa calentador, y al menos una de dichas placas comprende canales adecuados para recibir un líquido de calentamiento, estando la instalación configurada para que este líquido de calentamiento esté constituido, al menos en parte, por el fluido caloportador procedente del intercambiador de calor, comprendiendo los medios de calentamiento dichos canales.

65 Según una característica ventajosa, la instalación puede comprender además una fuente de calor adicional

adecuada para calentar el fluido caloportador antes de su llegada a los medios de calentamiento.

Según otra característica ventajosa, la instalación puede comprender además un tanque configurado para almacenar, al menos en parte, el fluido caloportador que sale del intercambiador de calor, aguas arriba del sistema de compresión mecánica.

Las ventajas mencionadas anteriormente también se aplican a una instalación de este tipo.

#### Descripción de las figuras y modos de realización

Otras ventajas y particularidades de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción detallada de puestas en práctica y de modos de realización en absoluto limitativos, y de la figura 1 adjunta que es una vista esquemática de una instalación de secado según la invención.

Dado que los modos de realización descritos a continuación no son en absoluto limitativos, podrán considerarse concretamente variantes de la invención que sólo comprenden una selección de características descritas, aisladas de las demás características descritas (aunque esta selección esté aislada dentro de una frase que comprende esas otras características), si esta selección de características es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar a la invención con respecto al estado de la técnica anterior. Esta selección comprende al menos una característica, preferiblemente funcional, sin detalles estructurales, o con tan sólo una parte de los detalles estructurales si esta parte únicamente es suficiente para conferir una ventaja técnica o para diferenciar a la invención con respecto al estado de la técnica anterior.

La figura 1 ilustra un modo de realización preferido de la invención.

Según este modo de realización, la instalación comprende un trayecto de tratamiento industrial en cuyo interior se desplaza un producto a deshidratar, por ejemplo lodo de depuración.

Por producto a deshidratar se entiende preferiblemente un producto pastoso o líquido, preferiblemente un lodo.

Por deshidratación del producto se entiende la pérdida o la eliminación (parcial o total) del agua de este producto, mediante cualquier procedimiento.

En la siguiente descripción, el término "lodo" puede sustituirse por "producto a deshidratar".

Este trayecto comprende diferentes elementos de canalización del lodo o conductos 9a-9i, así como diferentes aparatos o dispositivos que están conectados entre sí mediante estos conductos 9a-9i.

El lodo llega por el conducto 9a, con una sequedad comprendida, por ejemplo, entre el 4 y el 25%, en una bomba 11 que pone el lodo a presión. La salida de la bomba 11 está conectada a un medio 12 de calentamiento por el conducto 9b.

El medio 12 de calentamiento es de un tipo adecuado para calentar el lodo mediante transferencia térmica directa o indirecta aguas arriba o en el interior de un reactor 1 en cuyo interior se realiza una etapa de acondicionamiento térmico (que es normalmente una operación de carbonización hidrotérmica). Este medio 12 de calentamiento puede realizar una transferencia térmica por medio de un fluido térmico caliente, por ejemplo aceite, vapor o agua sobrecalentada, o incluso por medio de una inyección directa de diferentes tipos de vapor.

En el ejemplo de la figura 1, este medio 12 de calentamiento calienta el lodo mediante transferencia térmica con un fluido térmico caliente, por ejemplo aceite, puesto en circulación en un bucle 122 mediante una bomba 121. Este medio 12 de calentamiento es preferiblemente un intercambiador de tubos, en el que se hace circular el lodo y el fluido térmico a contracorriente.

El medio 12 de calentamiento está conectado al reactor 1 por el conducto 9c.

Preferiblemente, se inyecta en el lodo un aditivo mediante cualquier medio 14 de inyección apropiado. El aditivo puede consistir en cualquier catalizador adecuado para descomponer la materia orgánica, por ejemplo un ácido tal como ácido sulfúrico. La inyección de aditivo puede realizarse aguas arriba o en el interior del reactor 1.

El reactor 1 está configurado para almacenar el lodo y mantenerlo a una presión de carbonización P0 normalmente comprendida entre 0,6 y 3,5 MPa, y a una temperatura de carbonización T0 normalmente comprendida entre 140 y 300°C.

En un modo de puesta en práctica preferido, la única función del reactor 1 es garantizar un tiempo de residencia que permita someter el lodo a reacciones químicas, normalmente de hidrólisis. Por tanto, el reactor 1 puede adoptar alternativamente la forma de una cámara con deflectores o no, con tubos o no, o por ejemplo de un tubo de longitud

suficiente para garantizar el tiempo de residencia requerido. Puede realizar mezclado o no, funcionando por lotes o en modo continuo.

5 El reactor 1 está preferiblemente rodeado por una envoltura 13 que forma una doble pared en la que circula un fluido caliente, normalmente aceite, para calentar o mantener a temperatura el lodo contenido en el reactor 1. El fluido caliente se pone por ejemplo en circulación en la doble pared por medio de una bomba 131 montada en un bucle 132 conectado a la doble pared.

10 Alternativamente, una inyección de vapor también puede permitir mantener el reactor 1 a temperatura o a presión.

Los medios para poner a presión el lodo, calentar el lodo, mantenerlo a temperatura y descomprimirlo pueden adoptar cualquier configuración convencional.

15 En particular, la etapa de acondicionamiento térmico puede realizarse en diferentes depósitos que funcionan en paralelo.

20 El lodo carbonizado, es decir, que se ha sometido a una operación de carbonización hidrotérmica permaneciendo por ejemplo en el reactor 1 a la presión P0 y la temperatura T0 de carbonización, se dirige por el conducto 9d hasta un intercambiador 2 de calor. Normalmente, la temperatura del lodo carbonizado, en la salida del reactor 1, es superior a 100°C, por ejemplo, está comprendida entre 100 y 120°C.

25 En la salida del reactor 1 y aguas arriba del intercambiador 2 de calor, se puede utilizar un intercambiador suplementario (no ilustrado) para recuperar calor contenido en el lodo para las necesidades del procedimiento de carbonización hidrotérmica.

El intercambiador 2 de calor está configurado para transferir a un fluido caloportador, siendo este fluido caloportador preferiblemente agua, al menos una parte del calor contenido en el lodo procedente del reactor 1, con el fin de realizar una etapa de transferencia de calor.

30 El fluido caloportador se pone en circulación mediante una bomba 31 de circulación en un bucle 32 de circulación que pasa por el intercambiador 2 de calor.

35 El bucle 32 de circulación también pasa por un tanque 3 de manera que al menos una parte del fluido caloportador procedente del intercambiador 2 de calor, calentado mediante transferencia de calor con el lodo procedente del reactor 1, se almacena en el tanque 3. Preferiblemente, el bucle 32 de circulación está configurado para que el fluido caloportador, que sale del tanque 3 y que va hacia el intercambiador 2 de calor, sea extraído en la parte inferior del tanque 3, y para que el fluido caloportador procedente del intercambiador 2 de calor sea inyectado en el tanque 3 en la parte superior (definiéndose la parte superior y la parte inferior en la presente descripción de manera que una dirección que va de arriba hacia abajo es paralela a la atracción de la gravedad terrestre). Por tanto, la fracción de fluido caloportador calentada que llega al intercambiador 2 de calor calienta progresivamente el fluido caloportador que se encuentra en el tanque 3 de arriba hacia abajo.

45 El tanque 3 está dimensionado para almacenar el calor correspondiente a la necesidad de calentamiento de un filtro-prensa 6 calentador montado aguas abajo del intercambiador 2 de calor (véase más adelante).

50 El tanque 3 está previsto preferiblemente para almacenar calor mediante aumento de su temperatura media, y no mediante aumento de su volumen. En particular, la temperatura en la parte superior del tanque 3 puede fluctuar entre 60 y 120°C y la temperatura media puede fluctuar entre 50 y 100°C, lo cual permite un gran almacenamiento de calor.

55 Preferiblemente, se controla la bomba 31 de circulación y/o el intercambiador 2 de calor para bajar la temperatura del lodo que sale del intercambiador 2 de calor hasta una temperatura de filtración T1, preferiblemente inferior a 90°C, preferiblemente comprendida entre 50 y 70°C. Para ello, se puede, por ejemplo:

- controlar la velocidad de la bomba 31 de circulación, y/o

- controlar el intercambiador 2 de calor realizando las siguientes etapas:

60 • extraer una parte del fluido caloportador que sale del intercambiador 2 de calor y

• volver a introducirlo aguas arriba del intercambiador 2 de calor (preferiblemente aguas arriba de la bomba 31 de circulación), por medio de una válvula 33 de tres vías, dirigiéndose esta parte extraída hacia la válvula 33 mediante un circuito 331 anexo.

65 Preferiblemente, el fluido caloportador circula en el intercambiador 2 de calor a contracorriente con respecto al lodo (en el sentido inverso al ilustrado en la figura 1).

Preferiblemente, por motivos de seguridad, un aerocondensador 34 está instalado en el bucle 32 de circulación con el fin de garantizar el enfriamiento del intercambiador 2 de calor en caso de no usar el filtro-prensa 6 calentador.

5 El lodo que sale del intercambiador 2 de calor llega a una herramienta 15 de descompresión por el conducto 9e. Alternativamente, la herramienta 15 de descompresión puede colocarse aguas arriba del intercambiador 2 de calor.

10 En el modo de realización de la figura 1, el lodo que sale de la herramienta 15 de descompresión llega a un depósito 5 de almacenamiento por el conducto 9f. La herramienta 15 de descompresión, por ejemplo, una válvula, permite el envío sin vaporización del lodo en el depósito 5 de almacenamiento.

15 Según un modo de realización ventajoso, un bucle 52 conecta el tanque 3 y el depósito 5 de almacenamiento. Este bucle 52 está dispuesto para hacer circular, mediante una bomba 51, una fracción del fluido caloportador entre el tanque 3 y el depósito 5 de almacenamiento, en circuito cerrado, con el fin de mantener a temperatura el lodo que se encuentra en el depósito 5 de almacenamiento. Ventajosamente, esta fracción de fluido caloportador se extrae en la parte superior y vuelve a introducirse en la parte inferior del tanque 3.

Una bomba 61 recupera, por el conducto 9g, el lodo que se encuentra en el depósito 5 de almacenamiento para introducirla a presión en el filtro-prensa 6 calentador.

20 El filtro-prensa 6 calentador es de un tipo adecuado para realizar una etapa de deshidratación mecánica y una etapa de calentamiento del lodo.

25 El filtro-prensa 6 calentador comprende al menos dos placas, pegadas una contra la otra, y un espacio interior dispuesto para recibir el lodo. El espacio interior se realiza, por ejemplo, mediante una o varias cámaras de filtración formadas en una o varias placas, por ejemplo, en forma de cavidades. En el documento WO 2004/024290 A1 se describe un ejemplo de placas.

30 Para realizar la etapa de deshidratación mecánica, el filtro-prensa 6 calentador comprende un medio de compresión adecuado para comprimir, contra al menos una de dichas placas, el lodo contenido en el filtro-prensa 6 calentador. Este medio de compresión es preferiblemente una membrana que, o bien está integrada en una placa (siendo entonces la membrana por ejemplo de polipropileno), o bien está fijada en una placa (siendo la membrana por ejemplo de caucho). Preferiblemente, el filtro-prensa 6 calentador comprende varios pares de placas, comprendiendo una placa de cada par una membrana y, comprendiendo la otra placa de cada par una cámara de filtración. La compresión en sí misma se realiza preferiblemente mediante una puesta a presión o inflado de la o de las membranas, por ejemplo, mediante aire comprimido o agua a una presión de deshidratación P1, preferiblemente superior a 0,5 MPa, normalmente 1,5 MPa.

40 Un medio de compresión de este tipo es ventajoso ya que permite ejercer una presión uniforme sobre el lodo contenido en el espacio interior del filtro-prensa 6 calentador.

La etapa de deshidratación mecánica comprende normalmente:

45 - una alimentación del filtro-prensa 6 calentador con lodo mediante la bomba 61, por ejemplo, con una presión de alimentación de 0,6 ó 0,7 MPa; un pistón mantiene las placas apretadas unas contra otras;

- una formación previa del lodo (denominado torta durante esta etapa) en el espacio interior del filtro-prensa 6 calentador a esta presión de alimentación;

50 - una parada del bombeo y del inflado de las membranas, por ejemplo durante una duración comprendida entre 15 y 45 minutos; durante esta etapa de compresión, por un lado, una fracción líquida del lodo, denominada filtrado, se evacúa por una salida 9i2 de evacuación de filtrado, separándose la fracción líquida del lodo bajo el efecto de su compresión, por otro lado, el lodo se comprime contra al menos una placa, preferiblemente la al menos una placa que comprende una cámara de filtración.

55 Durante la etapa de deshidratación mecánica, se pone en depresión, por ejemplo accionando un ventilador 63, el espacio interior del filtro-prensa 6 calentador que aloja lodo, y se canalizan, por un conducto 631, los gases o vapores así extraídos hacia un sistema 632 de tratamiento de vapores.

60 Una o varias placas del filtro-prensa 6 calentador, concretamente la o las placas que comprenden una cámara de filtración, comprenden canales adecuados para recibir un líquido de calentamiento.

65 Preferiblemente, la instalación está configurada para que este líquido de calentamiento esté constituido, al menos en parte, por el fluido caloportador procedente del intercambiador 2 de calor, y preferiblemente procedente del tanque 3. Para ello, se hace circular mediante una bomba 35 el fluido caloportador en un bucle 36 que conecta, en bucle cerrado, el tanque 3 y los canales. Tal como se ilustra en la figura 1, el fluido caloportador así introducido en los canales se extrae preferiblemente en la parte superior del tanque 3, y el fluido caloportador que sale del filtro-prensa

6 calentador vuelve a introducirse preferiblemente en la parte inferior del tanque 3.

Estas disposiciones permiten realizar una etapa de calentamiento, a lo largo de la cual se hace circular el fluido caloportador en los canales.

5 Dado que la puesta en práctica de la operación de carbonización hidrotérmica puede ser discontinua, concretamente cuando se realiza por lotes, y dado que la disponibilidad de fluido caloportador calentado durante la etapa de transferencia de calor puede ser, en consecuencia, insuficiente para realizar la etapa de calentamiento, la instalación comprende preferiblemente una fuente 4 de calor adicional adecuada para calentar el fluido caloportador antes de su llegada al filtro-prensa 6 calentador. Por tanto, en caso de necesidad, se calienta el fluido caloportador, antes de su puesta en circulación en los canales, por medio de una fuente 4 de calor adicional de este tipo.

10 Esta fuente 4 de calor adicional es preferiblemente una caldera, preferiblemente montada en un bucle 42 montado en el tanque 3 de manera que:

15 - se extrae del tanque 3, preferiblemente en la parte inferior, una fracción de fluido caloportador contenido en el tanque 3, mediante accionamiento de una bomba 41,

20 - se calienta la fracción de fluido caloportador que circula en el bucle 42 mediante la fuente 4 de calor adicional, y

- vuelve a introducirse en el tanque 3 esta fracción de fluido caloportador así calentado, preferiblemente en la parte superior.

25 Ventajosamente, se configura una duración de calentamiento D0, correspondiendo la duración de calentamiento D0 a la duración de puesta en práctica de la etapa de calentamiento, de manera que la sequedad del producto a deshidratar contenido en el filtro-prensa 6 calentador alcanza o supera una sequedad final Sf, preferiblemente comprendida entre el 50 y el 95%, al final de esta etapa de calentamiento.

30 Cuando se terminan las etapas de deshidratación mecánica y de calentamiento, el lodo deshidratado contenido en el filtro-prensa 6 calentador, es decir, el lodo que se ha sometido a estas etapas, se evacúa del filtro-prensa 6 calentador por una salida 9i1 de descarga hacia un sistema 62 recuperación.

35 Con respecto al filtro-prensa 6 calentador y la puesta en práctica de las etapas de deshidratación mecánica y de calentamiento, los medios para poner a presión, filtrar, calentar, poner en depresión, recuperar el lodo deshidratado, tratar los gases o vapores, pueden adoptar cualquier configuración convencional. Por tanto, el filtro-prensa 6 calentador utilizado en esta instalación puede ser de cualquier tipo conocido, por ejemplo del tipo descrito en el documento WO 98/25684.

40 El control de los diferentes aparatos o dispositivos descritos anteriormente se garantiza mediante cualquier elemento 7 de control apropiado, tal como una unidad central de ordenador o una consola electrónica dotada de medios de control separados para cada tipo de aparato o de dispositivo tales como bombas, válvulas, reactor (por ejemplo temperatura, presión), ventilador (por ejemplo caudal), etc. (representándose un control de este tipo mediante trazos discontinuos en la figura 1).

45 En un modo de realización no ilustrado, el filtro-prensa 6 calentador se sustituye por un sistema de compresión mecánica, tal como un filtro-prensa simple (no ilustrado), o por una prensa de pistón cuya salida se dirige hacia medios de calentamiento, tales como un secador de baja temperatura (no ilustrado, y preferiblemente situado aguas abajo del filtro-prensa). Este secador de baja temperatura puede ser de tipo de banda, por ejemplo, tal como el comercializado por la sociedad STC. Un secador de banda de este tipo permite secar lodo con una fuente de calor a baja temperatura, normalmente inferior a 90°C. Una instalación según un modo de realización de este tipo permite calentar el lodo en el interior de un secador de baja temperatura de este tipo, transfiriendo calor recuperado (preferiblemente por el intercambiador 2 de calor) en el lodo que se ha sometido a la etapa de acondicionamiento térmico.

55 Evidentemente, la invención no se limita a los ejemplos que acaban de describirse y se pueden aportar numerosas modificaciones a estos ejemplos sin salir del contexto de la invención tal como se define en las reivindicaciones. Además, las diferentes características, formas, variantes y modos de realización de la invención pueden asociarse entre sí según diversas combinaciones en la medida en que no son incompatibles o excluyentes unos de otros.

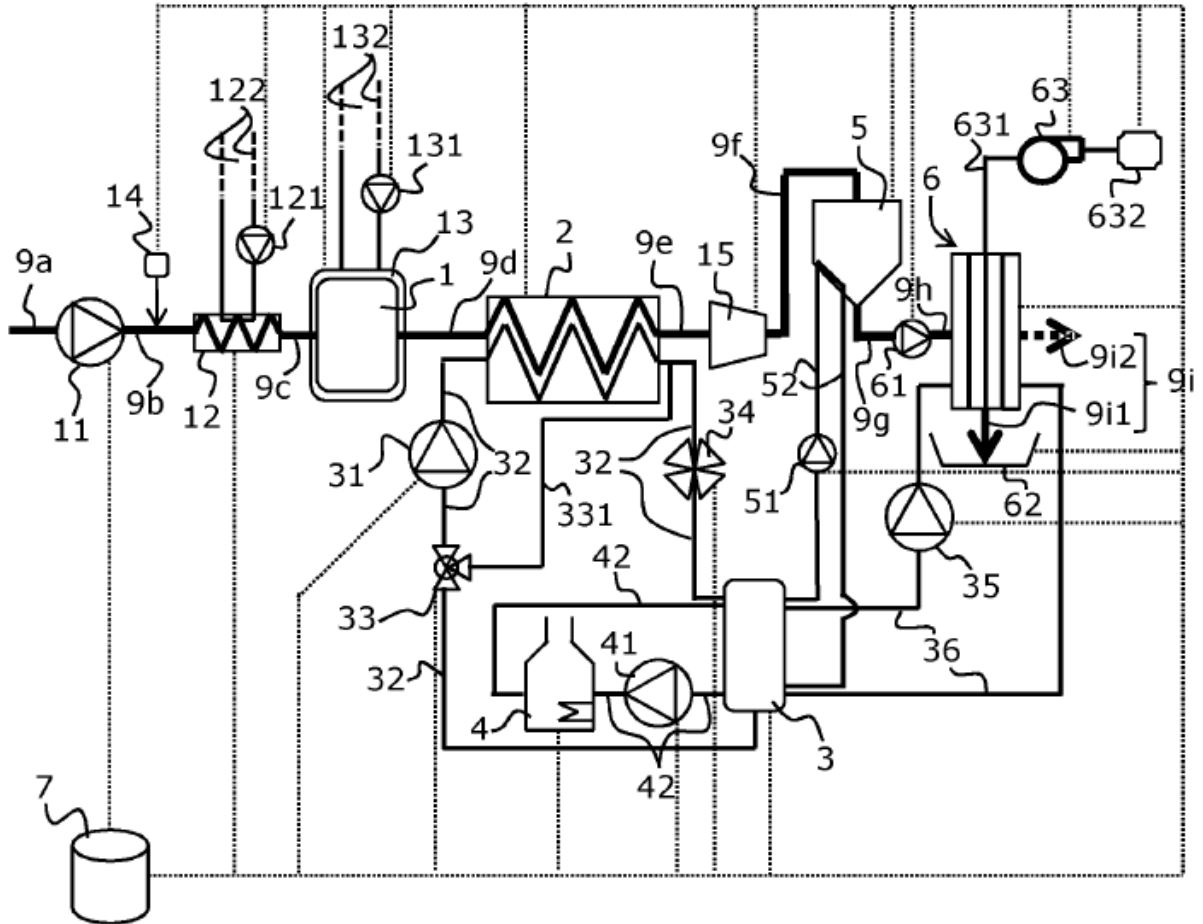


**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de secado de un producto a deshidratar, que comprende un desplazamiento del producto a deshidratar en un trayecto (9a-9i, 11, 12, 1, 2, 15, 5, 61, 6) de tratamiento industrial, comprendiendo dicho trayecto un reactor (1) y un intercambiador (2) de calor,
- comprendiendo este trayecto además un sistema (6) de compresión mecánica,
- comprendiendo este procedimiento:
- una etapa de acondicionamiento térmico a lo largo de la cual se mantiene el producto a deshidratar en el reactor (1) a una presión de carbonización P0, preferiblemente comprendida entre 0,6 y 3,5 MPa, y a una temperatura de carbonización T0, preferiblemente comprendida entre 140 y 300°C, y
  - una etapa de deshidratación mecánica a lo largo de la cual:
    - o se introduce en el sistema (6) de compresión mecánica el producto a deshidratar que se ha sometido a la etapa de acondicionamiento térmico y a la etapa de transferencia de calor,
    - o se comprime el producto a deshidratar contenido en el sistema (6) de compresión mecánica mediante aplicación de una presión de deshidratación P1, preferiblemente superior a 0,5 MPa, y
    - o se evacúa una fracción líquida del producto a deshidratar, separándose la fracción líquida del producto que va a deshidratarse bajo el efecto de su compresión,
- estando dicho procedimiento caracterizado porque comprende:
- una etapa de transferencia de calor a lo largo de la cual, por medio del intercambiador (2) de calor, se transfiere, a un fluido caloportador, al menos una parte del calor contenido en el producto a deshidratar que se ha sometido a la etapa de acondicionamiento térmico, y
  - una etapa de calentamiento a lo largo de la cual se transfiere, al producto a deshidratar, al menos una parte del calor contenido en el fluido caloportador que se ha sometido a la etapa de transferencia de calor, realizándose esta etapa de calentamiento conjuntamente con, o después de, la etapa de deshidratación mecánica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el producto a deshidratar es un lodo de depuración procedente de un tratamiento de aguas residuales.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el sistema (6) de compresión mecánica es un filtro-prensa calentador que comprende al menos dos placas y porque:
- durante la etapa de deshidratación mecánica, la compresión del producto a deshidratar se realiza contra al menos una de dichas placas, y
  - durante la etapa de calentamiento, se hace circular el fluido caloportador, que se ha sometido a la etapa de transferencia de calor, en canales formados en al menos una de dichas placas.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque se realiza la etapa de transferencia de calor haciendo circular:
- el fluido caloportador, así como el producto a deshidratar, en el intercambiador (2) de calor, y
  - el fluido caloportador en un bucle (32) de circulación que pasa por el intercambiador (2) de calor, poniéndose el fluido caloportador en circulación en el bucle (32) de circulación mediante control de una bomba (31) de circulación,
- y porque se controla la bomba (31) de circulación y/o el intercambiador (2) de calor para bajar la temperatura del producto a deshidratar hasta una temperatura de filtración T1, preferiblemente inferior a 90°C, preferiblemente comprendida entre 50 y 70°C.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se almacena en un tanque (3) al menos una parte del fluido caloportador que se ha sometido a la etapa de transferencia de calor, y porque el fluido caloportador usado durante la etapa de calentamiento se extrae, al menos en parte, de este tanque (3).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque se calienta el fluido caloportador antes de su uso en la etapa de calentamiento por medio de una fuente (4) de calor adicional.
- 5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque, durante la etapa de deshidratación mecánica, se pone en depresión un espacio interior del sistema (6) de compresión mecánica que aloja el producto a deshidratar y porque se canalizan los gases o vapores así extraídos hacia un sistema (632) de tratamiento de vapores.
- 10 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque se configura una duración de calentamiento D0, correspondiendo la duración de calentamiento D0 a la duración de puesta en práctica de la etapa de calentamiento, de manera que la sequedad del producto a deshidratar contenido en el sistema (6) de compresión mecánica alcanza o supera una sequedad final Sf, preferiblemente comprendida entre el 50 y el 95%, al final de esta etapa de calentamiento.
- 15 9. Instalación de secado que comprende:
- un reactor (1) configurado para almacenar el producto a deshidratar y mantenerlo a una presión de carbonización P0, preferiblemente comprendida entre 0,6 y 3,5 MPa, y a una temperatura de carbonización T0, preferiblemente comprendida entre 140 y 300°C, y
- 20 - un sistema (6) de compresión mecánica que comprende:
- o un espacio interior configurado para recibir el producto a deshidratar,
- 25 o un medio de compresión adecuado para comprimir el producto a deshidratarse contenido en el sistema (6) de compresión mecánica,
- o una salida (9i2) de evacuación de filtrado configurada para evacuar una fracción líquida del producto a deshidratar durante su compresión
- 30 caracterizada porque comprende además:
- un intercambiador (2) de calor configurado para transferir, a un fluido caloportador, al menos una parte del calor contenido en el producto a deshidratar que sale del reactor (1), y
- 35 - medios de calentamiento configurados para transferir, al producto a deshidratar, en el interior del sistema (6) de compresión mecánica o aguas abajo del sistema (6) de compresión mecánica, al menos una parte del calor contenido en el fluido caloportador procedente del intercambiador (2) de calor.
- 40 10. Instalación según la reivindicación 9, caracterizada porque el sistema (6) de compresión mecánica es un filtro-prensa calentador que comprende al menos dos placas, estando el medio de compresión configurado para comprimir contra al menos una de dichas placas el producto a deshidratar contenido en el filtro-prensa (6) calentador,
- 45 y porque al menos una de dichas placas comprende canales adecuados para recibir un líquido de calentamiento, estando la instalación configurada para que este líquido de calentamiento esté constituido, al menos en parte, por el fluido caloportador procedente del intercambiador (2) de calor, comprendiendo los medios de calentamiento dichos canales.
- 50 11. Instalación según la reivindicación 9 ó 10, caracterizada porque comprende además una fuente (4) de calor adicional adecuada para calentar el fluido caloportador antes de su llegada a los medios de calentamiento.
- 55 12. Instalación según la reivindicación 9 u 11, caracterizada porque comprende además un tanque (3) configurado para almacenar, al menos en parte, el fluido caloportador que sale del intercambiador (2) de calor, aguas arriba del sistema (6) de compresión mecánica.

Fig. 1



**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**

10

- DE 102013013724 [0003]
- WO 2015008219 A1 [0005] [0010]
- WO 2004024290 A1 [0068]
- WO 9825684 A [0080]