

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 314**

51 Int. Cl.:

F26B 1/00 (2006.01)
F26B 3/20 (2006.01)
F26B 17/10 (2006.01)
F26B 23/00 (2006.01)
C02F 11/18 (2006.01)
C02F 11/12 (2006.01)
C02F 11/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2011 E 11740673 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2601464**

54 Título: **Procedimiento e instalación de secado de lodos**

30 Prioridad:

06.08.2010 FR 1056490

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

09.08.2016

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

HAARLEMMER, GEERT

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 579 314 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 de lodos

5 **Ámbito técnico**

La invención se refiere a un procedimiento y una instalación de secado de lodos.

10 Cada vez más, los lodos procedentes especialmente de depuradoras de aguas usadas deben procesarse y almacenarse. El procesamiento puede comprender una incineración, pero esta requiere una cantidad muy grande de energía a causa de la humedad de los lodos. Por ello, la incineración suele sustituirse o ir precedida de un secado destinado a disminuir la tasa de humedad de los lodos y hacer que sean más combustibles. Sin embargo, el secado suele consumir asimismo una importante cantidad de energía, los procedimientos conocidos consumen entre el 120 % y el 180 % del calor latente de vaporización del agua en general. En procedimientos corrientes, los lodos
15 húmedos son transportados mediante una cinta transportadora, un disco o un tambor y se someten a un caudal de gas caliente. La energía de calefacción puede aportarse al gas de secado mediante un horno que funciona con gas natural, y se obtienen lodos secos y un vaho compuesto por gas de secado y vapor de agua; la energía calorífica de estos productos es muy difícil de recuperar.

20 El documento US 4153411 describe un procedimiento en el que los lodos húmedos se mezclan con un material granulado, como arena previamente calentada. La mezcla íntima entre los lodos húmedos y la arena facilita la evaporación del agua, realizándose el calentamiento por medio de la arena. Los lodos secos y la arena se separan en un dispositivo idóneo, como un ciclón, después del secado, y se puede reciclar la arena. Otra ventaja de este diseño es que el transporte de los lodos a través de la instalación es más fácil, ya que la arena hace que la mezcla
25 sea menos pegajosa y, por lo tanto, menos adherente a las paredes de los conductos de transporte. Sin embargo, no se evitan los problemas para recuperar debidamente el calor, por lo que este procedimiento no es más económico que los demás.

30 Se conoce asimismo un dispositivo de secado de lodos comercializado por la sociedad GEA con el nombre "Superheated Steam Drying", constituido por un bucle de vapor en el que se inyectan los lodos húmedos. Durante el secado, se calienta el vapor con la ayuda de un medio calefactor externo. Los lodos secos se recuperan en un ciclón, mientras que el gas que los transporta se sobrecalienta y se comprime de nuevo con objeto de mezclarse de nuevo con lodos húmedos.

35 El documento US 5215670 (Girovich) describe una instalación y un procedimiento de secado de lodos. Los lodos procedentes de una parte aguas arriba de una instalación (4, 5 y 6) pasan por un secador indirecto 1, es decir un intercambiador de calor en el que el gas calefactor no entra en contacto con los lodos, sino que está separado de estos por una pared. Del mismo, salen lodos secos que pasan por una instalación de post-procesamiento. La mezcla de aire, de diversos gases, de partículas y de vapor de agua pasa primero por un condensador (11) que retira el vapor de agua y por un filtro (13) que retira las partículas y, a continuación, la mezcla de aire y de gases restante se
40 recicla en parte hacia el secador (1) y, en parte, se utiliza como gas de combustión de un horno (2) que suministra el gas caliente utilizado en el secador (1). Un dispositivo de precalentamiento (14) permite transferir una parte del calor de los gases de combustión a la fracción de gas utilizado para la mezcla con los lodos.

45 Pero este documento no reproduce la característica de que se explota una compresión de gas cargado de vapor de agua para reforzar el intercambio de calor a través del secador, incluso si están presentes unos ventiladores (12 y 15) para mantener la circulación de los gases: se retira la humedad del gas desde la salida del secador mediante el condensador (11) y el secado de los lodos mediante calefacción en el aparato (1) se lleva a cabo en realidad por medio de gases secos, procedentes del exterior y que han pasado por el horno de combustión (2), en lugar de
50 proceder del ciclo de procesamiento de los lodos. El calor latente de condensación del vapor de agua de los gases húmedos se recupera en el condensador (11) mediante lodos líquidos, pero no se lleva a cabo secado alguno de lodos en este lugar, los lodos líquidos pertenecen a otra mezcla, y nada indica que se comprime el gas húmedo. La explotación del calor latente del gas húmedo no se realiza en las mismas condiciones que en la invención.

55 La invención tiene por objeto mejorar los procedimientos y las instalaciones conocidas en este ámbito técnico, ante todo recuperando el calor utilizado en la vaporización, para trabajar con un flujo exterior de calor mucho más moderado.

60 Un aspecto de la invención es un procedimiento continuo de secado de lodos, que comprende una mezcla de lodos húmedos con un material sólido dividido en un caudal de gas, siendo un calentamiento de la mezcla suficiente para producir el secado de lodos vaporizando su humedad en el gas, y una separación de lodos ya secos del gas que se ha vuelto húmedo y del material sólido dividido, en el que el gas que se ha vuelto húmedo se comprime produciendo una elevación de temperatura, de tal manera que la condensación de la humedad de este último sirva para efectuar el calentamiento de una porción siguiente de la mezcla en una pluralidad de conductos de soplado de dicha mezcla
65 y el conducto recorrido por el gas que se ha vuelto húmedo forma una calandra que rodea dicha pluralidad de conductos de soplado.

Un secador según la invención comprende un circuito frío, en el que circula el gas (entonces con referencia SEC), los lodos húmedos, así como el material dividido. En el transcurso de su circulación en el circuito frío, la humedad de los lodos se vaporiza, tanto es así que, aguas abajo del secador, los lodos están secos y el gas está húmedo. Este circuito frío se calienta mediante un circuito caliente, en el que circula dicho gas húmedo, después de haber sido, por una parte, separado de los lodos y del material dividido y, por otra parte, comprimido. El gas está entonces comprimido y en estado húmedo.

Una característica esencial de la invención es que la compresión del gas húmedo permite elevar la temperatura de rocío del vapor de agua. De este modo, cuando el gas húmedo (HUM.) penetra en el circuito caliente del secador, el vapor se encuentra en contacto con la pared del circuito frío (pared fría), cuya temperatura es inferior a la temperatura de rocío del vapor. El vapor se condensa entonces en la pared fría, lo que permite recuperar el calor latente de vaporización, que sirve entonces para calentar el gas (SEC) que circula en el circuito frío, y lo calienta suficientemente para permitir aplicarlo al secado de los lodos. En efecto, en el circuito frío, la mezcla constituida por el gas (SEC), los lodos húmedos y el material disperso, se mantiene a una presión suficientemente baja para que la humedad de los lodos se vaporice, lo que humidifica el gas y seca los lodos. El procedimiento de secado puede mantenerse con un aporte de calor exterior reducido, entre el 20 % y el 50 % del calor latente de vaporización del agua, más en concreto de aproximadamente el 30% en buenos modos de realización de la invención. El interés de la compresión del gas caliente y húmedo (HUM.) es llevar la temperatura de rocío a un nivel superior a la temperatura del circuito frío del secador.

Es de conformidad con la invención que el gas, tras haber efectuado el calentamiento, se seque y recicle incorporándolo a una segunda porción siguiente de la mezcla, con objeto de no perder el calor restante del gas, sino inyectar, por el contrario, este calor en la mezcla antes de secarla. Se obtiene entonces un circuito completamente cerrado de gas que evita los efluentes malolientes. La elección del gas, como un gas neutro, se hace entonces posible. El gas secado puede entonces, ventajosamente, calentarse antes de unirse a esta porción de la mezcla.

Otro efecto favorable de este gas secado es que puede servir para arrastrar la mezcla a través de un lugar del secado de los lodos y hasta un lugar de la separación. Dicho de otro modo, el gas sirve de medio de transporte neumático de los lodos mezclados con un material dividido.

Otro aspecto de la invención es una instalación de secado de lodos, que comprende un mezclador de lodos húmedos y de un material sólido dividido, un inyector de un caudal de gas (SEC), un secador de lodos, un separador de los lodos una vez secos, del material sólido dividido y del gas una vez húmedo (HUM.), un medio de transporte de la mezcla entre el mezclador y el separador a través del secador, un conducto que conecta el separador al secador y recorrido por el gas una vez húmedo (HUM.), un compresor presente entre el separador y el secador. El secador es un intercambiador de calor entre el gas una vez húmedo (HUM.) y la mezcla. El inyector es un inyector de arrastre en forma pulverizada de los lodos y del material sólido dividido, y el medio de transporte de la mezcla consiste, después del inyector, en una pluralidad de conductos de soplado de la mezcla que atraviesan el secador, con el conducto recorrido por el gas una vez húmedo formando una calandra que rodea dicha pluralidad de conductos de soplado.

El conducto dotado del compresor permite trasladar el gas húmedo (HUM.) hacia una calandra del secador, o circuito caliente, en la que parte de su humedad se condensa al contacto con el circuito frío, con el fin de emplear el calor que el gas recupera entonces en el secado de los lodos, como se ha visto anteriormente.

El inyector puede estar situado justo en una salida del mezclador y, como el medio de transporte de la mezcla consiste en un conducto de soplado del gas, la instalación puede diseñarse de manera que el gas reciclado sirva para el arrastre de la mezcla. Dado que el conducto de soplado está dividido en varios conductos adyacentes, por lo menos a través del secador, y que el conducto recorrido por el gas una vez húmedo forma una calandra que rodea el conducto de soplado de gas, el intercambio de calor es entonces especialmente fácil gracias a la gran superficie total de los tubos. Cabe subrayar que la división del conducto de soplado en tubos delgados facilita el guiado del flujo y la regularidad del arrastre. La presencia de un material sólido dividido, como arena, facilita asimismo la fragmentación de la mezcla, su flujo en los tubos, así como la limpieza regular de las paredes de los tubos. Este arrastre de la mezcla mediante soplado, incluso puramente mediante soplado, aguas abajo del lugar donde la mezcla de lodo y de material sólido dividido alcanza los conductos de soplado a través del reactor y hasta la separación de la mezcla, es otra característica importante de la invención, que garantiza una gran capacidad de procesamiento, al igual que la división del conducto en tubos. Siendo el material sólido dividido preponderante o muy preponderante en el material arrastrado con relación a los lodos, el flujo por la vía neumática es más fácil de llevar a cabo, dado que la pulverización de la mezcla también lo es.

En un importante modo de realización, la calandra está dividida por chicanas en compartimentos alineados horizontalmente, con cada uno de los compartimentos dotado de una canalización de evacuación de agua que se abre bajo los compartimentos y se extiende por encima de los compartimentos. La división en chicanas impone un trayecto zigzagueante del gas de calentamiento que favorece aún más el intercambio de calor, y gran parte de la humedad condensada en el gas se deposita en el fondo de la calandra, donde puede retirarse con regularidad. El conducto puede conectar el secador al inyector para realizar el reciclado del gas pasando por un dispositivo de

remojo. Este dispositivo permite condensar parte de la humedad del gas aguas abajo del secador.

Como ya se ha mencionado, es necesaria una cantidad reducida de calor exterior para el mantenimiento del proceso. Se prevé que las únicas fuentes de calor exterior sean ventajosamente un sobrecalentador de la mezcla entre el secador y el separador, un pre-calentador del gas entre el dispositivo de remojo, cuando existe, y el inyector, o ambos.

A continuación, se describe la invención con mayor detalle, con la ayuda de las siguientes figuras:

- 10 - la figura 1 es una vista general de la instalación,
- la figura 2 ilustra un mezclador y un modo de realización correspondiente de inyector,
- la figura 3 ilustra un modo de realización de secador,
- 15 - la figura 4 ilustra un filtro,
- la figura 5 ilustra otro modo de realización de inyector,
- 20 - la figura 6 ilustra otro modo de realización de secador,
- la figura 7 representa la evolución de la temperatura en el secador del gas húmedo, que circula en el circuito caliente, y del gas que transporta los lodos, que circula en el circuito frío.

25 En primer lugar, se describe la figura 1. La instalación comprende un mezclador (1) en el que desembocan alimentadores (2 y 3) de lodos húmedos y de arena o de otro material dividido, un inyector (4) a la salida del mezclador (1) y, sucesivamente aguas abajo, en un trayecto de transporte de la mezcla (5), un secador (6), un sobrecalentador (7) y un separador (8). Un conducto de reciclado (9) conduce sucesivamente desde el separador (8) hasta un compresor (10), hasta el secador (6), hasta un dispositivo de remojo (11), hasta un pre-calentador (12), hasta una válvula de ajuste de caudal (13), y desemboca en el inyector (4). Algunos de estos aparatos y su disposición se describen a continuación con mayor detalle. La figura 2 representa el mezclador (1), que consiste en un tornillo sin fin (14) girado por un motor (15) en un conducto (16) que atraviesan los alimentadores (2 y 3), para verter los lodos y la arena entre las roscas del tornillo (14). Los alimentadores (2 y 3) consisten, cada uno, en una tolva (17) conectada al mezclador (1) por medio de una canalización aguas abajo de ajuste (18). La mezcla de lodos húmedos y de arena formada en el tornillo (14) cae por el extremo de este en el inyector (4), y primero en una cuba (19) de la que es trasegada continuamente mediante tornillos dosificadores (20), de idéntica estructura a los (14) presentes en el mezclador (1) pero cuya función es transportar caudales separados, más pequeños y continuos de la mezcla hacia el trayecto de transporte (5). La cuba (19) comprende asimismo, por encima de los tornillos (20), un sistema de mezcla (21) de hélice (22) que gira alrededor de un eje horizontal. Las aspas de la hélice (22) son, a su vez, tornillos giratorios (23) que completan la mezcla e impiden el abovedado, es decir la formación de un hueco por encima de estos tornillos. De esta manera, los tornillos giratorios igualan el nivel de la mezcla. Un motor (24) garantiza las rotaciones de la hélice (22) y de los tornillos (23). Se pueden diseñar otros dispositivos de mezcla.

Los tornillos dosificadores (20) que se extienden en el fondo de la cuba de mezcla (19) y fuera de la misma desembocan respectivamente en conductos de soplado (25) delgados y paralelos con los que forman un ángulo recto; los tornillos dosificadores (20), al igual que los conductos de soplado (25), son ventajosamente horizontales. El inyector (4) termina en sus intersecciones, y el trayecto de transporte (5) corresponde al conjunto de los conductos de soplado (25). Se pueden establecer restricciones de sección (56) en los conductos de soplado (25), delante de la desembocadura de los tornillos dosificadores (20), para aumentar la velocidad del gas de soplado y favorecer la fragmentación de la mezcla y su arrastre mediante el gas. Los conductos de soplado (25) procedentes de bifurcaciones del conducto de reciclado (9), realizadas aguas abajo de la válvula de ajuste (13), están recorridos por el gas procedente del separador (8). Los conductos de soplado (25) son ventajosamente rectilíneos para limitar las pérdidas de carga, facilitar la auto-limpieza mediante la arena o, más generalmente, el material sólido dividido y reducir el desgaste, pero pueden ser largos sin problema.

55 Se hace referencia a la figura 3. El banco de conductos de soplado (25) atraviesa una calandra (26) del secador (6) formando un intercambiador de calor con la misma. La calandra (26) corresponde a un tramo de conducto de reciclado (9), del que un tramo aguas arriba desemboca en la misma por un lado y un tramo aguas abajo por el lado opuesto. Unas chicanas (27) dividen el interior de la calandra (26) en compartimentos, que el gas que recorre el conducto de reciclado (9) atraviesa sucesivamente rozando los conductos de soplado (25) y produciendo así el intercambio de calor. Dado que el gas de reciclado está húmedo y pierde la mayor parte de su humedad, mediante condensación, en la calandra (26), el agua fluye hasta el fondo y debe ser evacuada. Unas canalizaciones (28) se extienden para ello en el fondo de los compartimentos de la calandra (26) y desembocan en un depósito (29). Dado que existe una diferencia de presión no despreciable entre los extremos de la calandra (26), los niveles de agua - correlacionados con el del depósito (29)- pueden ser netamente distintos (1 m para una diferencia de presión de 0,1 bar, por ejemplo), de manera que se debe evitar que el agua depositada en el compartimento más aguas abajo

interrumpa la circulación del gas o alcance los conductos de soplado (25). Las canalizaciones (28) que se extienden hacia abajo a partir de la parte inferior de la calandra (26) permiten utilizar un depósito (29) de suficiente altura y evitar este problema.

5 Otros elementos de la instalación ya son conocidos y no requieren o requieren poca descripción particular. Cabe mencionar que el separador (8) puede comprender un ciclón para recuperar la arena, y un filtro para recoger los lodos secos. El filtro puede ser un filtro flexible de vela de tipo conocido que comprende, según la figura 4, una membrana cilíndrica porosa y flexible (30) suspendida en un depósito (31). La mezcla de gas húmedo y de lodos secos debe atravesar la membrana (30) mediante un flujo ascendente desde un conducto de entrada (32) hasta un
 10 conducto de salida (33). Un dispositivo (34) de presurización mantiene la membrana (30) inflada y abierta. El gas húmedo atraviesa la membrana (30), pero las partículas de lodo quedan retenidas. Cuando el filtro está lleno, se detiene la depresión producida por el dispositivo (34), el filtro (30) se desploma y su contenido cae en una tolva (35) en el fondo del depósito (31) donde puede recogerse. La arena recuperada puede enviarse automáticamente al alimentador (3) mediante un dispositivo como una cinta transportadora. El dispositivo puede ser asimismo un circuito
 15 cerrado, con las partículas arenosas de los lodos incorporadas a la arena de la mezcla y compensando las pérdidas de arena mediante incrustación en el circuito. El dispositivo de remojo puede estar constituido por una columna de platos o de relleno en la que fluye agua fría. El gas caliente (típicamente 60°), procedente del circuito caliente del secador, se inyecta en la base de la columna y circula a contracorriente del flujo de agua fría. Experimenta entonces un contacto íntimo con el agua, lo que lo enfría hacia una temperatura del orden de 30°, por ejemplo. A la salida del
 20 dispositivo de remojo, la humedad absoluta del gas se ha reducido, aunque su humedad relativa sigue siendo próxima al 100 %. El sobrecalentador (7), el pre-calentador (12), el compresor (10) y la válvula (13) son elementos ordinarios. Especialmente, el sobrecalentador (7) puede consistir en una caja a través de la cual circula un fluido caliente (agua o vapor), situada justo a la salida del secador (6) (figura 3).

25 A continuación, se describe el funcionamiento de la instalación. La arena y el lodo húmedo se mezclan en el mezclador (1), y se suministra la mezcla al inyector (4) donde es arrastrada en forma pulverizada mediante un caudal de aire. Se calienta fuertemente en el secador (6), hasta el punto de que la humedad de los lodos se vaporiza. El sobrecalentador (7) aumenta un poco la temperatura de la mezcla y del gas para evitar cualquier riesgo de
 30 recondensación en el separador (8), de adherencia de la materia sólida o de atasco y, más generalmente, de obstrucción de los conductos de soplado (25). La arena y los lodos secos se recogen en el separador (8), se recicla la arena, se retiran periódicamente los lodos, y el gas, portador de la humedad de los lodos, continúa su ciclo en el conducto (9). Es suficientemente comprimido por el compresor (10) para que la humedad pueda condensarse a una temperatura más elevada que la del gas (SEC) que circula en el circuito frío del secador. Debido a que la
 35 condensación del agua se produce en el circuito caliente a una temperatura más elevada, gracias a una presión más elevada, se obtiene una diferencia de temperatura entre el circuito frío y el circuito caliente. Esta diferencia de temperatura permite al calor contenido en el gas caliente y húmedo ser transferido a la mezcla que circula en el circuito frío, lo que conlleva la vaporización del agua presente en los lodos. La mezcla difásica se refresca a través del secador (6), el agua condensada al contacto con el circuito frío se recoge en el fondo de la calandra (26). Aguas
 40 abajo de la calandra, el gas húmedo se enfría mediante el dispositivo de remojo (11), lo que tiene por efecto rebajar la humedad absoluta de este gas. Este último continúa el ciclo y recibe la acción del pre-calentador (12), lo que tiene por efecto aumentar la temperatura y reducir la humedad relativa del gas. El gas alcanza finalmente el inyector (4), donde arrastra una porción siguiente de la mezcla de arena y lodos húmedos. La válvula de ajuste (13) es útil para iniciar el proceso, encontrándose primero más o menos cerrada, y abierta progresivamente. En una instalación concreta, se plantea un caudal de 20 toneladas por hora de gas, 0,9 toneladas por hora de lodos secos, con 2,6
 45 toneladas por hora de humedad y 10 toneladas por hora de arena. Los lodos y la arena llegan a temperatura y presión ambientes. A continuación, se muestra una tabla de temperaturas y presiones alcanzadas en las distintas secciones de la instalación, referenciadas de A a H respectivamente, en el trayecto de transporte (5) después del inyector (4), el secador (6) y el sobrecalentador (7), y en el conducto de reciclado (9) después del separador (8), el compresor (10), el secador (6), el dispositivo de remojo (11) y el pre-calentador (12).

50

Tabla I

Sección	A	B	C	D	E	F	G	H
Temperatura (C°)	37	70	81	85	175	56	33	100
p (bares)	0,9	0,8	0,7	0,6	1,2	1,1	1	0,9

55 Se mide la importancia del calentamiento producido por la compresión y la recondensación de la humedad, que permite un intercambio de calor suficiente para vaporizar la humedad de una porción siguiente de la mezcla. La depresión en el trayecto de transporte (5) favorece la depresión a la vez que facilita el empleo de una fuente de calor de baja calidad como es un fluido caliente.

60 La velocidad durante el trayecto de transporte (5) es de 20 a 30 m por segundo. Se limitará el número de codos. Los posibles codos se construirán de hormigón duro para limitar el desgaste producido por la arena. Los conductos de soplado (5) pueden consistir en tubos ordinarios de una pulgada de diámetro. Su número será en función de la capacidad del secador. Pueden ser cien, y la calandra (26) puede tener una forma cilíndrica con un diámetro de un

- metro y una longitud de algunos metros a algunas decenas de metros. La superficie de intercambio de calor es de aproximadamente cien metros cuadrados para el secador (6) y de aproximadamente veinticinco metros cuadrados para el sobrecalentador (7). Dado que la circulación en el secador (6) se efectúa a contracorriente, como se ilustra en la figura 3, el intercambio de calor se efectúa en condiciones bastante homogéneas en la longitud de la calandra (26), con la mezcla circulando en el circuito frío y el gas húmedo (HUM.) en intercambio mutuo con, en general, una diferencia de temperatura comprendida entre 10 y 20 °C aproximadamente por todas las partes del secador (6), salvo en la entrada del gas húmedo (HUM.) donde esta diferencia es más importante.
- 5
- La figura 7 muestra un ejemplo de la evolución de la temperatura (en °C) de la mezcla (curva M) que circula en el circuito frío y del gas caliente y húmedo (curva G) que circula en el circuito caliente, con el secador supuestamente lineal y de una longitud de 20 m. El eje de las abscisas representa esta longitud. Según esta figura 7, la mezcla circula según las abscisas crecientes, mientras que el gas caliente y húmedo (HUM.) circula a contrasentido, según las abscisas decrecientes.
- 10
- La entrada del gas caliente y húmedo (HUM.) en el circuito caliente del secador se traduce por un enfriamiento brutal ($16 < x < 20$), hasta que la temperatura alcanza una inflexión ($x = 16$), que corresponde entonces a la temperatura de rocío del vapor de agua. Desde $x = 16$ hasta $x = 0$, el vapor de agua contenido en el gas caliente se condensa al contacto con la pared fría.
- 15
- En el transcurso de su recorrido en el circuito frío, la mezcla se calienta poco a poco.
- 20
- El ciclón del separador (8) está dimensionado para separar las partículas de arena de 300 a 1000 micras de tamaño de las partículas de 50 a 200 micras de tamaño de lodos secos. La potencia del compresor (10) puede ser de 325 kW y la del pre-calentador y del sobrecalentador de 200 kW en total. Se puede admitir una compresión menos importante de gas con un intercambio de calor idéntico, si se inyecta vapor de agua (eventualmente disponible en otra parte de la instalación de procesamiento) en la calandra (26), siguiendo el mismo camino que el gas de reciclado mediante un conducto de alimentación (44). El gas de reciclado es ventajosamente un gas inerte.
- 25
- A continuación, se describe otro modo de realización en relación con las figuras 5 y 6: el transporte puramente neumático de la mezcla de arena y de lodos es sustituido por un transporte en un tambor que se extiende en el interior del secador.
- 30
- La figura 5 muestra que el inyector, ahora (36), puede simplificarse ya que la cuba (19) y los tornillos dosificadores (20) desaparecen: la salida del tornillo del mezclador (1) desemboca directamente en un conducto de soplado único (37) que corresponde, en este caso, a la entrada del trayecto de transporte (5). El conducto de soplado (37) está, como anteriormente, en la prolongación del conducto de reciclado (9).
- 35
- El secador lleva la referencia (38). Comprende, además, una calandra (26) parecida a la del anterior modo de realización, un tambor (39) que se aloja en esta en toda su longitud y gira alrededor de su eje por la acción de un motor (40); se extiende asimismo a través del sobrecalentador (7) hasta el ciclón (41) del separador (8). El tambor (39) puede tener alrededor de un metro de diámetro y quince metros de largo; su forma es sin embargo ligeramente cónica, reduciéndose hacia el ciclón (41), con objeto de aumentar la velocidad del gas de soplado para que, al final, se instale un transporte neumático y traslade las partículas que llegan al ciclón (41). Unas aletas (42) dispuestas en el exterior del tambor (39) contribuyen a proporcionar la superficie deseada de intercambio de calor de aproximadamente cien metros cuadrados. Una estructura estática del tipo tonillo interior (43) garantiza un movimiento de traslación de la mezcla. Este modo de realización posee una estructura más sencilla en general, pero el inconveniente de comprender una parte móvil -el tambor (39)- en la instalación, lo que obliga a añadir juntas de estanqueidad si se desea evitar las pérdidas de calor y limitar los problemas de olores. En cualquier caso, el transporte neumático al gas caliente es un medio eficaz de desplazar la mezcla, al mismo tiempo que se favorece el intercambio de calor mediante un pre-calentamiento de la mezcla, y la vaporización de la humedad gracias a la fragmentación de la mezcla.
- 40
- 45
- 50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento continuo de secado de lodos, que comprende un mezcla (A) de lodos húmedos con un material sólido dividido en un caudal de gas, un calentamiento (6) de la mezcla suficiente para producir el secado de lodos vaporizando su humedad en el gas, y una separación (8) de lodos ya secos del gas que se ha vuelto húmedo y del material sólido dividido; en el que el gas que se ha vuelto húmedo se comprime (10) produciendo una elevación de temperatura y sirve para efectuar el calentamiento de una porción siguiente de la mezcla mediante condensación de la humedad de dicho gas húmedo; y la mezcla es arrastrada en forma pulverizada por el caudal de gas durante el secado según un flujo dividido en una pluralidad de conductos de soplado (25) de dicha mezcla y el conducto recorrido por el gas que se ha vuelto húmedo forma una calandra (26) que rodea dicha pluralidad de conductos de soplado (25).
2. Procedimiento de secado de lodos según la reivindicación 1, caracterizado porque el gas, después de haber efectuado el calentamiento, se seca (11) y se recicla (H) hacia una segunda porción siguiente de la mezcla.
3. Procedimiento de secado de lodos según la reivindicación 2, caracterizado porque el gas secado se calienta (12) antes de unirse a la segunda porción siguiente de la mezcla.
4. Procedimiento de secado de lodos según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque el gas secado sirve para arrastrar la mezcla a través de un lugar (6) del secado de los lodos y hasta un lugar (8) de la separación.
5. Instalación de secado de lodos, que comprende un mezclador (1) de lodos húmedos y de un material sólido dividido, un inyector (4, 36) de un caudal de gas situado en una salida del mezclador (1), un secador (6, 38) de los lodos, un separador (8) de los lodos una vez secos, del material sólido dividido y del gas una vez húmedo, un medio de transporte (5, 25, 37, 39) de la mezcla entre el mezclador (1) y el separador (8) a través del secador, un conducto (9) que conecta el separador (8) al secador (6, 38) y recorrido por el gas una vez húmedo, un compresor (10) presente entre el separador y el secador, siendo el secador un intercambiador de calor entre el gas una vez húmedo y la mezcla, siendo el inyector (4, 36) un inyector de arrastre en forma pulverizada de los lodos y del material sólido dividido, y consistiendo el medio de transporte de la mezcla, después del inyector (4), en una pluralidad de conductos de soplado (25) de la mezcla que atraviesan el secador (6, 38), con el conducto recorrido por el gas una vez húmedo formando una calandra (26) que rodea dicha pluralidad de conductos de soplado (25).
6. Instalación de secado de lodos según la reivindicación 5, caracterizada porque la calandra (26) posee un fondo dotado de una evacuación de agua (28, 29).
7. Instalación de secado de lodos según la reivindicación 5 o 6, caracterizada porque el conducto (9) conecta asimismo el secador (6, 38) al inyector (4, 36) pasando por un dispositivo de remojo (11) del gas.
8. Instalación de secado de lodos según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada porque el medio de transporte de la mezcla comprende un tambor (39) que gira en el secador (38), y el conducto recorrido por el gas ya húmedo forma una calandra que rodea el tambor.
9. Instalación de secado de lodos según la reivindicación 6, caracterizada porque la calandra está dividida por medio de chicanas (27) en compartimentos alineados horizontalmente, con cada uno de los compartimentos dotado de una canalización de evacuación de agua (28) que se abre bajo los compartimentos y se extiende por debajo de los compartimentos.
10. Instalación de secado de lodos según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizada porque comprende un sobrecalentador (7) de la mezcla entre el secador y el separador, o un pre-calentador (12) del gas entre el dispositivo de remojo de gas y el inyector, o ambos, como únicas fuentes de calor exterior.

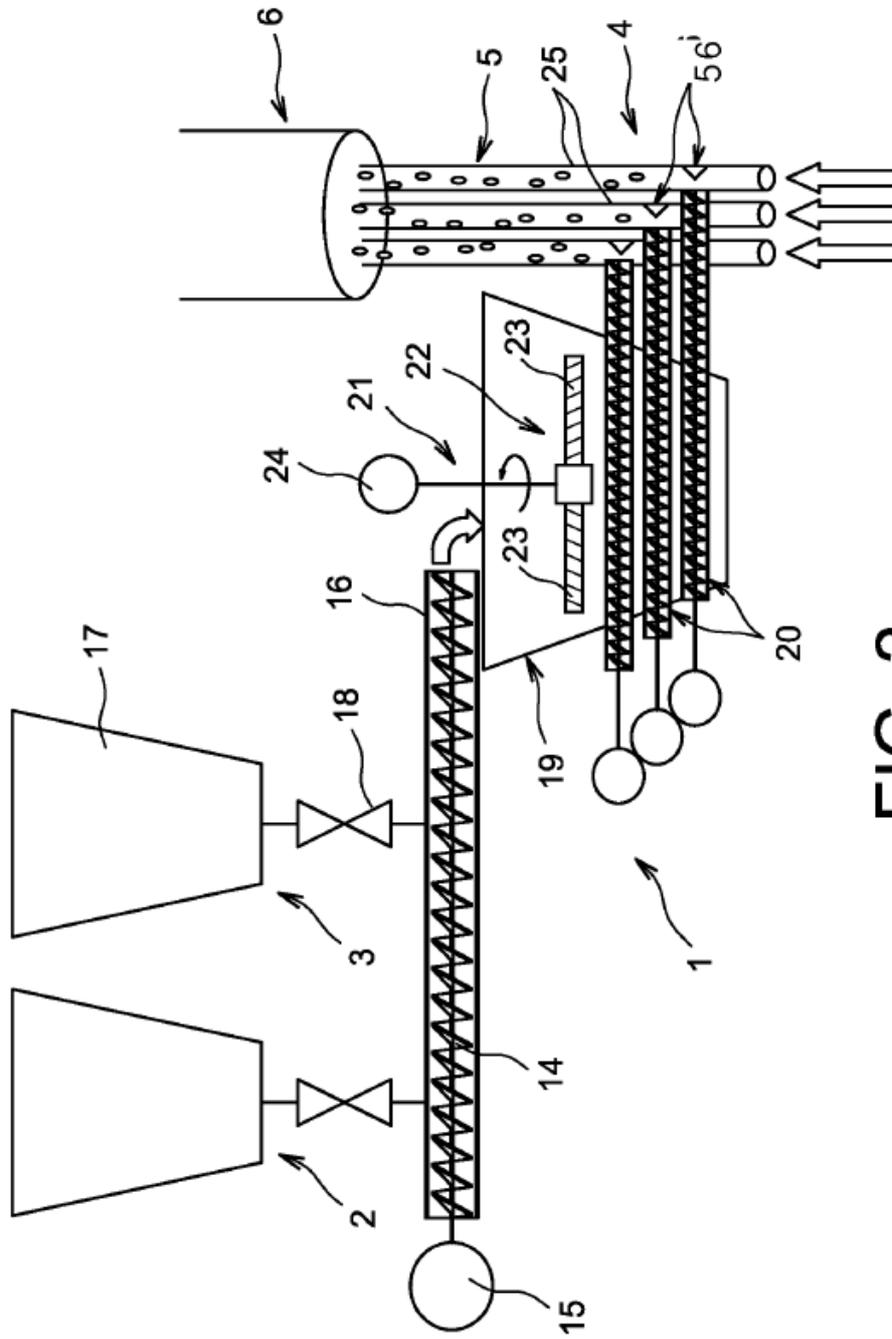


FIG. 2

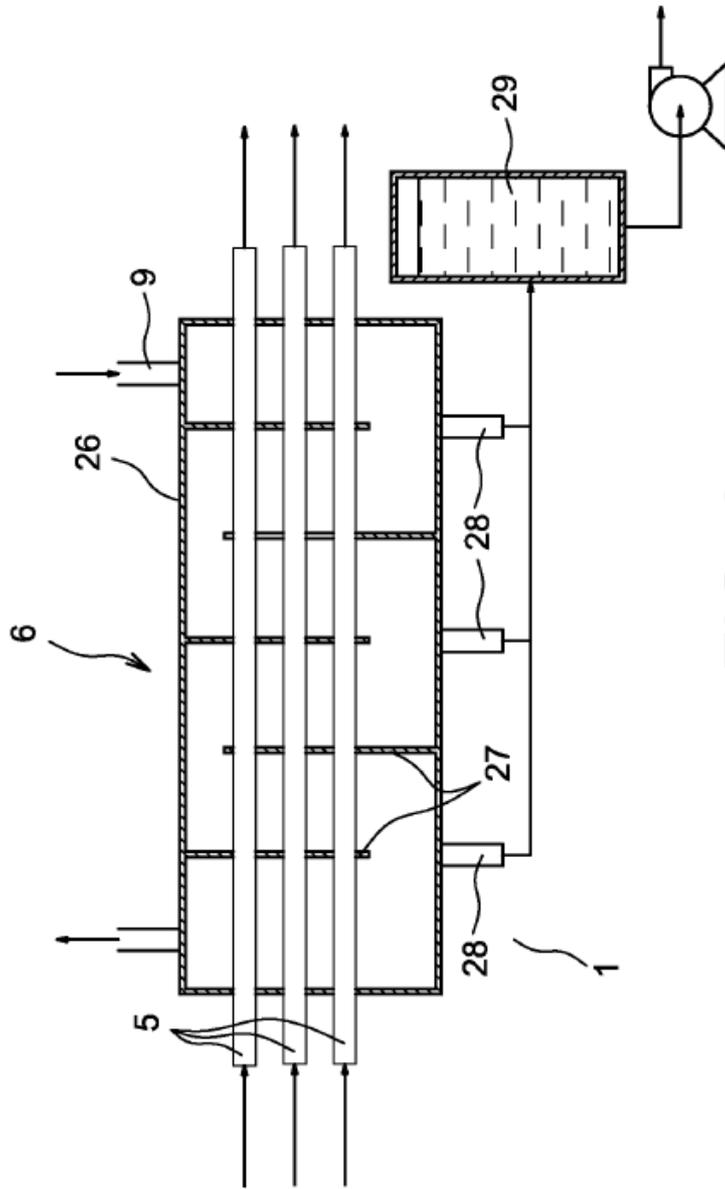


FIG. 3

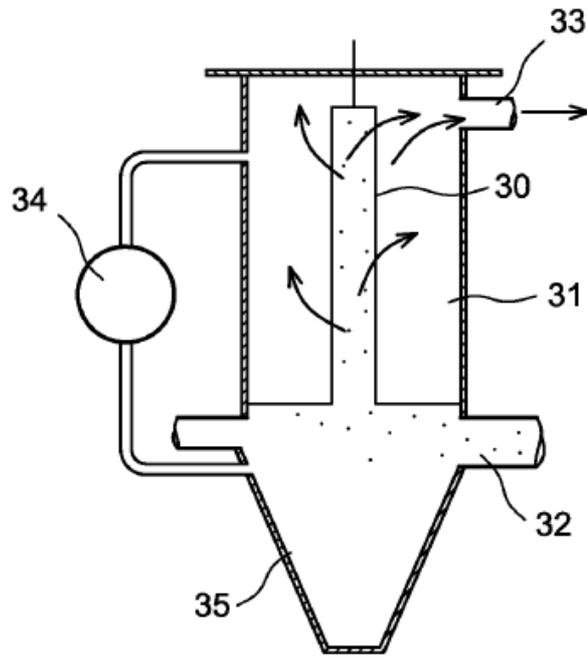


FIG. 4

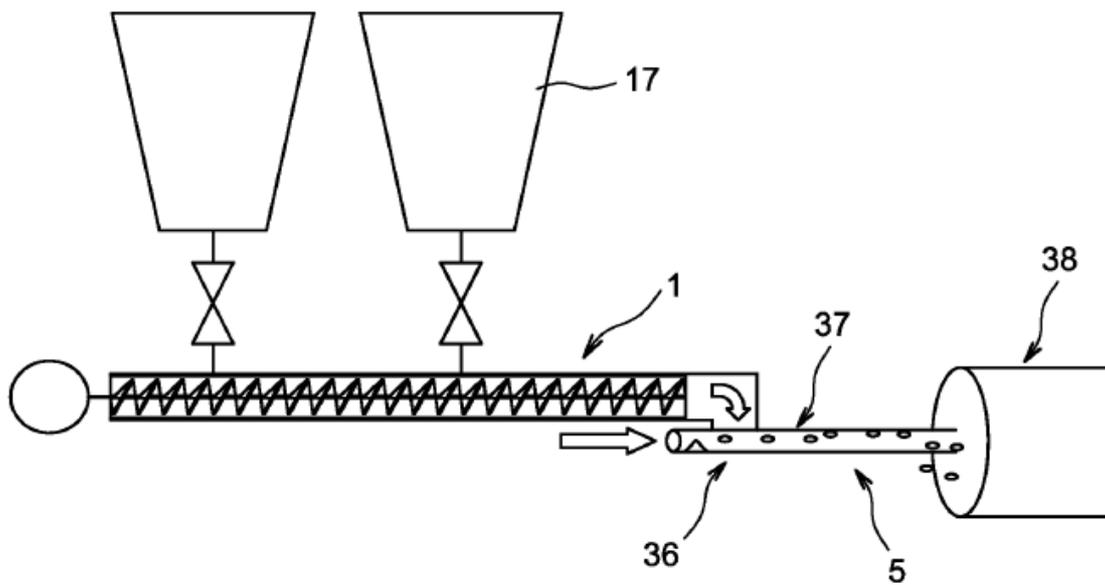


FIG. 5