

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 848**

51 Int. Cl.:

B01D 21/28 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
C02F 1/24 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 11/14 (2006.01)
C02F 1/20 (2006.01)
C02F 1/56 (2006.01)
C02F 1/74 (2006.01)
C02F 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2014 PCT/FR2014/053066**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15079177**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2014 E 14814979 (2)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 3094394**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de tratamiento de un lodo orgánico**

30 Prioridad:

27.11.2013 FR 1361696

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

23.04.2018

73 Titular/es:

**OREGE (100.0%)
 2, rue René Caudron Parc Val St Quentin
 78960 VOISINS-LE-BRETONNEUX, FR**

72 Inventor/es:

**CAPEAU, PATRICE y
 GENDROT, PASCAL**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 664 848 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 y dispositivo de tratamiento de un lodo orgánico.

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de un lodo orgánico, y más particularmente de tratamiento, de acondicionamiento, de coagulación, de floculación y de oxidación de emulsiones, de aguas altamente coloidales y/o de lodos líquidos, por estallido, dispersión y difusión de éstos en el interior de un gas a presión.
- 10 Se refiere asimismo a un dispositivo de tratamiento (acondicionamiento, coagulación, floculación y oxigenación) de un lodo orgánico que utiliza un procedimiento de este tipo.
- La invención encuentra una aplicación particularmente importante, aunque no exclusiva, en el campo de la reducción de volumen de lodos orgánicos o biológicos, con vistas a su tratamiento o a una utilización ulterior.
- 15 Se conocen ya unos procedimientos de separación entre materia sólida en suspensión y el efluente líquido en el que se encuentra.
- Las técnicas que existen de extracción del agua fuera de los lodos son esencialmente la compactación, que aumenta el contenido (% en peso de la mezcla total) en compuesto sólido del orden del 5%, la centrifugación o la filtración, que aumentan una y otra el contenido en compuesto sólido del 18 al 25%, y finalmente el secado (por combustión o esparcimiento durante varias semanas), que aumenta el contenido en compuesto sólido del 90 al 95%, y esto sabiendo que el contenido en peso de compuesto sólido de los lodos de depuración antes del tratamiento está generalmente comprendido entre el 0,1 y el 1% del peso total del efluente.
- 20
- 25 Todos estos tratamientos conocidos en la técnica anterior adolecen de inconvenientes, o bien relacionados con el hecho de que la desecación no es suficiente (compactación, centrifugación, filtración), o bien relacionados con el tiempo de tratamiento (secado) o con el elevado consumo de energía (combustión).
- 30 Se conoce asimismo (documento FR 2 175 897) un procedimiento de tratamiento de los desechos de lodos en el que se alimenta un circuito estanco que comprende una cuba, circuito en el que se recircula durante varias decenas de minutos introduciendo un gas que contiene oxígeno en el circuito aguas arriba de la cuba.
- 35 La retención del lodo activado en la cuba durante un periodo de tiempo suficiente para permitir la sobresaturación por el gas que contiene oxígeno está indicada para permitir la eliminación de manera importante de los sólidos en suspensión.
- Un procedimiento de este tipo, además de ser largo, utiliza un dispositivo bastante complicado, fuente de numerosas obstrucciones.
- 40 Se conoce también un procedimiento de descoloidación por choque de por lo menos dos flujos opuestos en un pequeño recinto en el que burbujea aire.
- Aunque es bastante eficaz, este procedimiento es esencialmente aplicable a unos lodos muy mineralizados (es decir que presentan un % de materia orgánica sobre 100% en peso de materia seca inferior a un valor de entre el 5 al 15%).
- 45 Se conoce también (documento FR 2 966 818) un procedimiento de separación entre líquido y materia en suspensión de un lodo, en el que se inyecta lodo y aire a gran caudal en un recinto de reducido volumen.
- 50 El procedimiento permite la separación del agua unida a los coloides orgánicos.
- Un procedimiento de este tipo no permite, sin embargo, la eliminación de algunos elementos que contaminan los lodos orgánicos, por ejemplo, cargados de amoníaco.
- 55 El desecado de los lodos obtenidos con este tratamiento puede, por otra parte, ser mejorado, conllevando un beneficio aunque fuera de sólo un % en sequedad con respecto a la técnica anterior unos ahorros importantes en transporte y en costes de eliminación.
- 60 Por eso, para los usuarios de plantas de tratamiento de lodos, la rentabilidad de la inversión en costes de explotación justifica muy rápidamente una pequeña mejora.
- 65 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un procedimiento y un dispositivo que responde mejor que los conocidos anteriormente a las exigencias de la práctica, en particular por que permitirá una deshidratación mejorada, en particular cuando se utiliza en combinación con unas técnicas conocidas de centrifugación o prensado/filtración, y esto permitiendo al mismo tiempo una mejor descontaminación de los lodos, en particular cargados de amoníaco, de manera muy rápida, necesitando la utilización del procedimiento

según la invención sólo algunos segundos o minutos antes de la obtención de un resultado.

En particular, este procedimiento permite obtener excelentes resultados para unos lodos muy orgánicos, es decir esencialmente cargados de fosfolípidos, polisacáridos, residuos bacterianos, ácidos grasos volátiles, etc.

5

Es posible obtener también un rendimiento optimizado cuando se combina con una herramienta de separación complementaria dispuesta aguas abajo del dispositivo (filtro banda o centrifugación), mejorando en más del 10% la desecación, por ejemplo en un 25%.

10

Con la invención, las instalaciones existentes pueden ser fácilmente mejoradas, y esto a bajo coste, debido a un consumo eléctrico reducido y a la utilización razonable de la cantidad de utilidades empleadas (aire comprimido, reactivo, etc.).

15

Además, el procedimiento utiliza un dispositivo simple cuyo funcionamiento en continuo presenta pocas limitaciones de explotación, al contrario de los dispositivos de la técnica anterior, como las centrifugadoras por ejemplo.

20

La invención permite también la obtención de un residuo sólido, en forma de torta porosa, deshidratada, sin olor, o con un olor a mantillo, particularmente fácil de reutilizar y/o esparcir.

Con este objetivo, la invención propone en particular un procedimiento de tratamiento tal como se describe en la reivindicación 1.

25

Ventajosamente, la alimentación con lodo del recinto o recipiente se realiza a través de una restricción, siendo la pérdida de carga determinada en la emulsión creada por una segunda y/o una tercera restricción. Se puede aumentar más el número de restricciones.

30

Se realiza así por lo tanto una o unas secuencias presión/depresión que, de manera sorprendente, crean un estado de la materia (emulsión) que permite obtener al final una ganancia en sequedad superior.

No se busca aquí la porosidad, sino la extracción del agua, jugando sobre el gradiente presión/depresión interactivo y/o iterativo.

35

Más precisamente, se utiliza el parámetro presión para trabajar el lodo orgánico a nivel de sus enlaces coloides, siendo el aporte energético llevado por la presión, en particular en la vertical de los elementos creadores de pérdida de carga, permitiendo una o unas sobrepresiones locales bastante fuertes.

40

Así, ejerciendo una primera presión, se produce una fuerte tensión sobre el lodo. Siendo éste una estructura coloidal hecha de materia orgánica y de agua, esta presión lleva una energía capaz de desestabilizar/romper los enlaces electrostáticos (de tipo coulombiano) o dipolar (tipo van der waals). Por lo tanto, esto hace salir el agua de las fracciones orgánicas.

45

La depresión siguiente producirá, por su parte, un movimiento de aceleración de los lodos y una expansión/estiramiento hacia la zona de menor presión prosiguiendo el efecto de desestabilización/destrucción de los coloides y un efecto de ruptura de los enlaces.

Finalmente, de nuevo, se entra en una secuencia de compresión y después de depresión para prolongar/amplificar/producir los efectos enunciados anteriormente.

50

Secuencia tras secuencia se crea por lo tanto un estado de la materia (emulsión) diferente, que permite alcanzar el efecto esperado.

Este se puede mejorar cada vez más añadiendo una nueva secuencia de presión/depresión más.

55

La floculación es, por su parte, simplemente una materialización de la separación de la fase.

Por presión media, se entiende una presión media sobre el volumen del recinto.

60

Cabe señalar, por otro lado, que la inyección de aire en la corriente del efluente introducido a su vez con una restricción que provoca una pérdida de carga, crea una aspiración violenta del aire al paso del flujo.

En lo esencial del dispositivo, la emulsión es lodo (fase dispersada) en el aire (fase continua) que lo recubre.

65

La emulsión de lodo en el aire es por lo tanto el resultado de las acciones presión/depresión debidas a las restricciones sucesivas tales como se reivindican.

Se recuerda, por otro lado, que el valor de los caudales gaseosos se da clásicamente en Nm³/h (normal metro

ES 2 664 848 T3

cúbico /h), siendo el volumen (en Nm³/h) considerado en este caso en su valor aplicado a una presión de 1 bar, una temperatura de 20°C y 0% de humedad como se admite naturalmente y se comprende por el experto en la materia, ingeniero en el campo de la ingeniería química.

5 En presencia incluso de una ligera depresión, se observa, en efecto, una muy buena dispersión del lodo en el lecho gaseoso, sabiendo que al paso por las zonas de restricción, la presión es localmente fuerte y puede llevar a una inversión de las proporciones.

10 En estas zonas, la presión se eleva y el aire penetra mejor el lodo, acentuando probablemente por ello el efecto de porosidad excepcional observado con la invención.

Gracias a estos fenómenos de emulsión y/o de inversión de emulsiones, el aire entra en contacto con el lodo de manera íntima, coagulando la floculación el par aire/agua de manera favorable para la desodorización, la flotación de los copos de lodos y su deshidratación.

15 Así, se ha podido observar una gran porosidad de los copos de lodos con unas burbujas milimétricas (de 1 a 5 mm) mientras que, durante una flotación clásica, se crean unas burbujas micrométricas y sirven de medio tensioactivo de la materia orgánica.

20 En estos casos conocidos, la materia sube a la superficie a una velocidad de algunos metros por h, llevando las burbujas a explotar en la superficie del flotador, dejando eventualmente caer los copos en zona media y después en el fondo de la cuba, teniendo el lodo una densidad ligeramente superior al agua.

25 Con la invención, los copos tienen a su vez una densidad ampliamente inferior a la del agua (masa volúmica del lodo de 0,6 a 0,9 g/cm³).

Esta característica tan específica permite al lodo una gran calidad de flotación, efectuada con una velocidad mejorada que hace perenne la separación de fases.

30 Según un modo de realización, están previstos unos medios que permiten aportar unos choques/dispersión en el lecho fluidizado gaseoso. Por ejemplo, a cada recinto se le añaden unos sistemas hidráulicos simples, tales como unas paredes perpendiculares al flujo, unos sistemas de resortes de los anillos raschig, etc.

35 Ventajosamente, el efluente se introduce en un recinto (primero o segundo recinto) de pequeño tamaño, que corresponde por ejemplo a un volumen $\leq 0,5\%$ del volumen de efluente pasado por hora (caudal), es decir 50 l para 10 m³/h de lodo, por ejemplo 30 l, incluso inferior o igual a 5 l. Esto permite una pérdida de carga brusca en el flujo de lodo, por ejemplo alimentado por unas bombas de 10 bar de altura de agua.

40 Este primer recinto (o el segundo recinto) está, por ejemplo, cerrado por una salida reducida que forma un venturi, permitiendo mantenerlo a una sobrepresión ≥ 4 bar absolutos, por ejemplo 5 bar absolutos.

45 La salida del primer recinto se efectúa por lo tanto por una primera y/o una segunda restricción favorable a la penetración del aire en el efluente, inyectado aguas abajo de la restricción, por ejemplo a 10 Nm³/h en el segundo recinto.

Aguas abajo, más o menos inmediatamente de esta primera restricción, están previstas por ejemplo una segunda restricción en la parte superior de un tercer recinto y/o una tercera restricción en la parte superior de un cuarto recinto.

50 Según el modo de realización de la invención más particularmente descrito en la presente memoria, y aguas abajo más o menos inmediatamente de esta segunda restricción (algunos centímetros, 1 m o algunos metros) se inyecta por otro lado un floculante que permite atrapar unas burbujas micro y milimétricas en contacto con la materia en suspensión.

55 Se produce entonces un fenómeno muy interesante de flotación inmediata de los lodos, con una velocidad ascensional de 50, incluso de 100 y más m/h. En comparación, las técnicas de flotación clásicas de lodos permiten una velocidad ascensional de 2 a 6 m/h.

60 Este fenómeno inesperado permite constituir un material autodrenante a partir de lodo coloidal.

En unos modos de realización ventajosos, se recurre cada vez más y/o además a una y/u otra de las disposiciones siguientes:

65 - el primer recinto es de volumen inferior a 3200 cm³, incluso a 30 l, estando la primera presión comprendida entre 4 y 10 bar absolutos, estando el caudal q comprendido entre 5 m³/h y 30 m³/h, estando la segunda presión comprendida entre 1,2 bar y 4 bar absolutos, estando el caudal de aire Q comprendido entre 5 Nm³/h y 200 Nm³/h, y estando la tercera presión comprendida entre 1,05 bar y 2 bar absolutos;

ES 2 664 848 T3

- se alimenta con emulsión un recinto intermedio entre el segundo y el tercer recintos;
- 5 - se inyecta una segunda vez aire aguas abajo de la primera inyección en dicho recinto intermedio, situado entre el segundo y el tercer recinto a un caudal Q' , comprendido por ejemplo entre 50 y 200 Nm^3/h , incluso más (es decir $> 200 \text{Nm}^3/\text{h}$, por ejemplo 500 Nm^3/h o 1000 Nm^3/h);
- la primera, segunda y/o tercera restricción están formadas por unos venturi;
- 10 - el segundo recinto es una columna de diámetro medio d y de altura $H \leq 10 d$, por ejemplo una columna $> 2 \text{ m}$, por ejemplo de 3 m, por ejemplo de 5 m;
- el floculante es un polímero inyectado a la salida inmediata (algunos centímetros, por ejemplo entre 5 cm y 10 cm) de la segunda o tercera restricción;
- 15 - se recicla una parte de la emulsión floculada en el primer recinto, por ejemplo en 1/10 y 1/5 del caudal o entre el 5% y el 30% del volumen de lodo que sale del dispositivo, por ejemplo el 10% o el 20%. Esto permite rebajar el consumo global de polímero;
- 20 - se efectúa un tratamiento de los lodos aguas abajo del recinto tubular por centrifugación, filtración y/o prensado;
- el aire inyectado puede ser calentado.
- 25 La invención propone asimismo un dispositivo que utiliza el procedimiento tal como se ha descrito anteriormente. Un dispositivo de este tipo está descrito en la reivindicación 10.

Ventajosamente, los medios de alimentación comprenden una primera restricción aguas arriba del segundo recinto, siendo la pérdida de carga determinada en la emulsión creada por una segunda y/o tercera restricción.

- 30 En un modo de realización ventajoso, los medios de desgasificación están situados en el otro extremo del tercer recinto con respecto a la zona situada aguas abajo inmediatamente de dicha restricción.

Ventajosamente, comprende además un recinto intermedio entre el segundo y el tercer recinto, y unos medios de inyección de aire aguas abajo de la primera inyección en dicho recinto intermedio.

- 35 También ventajosamente, las primera y segunda restricciones están formadas por unos venturis.

En otro modo de realización ventajoso, el segundo recinto es una columna de diámetro medio d y de altura $H \geq 10 d$.

Como variante, se puede añadir un reactivo que mejora los choques entre las partículas de lodos. Se puede utilizar, por ejemplo, a una altura del 10%, 5%, 1% de la tasa de MS de los lodos.- 45 Este reactivo es, por ejemplo, arena, carbonato de calcio, cal apagada, etc. Se introduce aguas arriba de la columna, por ejemplo dentro de una cuba de mezclado con el lodo líquido (no representada).

Se pueden también aportar unos reactivos de oxigenación.

- 50 La invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente de modos de realización dados a continuación a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos que lo acompañan, en los que:
- 55 La Figura 1 es un esquema de principio de un dispositivo según el modo de realización de la invención descrito más particularmente en la presente memoria.

La Figura 2 es un modo de realización de otro dispositivo según la invención.

- 60 La Figura 3 muestra otro modo de realización de un dispositivo según la invención.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo 1 espesante de lodo 2 aspirado por unos medios 3 (bomba) a partir de un depósito o tanque de almacenamiento 4.

- 65 El dispositivo 1 comprende un primer recinto 5 de pequeño volumen, por ejemplo cilíndrico o cúbico, por ejemplo de volumen de 10 l, de recepción del lodo líquido, por ejemplo a una primera presión determinada P_1 un poco inferior a la presión P_0 de la salida de la bomba de alimentación 3, debido a las pérdidas de carga del circuito de alimentación 6 (tubo flexible por ejemplo). El caudal q de la bomba está comprendido por ejemplo entre 5 m^3/h y

ES 2 664 848 T3

50 m³/h, por ejemplo 10 m³/h, y la primera presión determinada P₁ es de 2 bar absolutos, siendo P₀ por ejemplo de 2,2 bar absolutos.

5 El recinto 5 comprende en su salida una restricción 7, por ejemplo formada por un orificio o boquilla 8, redondo, por ejemplo de 2 cm de diámetro, en una pared intermedia 9, de separación con un segundo recinto 10, de mayor volumen, por ejemplo 200 l.

10 El segundo recinto 10, por ejemplo cilíndrico, está a una segunda presión P₂ (por ejemplo 1,8 bar absoluto) y está alimentado por ejemplo en la parte baja por aire 11 a caudal muy alto, Q = 500 Nm³/h, y una presión de varios bar, por ejemplo 5 bar, creando en la cámara 12 formada por el recinto una emulsión 13 de gotitas de lodo 14, que se evacúa por medio de una segunda restricción 15 similar o idéntica a la restricción 7.

15 La inyección de aire en la emulsión justo después de la introducción del lodo en la cámara, facilita la mezcla que se realiza en la parte en aceleración después de la boquilla (efecto eyector de aire).

La segunda restricción 15 desemboca en un recinto intermedio 18, por ejemplo de volumen más importante, por ejemplo 500 l, formado por un cilindro 19 cuyo interior está a una tercera presión P₃, por ejemplo de 1,6 bar absoluto.

20 Una segunda inyección de aire 20 en la parte baja de este recinto intermedio aumenta todavía más la parcelación o dilución del lodo en el aire, realizándose la inyección, por ejemplo, a un caudal Q' de 200 Nm³/h, con por ejemplo 50 Nm³/h < Q' ≤ Q.

25 El recinto intermedio 18 alimenta, por su parte, y en el modo de realización descrito en este caso, mediante una tercera restricción o boquilla 21, un tercer recinto 22, también cilíndrico, por ejemplo de 3 m de altura, a una cuarta presión P₄ decreciente de la entrada del recinto en 23 a 1,2 bar hasta la presión atmosférica en la parte alta.

30 El cuarto recinto comprende una alimentación con floculante 24 (por ejemplo un polímero conocido) a un caudal q', por ejemplo en función del tipo y del caudal de lodo, que podrá ser apreciado por el experto en la materia de manera conocida en sí para obtener una buena floculación.

35 Los lodos se evacúan después por ejemplo por gravedad por medio de una tubería 25 aireada en un saco filtrante 26, siendo el agua depurada 27 evacuada hacia la parte baja y siendo el lodo espeso, por su parte, recuperado por ejemplo por peletizado para constituir unos bloques espesos 29, por ejemplo en un factor 20 con respecto al lodo líquido 2 en la entrada (τ de MS multiplicado por 20 antes del escurrimiento en el saco filtrante).

40 La figura 2 muestra otro modo de realización de un dispositivo 30 de tratamiento de lodos líquidos 31 introducidos en una porción de extremo 32 de un recipiente 33 extendido alrededor de un eje 34 y de altura H determinada, por ejemplo 1 m.

El recipiente se mantiene a una presión media P', por ejemplo de 2 bar absolutos, y está formado por un cilindro de diámetro \underline{d} por ejemplo de 150 mm.

45 El lodo alimenta, por ejemplo por restricción, mediante una zona reducida 35, por ejemplo de 10 l situada en la porción de extremo 32 también alimentada en el extremo del recipiente y aguas arriba de la introducción del lodo por una entrada de aire 36, por ejemplo a una presión P" > P', por ejemplo 2,5 bar absolutos.

50 El aire se alimenta a un caudal Q' muy alto, por ejemplo 100 Nm³/h, siendo el lodo, por su parte, introducido a un caudal Q por ejemplo de 10 m³/h.

El lodo 31 estalla en el aire que está en sobrepresión, existiendo una ligera depresión ΔP entre el recipiente en la llegada del lodo en 35 y la salida de la emulsión de lodo aguas abajo 37 del recipiente.

55 A la salida del recipiente 33 existe un venturi 38 y/o una válvula de regulación que genera una pérdida de carga por ejemplo de 0,4 bar, siendo la emulsión de lodo evacuada en este caso en un recinto tubular 39 que comprende una primera parte 40 cilíndrica de diámetro d' (por ejemplo d' = \underline{d}) que se encuentra a una presión P'₁ < P', por ejemplo en este caso de 1,6 bar (en el ejemplo escogido), en la que se puede inyectar, aguas abajo del venturi, y cerca de éste (por ejemplo a 10 cm para permitir una buena agitación), un reactivo en 41 y/o de nuevo aire (derivación 42).

60 En este modo de realización, el recinto tubular comprende también una segunda parte cilíndrica 43, separada de la primera parte 40 por un segundo venturi 44, siendo dicha segunda parte de diámetro d" con, por ejemplo d" = d.

65 Aguas abajo del venturi 44, y cerca de éste (de 1 a 10 cm) se prevé una alimentación 45 de floculante, con unos medios conocidos en sí (bomba dosificadora, etc...) y un respiradero 46 de puesta a la atmósfera y/o una salida

47 de lodo abierta a la atmósfera, siendo la presión P'_2 en esta segunda parte por lo tanto llevada muy rápidamente a la presión atmosférica, por ejemplo de 1,3 bar a la salida del venturi para pasar rápidamente a 1 bar = 1 atmósfera en la salida 47, convirtiéndose la emulsión después de la adición del floculante en una emulsión de aire en los copos de lodos, que fluyen gravitacionalmente al final.

5 La longitud total del recinto $L_2 \approx l_1 + l_2$, es por ejemplo de 10 m, con $l_1 = 3$ m y $l_2 = 7$ m, pero son posibles otros valores, siendo la proporción entre l_1 y l_2 en general, pero no limitativamente, tal que $l_1 < l_2$.

10 El dispositivo 30 comprende además un filtro 48 y/o una cubeta de decantación para la evacuación del agua depurada 49 en la parte baja y del lodo deshidratado 50 en la parte alta.

Se ha representado en la figura 3 un tercer modo de realización de un dispositivo 51 según la invención.

15 El dispositivo 51 comprende un recipiente 52 alimentado por una derivación 53 en la parte baja que forma entonces por ejemplo una restricción, en lodo líquido, y por ejemplo por debajo (pero puede ser también por encima o al mismo nivel) de esta derivación 53, alimentado con aire comprimido a fuerte caudal por una segunda derivación 54.

20 Más precisamente, el recipiente está formado por una columna vertical 55 que comprende una primera parte que forma un depósito 56 de mezcla/agitación muy violenta del aire y del lodo, de pequeñas dimensiones, por ejemplo cilíndrica de altura $h_1 = 50$ cm, y de diámetro d_1 de 30 cm, es decir un volumen del orden de 35 l, que permite obtener la primera emulsión 57 de gotitas 58 de lodo roto.

25 Esta emulsión de gotas en un fuerte flujo ascendente de aire a presión penetra después en un conducto cilíndrico 59, que prolonga el depósito 56, de diámetro más pequeño $d_2 < d_1$, por ejemplo, de 10 cm de diámetro y que se extiende en una longitud h_2 por ejemplo de 1 m (con $L_1 = h_1 + h_2$).

30 En esta columna de aire, el flujo gaseoso efectúa una separación (stripping en inglés) de los gases contenidos y/o procedentes de los lodos y, en particular, del amoníaco NH_3 , realizando de manera inesperada y dependiente de las condiciones de funcionamiento y de los lodos orgánicos tratados, una eliminación casi completa de los gases indeseables (< algunos ppm) atrapados en los lodos.

La longitud l_2 está dimensionada ventajosamente para ello por el experto en la materia.

35 En la parte alta 60 del recinto, está prevista una válvula 61 de regulación y/o una compuerta, de evacuación hacia un recinto tubular 62.

40 La presión de la emulsión 57 pasa de P_1'' (por ejemplo, 3 bar) en el depósito inicial 56, a P_2'' (2,890 bar) un poco inferior a P_1 en la parte alta de la columna 59 del recipiente, a nivel de la válvula 61, con $\Delta P'' = P_2'' - P_1'' =$ algunos milibar, y después en la salida de la compuerta a $P_3'' = 2$ bar (debido a la pérdida de carga de la válvula).

45 Más precisamente, el recinto 62 comprende un primer tramo 63 de longitud l_3 , por ejemplo, 5 m, que se termina por un venturi 64 que hace pasar la presión $P_3''' < P_3''$ en el extremo 65 del primer tramo a una presión P_4'' en un segundo tramo 66 del recinto en pendiente gravitacional, provisto de un respiradero 67, siendo el tramo 66 de longitud l_4 , por ejemplo, 1 m, con $L_2 = l_3 + l_4$.

El tramo 66 está conectado al filtro 68 de separación de las materias en suspensión 69 de la parte líquida 70, que se vacía en continuo en 71, de manera conocida en sí.

50 Según la invención, el recinto comprende unos medios 72 de alimentación de floculante 73 a partir de un depósito 74 de preparación por agitación y mezcla. Una bomba dosificadora 75 lleva el floculante en la emulsión de lodo que sale del recipiente 52 a nivel de la salida de la válvula 61, o en la proximidad inmediata (es decir algunos cm) en una zona 76 bastante perturbada debido a la pérdida de carga generada por dicha válvula 61. P_3'' ha pasado en este caso y por ejemplo, de $P_2'' \approx 2$ bar a $P_3'' = 1,4$ bar, estando P_4'' , por su parte, a presión atmosférica, o sustancialmente a presión atmosférica debido al respiradero 67.

En este modo de realización, se ha previsto también una llegada de aire complementario 77, inyectado, por ejemplo, con el floculante por la derivación 78, o en paralelo.

60 La emulsión 79 a la salida del tratamiento con el floculante se convierte en una emulsión de aire en el lodo floculado espesado.

Los dos tramos 63 y 66 son, por ejemplo, cilíndricos de igual diámetro d_3 , por ejemplo, igual al diámetro medio del recipiente, por ejemplo $\frac{d_1+d_2}{2}$.

65 Para $10 \text{ m}^3/\text{h}$ de lodo líquido, un flujo de aire de $60 \text{ Nm}^3/\text{h}$ mínimo, y esto sea cual sea el modo de inyección,

presentando el recipiente una sección de 200 mm para una altura de 5 m, 10 m, 30 m o más, se observa un efecto de "stripping" (en lengua anglosajona) (separación de los gases atrapados) muy fuerte, estando el aire íntimamente mezclado con el lodo.

5 En cuanto al floculante, se utilizará preferentemente un polímero, por ejemplo catiónico.

Por ejemplo, para un lodo que contiene 7 g/l de MS, se utilizan 50 g de polímero bruto, por ejemplo preparado a 5 g/l, es decir una inyección de 10 l de solución por m³ de lodo. La inyección se efectúa a la salida inmediata de la columna del recipiente.

10 Como variante, se puede añadir un reactivo que mejora los choques entre las partículas de lodo. Se puede utilizar, por ejemplo, hasta un 10%, 5%, 1% de la tasa de MS de lodos, como se ha visto anteriormente.

15 Este reactivo es, por ejemplo, arena, carbonato de calcio, cal apagada, etc. Se introduce aguas arriba de la columna, por ejemplo dentro de una cuba de mezcla con el lodo líquido (no representado).

También se pueden aportar unos reactivos de oxidaciones.

20 En algunas aplicaciones, por ejemplo cuando los lodos contienen muchos ácidos grasos orgánicos o cuando estos lodos son unos lodos procedentes de metanizador, se observan, en efecto, excelentes resultados.

Por ejemplo, en unas proporciones de 1 l de H₂O₂ o 1 l de S₂O₈ para 1 m³ de lodo que contiene 40 g/l de MS.

25 También se puede aportar un reactivo de ayuda a la coagulación de las materias orgánicas complementarias.

Por ejemplo, para un lodo de 11 g/l de MS y del 8% de MV (Materia volátil, es decir materia orgánica/materia seca) (materia orgánica/materia seca aproximadamente (?)) y para 500 ml de lodo, se aporta 1 ml de FeCl₃ (solución al 10%) bien a la introducción del líquido en la columna, o bien antes de la introducción de floculante (después de la columna).

30 A título de ejemplo, se han realizado unos ensayos sobre lodo biológico con filtro banda, a partir de lodos cargados con 26 a 30 g/l de MS con:

35 $Q' = 50 \text{ a } 80 \text{ Nm}^3/\text{h}$
 $P = 1,7 \text{ bar de presión del recipiente/reactor}$
 $Q = 3 \text{ a } 15 \text{ m}^3/\text{h}$

40 A la salida del procedimiento se obtienen unos lodos con aspecto poroso, secos, con un secado acelerado y una sequedad del 25 al 35%.

Se observa así que, de manera inesperada y por simple decantación, el agua permite que su agua desligada se evacúe directamente de manera por gravedad.

45 Se deseca entonces el lodo progresivamente, pasando de 100 g/l de MS después de la 1^a hora, a 130 g/l después de 2 h, 160 g/l después de 5 h, 350 g/l después de 1 mes. (big bag).

Otros ejemplos de tratamiento según el procedimiento utilizado, por recuperación sobre tolva filtrante o sacos filtrantes (big bag en inglés) dan:

50 Tolva filtrante; ej. 2: 130 g/l después de 20 h y 180 g/l después de 8 d.
 Tolva filtrante; ej. 3: 100 g/l después de 5 h, 130 g/l después de 7 d.
 Big bag; ej. 4: 100 g/l después de 24 h, 115 g/l después de 7d y 221 g/l después de 1 mes.
 Big bag; ej. 5: 144 g/l después de 24 h, 154 g/l después de 7d y 459 g/l después de 1 mes.
 Big bag; ej. 4: 120 g/l después de 24 h (a pesar de que ha llovido toda la noche) y 402 g/l después de 1 mes.

55 Cabe señalar que el lodo tratado según la invención es al principio líquido.

60 Hasta 30 g/l, no se requiere *a priori* una dilución. Pero si el lodo es más denso, por ejemplo más allá de 40 g/l, se podrá proceder a una dilución a la entrada del dispositivo para permitir un buen funcionamiento del bombeo del lodo, que se recuerda que es un lodo orgánico, es decir cuya tasa de MO (Materia Orgánica) sobre la tasa de MS (Materia en Suspensión) se sitúa entre el 65% y el 85%. Por Materia Orgánica se entiende esencialmente unos fosfolípidos, polisacáridos, proteínas, alcalinos, alcalinotérreos y/o metales, etc.

65 Se da a continuación otro ejemplo de funcionamiento, esta vez en referencia a la figura 2 simplificada (se libera de la primera porción de recinto).

El recipiente 33 forma una primera cámara en forma de tubo de 20 cm de diámetro y de 50 cm de longitud, en la

ES 2 664 848 T3

que se introduce, al caudal $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$, un lodo orgánico (procedente de un clarificador de planta de depuración municipal) de 6 g/l de MS y aire comprimido a $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de aire a 1,9 bar gracias a un sobrepresor.

5 Un orificio de 5 cm^2 cierra esta cámara en una longitud de 10 cm. Aguas abajo inmediatamente de éste, se introduce en el recinto 43 un floculante, por ejemplo, dosificado a 10 g/l.

La presión post-orificio cae progresivamente para llegar a la atmósfera después de algunos metros. Por ejemplo: el recinto 43 que forma una cámara post-orificio es también un tubo de 3 m de longitud y 20 cm de diámetro.

10 En el extremo del recinto, el conjunto de los flujos confluye, por ejemplo, con una bolsa filtrante (filtro 50) en el umbral de corte de $500 \mu\text{m}$, dando inmediatamente una sequedad del 10% (o 100 g/l) y un filtrado claro en 49 de 50 mg de oxígeno (O_2) por litro (DCO).

15 Los reactivos se introducen líquidos por unas bombas dosificadoras. Clásicamente, cuanto más concentrados están los lodos, más diluidos deben ser preparados los reactivos.

20 La salida del dispositivo se efectúa en la atmósfera. Pero la puesta a la atmósfera puede eventualmente ser regulada en un modo de realización de la invención, de manera que se recupere la presión del aparato de separación aguas abajo.

Los aparatos aguas abajo son clásicos. Se constata que su eficacia sobre la deshidratación está mejorada en por lo menos el 3%, por ejemplo para una centrifugadora que da un resultado del 23% de sequedad, es decir 230 g/l de MS, el dispositivo colocado aguas arriba permite alcanzar al final como mínimo el 26% de sequedad es decir 260 g/l de MS.

25 Los aparatos utilizables aguas abajo son:

- bolsas filtrantes (100, 300, 500 μm o más) abiertas o cerradas
- flotadores
- 30 • espesantes mecánicos
- prensas de tornillo
- filtros bandas
- centrifugadoras
- filtros prensa

35 A la salida, los lodos pueden ser utilizados evidentemente esparciéndolos sobre el suelo, sin o después del compostaje, solos o con otros desechos verdes, u otros.

40 Pueden también ser secados sobre lechos de secados simples o solares.

Se observa que, curiosamente, los lodos obtenidos son "no olorosos" y no fermentan con el tiempo (fermentación anaerobia).

45 En realidad, la enorme dilución con el aire permite que los lodos posean un poder de deshidratación elevado, debido a la presencia de las burbujas de aire.

Se han producido a continuación los resultados obtenidos con el dispositivo 1 según la invención en las tablas I, II, III, combinados aguas abajo con los aparatos indicados, a diferentes caudales de lodo.

50 TABLA I: Dispositivo + filtro banda

Ensayo	Sequedad de lodo entrada del dispositivo	Caudal de lodo m^3/h	Caudal de aire Nm^3/h	Presión P bar	Sequedad salida del filtro	Observaciones	Longitud L_2
2	10	7,8	80	1,7	14	Lodo diluido	6 m
3	10	7,8	95	1,2	16,5	Lodo diluido	3 m

TABLA II: Dispositivo 1 + big bag

Ensayo	Tipo de ensayo	Fecha de ensayo	Sequedad inmediata	Sequedad a 1 d	A 1 mes
T0	Control sin dispositivo únicamente big bag filtrante	05/04	8%	10%	22%
ENSAYOS 10 DÍAS	Dispositivo + big bag filtrante Caudal de 3 a $12 \text{ m}^3/\text{h}$	Mitad de abril	10 a 11%	14,5 a 15,5%	45,9% a 53,5%

55 Se observa que, gracias a una concentración de los lodos optimizada, obtenida con la invención, por ejemplo de

70 a 130 g/l de MS, ésta maximizará muy favorablemente la función de deshidratación mediante unas herramientas tales como las centrifugadoras o un filtro prensa, que permiten mejorar considerablemente el su rendimiento. En efecto, como el agua desligada se ha extraído mediante el procedimiento descrito anteriormente, esto permite mejorar casi sistemáticamente en por lo menos 100 g/l, el porcentaje de MS de los lodos a la salida.

5

Como es evidente, y como resulta también de lo expuesto anteriormente, la presente invención no está limitada a los modos de realización descritos más particularmente. Abarca, por el contrario, todas sus variantes y en particular aquellas en las que el número de porciones y/o tramos de recinto es diferente, por ejemplo, superior a tres, o también si el recipiente es horizontal con un solo tramo.

10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de un lodo orgánico en el que se alimenta con dicho lodo, en flujo continuo a un caudal q (m^3/h), o bien directamente, o bien a través de un primer recinto (5) mantenido a una primera presión determinada (P_1), un segundo recinto (10, 33, 55) mantenido a una segunda presión media determinada (P_2 , P' , P''_1 , P''_2) inyectando aire (11) en dicho segundo recinto (10, 33, 55) a un caudal Q (Nm^3/h) para obtener en dicho segundo recinto (10, 33, 55) una primera emulsión, que forma una fase dispersada de lodo en una fase continua de aire que lo recubre, se crea una pérdida de carga determinada en dicha primera emulsión haciéndola pasar, mediante una o dos restricciones (15, 21, 38, 44) o por una válvula de alimentación (61), en un tercer recinto (22, 43, 62) mantenido a una tercera presión determinada (P_4 , P'_2 , P''_3) en la zona situada aguas abajo inmediata de dicha o de dichas restricciones o de dicha válvula,
- se inyecta un floculante (24, 45, 78) en dicha zona del tercer recinto para formar a la salida del tratamiento una segunda emulsión de aire en el lodo floculado espesado,
- después se desgasifica (46, 67) dicha segunda emulsión a la presión atmosférica antes de la evacuación,
- se recupera dicha segunda emulsión en un dispositivo de filtración o de decantación (26, 48, 68), y se filtra o se decanta.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la alimentación con lodo del segundo recinto (10, 33, 55) se realiza a través de una restricción denominada primera restricción (7), siendo la pérdida de carga determinada en la emulsión creada por una segunda restricción (15, 38) y una tercera restricción (21, 44), o sino por una válvula (61).
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer recinto (7) es de volumen inferior a 3200 cm^3 , estando la primera presión (P_1) comprendida entre 4 y 10 bar absolutos, por que el caudal q está comprendido entre $5\text{ m}^3/h$ y $30\text{ m}^3/h$, la segunda presión (P_2 ; P' ; P''_1 ; P''_2) está comprendida entre 1,2 bar y 4 bar absolutos, estando el caudal de aire Q comprendido entre $5\text{ Nm}^3/h$ y $200\text{ Nm}^3/h$, y la tercera presión (P_4 ; P'_2 ; P''_3) está comprendida entre 1,05 bar y 2 bar absolutos.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se alimenta con emulsión un recinto intermedio (18, 40) entre los segundo (10, 33) y tercer recintos (22, 43).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que se inyecta una segunda vez aire aguas abajo de la primera inyección en el recinto intermedio (18, 40) situado entre el segundo recinto (10, 33, 55) y el tercer recinto (22, 43, 62) a un caudal Q' .
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las primera, segunda y/o tercera restricciones (7, 15, 38, 21, 44) están formadas por unos venturi.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el segundo recinto (10, 33, 55) es una columna de diámetro medio d y de altura $H \geq 10\text{ d}$.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el floculante es un polímero inyectado a la salida inmediata de la o de dichas restricciones (21, 44) o de la válvula (61).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se recicla una parte de la emulsión floculada en el primer recinto (17).
10. Dispositivo (1) de tratamiento en continuo de un lodo que comprende
- unos medios de alimentación (3, 6) de dicho lodo en flujo continuo a un caudal q , o bien directamente, o bien a través de un primer recinto (5) que se puede mantener a una primera presión (P_1), de un segundo recinto (10, 33, 55) que se puede mantener a una segunda presión media determinada (P_2 , P' , P''_1 , P''_2);
- dicho segundo recinto (10, 33, 55);
- unos medios de inyección de aire (11) en dicho segundo recinto (10, 33, 55) a un caudal Q , para obtener una primera emulsión, formando una fase dispersada de lodo en una fase continua de aire que los recubre en dicho segundo recinto (10, 33, 55),
- una restricción (21, 44) o válvula (61) dispuesta para crear una pérdida de carga determinada en dicha primera emulsión,
- un tercer recinto (22, 43, 62) que se puede mantener en un tercer recinto (22, 43, 62) que se puede mantener a una tercera presión determinada (P_4 , P'_2 , P''_3) en la zona situada aguas abajo inmediata de dicha restricción

(21, 44) o válvula (61),

unos medios de inyección de un floculante (24, 45, 78) en dicha zona del tercer recinto (22, 39, 62), para formar una segunda emulsión de aire en el lodo floculado espesado,

5

unos medios (46, 67) de desgasificación de dicha segunda emulsión a la presión atmosférica,

unos medios de recuperación de dicha segunda emulsión así desgasificada en un dispositivo (26, 48, 68) de filtración o de decantación, y

10

dicho dispositivo (26, 48, 68) de filtración o decantación.

11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que los medios de alimentación comprenden una primera restricción (7) de introducción en el segundo recinto, siendo la pérdida de carga en la emulsión creada por una segunda restricción (15, 38) y una tercera restricción (21, 44) o válvula (61).

15

12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado por que los medios (46, 67) de desgasificación están situados en el otro extremo del tercer recinto (22, 43, 62) con respecto a la zona situada aguas abajo inmediata de dicha restricción (21, 44) o válvula (61) dispuesta para crear una pérdida de carga determinada en la emulsión.

20

13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que comprende además un recinto intermedio (18, 40) entre el segundo (10, 33) y el tercer (22, 43) recintos, y unos medios de inyección de aire (20, 42) aguas abajo de la primera inyección en dicho recinto intermedio.

25

14. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que las primera, segunda y/o tercera restricciones (7, 15, 38, 21, 44) están formadas por unos venturis.

30

15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado por que el segundo recinto (10, 33, 55) es una columna de diámetro medio d y de altura $H \geq 10 d$.

30

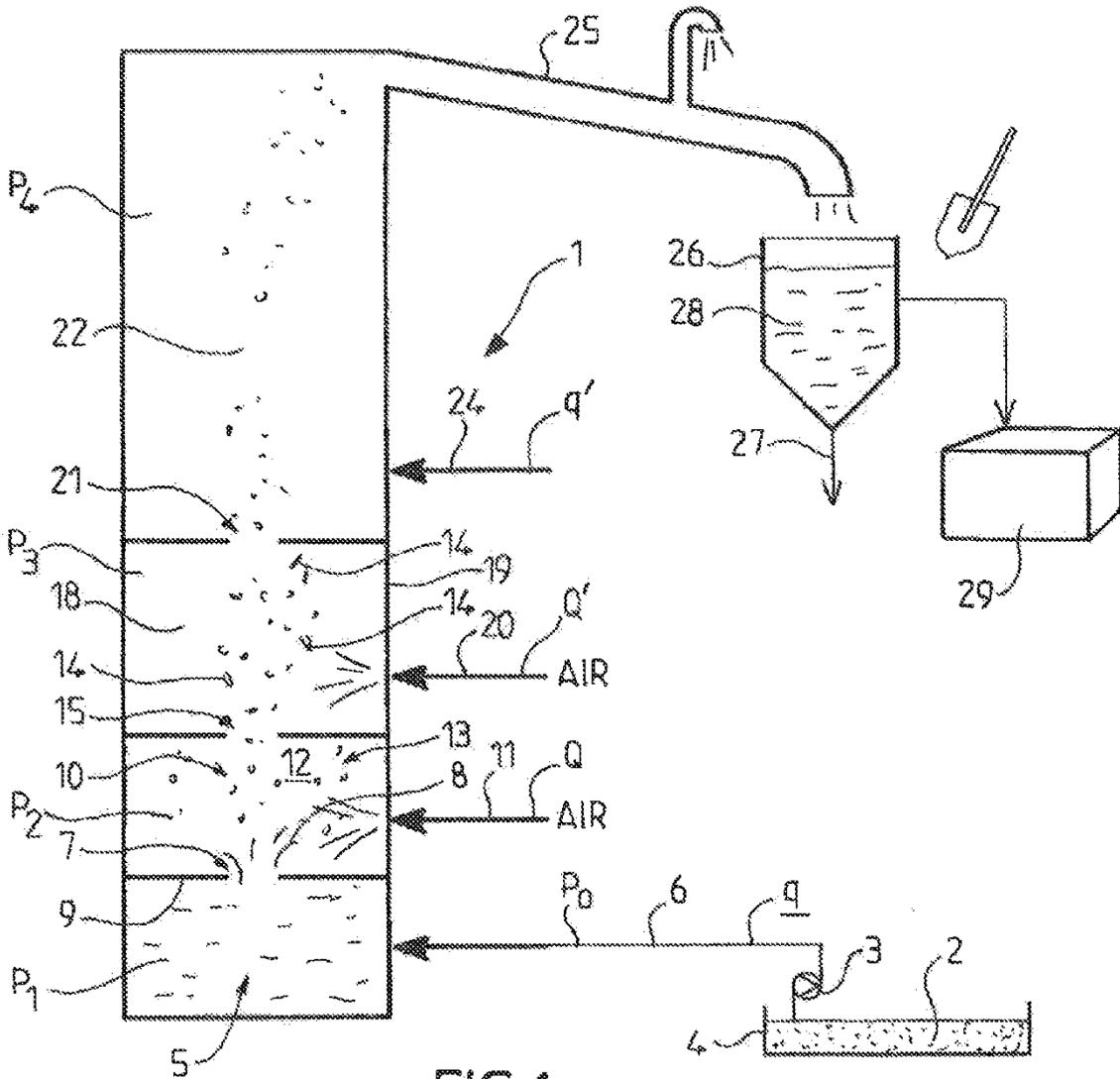


FIG.1

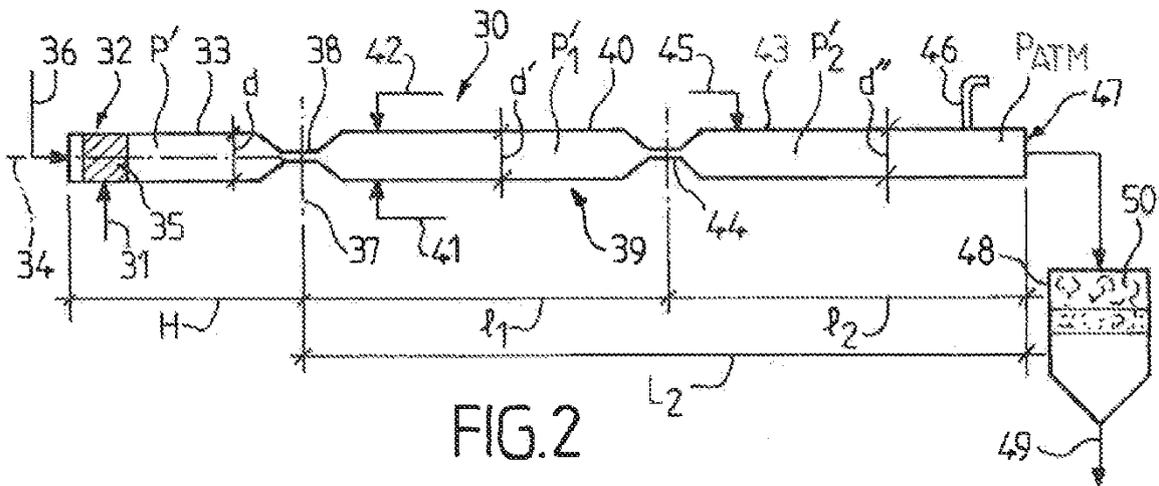


FIG.2

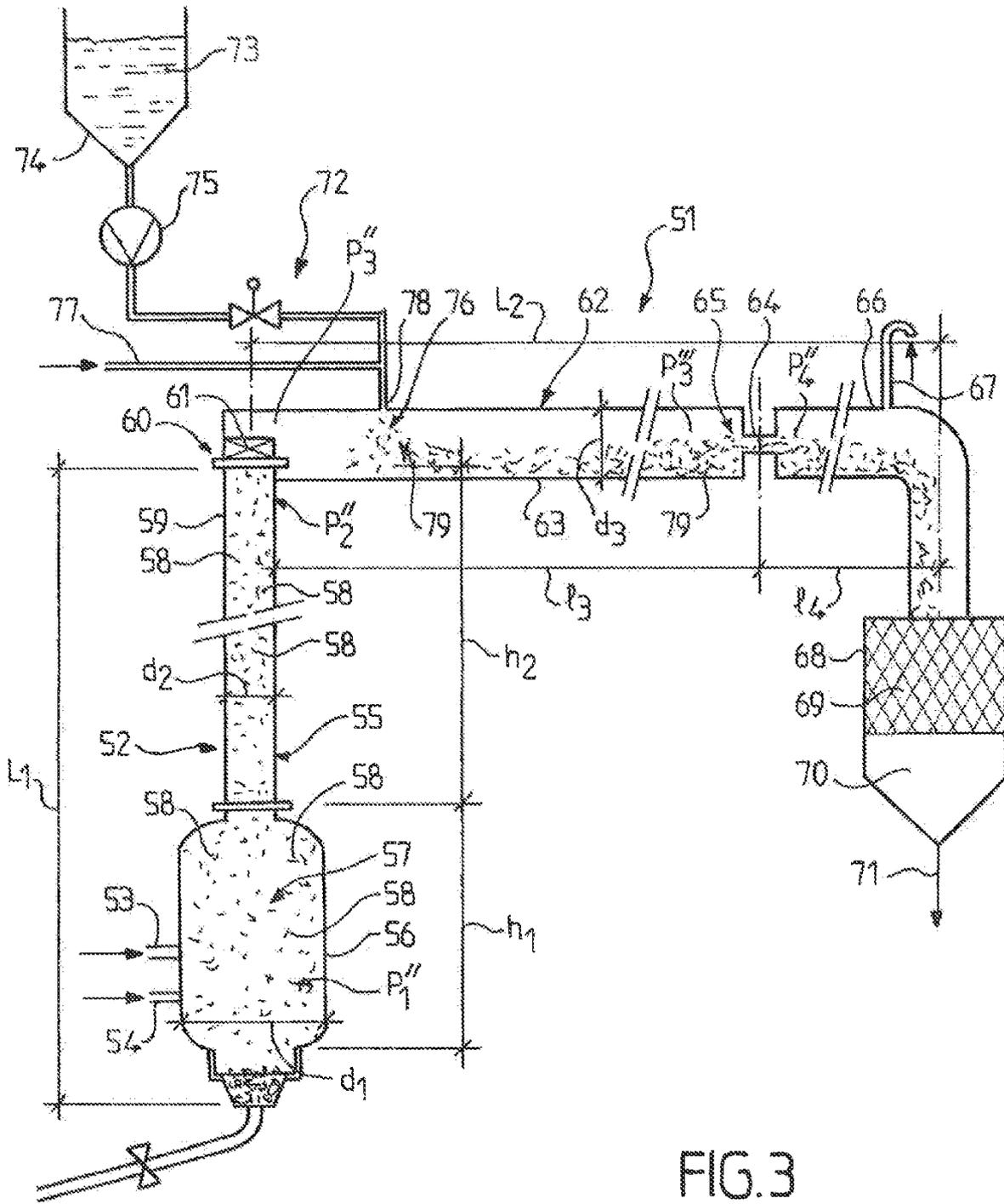


FIG.3