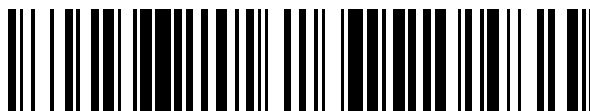


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 760**

51 Int. Cl.:

B01D 21/28	(2006.01)
B01F 3/04	(2006.01)
C02F 1/24	(2006.01)
C02F 11/14	(2006.01)
B01F 5/02	(2006.01)
C02F 1/20	(2006.01)
C02F 1/52	(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/FR2014/053063**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15079175**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2014 E 14814976 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 3094393**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de tratamiento de lodos líquidos, y galletas de lodos obtenidas con un procedimiento de este tipo**

30 Prioridad:

27.11.2013 FR 1361706
06.12.2013 FR 1302857

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 2 664 760 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

- 5 Procedimiento y dispositivo de tratamiento de lodos líquidos, y galletas de lodos obtenidas con un procedimiento de este tipo.
- La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de lodo líquido por inyección de aire en un flujo de lodo.
- 10 Se refiere asimismo a un dispositivo de tratamiento de lodos líquidos que utiliza un procedimiento de este tipo y a las galletas de lodos obtenidas con este último.
- La invención encuentra una aplicación particularmente importante, aunque no exclusiva, en el campo del espesamiento y/o de la reducción del volumen de los lodos procedentes de un tratamiento de agua y/o acumulados en unos tanques de decantación de aguas industriales.
- 15 Se conocen ya unos espesantes de lodos (documento FR 2 729 383) que permiten mejorar la sequedad de lodos compactos gracias a unos raspadores mecánicos que se desplazan en el fondo permeable de cubetas de almacenamiento.
- 20 Este tipo de dispositivos comportan unos riesgos de atasco que necesitan unos medios de desatasco, y presentan las debilidades de los aparellajes mecánicos.
- Se conocen también unos procedimientos de espesamiento de lodos procedentes de tratamiento de agua por floculación/decantación que necesitan una desgasificación superficial, la inyección de un reactivo de refloculación en los lodos y finalmente un espesamiento en por lo menos un espesador laminar. De nuevo en este caso, el espesamiento está previsto mecánicamente y no puede evitar los frecuentes atascos.
- 25 Se conocen también unos sistemas de mesas de escurrido que presentan, sin embargo, unas limitaciones de funcionamiento importantes, y necesitan unas instalaciones de tamaño considerable.
- 30 Se conocen también unos sistemas de espesamiento mecánico de tipo tambores rotativos.
- Se trata de sistemas resistentes pero limitados a nivel de resultados, ya que no permiten alcanzar unos espesamientos superiores a 30 a 40 g/l de MS.
- 35 Se conocen también unos sistemas de espesamiento estático formados por unas cubas de decantación.
- En caso de espesamiento estático, los tiempos de estancia son, sin embargo, considerables y generan lamentablemente unas evoluciones anaeróbicas de los lodos que provocan olores nauseabundos y un aumento del carácter coloidal de dichos lodos.
- 40 Se conoce también (documento FR 2 966 818) un procedimiento de desecación de lodo por inyección de aire en un flujo de lodo, cuya eficacia puede mejorarse aún más.
- 45 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un procedimiento y un dispositivo que respondan mejor a las exigencias de la práctica que los conocidos anteriormente, en particular por que no utiliza sistemas mecánicos susceptibles de encallarse o también sistemas que generan una modificación estructural de los lodos a tratar, sinounos sistemas hidráulicos, así como unos reactivos poco costosos (aire comprimido o sobrepresurizado, o floculante clásico), y permitiendo al mismo tiempo una descontaminación de los lodos, de manera rápida, necesitando la utilización del procedimiento de espesamiento según la invención únicamente algunos segundos o minutos.
- 50 Para ello, la invención parte del principio de un tratamiento y/o espesamiento en continuo o semi-continuo (por lote alternativo) de un lodo, en el que se alimenta con el lodo un recinto en flujo continuo inyectando simultáneamente aire a un caudal importante (varias decenas, incluso centenares de Nm³/h) accionando unas velocidades V de la emulsión obtenida importantes en el sitio del encuentro entre el aire y el lodo (V > 10 m/s) (por ejemplo 50 m/s), estando la emulsión formada por una multitud de gotitas de lodos en la corriente de aire fuerte, se crea una pérdida de carga determinada en la emulsión por estrechamiento dentro y/o a la salida del recinto, se inyecta un floculante después de dicho estrechamiento, se desgasifica dicha emulsión a presión atmosférica y se recupera el conjunto en un dispositivo de filtración o de decantación.
- 55 Ventajosamente, los lodos en línea también se concentran rápidamente aguas abajo en un recipiente con desagüe.
- 60 Con este objetivo, la invención propone en particular un procedimiento de tratamiento y de acondicionamiento de lodos líquidos, en el que se crea una primera emulsión de lodo en un recipiente en línea presurizado alimentado por el lodo en continuo a un primer caudal Q (m³/h), por choque del lodo con el aire inyectado en el recipiente a

un caudal Q' (Nm^3/h), siendo $Q' > 5Q$, después se evacúa a la salida del recipiente mediante un elemento que genera una pérdida de carga antes de la recuperación de la emulsión y la desgasificación, y después se filtran o se dejan decantar las materias en suspensión de la emulsión así obtenida separándolas de la parte líquida que se vacía en continuo,

5 caracterizado por que se inyecta el lodo y el aire en una primera zona del recipiente, después se evacúa la emulsión así formada hacia una segunda zona del recipiente que se extiende sobre una primera longitud determinada L_1 , siendo la inyección de aire y de lodo en la primera zona y la longitud L_1 adecuadas para constituir dicha primera emulsión formada por gotas de lodo en el aire,

10 por que la evacuación se realiza en un recinto que se extiende en una segunda longitud determinada L_2 , en la que se inyecta por lo menos un floculante, para obtener en dicho recinto una segunda emulsión de aire en el lodo coagulado y floculado,

15 y por que se desgasifica dicha segunda emulsión por lo menos en parte por la puesta en la atmósfera del recinto.

20 Ventajosamente, la primera zona es un pequeño volumen, confinado en particular entre dos paredes laterales (como en un venturi o una restricción de tuberías, por ejemplo).

Por semi-continuo, se entiende por lotes sucesivos, que se sustituyen unos a continuación de otros sobre la marcha, o sustancialmente sin detenerse, para permitir el tratamiento en continuo o semi-continuo, permitiendo por lo tanto una excelente cadencia.

25 Se observa en este caso que la primera emulsión es más bien una emulsión de lodo. Se entiende por ello una emulsión en la que el lodo está en fase dispersada en el aire, que es la fase continua.

La segunda emulsión es, por el contrario, más bien una emulsión de gas en el lodo, habiendo bloqueado el floculante unas burbujas de gas micro y milimétricas dentro de los copos de lodo.

30 El tamaño particularmente reducido de la zona de inyección (por ejemplo $0,01 \text{ m}^3$) permitirá una excelente mezcla de lodo/aire.

35 En efecto, existe en este sitio una zona de alta velocidad, que provoca choques cinéticos, lo cual permite que lodo estalle en el gas. La emulsión así obtenida pasa a continuación a la segunda zona del recipiente que se extiende sobre una cierta longitud.

40 Se debe observar que la primera y la segunda zonas pueden estar separadas por una restricción (un venturi y/o un orificio) que forma las dos zonas en dos cámaras separadas.

Esta longitud provoca necesariamente, aunque sea ligero, un gradiente de depresión hacia la salida del recipiente que demuestra permitir una aglomeración, coagulación, compactación del lodo preparando entonces la primera emulsión así modificada para el tratamiento siguiente.

45 Ventajosamente, la primera longitud determinada L_1 es superior a cincuenta centímetros, por ejemplo superior a 1 m, por ejemplo 1 m 50.

50 Así, se realiza una secuencia presión/depresión que, de manera sorprendente, crea un estado de la materia (emulsión) que permite obtener al final una ganancia superior en sequedad.

En particular, la presión produce una energía capaz de desestabilizar y romper los enlaces electroestáticos (tipo culombianos) o dipolares (tipo Van des Waals) y hacer así salir el agua de las fracciones orgánicas.

55 La dispersión siguiente produce, por su parte, un movimiento de aceleración de los lodos y una expansión o estiramiento hacia la zona de menor presión que continúa el efecto de desestabilización y desestructuración de los coloides y un efecto de ruptura de los enlaces.

60 Eventualmente, y en unos modos de realización ventajosos, las secuencias de asentamiento y después de depresión se reiteran nuevamente para prolongar/simplificar/producir los efectos deseados.

65 En la presente memoria, el efecto técnico obtenido por la invención está relacionado ante todo con la porosificación del lodo obtenido gracias al choque del lodo con el aire en las condiciones de dimensiones y de zonas activas del reactor, y de la pérdida de carga entre el recipiente y el recinto, que se dimensionarán más precisa y naturalmente por el experto en la materia en función del efluente tratado, de los caudales utilizados y del floculante utilizado.

Se introduce aire en el flujo de lodo provocando por lo tanto un choque entre el aire y el lodo, y después unos

diferenciales de presión, por ejemplo como se verá mediante un sistema venturi con succión de aire.

Ventajosamente, la segunda longitud determinada L_2 es, por su parte, superior a 1 m, más ventajosamente superior a 2 m o a 3 m, por ejemplo 5 m o más.

5 En unos modos de realización ventajosos, se recurre además y/o por otro lado, a una y/u otra de las disposiciones siguientes:

- 10 - la presión media P en el recipiente es tal que $1,5 \text{ bar} < P < 10 \text{ bar}$ y Q' es tal que $10 Q \leq Q' \leq 100 Q$, por ejemplo $Q' > 50 Q$;
- se desgasifica fuertemente la emulsión a la salida del recipiente, por ejemplo en el interior de una cámara de desgasificación provista de medios de mezclado;
- 15 - el recipiente en línea es una columna de diámetro medio d y de altura $H \geq 10 d$, introduciéndose el lodo en la parte baja de la columna en el lecho gaseoso creado por el aire inyectado a nivel de dicha alimentación con lodo (por ejemplo por encima o por debajo);
- 20 - se proyecta el lodo líquido en la columna sobre una pared o una pantalla interna del recipiente para mejorar el estallido del mismo en el flujo gaseoso. Para ello, la salida en el recipiente de la alimentación con lodo está situada ventajosamente frente a una pared y/o de la pantalla, a poca distancia, por ejemplo inferior a 5 cm;
- 25 - se introduce el lodo en la parte baja del recipiente a través de un mezclador estático. Un mezclador estático es un sistema conocido en sí mismo, no alimentado con energía, situado en el tubo de alimentación de lodo y que comprende, por ejemplo, unas cuchillas de agitación estática y/o unos diafragmas oblicuos, etc.;
- 30 - el floculante es un polímero inyectado en la salida inmediata del recipiente, antes de la puesta en la atmósfera. Es, por ejemplo, un floculante orgánico de tipo catiónico;
- se introduce aguas arriba del recipiente en el flujo de lodo por lo menos un reactivo seleccionado de entre la arena, el carbonato de calcio, la cal apagada, los reactivos de oxidación y/o los reactivos de ayuda a la coagulación;
- 35 - se introduce aguas abajo del recipiente por lo menos un reactivo elegido de entre la arena, el carbonato de calcio, la cal apagada, los reactivos de oxidación y/o los reactivos de ayuda a la coagulación;
- 40 - el recinto es tubular de sección media de paso equivalente al del recipiente;
- el recinto tubular comprende por lo menos un elemento generador de una pérdida de carga aguas abajo de la salida del recipiente, a la salida del cual se inyecta el floculante;
- 45 - el recinto tubular comprende por lo menos un segundo elemento generador de una pérdida de carga aguas arriba del primer elemento generador, a la salida del cual se introduce por lo menos un reactivo y/o aire;
- el o los elementos generadores de pérdida de carga son unos venturis;
- 50 - se efectúa una concentración rápida y/o sustancialmente instantánea (algunos segundos, incluso minutos, por ejemplo de siete a diez minutos) de lodos por flotación/compactación de la emulsión floculada en una capacidad que funciona como concentrador, evacuándose el lodo concentrado en continuo, por ejemplo, por desbordamiento.
- 55 De manera sorprendente, los volúmenes de aire importantes insuflados han generado en realidad un lodo mezclado con grandes burbujas de aire (> varios milímetros) que aumenta considerablemente las velocidades de elevación de los lodos cuando tiene lugar la flotación (velocidad ascensional observada multiplicada por un factor diez, incluso más).
- 60 Ventajosamente, obstruyendo más o menos la superficie de la capacidad, es posible regular (en función de los caudales de aire y de lodos utilizados) el grosor de la capa flotante, que puede entonces además compactarse debido a su peso, permitiendo obtener concentraciones de 100 a 120 g/l de MS, sabiendo que la calidad y la transparencia del agua obtenida por debajo del lodo floculado sigue siendo todavía excepcional (DCO inferior a 200 mg/l, incluso 100 mg/l en el caso de lodos biológicos);
- 65 - se efectúa un tratamiento complementario de los lodos aguas abajo del recinto tubular por centrifugación, filtración y/o prensado;

- el aire inyectado se calienta y/o se mezcla con vapor de agua,
- el aire se inyecta a contra-flujo del lodo, o para formar un flujo helicoidal eventualmente a contra-corriente del flujo de lodo, o inyectado en ángulo recto con el flujo de lodo, o también en el sentido del flujo de lodo.

La invención propone también un dispositivo que utiliza el procedimiento tal como se ha descrito anteriormente.

Propone por otro lado un dispositivo de tratamiento y de acondicionamiento de lodos líquidos que comprende un recipiente en línea, unos medios de alimentación con lodo de dicho recipiente en continuo a un primer caudal Q (m^3/h), unos medios de alimentación de dicho recipiente con aire a un caudal Q' (Nm^3/h), siendo $Q' > 5Q$, y unos medios de filtración y/o de decantación de la emulsión así floculada dispuestos para separar la parte líquida de las materias en suspensión y recuperarla en continuo, caracterizado por que los medios de alimentación con lodo y con aire del recipiente están dispuestos para inyectar el lodo y el aire en una primera zona del recipiente, y después para transportar la mezcla sobre una primera longitud L_1 para formar una primera emulsión de gotas de lodo en el aire, por que comprende un recinto de evacuación de la primera emulsión obtenida en el recipiente, extendiéndose el recinto tubular sobre una longitud determinada L_2 , que comprende unos medios de puesta en la atmósfera y unos medios de inyección de por lo menos un floculante en dicho recinto tubular aguas arriba con respecto a dicha puesta en la atmósfera, de manera que se forme una segunda emulsión de aire en el lodo coagulado y floculado.

Por longitud L_1 o L_2 determinada, se debe entender una distancia superior a 0,5 m, ventajosamente 1 m, por ejemplo 2 m, 3 m y ventajosamente superior a 5 m, por ejemplo 10 m.

Ventajosamente, la primera zona del recipiente es de un pequeño volumen inferior a $0,05 m^3$, en particular confinado entre dos paredes laterales (pequeña sección) (entre las cuales el lodo se introduce por lo tanto para salir hacia la segunda zona de mayor volumen y/o de sección más ancha).

El pequeño volumen está formado, por ejemplo, por un venturi y/o forma parte de medios de inyección o de un dispositivo de inyección simultáneo de aire y de lodo.

Ventajosamente, el recipiente en línea es una columna de diámetro medio d y de altura $H \geq 10 d$, siendo el lodo introducido en la parte baja de la columna en el lecho gaseoso creado por el aire inyectado a nivel, por ejemplo, un poco por debajo o un poco por encima (uno o algunos centímetros) de dicha alimentación con lodo.

También ventajosamente, la columna comprende además una pantalla interna dispuesta a la salida de los medios de inyección en la columna, para estallar el chorro de lodo.

También ventajosamente, el dispositivo comprende un mezclador estático del lodo aguas arriba del recipiente.

Ventajosamente, el recinto comprende por lo menos un elemento generador de pérdida de carga, por ejemplo un venturi.

En un modo de realización ventajoso, la invención propone además una cámara de desgasificación provista de medios de mezcla situada aguas abajo del recipiente.

Ventajosamente, está prevista además una capacidad a la salida o aguas abajo del recinto que actúa como concentrador dispuesto para permitir la flotación del lodo floculado en una altura determinada (en un intervalo determinado, por ejemplo, entre 20 cm y 1 m de grosor de lodo), provisto de medios de evacuación en continuo del lodo por desbordamiento.

La invención propone también una galleta de lodo solidificada obtenida a partir de un lodo orgánico de porosidad igual o similar a la de la piedra pómez. Por igual o similar se entiende una porosidad

$$\phi = \frac{V_{\text{poros}}}{V_{\text{total}}}$$

igual a $\pm 20\%$, ventajosamente $\pm 10\%$.

La porosidad se calcula, por ejemplo, de manera conocida en sí misma sobre muestras preparadas después de la extracción de los fluidos de la muestra con, por ejemplo, un extractor conocido bajo la denominación Soxhlet o por destilación al vacío. Se mide el volumen total V_{total} , por ejemplo por medición, y después el volumen sólido, por ejemplo con un picnómetro.

La porosidad de la piedra pómez es, por su parte, del orden del 85% ($\pm 5\%$).

Ventajosamente, la masa volúmica de la galleta está comprendida, por ejemplo, entre 0,5 y 0,9 g/cm^3 .

Ventajosamente, la galleta se obtiene mediante el procedimiento y/o el dispositivo tal como se ha descrito anteriormente.

5 La invención se entenderá mejor a partir de 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 la acompañan, en los que:

10 La figura 1 es un esquema que ilustra un primer modo de realización de un dispositivo que utiliza el procedimiento según la invención.

La figura 2 es un esquema que ilustra un segundo modo de realización de un dispositivo según la invención.

15 La figura 3 es un esquema de funcionamiento de un tercer modo de realización de un dispositivo según la invención.

La figura 4 muestra esquemáticamente un cuarto modo de realización según la invención con desgasificador y concentrador.

20 Las figuras 5A, 5B y 5C son unas vistas frontal, lateral y por arriba de un dispositivo según un quinto modo de realización de la invención.

La figura 6 es una vista lateral parcial de un dispositivo según un sexto modo de realización de la invención.

25 Las figuras 7A, 7B y 7C son respectivamente una vista por arriba y unas vistas laterales en sección del concentrador de la figura 5.

Las figuras 8A y 8B son unas vistas por arriba y en sección lateral de un concentrador según otro modo de realización de la invención.

30 La figura 9 es una vista en perspectiva (y en transparencia) de otro modo de realización de concentrador/flotador utilizable con la invención.

35 La figura 1 muestra un dispositivo 1 de tratamiento y de acondicionamiento de lodos líquidos 2, por ejemplo bombeados por una bomba 3 a partir de un depósito 4 de almacenamiento de lodos por ejemplo contaminados, de fuerte contenido orgánico y por lo tanto generadores en particular de amoníaco (NH₃).

40 El dispositivo comprende un recipiente 5 formado por una columna tubular 6 de diámetro d por ejemplo comprendida entre 30 cm y 50 cm.

45 El lodo se inyecta a un caudal Q , por ejemplo de 20 m³/h mediante un tubo de penetración 7 (provisto de medios de mezcla estática no representados como un tornillo helicoidal) en una primera zona 8 situada en la parte baja 9 de la columna 6, de pequeño volumen, por ejemplo 10 l. El volumen de la zona 8 está delimitado por la parte del recinto situada en la prolongación volumétrica del extremo 10 del tubo de penetración 7 y por la pared enfrentada 11 por ejemplo cilíndrica, y situada a 5 cm de dicho extremo 10.

50 El dispositivo 1 comprende también una alimentación 12 con aire 13 a un caudal Q' (Nm³/h) del recinto 6, por ejemplo por debajo de la alimentación con lodo (tubo 7). Pero el aire puede ser alimentado a contra-flujo del flujo de lodo, por ejemplo mediante una rampa interna helicoidal 12'.

55 Se recuerda por otro lado que el valor de los caudales gaseosos se da clásicamente en Nm³/h (Normal-metro cúbico/h), estando el volumen (en Nm³/h) considerado en este caso en su valor en relación con una presión de 1 bar, una temperatura de 20°C y 0% de humedad, como se admite naturalmente y se comprende por parte del experto en la materia, ingeniero en el campo de la ingeniería química.

El aire está en sobrepresión P' con respecto a la presión interna media de la columna 6 y se inyecta a un caudal Q' muy superior al caudal del lodo, por ejemplo 500 Nm³/h.

60 El encuentro del aire y del lodo crea una primera emulsión de lodo 14, con estallido del lodo (gotas 15 dispersadas) en el aire, emulsión que se eleva después en la columna de altura total H , en una segunda zona 16 de una primera longitud L_1 , antes de alcanzar la parte alta 17 de la columna que comprende un elemento de salida 18, por ejemplo una válvula y/o una compuerta de regulación que permite una sobrepresión permanente de la primera emulsión en el interior del recinto, por ejemplo a una presión media P del orden de 1,5 bar absolutos, con un ΔP entre la parte baja 9 y la parte alta 17 de la columna de algunos milibares.

65 Según el modo de realización de la invención descrito en la presente memoria, el dispositivo 1 comprende también un recinto tubular 19 por ejemplo de diámetro d' tal que $\frac{1}{2} d \leq d' \leq d$ de evacuación de la primera

emulsión sobre una segunda longitud determinada L_2 , por ejemplo de 3 m.

El recinto 19 comprende un respiradero 20 de puesta en la atmósfera de su contenido, por ejemplo a una distancia $L'_2 = \frac{3}{4} L_2$ de la salida de la columna 6.

Aguas arriba de este respiradero, el dispositivo 1 comprende unos medios 21 conocidos en sí mismo (bomba dosificadora, recipiente de preparación, etc.) de introducción en el recinto 19 de un floculante 22, situados por ejemplo cerca del recinto (por ejemplo a 5 cm del órgano 18), por ejemplo formado por un polímero de tipo conocido, adaptado por el experto en la materia en función de los lodos tratados.

Aparece a continuación la formación de una segunda emulsión 23, esta vez de gas en el lodo floculado.

El recinto tubular permite un flujo en sobrepresión al principio, después gravitacional o sustancialmente gravitacional (pendiente α) una vez realizada la puesta en la atmósfera de la emulsión por el respiradero 20.

Una compuerta 24 permite eventualmente regular esta puesta en la atmósfera.

La emulsión 23 cae entonces en unos depósitos, en este caso unos sacos filtrantes 25, 25' que permiten recuperar el lodo deshidratado 26 que flota en superficie, recuperándose el agua clara 27 en la parte baja. Las galletas 28 de lodo 26 extraídas de los sacos se almacenan y/o se esparcen entonces. De manera sorprendente, no tienen olor o un olor a mantillo.

El agua separada se ha beneficiado del mismo tratamiento de orden fisicoquímico que el lodo. El aire no se encuentra atrapado, pero su potencial redox ha aumentado, fijándose las fracciones coloidales a la MO dejando un agua transparente, de carga en MES y de materia orgánica muy débil. Por ejemplo, se obtiene una turbidez de 5 a 10 NTU mientras que, con un filtro de banda, se obtiene un agua mucho más turbia, de 25 a 35 NTU.

El filtrante es también menos viscoso que en la técnica anterior, a igualdad de calidad de lodo inicial. Una medición del CST da en este caso del orden de 5 s, mientras que la técnica anterior obtiene del orden de 10 s.

La DCO ha descendido también a menos de 100 mg O_2/l para un filtrante de lodo biológico y a menos de 200 mg/l para un filtrante de lodo digerido (para un filtrante del mismo lodo obtenido con una centrifugadora de 1000 a 3000 mg O_2/l), así como un contenido en MES < 50 ppm para más de 1000 ppm con la técnica anterior en condiciones equivalentes.

La figura 2 muestra otro modo de realización de un dispositivo 30 según la invención, de tratamiento de lodos líquidos 31 introducidos en una porción de extremo 32 de un recipiente 33 alargado 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 d , por ejemplo de 300 mm.

El lodo alimenta 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 llegada de aire 36, por ejemplo a una presión $P' > P$, por ejemplo 3 bar absolutos.

El aire está alimentado con un caudal muy fuerte Q' por ejemplo 100 Nm³/h, siendo el lodo 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 a la llegada del lodo en 35 y la salida de la emulsión de lodo aguas abajo 37 del recipiente.

A la salida del recipiente 33 existe un venturi 38 y/o una compuerta de regulación que genera una pérdida de carga, por ejemplo de 0,4 bar, siendo la emulsión de lodo evacuada en la presente memoria en un recinto tubular 39 que comprende una primera parte 40 cilíndrica de diámetro d' (por ejemplo $d' = d$) que se encuentra a una presión $P_1 < P$, por ejemplo en este caso de 1,6 bar (en el ejemplo considerado), en la que se puede inyectar, aguas abajo del venturi, y cerca de este (por ejemplo, a 10 cm para permitir una buena mezcla), un reactivo en 41 y/o de nuevo aire (derivación 42).

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

Aguas abajo del venturi 44, y cerca de este (1 a 10 cm) está prevista una alimentación 45 con floculante, con unos medios conocidos en sí mismos (bomba dosificadora, etc.) y un respiradero 46 de puesta en 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

ES 2 664 760 T3

a 1 bar = 1 atmósfera a la salida 47, volviéndose la emulsión después de la adición del floculante una emulsión de aire en los copos de lodos, que fluyen gravitacionalmente al final.

5 La longitud total del recinto $L_1 \approx l_1 + l_2$, es por ejemplo de 10 m, siendo $l_1 = 3$ 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 $l_1 < l_2$.

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.

10 En la figura 3, se ha representado un tercer modo de realización de un dispositivo 51 según la invención.

El dispositivo 51 comprende un recipiente 52 alimentado por una derivación 53 en la parte baja, de lodo líquido, y por debajo de esta derivación 53, alimentado con aire comprimido a fuerte caudal por una segunda derivación 54.

15 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 con forma cilíndrica de altura $h_1 = 50$ cm y de diámetro d_1 30 cm, es decir un volumen del orden de 35 l, que permite obtener la primera emulsión 57 de gotitas 58 de lodo roto.

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

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

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

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

35 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, siendo $\Delta P = P_2 - P_1 =$ algunos milibares, y después a la salida de la válvula a $P_3 = 2$ bar (debido a la pérdida de carga de la válvula).

40 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, siendo $L_2 = l_3 + l_4$.

45 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 misma.

50 El recinto comprende unos medios 72 de alimentación con floculante 73 a partir de un depósito 74 de preparación por agitación y mezcla. Una bomba dosificadora 75 lleva el floculante a la emulsión de lodo que sale del recipiente 52 a nivel de la salida de la compuerta 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 pasa en este caso y por ejemplo secuencialmente de $P_2 \approx 2$ bar a $P_3 = 1,4$ bar, estando P_4 por su parte a la presión atmosférica, o sustancialmente a la presión atmosférica debido al respiradero 67.

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

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

60 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 $(d_1 + d_2)/2$.

65 Para 10 m³/h de lodo líquido, un flujo de aire de 60 Nm³/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.

ES 2 664 760 T3

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

5 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 Los lodos se evacúan a continuación por ejemplo gravitacionalmente por medio de un tubo (no representado) ventilado en un saco filtrante (no representado) y siendo el lodo espesado recuperado, por su parte, por ejemplo por peletizado para constituir unos bloques espesos, de un factor 50 por ejemplo con respecto al lodo líquido en la entrada (τ de MS multiplicado por 50 antes del escurrido en el saco filtrante).

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 La figura 4 muestra un dispositivo 80 de tratamiento de lodo 81 inyectado por una bomba 82 en un recipiente en línea 83. El recipiente 83 comprende una primera zona 84 de pequeño volumen (< 50 l) formada por una primera cámara 85 por ejemplo paralelepípedica o cilíndrica en la que se inyecta por un lado el lodo, por ejemplo en la parte baja a un caudal Q por ejemplo 10 m³/h y por otro lado, aire comprimido o en sobrepresión 86, a partir de un sobrepresor 87, a un caudal Q' (por ejemplo 100 Nm³/h), por ejemplo mediante dos derivaciones laterales 88 enfrentadas, perpendicularmente al flujo de lodos para formar una primera emulsión aire/lodo 89.

25 La cámara 85 está, por ejemplo, a una presión P de 5 bar absolutos y está unida por un tubo 90 de sección más reducida que la de la cámara, por ejemplo la mitad (formando así una restricción que provoca una pérdida de carga a una segunda zona 91 formada por una segunda cámara 92, de forma sustancialmente cilíndrica, oblonga o tubular, por ejemplo de sección más grande que la cámara 85, por ejemplo el doble de la longitud L₁, en la que la primera emulsión 89 obtenida por la mezcla aire/lodo está a una presión más baja P', por ejemplo de 4,5 bar absolutos.

30 El dispositivo comprende un recinto 93 formado por un tubo 94 terminado por una cámara 95 de desgasificación provista de medios de agitación 96.

35 El tubo 94 comprende una válvula 97 de restricción, que permite modificar la presión en el recinto entre su parte aguas arriba y su parte aguas abajo y está provisto de medios 98 de inyecciones de un floculante conocidos en sí mismos aguas abajo de la restricción 97, para formar una segunda emulsión floculada 99 desgasificada en la cámara 95.

40 La cámara 95 de desgasificación es, por ejemplo, un depósito cilíndrico de volumen suficiente para evacuar el aire de sobra, y alimenta gravitacionalmente por un tubo de salida 100 un aparato concentrador o capacidad 101 que servirá de flotador.

45 La emulsión 99 desgasificada llega en la parte intermedia baja 102 del aparato y se separa inmediatamente en materia sólida 103 que sube en superficie y en agua transparente 104 que se evacúa gravitacionalmente en 105, en continuo en un primer depósito 106 de forma tronco-cilíndrica.

50 La materia sólida 103 se evacúa en la parte alta del concentrador/flotador 101, por ejemplo mediante una canal estrechada 107 que evacúa la materia sólida 108 por bombeo (bomba 109) hacia una unidad de centrifugación 110, con decantación suplementaria en un depósito anexo 111, del agua remanente en 112.

55 El depósito 106 del aparato 101 es ventajosamente de pequeño tamaño (pero no obligatoriamente), es decir y por ejemplo, de un volumen que corresponde al 1% del volumen de lodo transportado por hora, por ejemplo 100 l para 10 Nm³/h.

60 El depósito está cerrado por la canal 107 de sección reducida o estrechada que permite mantener una ligera sobrepresión por encima de un bar absoluto, por ejemplo 1,2 bar.

Con la invención se produce un fenómeno de flotación inmediata, totalmente inesperado, con una velocidad de ascensión V en el depósito de 50 a 250 m/h, muy superior a las velocidades observadas con la técnica anterior (2 a 20 m/h).

65 Según la invención, se observa un efecto de flotación dinámica extraordinaria (que permite en particular prever un aparato de pequeño tamaño).

ES 2 664 760 T3

Por ejemplo, un flotador de 1 m² de superficie y de volumen total de 1 m³ es capaz de gestionar entre 10 y 13 m³/h de lodos y 200 a 250 kg/h de MS y sacar un lodo de 80 a 120 g/l de MS.

5 Con la invención, es posible dejar un espesamiento E del lecho de lodo hasta más de un metro. La velocidad de ascensión del lodo, acumulada con la porosidad del lodo, permite también mantener el lodo en flotación durante un tiempo muy largo (de varias horas si se desea y si se dimensiona el depósito en consecuencia), lo cual tiene por efecto permitir el espesamiento de la torta de lodo sin penalizar la calidad del agua subyacente.

10 En el momento de la elevación, el lodo tiene una densidad de 0,6 a 0,9. La porosidad es estable y tal que incluso después de la centrifugación en 110, por ejemplo a 3000 T/min, el lodo guarda una porosidad que le permite flotar sobre el agua.

15 Después de espesar suficientemente el lodo en el depósito 106, y/o en el depósito anexo 111, en función de las necesidades, este se puede extraer por raspado, desbordamiento, bombeo en continuo o en proceso por lotes (en este caso es el desbordamiento por la canal lo que se describe más particularmente).

20 El aparato de concentración puede también ser una columna, una cuba simple o más compleja provisto de un sistema de recuperación de los flotantes y de un desbordamiento, como se explicará ahora en referencia a las figuras siguientes.

Se observará que en proceso por lotes, es también posible dejar espesar los lodos en un primer aparato mientras que el otro se rellena.

25 Para una carga másica de 200 a 250 kg/h de materia seca, se puede prever, por ejemplo, un aparato de 1 m³ y 1 m de superficie.

30 La flotación de los lodos es, en efecto, tan eficaz (es el tamaño de las burbujas, debido a la floculación sobre la emulsión, que lo permite, en comparación con un flotador clásico que presuriza el aire de flotación y no permite una velocidad de ascensión tan fuerte y un lodo tan consistente), que se obtiene una torta gruesa.

Forma entonces una especie de tapón de lodo que sale por extrusión por la canal 107, por desbordamiento del recipiente de decantación.

35 Este efecto inesperado permite utilizar un recipiente de pequeño tamaño y capaz de funcionar sin ninguna pieza motora limitando así el consumo energético del conjunto.

Se recuerda que los sistemas de flotación o de espesamiento clásicos dan unos resultados de 30 a 40 g/l como máximo, inferior en un factor 3 a lo que se obtiene con la invención.

40 El espesamiento excepcional obtenido tan rápidamente según un modo de realización de la invención puede tener múltiples ventajas:

Permite concentrar los lodos biológicos con el fin de reducir el volumen que entra en los digestores.

45 Permite reducir el volumen de lodos en la entrada de los aparatos de separación como una centrifugadora.

Permite el funcionamiento de los aparatos centrifugadores y filtros prensa en su intervalo de rendimiento óptimo y por lo tanto mejorar en gran medida, en por lo menos del 5 al 6%, incluso del 10%, la sequedad de los lodos deshidratados.

50 Mejorar la sequedad, consecuencia de la concentración previa por el dispositivo y/o el procedimiento según la invención, permite también sustraer una gran parte del agua no ligada de la materia a deshidratar y reducir los tiempos de funcionamiento de los aparatos.

55 Las figuras 5A, 5B y 5C muestran otro modo de realización de un dispositivo 113 de tratamiento de los efluentes según la invención.

60 El dispositivo 113 comprende una alimentación con lodo, por medio de un conducto 114 provisto de una válvula de regulación 115 y de un mezclador 116, de una cámara 117 cilíndrica de pequeño volumen (por ejemplo 36 l) en la parte inferior.

65 La cámara 117 está alimentada asimismo por dos derivaciones 118 de alimentación con aire comprimido. Está conectada en la parte alta a una segunda cámara 119, por medio de un tubo de unión 120, siendo dicha segunda cámara cilíndrica y de volumen, por ejemplo, de 500 l. Acaba en la parte alta por un recinto tubular 121 provisto de un venturi 122, a la salida del cual están conectados unos medios 123 de alimentación con floculante. El recinto tubular 121 forma un codo y alimenta en la parte alta un aparato o cámara 124 de desgasificación, abierta en 125 a la presión atmosférica y conectada en la parte baja 126, por ejemplo, troncocónica, por medio de un

tubo 127 de alimentación gravitacional, a la capacidad o aparato concentrador 128.

5 El aparato concentrador 128 se describirá más precisamente en referencia a las figuras 7A a 7C. Comprende, además de su alimentación en la parte baja 129 por la emulsión floculada procedente del aparato desgasificador 124, un tubo de salida 130 del lodo espesado y un tubo 131 de salida del agua transparente obtenida.

10 En realidad, el aparato concentrador según el modo de realización de la invención descrito en la presente memoria no actúa como un flotador clásico en la medida en la que la presión del reactor no es suficientemente elevada y por consiguiente, el tamaño de las burbujas de aire no se sitúa en el campo micrométrico sino milimétrico.

Esta propiedad confiere al lodo una velocidad de ascensión destacable.

15 La velocidad de ascensión observada se estima entonces superior a 50 m/h, pudiendo alcanzar 100 m/h, incluso 200 m/h.

20 El dispositivo según el modo de realización de la invención descrito más particularmente en la presente memoria permitirá concentrar los lodos digeridos a la salida del digestor, adecuados para ser almacenados después en una lona para lodos agitada antes de la centrifugación.

Esta configuración permite así obtener:

- una mejor sequedad a la salida de la centrifugadora (que supera el 30%),
- una limitación de los olores: el almacenamiento de larga duración (superior a 4 semanas) de lodos concentrados ha mostrado una ausencia de olores (H₂S y NH₃),
- la posibilidad de utilizar unas centrifugadoras de menor caudal y menor coste.

30 Además de una reducción muy sustancial del tamaño de las herramientas de concentración, típicamente espesador estático o mecánico (con unos rendimientos muy superiores y una ausencia de olores consecuentes), la invención abre por lo tanto unas perspectivas de reducción de tamaño de las herramientas de filtración (típicamente centrifugadora), limitando así las inversiones.

35 Se indica a continuación unos ejemplos de líneas y de resultados sobre lodos biológicos obtenidos con un dispositivo tal como se describe en referencia a las figuras 4 y 5.

Ejemplo nº 1:

40 Características de los lodos

- Los lodos están constituidos por lodos primarios y por los lodos de lavado de biostyr (adición de FeCl₃ y polímero en la entrada multiflo);
- tienen una sequedad inicial del orden de 35 g/l - 40 g/l;
- los lodos ya no decantan con el tiempo.

50 Resultados después de la realización de la invención:

- el polímero Praestol 860 BS añadido tal cual a razón de 1 kg/t de MS;
- sequedad: 85 g/l.

55 Estos resultados muestran que es posible concentrar los lodos digeridos en la entrada del digestor en 50%, permitiendo entonces:

- aumentar muy sustancialmente la carga del digestor por adición de terceros lodos,
- aumentar la producción de biogás y favorecer una puesta en red económicamente viable (además de ser de Desarrollo Duradero),
- mejorar el funcionamiento de la centrifugadora, que funcionaría en su intervalo óptimo de rendimiento.

65 La invención permite así obtener unos rendimientos destacables de concentración de lodos de 80 g/l a 100 g/l.

El dispositivo utilizado es mucho más compacto.

Así, un dispositivo que permite tratar 15 m³/h de lodos tiene un volumen ocupado en el suelo inferior a 10 m² - un dispositivo de 50 m³/h no superará por su parte 20 m².

Ejemplo nº 2:

5

Características de los lodos

Se trata de lodos de MBR (Membrana biológica reactor).

10 La invención muestra a continuación unos rendimientos que pueden alcanzar 90 g/l a partir de un lodo a 40 g/l.

Tabla 1

Resultados de la concentración de lodos digeridos

15

Caudal de lodos M ³ /h	MS (g/l) Norma Afnor	DCO bajo nadante mg/l
11	81,5	182
11,2	69	185
11,7	86	120
11,8	69	122
11,2	88 - 86	130
15,6	75	ND

Tabla 2

Concentración de los lodos biológicos

20

Q lodo m ³ /h	MS alto de flotación g/l	MS Afnor salida flotación g/l
11,99	107	-
6,8	-	73
6,1	-	69,8

caudal medio lodo = 11,73 M3/h

MS LODO = 15,8 g/l en la entrada

caudal polímero = 635 l/h a 3,5 g/l

25

aire = 57 Nm³/h

presión P interna en el recipiente = 0,88 bar relativo

Tabla 3

Parámetros analíticos	Lodo salida lona de almacenamiento	Lodo salida del concentrador	Escurredo sobre cesta del lodo salida del flotador durante 30 min
MS g/l	15,8	79,4	111,4
Masa en volumen en g/ cm ³	1,1	0,92	0,87

30

La figura 6 muestra otro modo de realización de un recipiente 131 según la invención.

La primera zona 132 de pequeño volumen es en este caso la parte central 133 de un venturi 134 formado sobre el conducto 135 de alimentación con lodo, realizándose las inyecciones de aire por dos tubos 136 simétricos, que inyectan en el sentido del flujo por ejemplo con un ángulo α comprendido entre 20° y 90°, por ejemplo 30° por medio de unos estrechamientos troncocónicos 137 que se derivan en la parte central 133.

35

La segunda zona 138 del recipiente está formada en este caso por una parte de conducto 139 del conducto 135 de alimentación con lodo, conectado, por ejemplo a través de un diafragma 140 para ajustar la presión P, a una cámara cilíndrica 141 de mayor diámetro, por ejemplo diez veces el diámetro del conducto 135, extendiéndose el conjunto de la primera y de la segunda zona sobre una longitud L, por ejemplo de 1 m antes de la salida de la emulsión obtenida por la parte alta de la cámara 141, por medio de una derivación de unión con una compuerta o una válvula (no representada).

40

45 Las figuras 7A a 7C muestran el aparato concentrador 128 de la figura 5.

Este comprende una cuba cilíndrica 128 provista de una entrada de emulsión por el conducto 127, acodada, centrada en el interior de la cuba a un nivel que corresponde a la tercera parte de la altura de la cuba.

ES 2 664 760 T3

El conducto está acodado a 90° y se termina por una salida en embudo 152 ensanchado hacia arriba para permitir la subida de las burbujas de lodo 153 que constituyen una capa 154 de altura h regulable en función del caudal.

5 El lodo sube en la cuba a una velocidad del orden de 50 m/s y se vierte en un embudo central 155 cónico.

La cara superior 156 de la cuba está en forma de cono invertido abierto en su centro 157 para dejar que salga el aire y permitir un asentamiento del lodo en 158 entre la cara interna 159 del cono invertido y el borde superior 160 de la periferia del embudo.

10 El lodo se vierte entonces en el embudo y se evacúa en la parte baja por gravedad por medio de un tubo acodado 161 terminado por la tubería 130.

15 El agua clara 162 se evacúa en la parte baja 163 de la cuba por medio de un tubo 164 vertical que permite el sifonado (flecha 165) y la salida en la parte alta por la turbulencia 131.

Se ha representado en las figuras 8A y 8B otro modo de realización de un aparato concentrador 166 utilizable según una variante de la invención.

20 Comprende una cuba cilíndrica 167 alimentada con lodo 168 por la parte alta por medio de una tubería 169 sumergida y centrada con un extremo 169 por ejemplo situado en la tercera parte o en la cuarta parte de la altura de la cuba.

25 Una placa 170 de desviación permite la subida del lodo a gran velocidad para constituir un tapón 171 de lodo que sale en la parte alta 172 de la cuba que comprende un extremo de salida 173 en forma de tronco de cono, evacuándose el lodo por desagüe a lo largo del borde periférico 174 en un depósito anular 175 periférico, y después por medio de una tubería de salida 176 en la parte baja de dicho depósito anular.

30 El agua 177 que permanece en la parte baja se evacúa, por su parte, por medio de una turbulencia de salida 178.

Aquí también se puede ajustar la altura de la capa de lodo, y por lo tanto su compactación y su sequedad por medio del ajuste de los caudales y de las dimensiones nominales de los elementos de cuba.

35 La figura 9 muestra otro modo de realización de un aparato concentrador 180 formado por una cuba 181 paralelepípedica provista en su centro de una cámara interna 182 también paralelepípedica que define un espacio 183 entre las paredes internas de la cuba 181 y externas de la cámara 182.

40 El lodo llega en la parte mediana 184 de la cámara, sube por flotación creando un tapón de lodo de grosor constante y se vierte en la periferia 185 de la cámara en la parte 183 periférica anular entre las paredes de la cámara y de la cuba.

45 Se recupera mediante secciones cortadas 186 por ejemplo a 30° y evacuada en 187 en la parte baja mediante un fondo 189 colector, por ejemplo, en forma de prisma.

El agua, por su parte, se evacúa en 189 por un orificio de salida situado en la parte alta de un canal colector 190 vertical, que funciona como una columna de agua de sifón.

50 Evidentemente, y como resulta también de lo expuesto anteriormente, la presente invención no está limitada a los modos de realización más particularmente descritos. Abarca por el contrario todas las variantes y en particular aquellas en las que se utilizan varios dispositivos unos tras otros.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento y de acondicionamiento de lodos líquidos (2, 31), en el que se crea una primera emulsión (14, 57, 89) de lodo en un recipiente (5, 6, 33, 52, 83, 117, 119, 131) en línea presurizado alimentado por el lodo en continuo a un primer caudal Q (m^3/h), por choque del lodo (2, 31, 81) con aire (13) inyectado en el recipiente (5) a un caudal Q' (Nm^3/h), con $Q' > 5Q$, se realiza la evacuación de dicha primera emulsión a la salida del recipiente a través de un órgano (18, 38, 61) que genera una pérdida de carga, y después se efectúa la filtración o la decantación de las materias en suspensión de la emulsión (23) así obtenida separándolas de la parte líquida (27, 49, 105, 112) que se vacía en continuo,
- 10 caracterizado por que
- para crear dicha primera emulsión por choque del lodo con el aire, se inyecta el lodo (2) y el aire (13) en una primera zona (8, 56, 84, 117, 133) del recipiente, y se evacúa la emulsión así formada hacia una segunda zona (16, 59, 91, 119, 141) del recipiente que se extiende sobre una primera longitud determinada L_1 , siendo la inyección de aire y de lodo en la primera zona y la longitud L_1 adecuados para constituir dicha primera emulsión formada por gotas de lodo en el aire,
- 15 después se realiza dicha evacuación de la primera emulsión del recipiente, a través del órgano que genera una pérdida de carga en un recinto tubular (19, 43, 62, 121) que se extiende en una segunda longitud determinada L_2 , en la que se inyecta por lo menos un floculante (22, 45, 73, 98, 123), para obtener en dicho recinto una segunda emulsión de aire en el lodo coagulado y floculado,
- 20 y por que se desgasifica (20, 46, 67) dicha segunda emulsión por lo menos en parte por puesta en la atmósfera (20) del recinto antes de dicha filtración (25, 25') o decantación.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera zona es de pequeño volumen inferior a $0,05 m^3$.
- 30 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la primera longitud determinada L_1 es superior a 50 cm.
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la segunda longitud determinada L_2 es superior a 1 m.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la presión media P en el recipiente (5, 33) es tal que $1,5 \text{ bar} < P < 10 \text{ bar}$ y Q' es tal que $10 Q \leq Q' \leq 100 Q$.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se desgasifica fuertemente la emulsión a la salida del recipiente, en el interior de una cámara (95, 124) de desgasificación provista de medios (96) de agitación.
- 45 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recipiente (8) en línea es una columna (6) de diámetro medio d y de altura $H \geq 10 d$, siendo el lodo (2) introducido en la parte baja (10) de la columna en el lecho gaseoso creado por el aire inyectado a nivel de dicha alimentación con lodo.
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que se proyecta el lodo líquido (2) en la columna (6) sobre una pared (11) o una pantalla interna del recipiente para mejorar el estallido de este en el flujo gaseoso.
- 55 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se introduce el lodo (2) en la parte baja (10) del recipiente (5, 6) a través de un mezclador estático.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el floculante (22, 45, 73) es un polímero inyectado en la salida inmediata del recipiente, antes de la puesta en la atmósfera.
- 60 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se introduce aguas arriba del recipiente (6) en el flujo de lodo por lo menos un reactivo seleccionado de entre la arena, el carbonato de calcio, la cal apagada, los reactivos de oxidación y/o los reactivos de ayuda a la coagulación.
- 65 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se introduce aguas abajo del recipiente por lo menos un reactivo seleccionado de entre la arena, el carbonato de calcio, la cal apagada, los reactivos de oxidación y/o los reactivos de ayuda a la coagulación.
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recinto (19, 62, 94) es tubular y de sección media de paso equivalente a la del recipiente.
14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que el recinto comprende por lo menos un

elemento (18, 61, 97) generador de una pérdida de carga aguas abajo de la salida del recipiente (6, 52), a la salida del cual se inyecta el floculante.

5 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que el recinto comprende por lo menos un segundo elemento generador de una pérdida de carga antes del primer elemento generador, a la salida del cual se introduce por lo menos un reactivo y/o aire.

10 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el o los elementos generadores de pérdida de carga son unos venturis (18, 38, 44, 64).

17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se efectúa una concentración rápida y/o sustancialmente instantánea de los lodos por flotación/asentamiento de la emulsión floculada en una capacidad (101, 128, 166, 180) que actúa como concentrador.

15 18. Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado por que el lodo se evacúa por desbordamiento del concentrador.

19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se efectúa un tratamiento de los lodos aguas abajo del recinto tubular por centrifugación, filtración y/o prensado.

20 20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aire inyectado se calienta y/o se mezcla con vapor de agua.

25 21. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aire se inyecta para formar una circulación helicoidal en el flujo de lodo.

22. Dispositivo de tratamiento y de acondicionamiento de lodos líquidos que comprende

un recipiente (5, 6, 33, 52, 83, 117, 119, 131) en línea,

30 unos medios (3, 82) de alimentación con lodo (2, 31) de dicho recipiente en continuo a un primer caudal Q (m^3/h),

35 unos medios (87) de alimentación de dicho recipiente con aire a un caudal Q' (Nm^3/h), con $Q' > 5Q$, y

unos medios (25, 25', 68) de filtración y/o de decantación de la emulsión así floculada dispuestos para separar la parte líquida de las materias en suspensión y recuperarla en continuo,

caracterizado por que

40 los medios (3, 82) de alimentación con lodo y con aire del recipiente están dispuestos para inyectar el lodo y el aire en una primera zona del recipiente, y después para transportar la mezcla sobre una primera longitud L_2 para formar una primera emulsión de gotas de lodo en el aire,

45 por que comprende un recinto (19, 39, 62, 93, 121) de evacuación de la primera emulsión obtenida en el recipiente a través de un órgano (18, 38, 61) que genera una pérdida de carga, siendo el recinto (19, 39, 62) tubular y extendiéndose sobre una longitud determinada L_2 , que comprende unos medios de puesta en la atmósfera y unos medios (21, 72, 98, 123) de inyección de por lo menos un floculante (22, 45, 73) en dicho recinto tubular aguas arriba con respecto a dicha puesta en la atmósfera, de manera que se forme una
50 segunda emulsión de aire en el lodo coagulado y floculado.

23. Dispositivo según la reivindicación 22, caracterizado por que la primera zona del recipiente es de pequeño volumen, inferior a $0,05 m^3$ confinado entre dos paredes de paso.

55 24. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 22 y 23, caracterizado por que el recipiente (5, 33, 52) en línea es una columna (6) de diámetro medio d y de altura $H \geq 10 d$, siendo el lodo introducido en la parte baja (10) de la columna en el lecho gaseoso creado por el aire inyectado a nivel de dicha alimentación con lodo.

60 25. Dispositivo según la reivindicación 24, caracterizado por que la columna (6) comprende además una pantalla interna dispuesta a la salida de los medios de inyección en la columna, para el estallido del chorro de lodo.

26. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 25, caracterizado por que comprende un mezclador estático del lodo aguas arriba del recipiente.

65 27. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 26, caracterizado por que el recinto (19, 62, 94) es tubular de sección media de paso equivalente a la del recipiente.

ES 2 664 760 T3

28. Dispositivo según la reivindicación 27, caracterizado por que el recinto tubular (16) comprende por lo menos un elemento (18, 44, 61, 97) generador de una pérdida de carga aguas abajo de la salida del recipiente, a la salida del cual se inyecta el floculante.
- 5 29. Dispositivo según la reivindicación 28, caracterizado por que el recinto tubular comprende por lo menos un segundo elemento (38) generador de una pérdida de carga antes del primer elemento generador, a la salida del cual se introduce (42) por lo menos un reactivo y/o aire.
- 10 30. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 28 y 29, caracterizado por que el o los elementos generadores de pérdida de carga son unos venturis.
31. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 22 a 30, caracterizado por que comprende además una cámara (95, 124) de desgasificación aguas abajo del recipiente provisto de medios (96) de agitación.
- 15 32. Dispositivo según una de las reivindicaciones 22 a 31, caracterizado por que comprende además una capacidad (101, 128, 166, 180) aguas abajo del recinto que actúa como concentrador dispuesto para permitir la flotación del lodo floculado sobre una altura determinada.
- 20 33. Dispositivo según la reivindicación 32, caracterizado por que la capacidad comprende unos medios (107; 159, 160; 173, 174) de evacuación del lodo por desbordamiento.
- 25 34. Galleta de lodo orgánico solidificado obtenida mediante el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizada por que está formada a partir de un lodo orgánico, y por que es de masa volúmica comprendida entre 0,5 y 0,9 g/cm³.
35. Galleta de lodo orgánico según la reivindicación 34, caracterizada por que es de porosidad igual al 85% ± 5%.

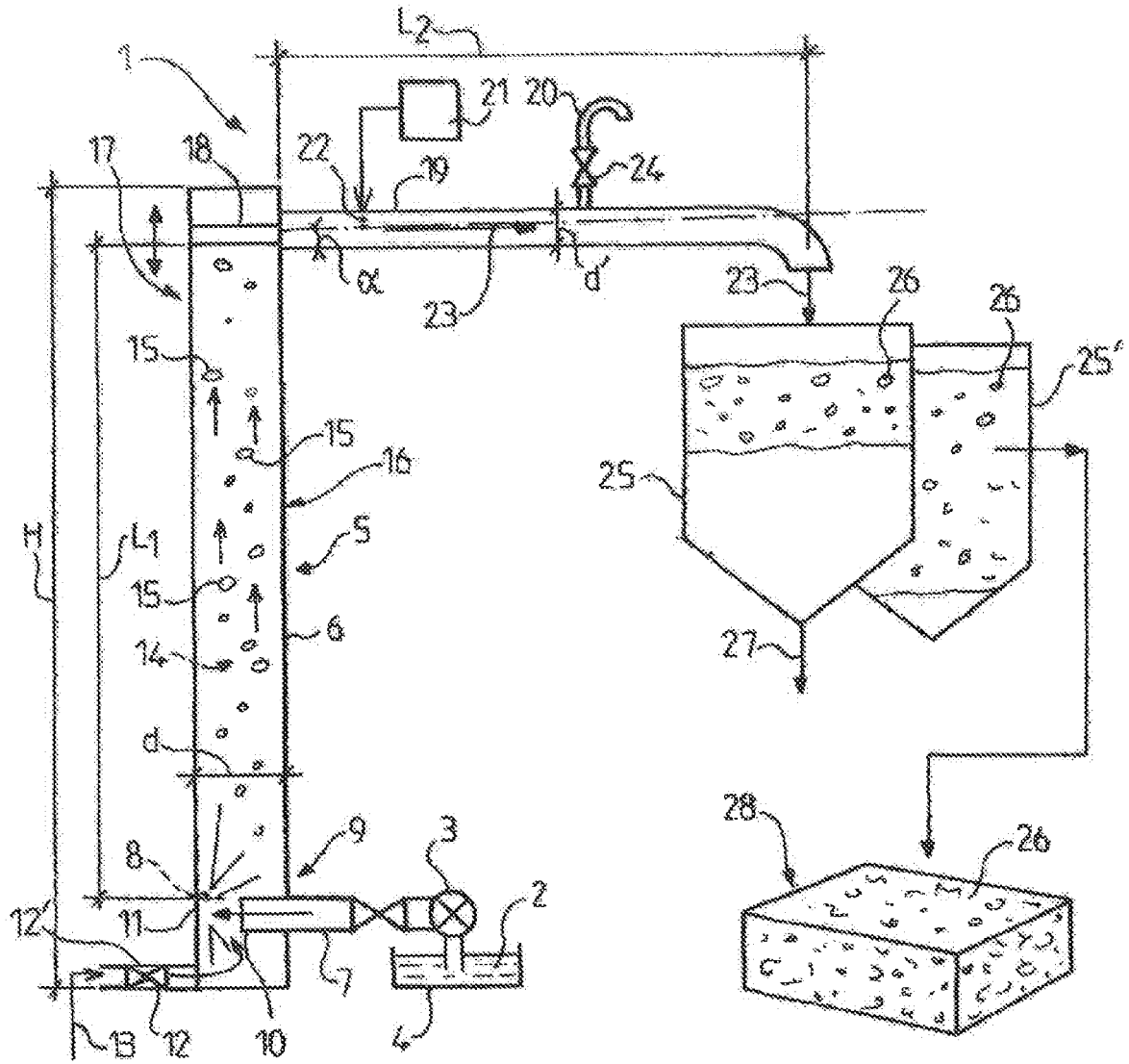


FIG. 1

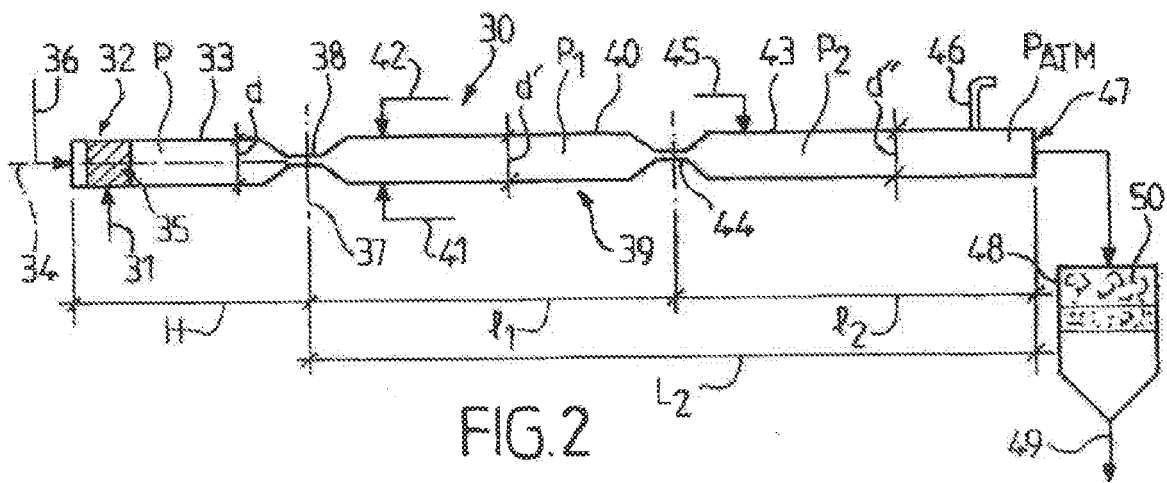


FIG. 2

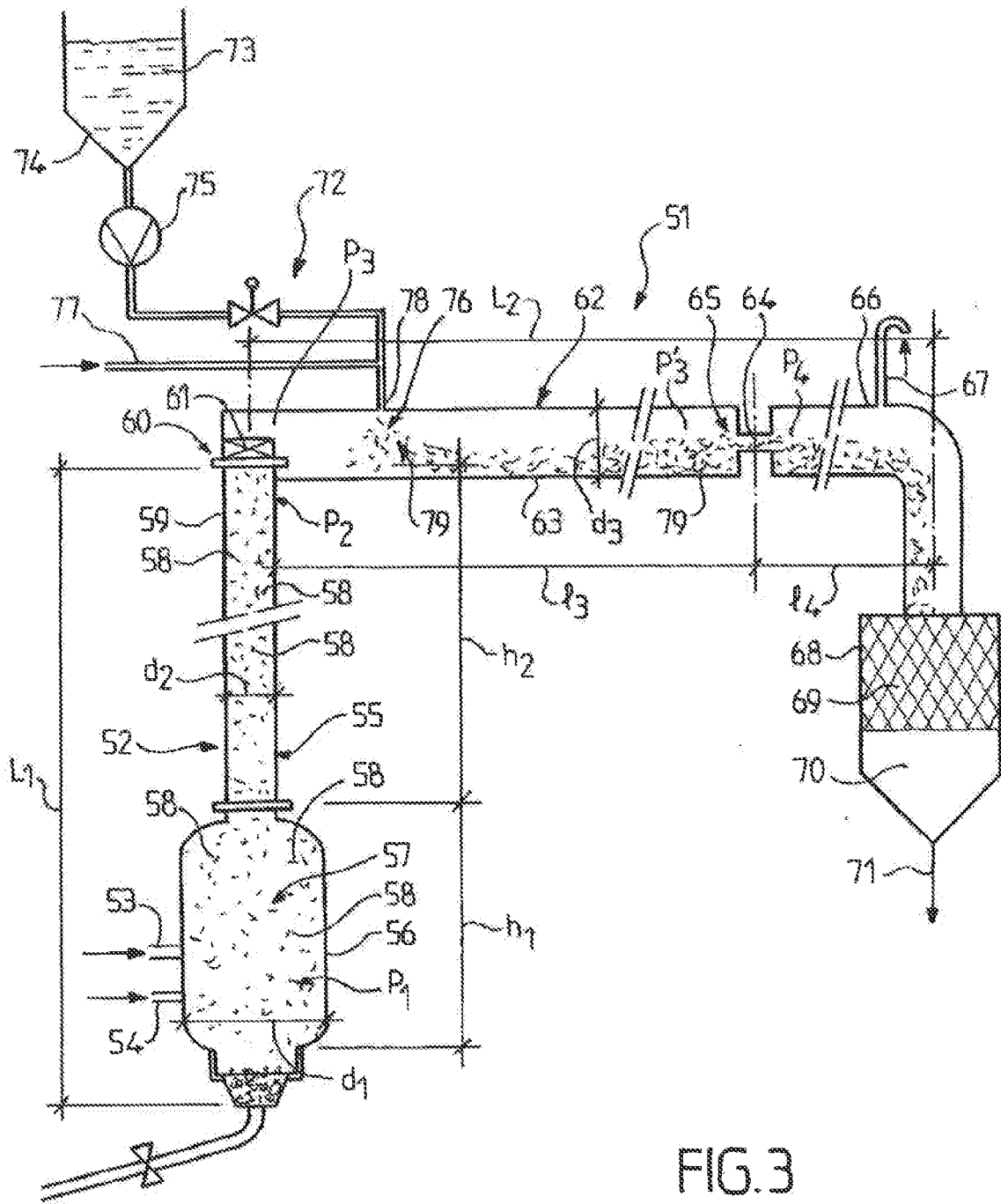


FIG. 3

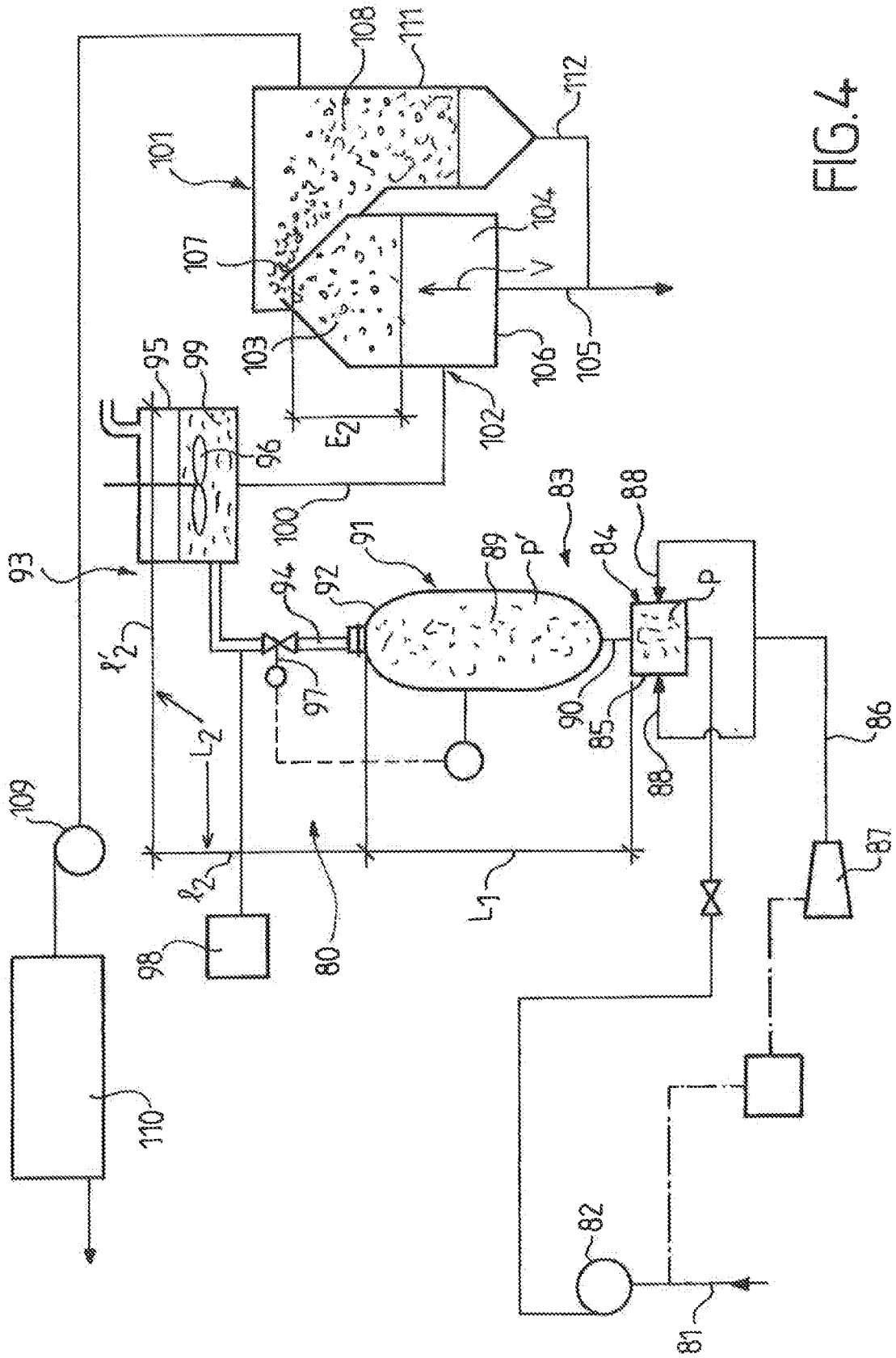


FIG. 4

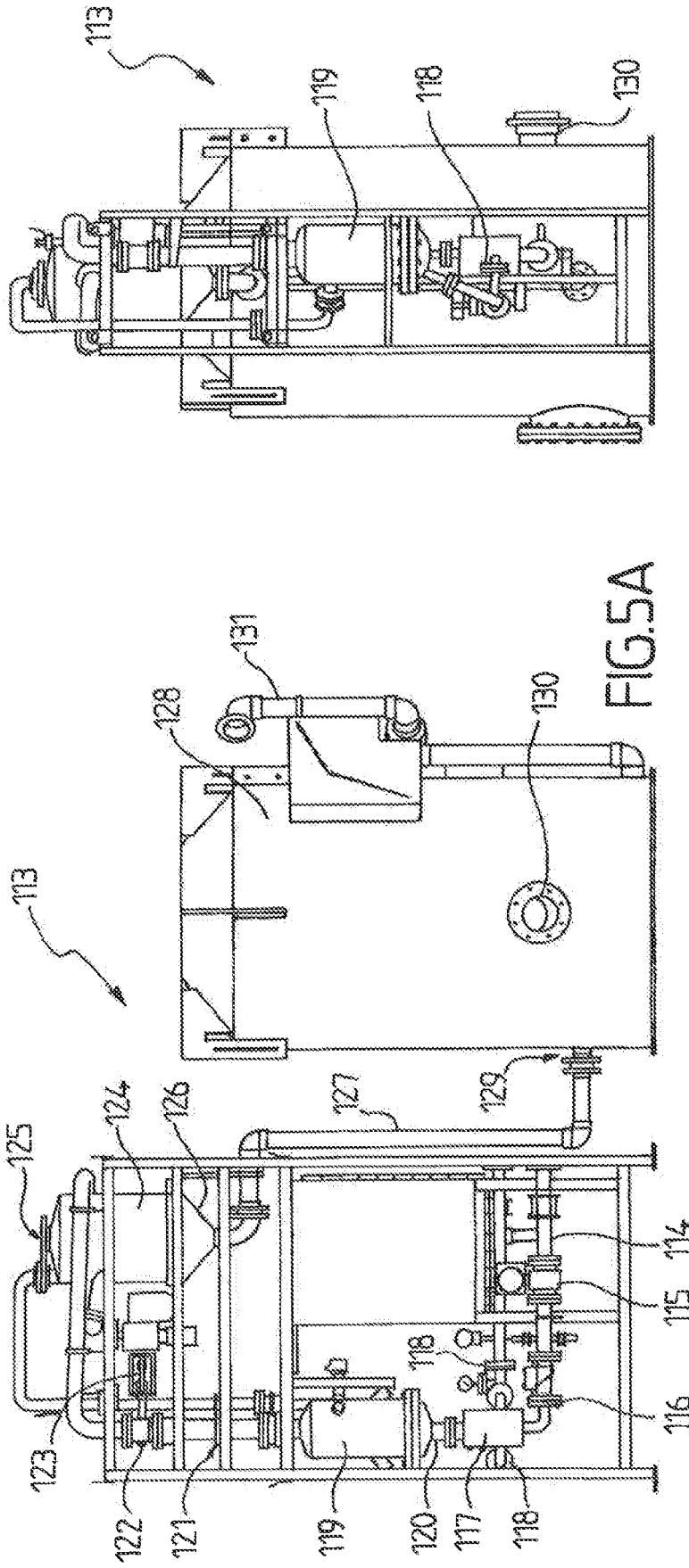


FIG. 5A

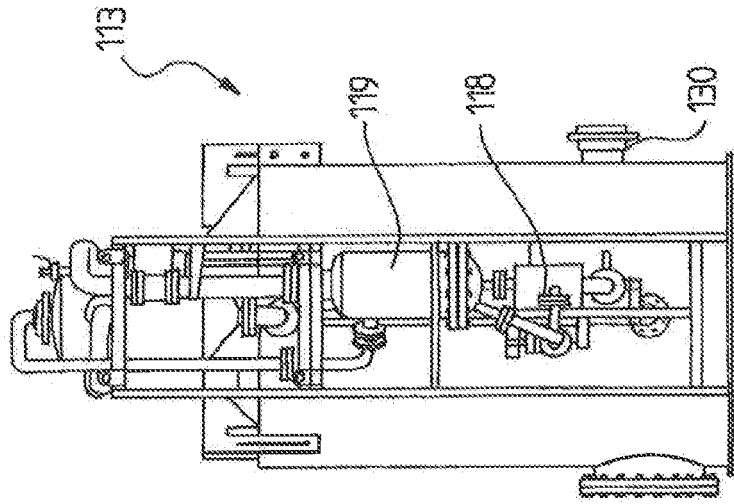


FIG. 5B

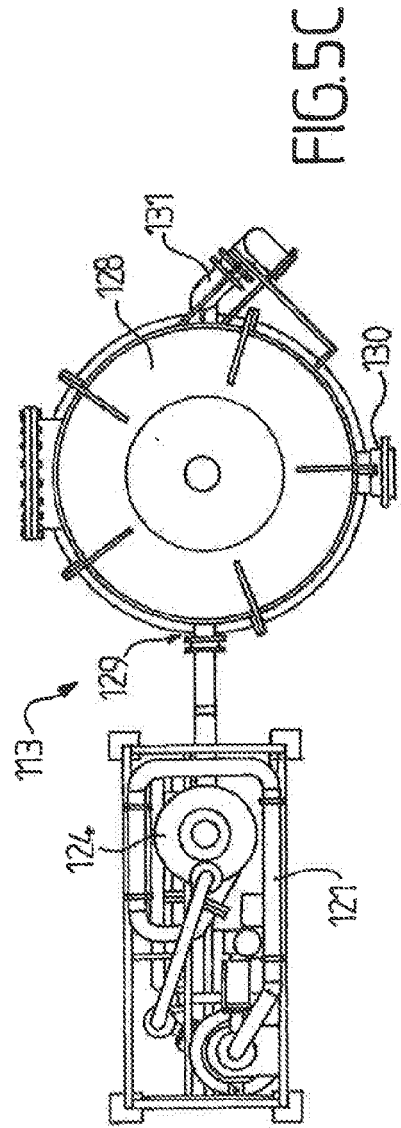


FIG. 5C

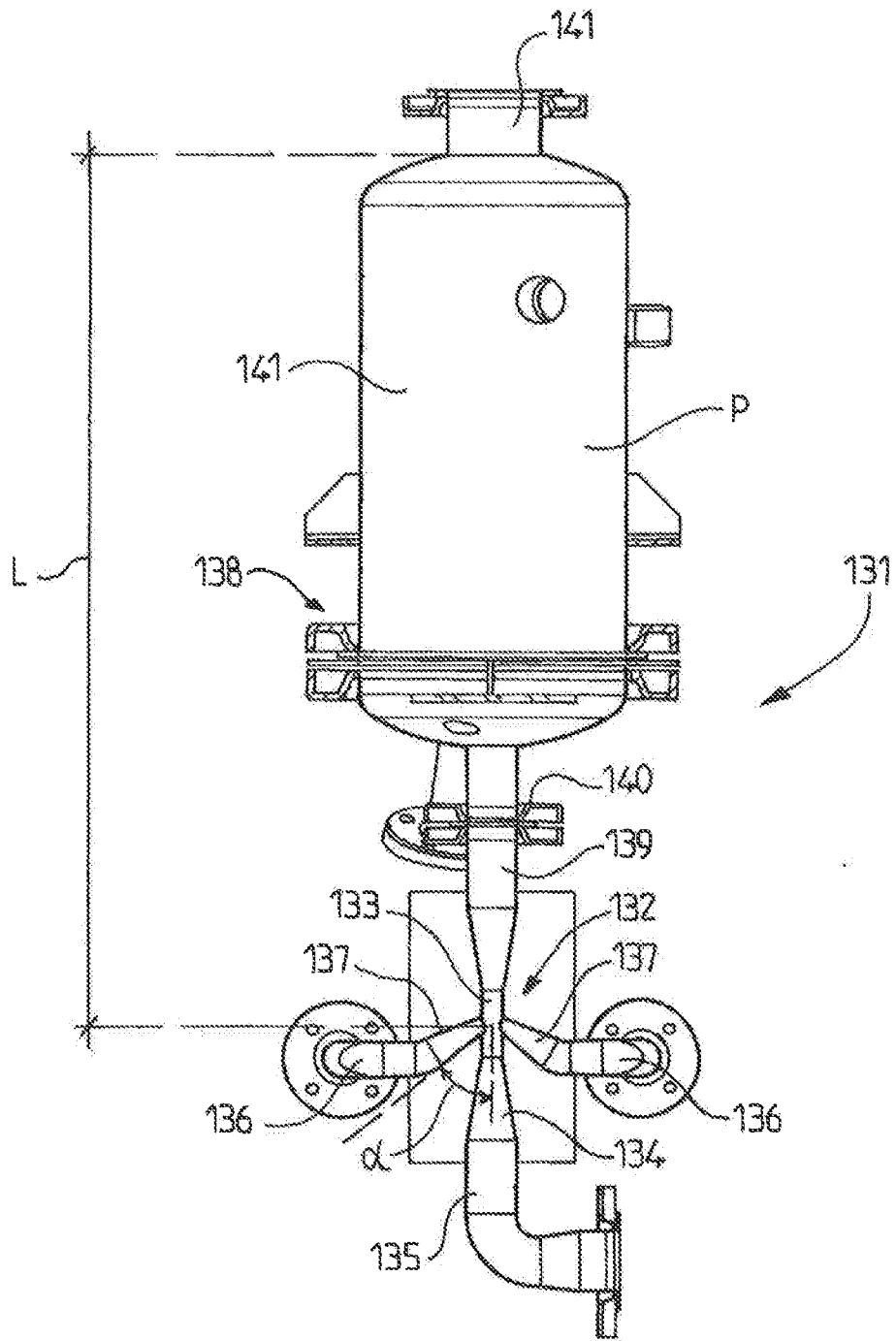


FIG. 6

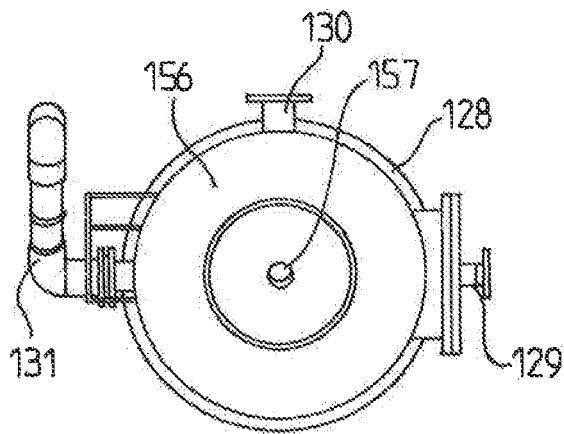


FIG. 7A

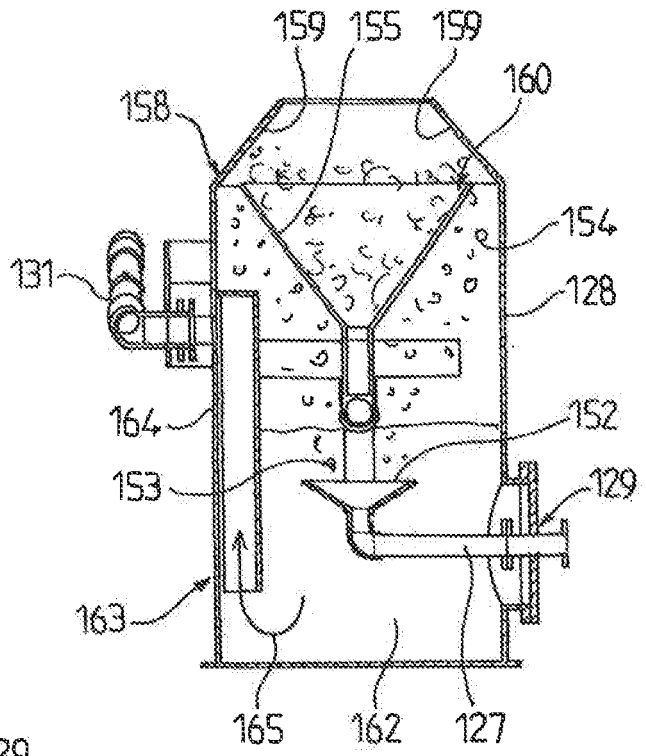


FIG. 7B

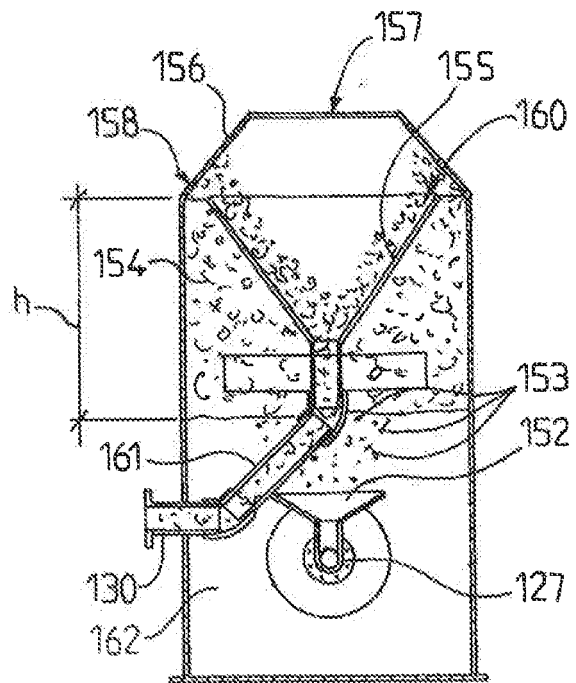


FIG. 7C

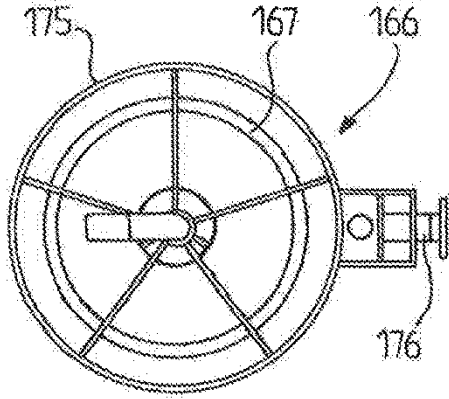


FIG. 8A

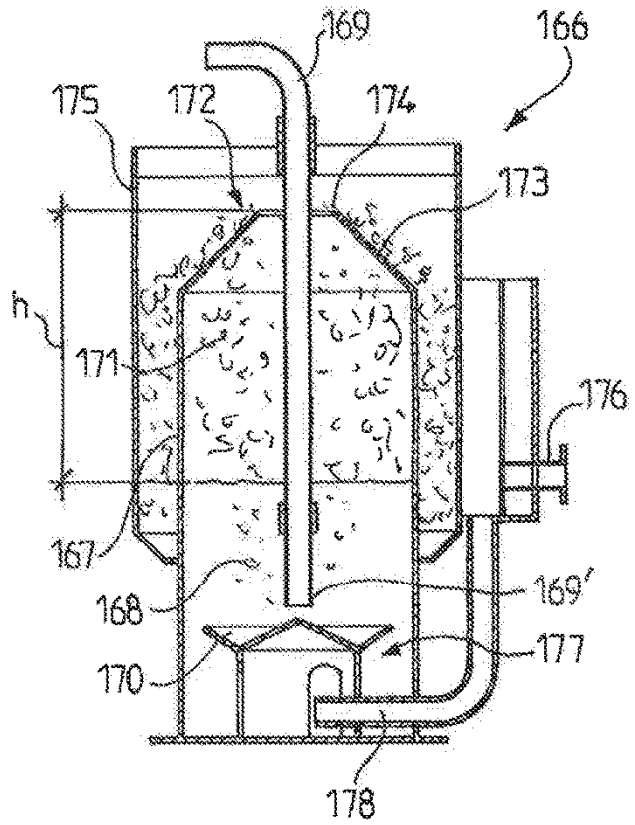


FIG. 8B

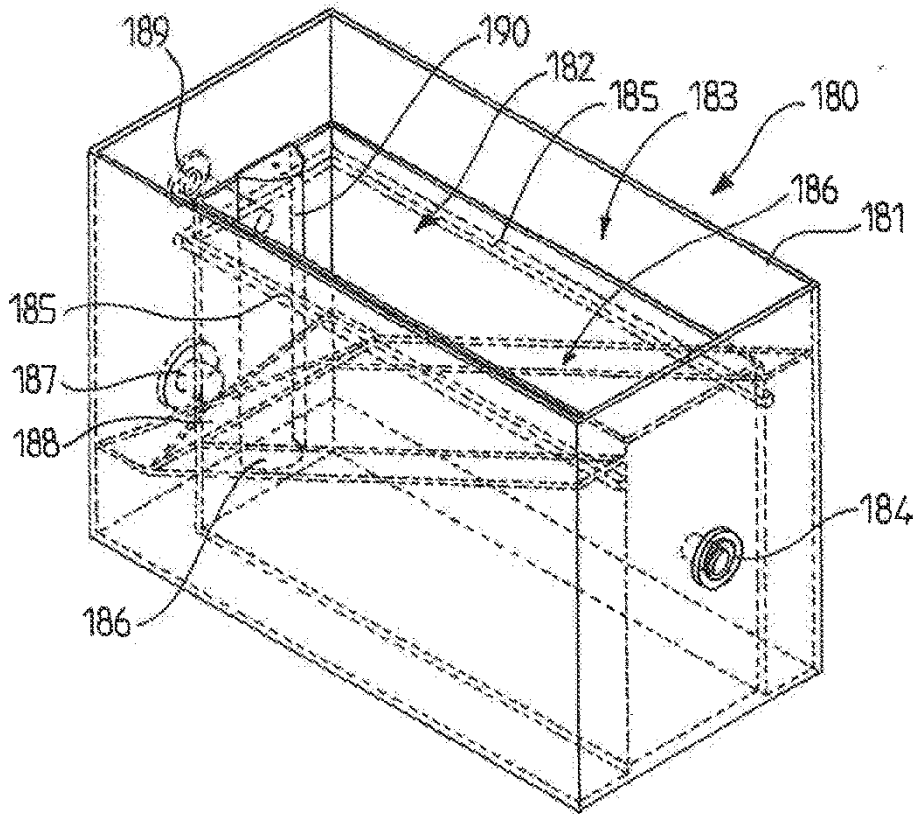


FIG. 9