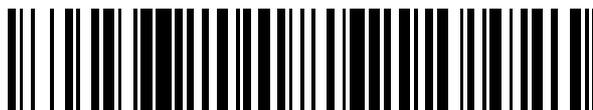


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 046**

51 Int. Cl.:

C02F 1/54 (2006.01)
C02F 11/14 (2006.01)
B01D 21/01 (2006.01)
B01D 21/02 (2006.01)
B01D 21/28 (2006.01)
C02F 1/20 (2006.01)
C02F 1/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2011 E 11787700 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 2632860**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de clarificación de aguas mediante tratamiento de estructuras coloidales**

30 Prioridad:

29.10.2010 FR 1004285

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

03.02.2015

73 Titular/es:

**OREGE (100.0%)
Société anonyme à directoire et à conseil de
Surveillance 1, rue Pierre Vaudenay
78350 Jouy-en-Josas, FR**

72 Inventor/es:

**CAPEAU, PATRICE;
LOPEZ, MICHEL y
GENDROT, PASCAL**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 528 046 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 clarificación de aguas mediante tratamiento de estructuras coloidales.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de clarificación de aguas por medio de un tratamiento de las estructuras coloidales contenidas en un líquido y/o un lodo alimentado en flujo continuo con un caudal determinado.

Asimismo, la presente invención se refiere a un dispositivo que permite un tratamiento de este tipo.

10 La presente invención encuentra una aplicación particularmente importante, aunque no exclusiva, en el campo de la clarificación de aguas turbias, por ejemplo, que comprenden materia seca (MS), y en el campo de la deshidratación de lodos.

15 La mayor parte de las aguas usadas, contaminadas, limosas o lodosas comprenden coloides, que están presentes ya sea en las partes sólidas en suspensión, particularmente en su fracción orgánica, o bien en las mismas aguas.

Estos coloides otorgan al conjunto del efluente una coloración y unas características de opacidad, fuente de inconvenientes.

20 La invención, atacando a estas estructuras coloidales, va a permitir la obtención de un efluente particularmente transparente después del tratamiento.

Ya son conocidos unos procedimientos que permiten eliminar, como mínimo en parte, la presencia de coloides.

25 Esencialmente, consisten en añadir en la cadena del procedimiento de depuración uno o varios agentes coagulantes y, a continuación, unos agentes floculantes, en cantidades suficientes para aglomerar y fijar los coloides, que se eliminan después, por ejemplo, por decantación o centrifugación.

30 Asimismo, se conoce (FR 2 175 897) un procedimiento de tratamiento de lodo que utiliza un circuito estanco de recirculación del lodo en el cual se inyecta aire.

De forma general, los procedimientos de la técnica anterior no permiten eliminar suficientemente los coloides del efluente líquido, que a menudo queda con una turbidez elevada y/o cuya fracción sólida queda muy hidratada.

35 Unos tratamientos de este tipo conllevan entonces unos costes importantes de transporte y, en general, de combustión suplementaria.

Con la invención será posible reducir la cantidad de lodo a la vez que se obtendrá un agua de una gran pureza sin la adición de reactivos en cantidades importantes.

40 Se sabe que las partículas coloidales presentan dos características esenciales.

Tienen un diámetro muy pequeño (de 1 nm a 1 μ m) y están cargadas electronegativamente, que generan unas fuerzas de repulsión intercoloidales.

45 Estas dos características confieren a los coloides una velocidad de sedimentación extremadamente baja, que puede incluso considerarse nula en el marco del tratamiento del agua.

Con los tratamientos conocidos de coagulación/floculación se resuelve este problema de la siguiente manera.

50 En un primer tiempo, la coagulación por adición de sales metálicas (generalmente de hierro o de aluminio) permite suprimir las repulsiones intercoloidales. Los cationes metálicos (Al^{3+} y Fe^{3+}) se unen a los coloides y los neutralizan. Las partículas coloidales pueden encontrarse a partir de ahora.

55 En un segundo tiempo, la floculación permite afrontar el problema del diámetro pequeño de los coloides. Su masa pequeña no permite, en efecto, una sedimentación natural y explotable en el marco de un tratamiento.

Gracias a la adición de un floculante se genera una aglomeración de las partículas, disponiendo el aglomerado de coloides denominado flóculo de una masa suficiente para poder ser decantado.

60 El floculante añadido es generalmente un polímero, ya sea orgánico o natural.

La invención, tal y como está definida en las reivindicaciones, parte de una idea radicalmente diferente de las ideas de la técnica anterior para eliminar los coloides.

65 Para ello, la presente invención prevé introducir una gran energía (> 10000 J) en el efluente cargado de coloides a la

vez líquido y lodoso, estando el conjunto en un medio confinado y oxidante (aire), lo que, de forma sorprendente, va a provocar la pérdida de las características negativas de los coloides que impiden su eliminación.

5 Aplicado a la deshidratación de lodos, el procedimiento facilita la separación líquido/sólido y permite obtener un resultado excelente, ya esté realizado de forma individual o en combinación con otras técnicas de separación como la centrifugación o la filtración.

10 En particular, este procedimiento permite obtener unos resultados excelentes sólo para los lodos muy mineralizados (es decir, que presentan un % de materia orgánica sobre 100% en masa de materia seca inferior a 5 - 15%).

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

15 Las instalaciones existentes pueden de este modo ser fácilmente mejoradas añadiendo uno o varios reactores que pongan en práctica la invención, lo que, a continuación y por ejemplo, va a suponer un ahorro en los costes de transporte y de incineración final de los lodos.

20 La presente invención presenta además un consumo eléctrico muy bajo y utiliza poca materia consumible (aire comprimido, aditivo).

Además, el procedimiento utiliza un dispositivo simple de volumen muy pequeño, fácilmente transportable, que por lo tanto va a poder ser instalado en sitios poco accesibles.

25 Con la invención es posible un funcionamiento en continuo con unas limitaciones de explotación poco exigentes.

El tratamiento de acuerdo con la invención no genera además ninguna contaminación, al mismo tiempo que pone en práctica una técnica en sí misma más económica que las que se conocen en el campo de la separación líquido/sólido (centrifugadora, filtro prensa, filtro de banda, recirculación oxigenada continua, etc.).

30 Por último, con la invención se obtiene, de forma sorprendente, una torta porosa y deshidratada de tipo nuevo que constituye un residuo utilizable.

35 Con este objetivo, la invención propone esencialmente un procedimiento de clarificación mediante tratamiento de las estructuras coloidales contenidas en un líquido y/o un lodo alimentado en flujo continuo con un caudal $Q_{EB} = V_{EB}/\text{hora}$, caracterizado por que se proyecta el flujo dentro de un recinto a sobrepresión con respecto a la presión atmosférica, siendo dicho recinto un recinto de paso del flujo en continuo o semicontinuo que presenta un volumen $v < V_{EB}/20$, inyectando simultáneamente aire en el recinto con un caudal \underline{q} por debajo de la alimentación del flujo, en dicho recinto.

40 En la definición anterior, el valor de V_{EB} es por supuesto un valor de volumen, por ejemplo, expresado en m^3 .

45 Por recinto se entiende una cuba o un reactor de volumen cerrado determinado, que comprende una entrada del flujo y una salida del flujo, después del tratamiento, de sección más limitada que el reactor.

El recinto es por lo tanto un recinto de paso del flujo a presión.

50 Por un valor $v < V/20$ o $v < 5\% V$ se entiende un valor inferior o aproximadamente inferior, con una tolerancia del orden de $\pm 10\%$ a 20% .

Ventajosamente $v \leq V/25$ o $v \leq V/50$.

55 En una forma de realización ventajosa de la invención se alcanzan particularmente los resultados excelentes gracias al cúmulo de varias funciones dentro del mismo recinto de pequeño tamaño utilizando cuatro zonas funcionales.

Una zona de introducción de aire ligeramente comprimido, zona en la que también se desarrolla una puesta en suspensión o una prevención de la decantación de las partículas más pesadas, capaces, sin embargo, de subir en el reactor y de salir en la parte alta con las partículas más finas.

60 Una zona de choques hidráulicos en la que se efectúa la introducción de los flujos líquidos.

Una zona de aumento del lecho constituida por una cantidad en masa de aproximadamente 1 de gas, 0,1 de agua y 0,01 de sólido. En esta zona se hace posible una fuerte mezcla mediante el aporte de aire de la calidad preconizada (caudal y presión).

65 Una zona de descompresión, por ejemplo, regulada por una válvula situada en la parte alta del reactor. En el

ES 2 528 046 T3

ejemplo de esta válvula, ésta debe permitir mantener el reactor a una presión relativa de aproximadamente 0,5 a 2 bar.

5 Por lo tanto, con la invención es posible transmitir una fuerte energía cinética a partir de la energía cinética de bombeo, transformada en energía de choque en el interior de un volumen pequeño.

La introducción simultánea de una cantidad de aire aumenta el nivel energético del recinto de pequeñas dimensiones, incrementando aun más las turbulencias.

10 El régimen hidráulico en el recinto se establece de este modo para ser fuertemente turbulento ($Re \gg$ a $3000 \text{ m}^2/\text{s}$), lo que conlleva, en combinación con la oxidación ligada a la inyección de aire, la eliminación o rotura de las estructuras coloidales.

15 En efecto, las colisiones entre el aire, el agua y el lodo llevan el aire al interior del sólido, remplazando así físicamente una parte del agua intersticial entre coloides por aire, a la vez que proporcionan la oxidación del efluente.

20 Por ejemplo, en un lodo industrial procedente de la industria del petróleo, fuertemente cargado en MS ($> 20 \text{ g/l}$) que contiene 90% de materia orgánica, se ha observado, en el caso de la desecación por filtro o centrifugado, un agua residual colorada, turbia, signo de que aún contiene coloides, mientras que, utilizando el procedimiento de acuerdo con la invención (previamente o no a otro medio de desecación) se obtiene un agua residual transparente, cuyo DCO es inferior a 300 mg/l , es decir, careciente de coloides para el experto en la materia.

25 Por último, de forma inesperada, se pudo observar que el procedimiento de acuerdo con la invención permitía la retirada de las moléculas disueltas en el agua causando una descontaminación importante y ayudando de este modo a la clarificación buscada.

Ventajosamente, el flujo está formado por lo menos por dos flujos parciales que se proyectan el uno sobre el otro.

30 En unas formas de realización ventajosas, se recurre además a una y/o a otra de las disposiciones siguientes:

- se inyecta el flujo en el recinto por dos orificios idénticos opuestos cara a cara situados en la mitad inferior de dicho recinto, siendo el aire inyectado por debajo de dichos orificios, escapándose el aire, el agua y el lodo por la parte alta del recinto;

35 - el aire se inyecta con un caudal $d > 1,5 Q_{EB}$, por ejemplo, superior a $5 Q_{EB}$, a $10 Q_{EB}$ o comprendido entre 1,5 veces y 15 veces Q_{EB} ;

40 - el aire se inyecta a presión mediana. Por presión mediana se entiende una presión comprendida entre 1,4 bar y 2,5 bar, ventajosamente entre 1,6 bar y 1,9 bar. Una presión de este tipo genera además grandes burbujas que van a estar en condiciones de penetrar mejor en el medio repartiéndose de forma aleatoria en el recinto.

- $V_{EB} < V/50$;

45 - $v \leq V_{EB}/100$;

- se añade por lo menos un reactivo líquido en continuo con un caudal q en el interior del recinto;

50 - el caudal Q_{EB} es superior o igual a $15 \text{ m}^3/\text{h}$, el caudal q es superior o igual a $25 \text{ m}^3/\text{h}$ y la presión relativa en el recinto es superior o igual a 0,8 bar;

- el caudal Q_{EB} es superior o igual a $20 \text{ m}^3/\text{h}$, el caudal q es superior o igual a $50 \text{ m}^3/\text{h}$ y la presión relativa en el recinto es superior a 1,2 bar;

55 - el reactivo líquido es un floculante orgánico de tipo catiónico.

- se desgasifican los efluentes a la salida del recinto y se utilizan los gases obtenidos para alimentar la inyección de aire en la parte baja.

60 Asimismo, la invención propone un dispositivo de tratamiento de las estructuras coloidales contenidas en un líquido y/o un lodo alimentado en flujo continuo con un caudal $Q_{EB} = V_{EB}/\text{hora}$, caracterizado por que comprende

un recinto cerrado de volumen $v < V_{EB}/20$ que comprende por lo menos dos orificios idénticos opuestos cara a cara situados en la mitad inferior de dicho recinto,

65 unos medios de captación del lodo y de alimentación dentro de dicho recinto del flujo de lodo captado de este

modo en por lo menos dos flujos parciales, cada uno inyectado respectivamente a través de uno de dichos orificios,

unos medios de alimentación del recinto en aire con un caudal \underline{d} por debajo de dichos orificios, y

unos medios de evacuación del flujo dispuestos para mantener el recinto en sobrepresión.

Ventajosamente el flujo se evacua en la parte alta por medio de una válvula de sobrepresión que se activa por encima de un valor umbral determinado.

De la misma forma, ventajosamente, el volumen $v \leq V_{EB}/50$.

De la misma forma, ventajosamente, el volumen $v \leq V_{EB}/100$.

En otra forma de realización ventajosa el dispositivo comprende unos medios de alimentación de un reactivo líquido, con un caudal determinado, directamente dentro el recinto.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente de los modos de realización proporcionados a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos que la acompañan en los que:

- La figura 1 es un esquema que ilustra el principio del procedimiento de tratamiento según un modo de realización de la invención.

- La figura 2 es un esquema de funcionamiento de un modo de realización de un dispositivo según la invención.

- La figura 3 es una vista esquemática que ilustra la transformación de un lodo utilizando un dispositivo según la invención.

La figura 1 muestra los principios del procedimiento de tratamiento o rotura de las estructuras coloidales contenidas en un efluente, según el modo de realización de la invención descrito más particularmente en la presente memoria.

En el reactor 1, formado por un recinto 2, oblongo, que se extiende alrededor de un eje 3, de pequeño volumen v , por ejemplo, del orden de 50 litros, se inyectan los efluentes (flechas 4) a través de dos derivaciones opuestas 5, 6, simétricas con respecto al eje 3 del recinto.

Las derivaciones están situadas en la parte baja del recinto, por ejemplo, a una distancia \underline{h} del fondo 7 del recinto comprendida entre la quinta parte y el tercio de la altura H del recinto.

Estas dos derivaciones, situadas cara a cara la una de la otra, permiten una alimentación a presión del flujo de agua muy cargado en materia seca (MS), (por ejemplo, τ de MS 10%/masa total) lo que provoca un choque importante a nivel del encuentro de los dos flujos en la zona 8.

En otros términos, el bombeo de las aguas del exterior (no representado), introducidas en el recinto del reactor 1 de pequeño tamaño por las dos derivaciones cara a cara, permite un choque entre los flujos en la zona 8 como consecuencia de la presión de salida de la o de las bombas de alimentación (no representadas), que depende de la altura de agua de dichas bombas de alimentación aguas arriba de las derivaciones y de las pérdidas de cargas del circuito.

Clásicamente, utilizando unas bombas industriales disponibles comercialmente y un circuito sin muchos accidentes, se puede alcanzar fácilmente una presión de 2 bar a la salida 9 de las derivaciones dentro del recinto.

La energía cinética de bombeo se transforma entonces en energía de choque, maximizada aumentando la velocidad de la introducción dentro del recinto para la salida de las derivaciones de los ajustes 9 de dimensiones reducidas, pero compatibles con la granulometría máxima del lodo.

Por otra parte, y según el modo de realización de la invención descrito más particularmente en la presente memoria, se introduce una cantidad de aire sobrepresurizado (flecha 10) por debajo de la zona 8.

Por sobrepresurizado se entiende una ligera sobrepresión que puede estar comprendida entre 0,1 bar relativo y 1 bar relativo con respecto a la presión atmosférica, por ejemplo, 0,8 bar relativo.

Esta introducción de aire se realiza a través de una rampa 11 de reparto de aire, por ejemplo, una rampa formada por un tubo circular, en serpentín o longilíneo, que permite llevar las burbujas de aire de forma repartida sobre la superficie del recinto, a través de los orificios 12, repartidos a lo largo de dicho tubo 13.

El aire puede ser traído asimismo a través de una derivación en la parte baja.

5 La rampa está situada por debajo del encuentro de los efluentes en la zona 8, por ejemplo, entre una décima parte y una quinta parte de la altura H del recinto, y genera unas burbujas grandes B, por ejemplo, unas burbujas de diámetro comprendido entre 1 mm y 1 cm.

10 Esta introducción de aire aumenta el nivel energético del recinto, en sobrepresión con respecto a su salida 14 de evacuación de los efluentes después de tratamiento.

También se obtiene, en la parte superior 15 del recinto, una zona 16 funcional en la que se lleva a cabo una mezcla extremadamente turbulenta animada de movimientos brownianos (raya 17 interrumpida).

15 En la parte baja 18 del reactor, de manera en sí misma conocida, está prevista una purga 19 de los elementos demasiado densos que no se escapan por la parte de arriba del reactor y que se vacía de forma secuencial.

20 A la salida 14 del reactor se escapan el aire, el agua y los lodos para, después de decantación, proporcionar un agua transparente físicamente separada de la materia sólida, con una tasa de materia sólida muy baja, particularmente inferior a 30 mg/l, incluso a 10 mg/l, cuando inicialmente se podía aproximar a más de 500 mg/l.

25 La materia sólida descoloidada obtenida a este nivel es más porosa y, por consiguiente, fácilmente compactable. Ésta puede, incluso, en función de su tasa de materia orgánica inicial, ser directamente peletizable al salir del reactor.

El aire se introduce a una presión mediana, por ejemplo, comprendida entre 1,6 bar y 1,9 bar absoluto con respecto a la presión dentro del recinto mismo, con el fin de que pueda haber burbujas grandes en el medio, que van a poder penetrarlo y repartirse de forma aleatoria en el reactor para realizar la mezcla esperada.

30 Por otra parte, el aire se introduce con un caudal fuerte \underline{d} , es decir, de 1,5 veces a 15 veces (en Nm³/h) el Q_{EB} del agua entrante (en m³/h).

El gas extraído del reactor sale con el agua y el lodo con el caudal del sobrepresurizador y puede ser recuperado, tratado y, si fuese necesario, reciclado para ser reutilizado en la parte baja del reactor.

35 Se debe observar que la presencia de material grueso de tipo arena, gravilla, etc., aumenta el número de choques y mejora por consiguiente el proceso.

40 En cuanto a la presión del recinto, ésta se establece y/o se regula para optimizar la energía interna generando un flujo ascendente saliendo por lo alto.

Una presión de este tipo se determina por lo tanto en función de las características funcionales del circuito (altura del agua de las bombas) pero también del tipo de efluentes y de los caudales de tratamiento investigado.

45 Asimismo, la dimensión del reactor escogida por último será determinada por el experto en la materia en función de los conocimientos básicos del ingeniero del campo de la ingeniería química y del diagrama de los flujos.

La presión y la salida se garantizan, por ejemplo, por medio de una válvula de sobrepresión que libera el flujo cuando se sobrepasa la presión dada.

50 Como el procedimiento de acuerdo con la invención utiliza una agitación en tres fases, sólida, líquida y gaseosa, es necesario poner a la salida una separación teniendo en cuenta la desgasificación, la fase sólida más densa que el agua y la evacuación del agua.

55 En una forma de realización ventajosa se añade, además, un coagulante (por ejemplo, cal, cloruro férrico...).

Esta adición complementaria se realiza, por ejemplo, en la zona funcional 16.

60 De este modo, con un reactor de 55 litros y unas boquillas de inyección en este reactor de 40 mm de diámetro, se pueden tratar hasta 20 m³/h de lodo.

65 De forma sorprendente, se observa, por otra parte, con el procedimiento de la invención, que cuando la presión en el reactor es superior, en presión relativa, a 0,8 bar, el caudal de alimentación Q_{EB} de las aguas lodosas formadas, por ejemplo, por lodos de esparcido cargados en MS (materias secas) al 5%, proviniendo dichas MS de la degradación biológica de hierba del pantano, de arcilla, de arena y de residuos petroleros diversos en estado de trazas (< 1 ‰), es superior a 15 m³/h y cuando el caudal de aire \underline{d} es superior a 25 m³/h, se obtiene una separación excepcional, con una velocidad de decantación máxima de un lodo que presenta, después de secado, un aspecto poroso

granulado nuevo.

Con un reactor de 55 litros y unas boquillas de inyección del efluente de 40 mm en el interior, se obtienen unas velocidades de percusión extremadamente rápidas y unos tiempos de estancia en el reactor que son particularmente cortos (véase la Tabla I a continuación).

Tabla I

Caudal de efluente	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20
Velocidad percusión partículas sólidas	0,111	0,221	0,332	0,442	0,553	0,774	1,105	1,658	2,210	
Tiempo estancia reactor	198,00	99,00	66,00	49,50	39,60	28,29	19,80	14,85	9,9	

Por lo tanto, gracias a la invención, es posible obtener una deshidratación intensiva muy superior a la que se obtiene gracias a las técnicas existentes y en pocos segundos.

Además de esta ganancia de tiempo considerable en el tratamiento, se necesita un consumo eléctrico, de aire comprimido y de floculante muy bajo.

Por otra parte, el pequeño volumen del recinto lo hace fácilmente transportable y permite su instalación en los sitios de difícil acceso, permitiendo todo ello un funcionamiento en continuo de una gran simplicidad.

El tratamiento de acuerdo con la invención no genera ninguna contaminación y requiere una instalación mucho más económica comparado con los otros sistemas de tratamiento que se puedan contemplar para el único trabajo de separación líquido/sólido como son las centrifugadoras, los filtro prensa, los filtros de banda, etc.

A título de ejemplo se hace figurar en la Tabla II a continuación la mejora Δ en sequedad obtenida mediante el procedimiento de acuerdo con la invención para un lodo de estación de depuración industrial de Fos sur Mer, poco mineralizado (90% de materia orgánica), en el campo de la petroquímica.

La comparación se realiza entre un simple tratamiento sobre filtro de banda (tela filtrante sobre la que el agua y el lodo se vierten por bombeo y se vehiculan entre unos rodillos de escurrido) y el mismo filtro de banda después de un pretratamiento con el procedimiento según la invención.

Para un volumen de recinto $v = 55$ l, se han hecho variar los parámetros de caudal de lodo Q_{EB} (m^3/h), de caudal de gas d (Nm^3/h), la presión relativa P en el interior del recinto (bar), para una carga en MS determinada a la entrada del recinto (en g/l).

Por otra parte, los resultados se muestran en función del estado inicial de los lodos, es decir, frescos (sin almacenamiento intermedio), poco frescos (después de almacenamiento de tres días) o fermentados (varios días de almacenamiento en ausencia de oxígeno).

Se observa que un fuerte caudal de gas (ocho veces el caudal de lodo) y una fuerte presión en el recinto (1,3 bar) mejoran en un 48,8% la sequedad (ensayo nº 10) para una carga inicial bastante baja (MS de 8,2 g/l), lo que demuestra la eficacia de una buena descoloidación.

En promedio (véanse los ensayos nº 13 a 16) un lodo fresco cargado a 32,4 g/l para un caudal de gas veinte veces superior al de los lodos y una presión de 1 bar relativo dentro del recinto, el procedimiento de acuerdo con la invención mejora la sequedad (Tasa de Materia Seca (MS) en peso con respecto al peso total del lodo, es decir, MS + líquido) de 24 a 36,4%, es decir, en promedio 30%:

Tabla II

Ensayos nº	Tipo Lodo industriales Fos sur Mer	Caudal		Presión Recinto	Entrada	Δ Sequedad %	Salida %
		Q_{EB} Lodo m^3/h	d Gas Nm^3/h	P Bar	MS g/l		
1	poco fresco	2,8	40	0,5	24		14,7
2	poco fresco	2	50	0,8	24		20
3	poco fresco	3	60	1,4	28		35,5
4	poco fresco	2	60	1	26		22,1
5	poco fresco	2	60	1	26		21,1
6	poco fresco	2	60	1	26		20,4
7	fresco	1,5	60	1,1	26		26,6
8	fresco	1,3	60	1	26		22,2
9	fresco	1,2	60	0,8	26		24,4

ES 2 528 046 T3

Ensayos nº	Tipo Lodo industriales Fos sur Mer	Caudal		Presión Recinto	Entrada	Δ Sequedad	Salida
		Q _{EB} Lodo	d Gas	P	MS		
		m ³ /h	Nm ³ /h	Bar	g/l	%	%
10	fermentado	8	60	1,3	8,2		48,8
11	fermentado	6,2	60	1,1	11		32
12	fermentado	3	70	0,8	24		26,2
13	fresco	3	60	1	32,4		24
14	fresco	3	60	1	32,4		26
15	fresco	3	60	1	32,4		36,4
16	fresco	3	60	1	32,4		30,1
17	fresco	4,4	40	1,6	32,4		27,2
18	fresco	5,6	50	0,9	32,4		33
19	poco fresco	6,5	60	0,5	24		28,2

A continuación se ha representado en la Tabla III un ejemplo de resultados obtenidos con un dispositivo solo (sin tratamiento complementario) sobre sedimentos (lodo muy mineralizado) y con un tratamiento complementario (filtro de banda).

5 El tratamiento con la invención sola se debe comparar con el filtro de banda solo que no sobrepasa una mejora de la sequedad de 15 a 18%.

10 En este caso se obtienen unos resultados excelentes incluso sin un tratamiento complementario con un filtro o una centrifugadora.

Tabla III

Ensayos nº	Tipo Lodos industriales Fos sur Mer	Caudal		Presión Recinto	Entrada	Δ Sequedad	Salida
		Q _{EB} Lodo	d Gas	P	MS		
		m ³ /h	Nm ³ /h	Bar	g/l	%	%
20	sedimentos	1,3	60	1,1	130		61,6
21	sedimentos	1,2	60	1,1	84	56,7	69,5
22	sedimentos	1,3	70	1	84	43,2	67,1
						Solo	Solo+Filtro

15 Se ha representado en la figura 2 un esquema del funcionamiento de un dispositivo 20 según la forma de realización de la invención descrita más particularmente en la presente memoria.

20 El dispositivo 20 permite la separación entre la parte líquida y la materia seca del lodo alimentado en 21 en flujo continuo con un caudal de Q_{EB} = V/h, separándose a continuación la alimentación en 21 en dos para alimentar las derivaciones 22.

25 De forma más precisa, el dispositivo 20 comprende un recinto E de acero inoxidable, cerrado, de volumen v inferior a 20 veces V, por ejemplo, de 55 litros para un caudal Q = V/h de 1,5 m³/h, que comprende por lo menos dos orificios idénticos o derivaciones 22, opuestos, cara a cara, situados en la mitad inferior 23 del recinto, por ejemplo, a una distancia igual al tercio de la altura del recinto.

El recinto está constituido, por ejemplo, por una parte cilíndrica 24 terminada en la parte alta y la parte baja por dos zonas cónicas idénticas 25, por ejemplo, de ángulo en el vértice del orden de 120°.

30 Cada extremo está en sí mismo terminado por un tubo superior 26 y uno inferior 27. El tubo inferior 27 está unido a una canalización 28 de evacuación intermitente de la materia seca 30 que habría sido decantada en el fondo 27 del recinto, provista de una válvula 29.

35 El dispositivo 20 comprende además unos medios 31 de alimentación del recinto con aire 32 con un caudal \underline{d} por debajo de los orificios 22.

40 Esta alimentación se realiza, por ejemplo, mediante una tubería rectilínea o tubo 33 de diámetro pequeño, por ejemplo, de 5 cm de diámetro, de longitud sustancialmente igual al diámetro del recinto cilíndrico, que comprende unas boquillas 34, regularmente repartidas, de salida del aire comprimido de forma repartida dentro del recinto, creadora de burbujas importantes que van a provocar unas mezclas importantes (círculos 35).

Están previstos unos medios 36, conocidos en sí mismos, de alimentación de un reactivo líquido 37, por ejemplo, un coagulante. Están formados, por ejemplo, por una cubeta de almacenamiento 38 que alimenta mediante una bomba dosificadora 39 y por una válvula dosificadora 40, el interior del recinto por encima de las derivaciones 22 en la zona

de turbulencia.

5 El dispositivo 20 comprende además unos medios 41 de evacuación en continuo del líquido que haya penetrado en el recinto por medio de una válvula o válvula de sobrepresión 42 que se abre más allá de una presión determinada en el recinto, por ejemplo, 1,3 bar.

Asimismo es posible no prever ninguna válvula, constituyendo el circuito aguas abajo a su vez, la pérdida de carga necesaria para el mantenimiento de la sobrepresión relativa del recinto.

10 El efluente 43 se evacua entonces por la parte alta para acabar en una cubeta 44 de decantación, conocida en sí misma.

15 Por ejemplo, esta cubeta 44 de decantación está constituida por una cuba cilíndrica 45 en la que acaba la tubería de evacuación 46 por debajo del nivel 47 de funcionamiento para limitar las turbulencias.

Con respecto a la cubeta 44, ésta se vacía por exceso de llenado en 48 a través de una porción 49 de cuba lateral no turbulenta separada del resto de la cuba por una pared calada por partes.

20 La materia sólida decantada 50 se evacua por la parte baja 51 para poder ser tratada ulteriormente.

Se ha representado en la figura 3, en vista desde arriba, el dispositivo 20 de la figura 2 que permite obtener, a partir del lodo 52, la torta 53, según la invención.

25 En la continuación de la descripción se utilizarán las mismas referencias para designar los mismos elementos.

A partir del lodo o efluente 52 cargado en materia seca, que se bombea en un medio 54 mediante una bomba 55 que tiene una altura de agua H_0 con un caudal Q_{EB} , se alimenta el recinto E por medio de las dos derivaciones 22 situadas cara a cara, una en frente de la otra. Se tiene entonces en cada derivación un caudal dividido por dos $Q_{EB}/2$.

30 La alimentación con aire 32 se realiza por debajo de las tuberías, como se ha descrito anteriormente, por una derivación 56.

35 Un reactivo (coagulante tal como cloruro férrico o cal), conocido en sí mismo y que debe ser adaptado por el experto en la materia en función de los efluentes tratados, se alimenta en continuo en el recinto E a partir de la cubeta 38 a través de la bomba dosificadora 39.

40 Los efluentes, una vez tratados en el recinto como se ha descrito anteriormente, se evacuan por la parte alta en 41 para obtener el efluente desfragmentado descoloidado 57 como se representa esquemáticamente en la figura 3.

Este efluente descoloidado y desfragmentado se alimenta, a continuación, en la cubeta de decantación 45. Después de una decantación, que ocurre en continuo en unos segundos, se observa entonces en 58 un agua extremadamente clara, por ejemplo, dejando pasar 99% de la luz que la atraviesa, incluso el 99,5%.

45 En 59, después de un eventual tratamiento complementario de compactación en 60, se obtiene una torta de lodo particularmente interesante, a la vez aireada, solidificada y que presenta una porosidad excelente comprendida entre 5% y 15%.

50 Un producto de este tipo, obtenido con el procedimiento según la invención, es nuevo y va a formar materia para usos ulteriores a título de fermento, a título de materia prima en la construcción, etc.

Ahora se va a describir, en referencia a la figura 3, el funcionamiento de una depuración según la forma de realización de la invención que se ha descrito más particularmente en la presente memoria.

55 A partir de un medio, por ejemplo, un río 54 cargado de lodo 52, se extrae por bombeo (55) este lodo.

En un ejemplo de realización, la tasa de lodo, por ejemplo, el porcentaje en materia másica de materia seca, está comprendido, por ejemplo, entre 3 y 10%.

60 Este lodo alimenta el recinto E, por ejemplo, de volumen $V = 100$ l, con un caudal comprendido, por ejemplo, entre 5 y $50 \text{ m}^3/\text{h}$, por ejemplo, $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

65 Como se ha descrito anteriormente en la presente memoria, este efluente se inyecta en el reactor a través de las dos derivaciones 22 cara a cara. De forma simultánea se alimenta con aire a través de la rampa inferior 33 del reactor con un caudal superior, por ejemplo, a $25 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

ES 2 528 046 T3

La presión en el interior de este último está comprendida entre 0,3 y 1,5 bar relativos, por ejemplo, superior a 0,8 bar relativos, en función de la altura de agua de la bomba y/o de las bombas de alimentación de los efluentes así como de las pérdidas de carga creadas por el recinto en sí mismo y por la válvula de evacuación 42 situada en la parte alta de dicho recinto.

- 5 La presión en el interior del reactor puede estar particularmente regulada mediante esta válvula superior o flotador.
- 10 El efluente, mezclado de este modo y alimentado con aire, permanece en el reactor durante un período correspondiente a la relación relativa entre los caudales, el volumen y la presión.
- 15 Por lo tanto, se conserva, por ejemplo, durante un tiempo de estancia de unos cuantos segundos, por ejemplo, inferior a 1 minuto, antes de ser evacuado.
- Este tiempo puede ser incluso muy inferior ya que con un caudal de efluente superior a 20 m³/h puede, por ejemplo, permanecer en el recinto un tiempo inferior a 10 segundos.
- 20 El caudal de alimentación en lodo tiene en sí mismo una acción directa sobre la velocidad de percusión según la tabla mostrada anteriormente, sabiendo que el tiempo de contacto y de estancia en el reactor bajo presión influye asimismo sobre la velocidad de formación de los flóculos y de su decantación.
- El caudal de aire y la influencia de la presión en el reactor son, por otra parte, unos elementos que, en vista del resultado buscado, van a ser adaptados de la forma que considere el experto en la materia.
- 25 Una vez los lodos han sido tratados, éstos salen del reactor, a una presión que corresponde a la presión de flujo del caudal del fluido en el tubo 43, hacia el contenedor de decantación 45 en el que la decantación se efectuará de una forma en sí misma conocida.
- El agua obtenida como sobrenadante es de una gran pureza y se evacua en continuo por 58.
- 30 El lodo obtenido en la parte baja de la cubeta de decantación se evacua ya sea en continuo, o bien en forma discontinua, según períodos determinados, por ejemplo, una vez al día.
- El hecho de reevacuar este lodo muy deprisa aumenta su calidad particularmente en relación con su porosidad.
- 35 El tratamiento realizado gracias al procedimiento y al reactor según la invención permite, de este modo, obtener una torta porosa deshidratada, siendo el lodo recuperado vacío, seco y manipulable. Unas cuantas horas son suficientes, en comparación con tres meses en el marco de una utilización denominada de secado clásica, para obtener un resultado comprable, siendo incluso las características del lodo obtenido mucho mejores con la invención ya que son más fácilmente reciclables.
- 40 La presente invención abarca variantes y particularmente aquellas en las que las tuberías de alimentación no son dos, sino que son tres, cuatro o más, repartidas regularmente y angularmente alrededor del recinto.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de clarificación de un líquido y/o un lodo mediante el tratamiento de estructuras coloidales contenidas en dicho líquido y/o dicho lodo alimentado en flujo continuo con un caudal $Q_{EB} = V_{EB}/\text{hora}$, siendo V_{EB} un volumen, caracterizado por que se proyecta el flujo dentro de un recinto (2, E), estando dicho recinto a sobrepresión con respecto a la presión atmosférica, siendo dicho recinto un recinto de paso del flujo en continuo o semicontinuo que presenta un volumen $v < V_{EB}/20$, inyectando simultáneamente aire (10) en el recinto con un caudal \underline{d} por debajo de la alimentación del flujo dentro de dicho recinto.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el flujo está formado por lo menos por dos flujos parciales que se proyectan el uno sobre el otro.
- 15 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aire se inyecta con un caudal $\underline{d} > 1,5 Q_{EB}$.
- 20 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aire se inyecta a una presión comprendida entre 1,4 bar y 2,5 bar.
- 25 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se inyecta el flujo en el recinto (2, E) de volumen $v < V_{EB}/20$ a través de dos orificios (22) idénticos opuestos cara a cara situados en la mitad inferior (33) de dicho recinto, siendo el aire inyectado por debajo de dichos orificios, escapándose el aire, el agua y el lodo por la parte alta del recinto.
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que $v \leq V_{EB}/50$.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que $v \leq V_{EB}/100$.
- 40 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se añade por lo menos un reactivo (37) líquido en continuo con un caudal \underline{q} en el interior del recinto (2, E).
- 45 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el reactivo es un floculante añadido en la zona de turbulencia del recinto en unas proporciones comprendidas entre 0,05% y 0,1% de la tasa de materia seca contenida en el lodo.
- 50 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el caudal Q_{EB} es superior o igual a $15 \text{ m}^3/\text{h}$, el caudal \underline{d} es superior o igual a $25 \text{ m}^3/\text{h}$, y por que la presión relativa en el recinto es superior o igual a 0,8 bar.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el caudal Q_{EB} es superior o igual a $20 \text{ m}^3/\text{h}$, el caudal \underline{d} es superior o igual a $50 \text{ m}^3/\text{h}$ y la presión relativa dentro del recinto (2, E) es superior a 1,2 bar.
- 60 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado por que el reactivo líquido es un floculante orgánico de tipo catiónico.
- 65 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se desgasifican los efluentes a la salida del recinto y se utilizan los gases obtenidos para alimentar la inyección de aire en la parte baja.
14. Dispositivo (20) de tratamiento de las estructuras coloidales contenidas en un líquido y/o un lodo alimentado en flujo continuo con un caudal $Q_{EB} = V_{EB}/\text{hora}$, siendo V_{EB} un volumen, caracterizado por que comprende
 - un recinto (2, E) de paso del flujo, cerrado, de volumen $v < V_{EB}/20$ que comprende por lo menos dos orificios (22) idénticos opuestos cara a cara situados en la mitad inferior (23) de dicho recinto,
 - unos medios (55) de captación del lodo y de alimentación dentro de dicho recinto del flujo de lodo captado de este modo en por lo menos dos flujos parciales respectivamente inyectados cada uno a través de uno de dichos orificios (22),
 - unos medios (31) de alimentación del recinto con aire (32) con un caudal \underline{d} por debajo de dichos orificios, y
 - unos medios (41, 42) de evacuación en continuo o semicontinuo del flujo total dispuestos para mantener el recinto a sobrepresión.
15. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado por que el flujo se evacua en la parte alta por medio de una válvula (42) de sobrepresión que se activa por encima de un valor umbral determinado.
16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 y 15, caracterizado por que $v \leq V_{EB}/50$.

17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado por que $v \leq V_{EB}/100$.

5 18. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, caracterizado por que comprende unos medios (36) de alimentación de un reactivo (37) líquido con un caudal determinado directamente dentro del recinto (2, E).

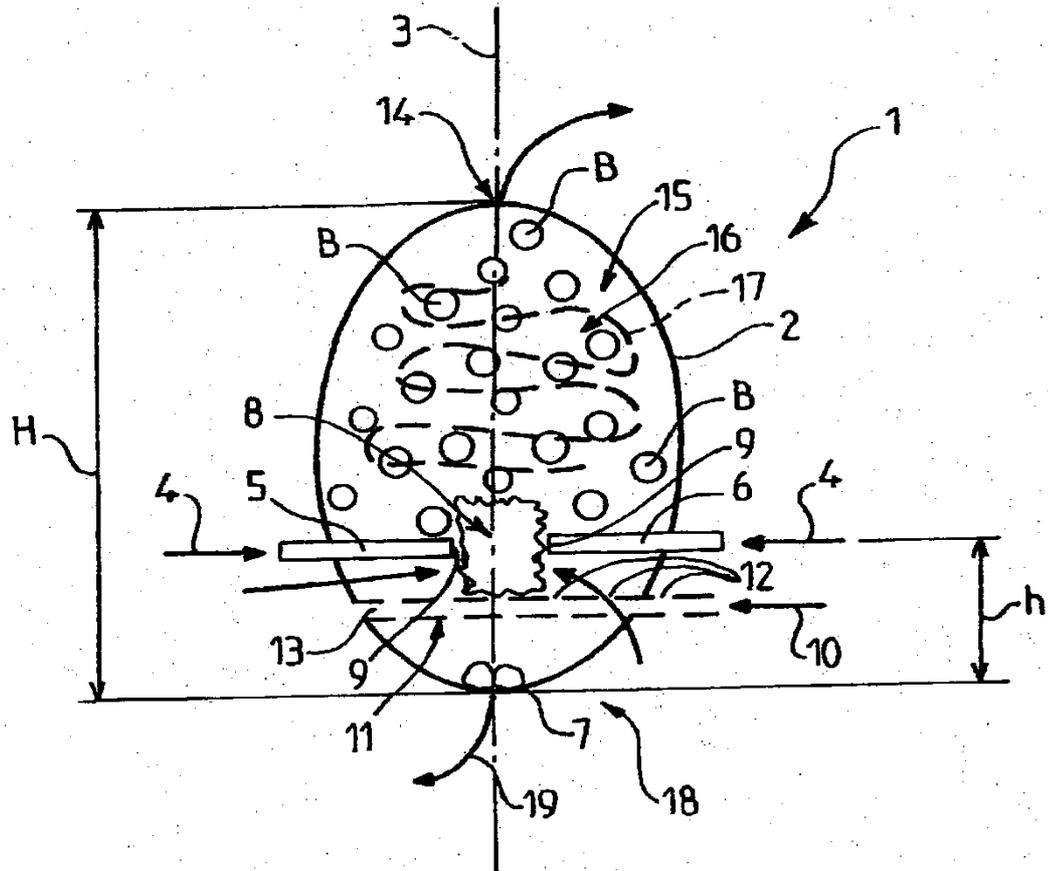


FIG. 1

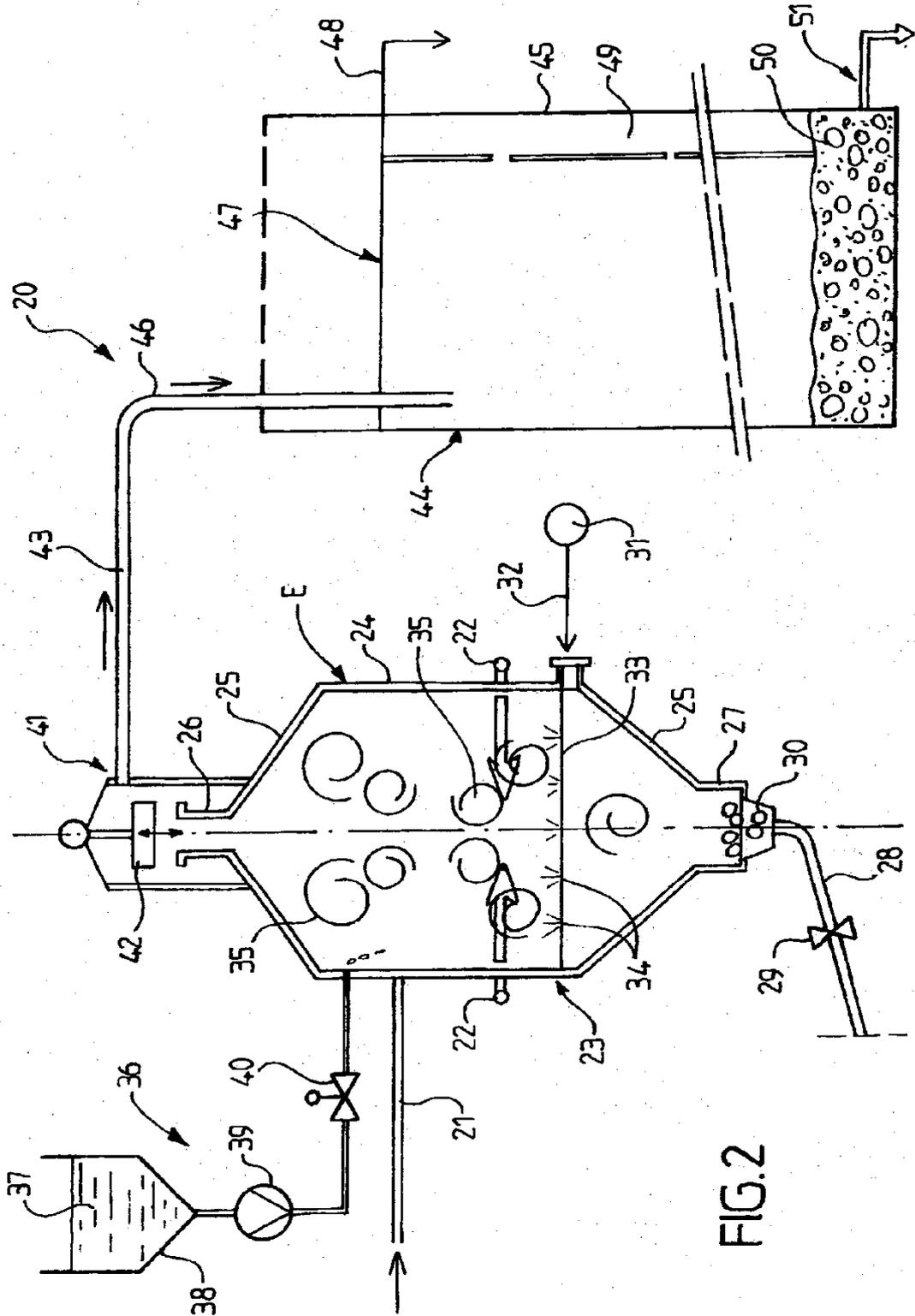


FIG. 2

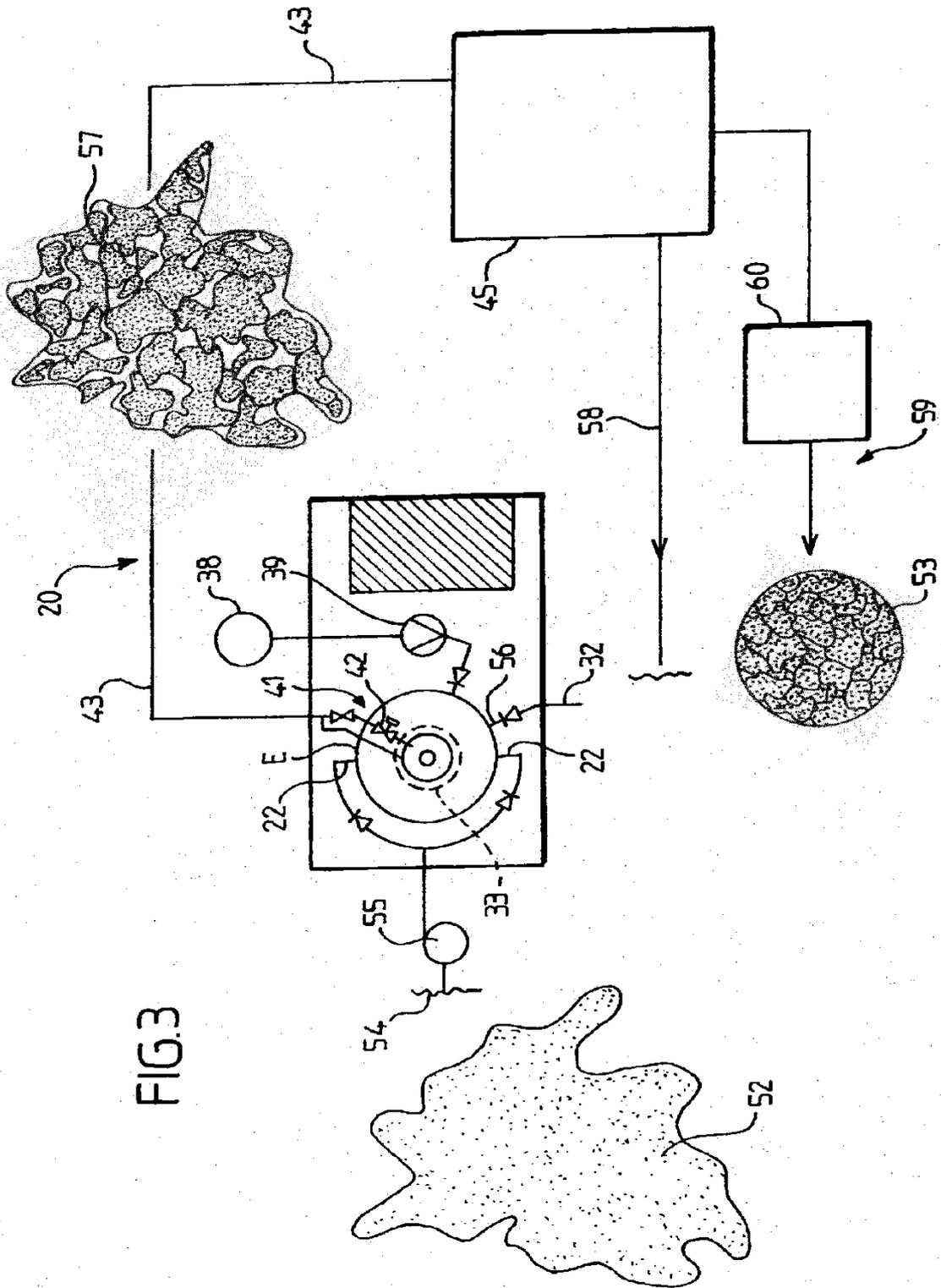


FIG. 3