(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 616 280**

(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)
C02F 11/12	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2011** **E 14003436 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** **EP 2835357**

(54) Título: **Procedimiento de separación entre líquido y materia en suspensión de un lodo y galleta de lodo solidificada**

(30) Prioridad:

29.10.2010 FR 1004284

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.06.2017

(73) Titular/es:

OREGE (100.0%)
Société anonyme à conseil d'administration 5 Chemin d'Orsigny
78117 Toussus Le Noble, FR

(72) Inventor/es:

CAPEAU, PATRICE;
LOPEZ, MICHEL y
GENDROT, PASCAL

(74) Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 616 280 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 de separación entre líquido y materia en suspensión de un lodo y galleta de lodo solidificada.

La presente invención se refiere a un procedimiento de separación entre la parte líquida y las materias en suspensión de un lodo alimentadas en flujo continuo con un caudal Q_{EB} = V/hora.

De este modo, la presente invención permite eliminar casi la totalidad de las materias en suspensión para reducirlas por debajo de un nivel umbral determinado.

La presente invención tiene una aplicación particularmente importante, aunque no exclusiva, en el campo de la deshidratación de lodos y la clarificación de aguas.

La presente invención resulta de forma sorprendente de la utilización de una energía muy fuerte en un medio líquido y lodoso que permitirá particularmente atacar a las estructuras coloidales en el interior de dicho efluente.

En efecto, los coloides están presentes en los lodos sólidos (en su fracción orgánica) pero asimismo en las aguas.

Son particularmente estos coloides los que dan una coloración turbia y dificultan la separación entre las fases líquida y sólida así como la decoloración de ciertas aguas.

Se conocen procedimientos de separación de materia sólida en suspensión del efluente líquido en el que se encuentra.

Las técnicas existentes de extracción del agua fuera de los lodos son esencialmente la compactación, que aumenta su contenido en compuesto sólido del orden de 5% (en % en masa de la mezcla total), la centrifugación o la filtración, que aumentan ambos el contenido en compuesto sólido de 18 a 25%, y por último el secado (por combustión o esparcimiento durante varias semanas), que aumenta el contenido en compuesto sólido de 90 a 95%, a sabiendas de que en general el contenido en masa de compuesto sólido en los lodos de depuración antes del tratamiento está comprendido entre el 0,1 y el 1% de la masa total del efluente.

Todos estos tratamientos conocidos en el estado de la técnica anterior adolecen de inconvenientes, ya sea ligados al hecho de que la desecación no es suficiente (compactación, centrifugación, filtración), ya sea ligados al tiempo de tratamiento (secado) o al gran consumo de energía (combustión).

Asimismo, se conoce (FR 2 175 897) un procedimiento de tratamiento de los desechos de lodos en el que se alimenta un circuito estanco que comprende una cuba, circuito en el que se recircula durante varias decenas de minutos introduciendo en el circuito aguas arriba de la cuba un gas que contiene oxígeno.

La retención del lodo activado en la cuba, durante un periodo de tiempo suficiente para permitir la sobresaturación por el gas que contiene oxígeno, está indicada para permitir la eliminación de los sólidos en suspensión de forma notable.

Un procedimiento de este tipo, además de ser largo, pone en práctica un dispositivo bastante complicado fuente de numerosas obturaciones.

Se conoce asimismo (EP 0 040 887) un procedimiento de tratamiento en el que se presuriza el lodo de manera que el gas es absorbido en el lodo que pasa a continuación a una estancia en la que es despresurizado bruscamente de manera que el aire absorbido se libera bruscamente de manera semiexplosiva.

La presente invención tiene como objetivo proporcionar un procedimiento que responda mejor que los ya conocidos a las exigencias de la práctica, permitiendo en particular la obtención de una deshidratación superior a la obtenida con las técnicas existentes, ya sea puesto en práctica solo o en combinación con dichas técnicas, y de una forma muy rápida, necesitando la utilización del procedimiento según la invención solamente algunos segundos antes de obtener un resultado.

En particular, este procedimiento permite obtener excelentes resultados únicamente para lodos muy mineralizados (es decir que presentan un % de materia orgánica sobre 100% en masa de materia seca inferior a de 5 a 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 25%.

De este modo, las instalaciones existentes pueden ser fácilmente mejoradas añadiendo uno o varios reactores que pongan en práctica la invención, lo que a continuación y por ejemplo va ahorrar costes de transportes y de incineración final de los lodos.

Por otra parte, la presente invención presenta un consumo eléctrico muy bajo y utiliza poco material consumible (aire comprimido, aditivo).

Además, el procedimiento pone en práctica un dispositivo simple de volumen muy pequeño, fácilmente transportable, que por lo tanto podrá ser instalado en emplazamientos poco accesibles.

Con la invención, es posible un funcionamiento en continuo con unas limitaciones poco exigentes.

Por otra parte, el tratamiento según la invención no genera ninguna contaminación, poniendo en práctica una técnica en sí misma mucho más económica que las conocidas en el campo de la separación líquido/sólido (centrifugadora, filtro prensa, filtro de banda, recirculación oxigenada continua, etc.).

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

Con este objetivo, la invención propone particularmente un proceso de separación entre la parte líquida y las materias en suspensión de un lodo alimentadas en flujo continuo con un caudal Q_{EB} - V/hora, de acuerdo con la reivindicación 1.

El recinto cerrado se alimenta y se evacua en continuo con el mismo caudal o sustancialmente con el mismo caudal de entrada y de salida en continuo del efluente.

El recinto constituye por lo tanto un accidente en línea con el flujo tratado sin recirculación en bucle de los efluentes en el interior del recinto.

Ventajosamente, en el caso de una decantación, la parte sólida o torta cae a la parte baja del recipiente separándose de la parte líquida que se vacía en continuo.

Por recinto cerrado se entiende una cuba o un reactor de volumen cerrado determinado, que comprende sin embargo y por supuesto los medios de entrada del flujo continuo, y unos medios de salida (en general una tubería) de dicho flujo continuo una vez tratado, con el mismo caudal o sustancialmente con el mismo caudal.

Por lo tanto el recinto es un recinto de paso del flujo a presión.

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

Ventajosamente $v \leq V/25$ o $\leq V/30$.

En una forma de realización ventajosa de la invención se alcanzan particularmente unos resultados excelentes gracias al cúmulo de varias funciones en el 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.

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 un fuerte mezclado mediante el aporte de aire de la calidad preconizada (caudal y presión).

Una zona de descompresión, por ejemplo, regulada por una válvula situada en la parte alta del reactor. En el ejemplo de esta válvula, ésta debe permitir mantener el reactor a una presión relativa de aproximadamente 0,5 a 2 bar.

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 de volumen $v < V/20$ 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, y se evacua en continuo o de forma intermitente el flujo en la parte alta, por ejemplo, por medio de una válvula de descarga activada por encima de un valor umbral determinado;

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

- 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.

- el recipiente de recuperación se vacía permanentemente por rebosamiento;

- $v \leq V/50$;

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

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

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

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

- el reactivo se añade en proporciones comprendidas entre 0,05% y 0,1% de la tasa de materia seca contenida en el lodo. Por tasa de materia seca se entiende el % en masa de sólido sobre el % en masa total del efluente;

- 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;

- la torta obtenida se recupera y se deshidrata por secado, prensado o centrifugado para obtener una galleta solidificada.

El procedimiento según la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente a título de ejemplo. La descripción se refiere a los dibujos que la acompañan, en los que:

- La figura 1 es un esquema de principio que ilustra un procedimiento de tratamiento.

- La figura 2 es un esquema de funcionamiento de un dispositivo según un modo de realización que no está definido por las reivindicaciones.

- La figura 3 es una vista que ilustra esquemáticamente la transformación de un lodo utilizando un dispositivo según un modo de realización que se puede utilizar con la invención.

La figura 1 muestra los principios del procedimiento de separación ente líquido y sólido de un lodo, según la forma de realización de la invención descrita más particularmente en la presente memoria.

En un reactor 1 formado por un recinto 2, ovalado, 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 conductos insertos opuestos 5, 6, simétricos con respecto al eje 3 del recinto.

Los conductos insertos están situados en la parte baja del recinto, por ejemplo, a una distancia h del fondo 7 del recinto comprendida entre la quinta parte y el tercio de la altura H del recinto.

Estos dos conductos insertos situados cara a cara el uno del otro permiten una alimentación a presión del flujo de agua muy cargado en materia seca (MS), (por ejemplo τ (tau) de MS 10%/masa total) lo que implica un choque importante a nivel del encuentro de los flujos en la zona 8.

En otros términos, el bombeo de las aguas del exterior (no representado), introducidas en el recintos del reactor 1 de pequeño tamaño por los dos conductos insertos cara a cara, permite un choque entre los flujos en la zona 8 debido a 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 los conductos insertos y de las pérdidas de cargas del circuito.

Clásicamente, utilizando bombas industriales disponibles comercialmente y un circuito sin muchos accidentes, se puede alcanzar fácilmente una presión de 2 bar a la salida 9 de los conductos insertos.

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

Por otra parte, y según la forma de realización de la invención más particularmente descrita 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 hace a través de una rampa 11 de reparto del aire, por ejemplo, una rampa formada por un tubo circular en serpentín o longitudinal, que permite transportar 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 por un conducto inserto en la parte baja.

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

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

Se obtiene también, en la parte superior 15 del recinto, una zona 16 funcional en la que se realiza una mezcla extremadamente turbulenta animada de movimientos brownianos (línea 17 interrumpida).

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

Por la salida 14 del reactor se escapan el aire, el agua y los lodos para, después de una 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, véase a 10 mg/l, cuando inicialmente se podía aproximar a más de 500 mg/l.

La materia sólida descoloidada obtenida a este nivel es más porosa y por consiguiente más 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 absolutos 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 llevar a cabo la mezcla esperada.

Por otra parte, el aire se introduce con un fuerte caudal d, es decir de 1,5 veces a 15 veces (en Nm^3/h) el caudal Q_{EB} del agua entrante (en m^3/h).

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

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

La presión del recinto está establecida y/o regulada para optimizar la energía interna generando un flujo ascendente que sale por lo alto.

Por lo tanto, dicha presión está determinada 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 investigados.

La dimensión del reactor escogida por último estará determinada asimismo por el experto en la materia en función de los conocimientos de base 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 descarga que libera el flujo cuando se sobrepasa la presión dada.

Como el procedimiento de acuerdo con la invención pone en práctica 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.

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.

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 m^3/h de lodo.

Por otra parte, con el procedimiento de la invención se observa, de forma sorprendente, que cuando la presión en el reactor es superior a 0,8 bar en presión relativa, el caudal de alimentación Q_{EB} de las aguas lodosas formadas, por ejemplo, por lodos de esparcido cargados en MES a 5%, proviniendo dichas MES de la degradación biológica de hierba de pantano, de arcilla, de arena y de residuos petroleros diversos en estado de trazas (< 1 ‰), es superior a 15 m^3/h y que el caudal de aire d es superior a 25 m^3/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 1 a continuación).

Tabla 1

	m^3/h									
Caudal de efluente	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20
	m/s									
Velocidad de percusión de partículas sólidas	0,111	0,221	0,332	0,442	0,553	0,774	1,105	1,658	2,210	
	s									
Tiempo de estancia en el 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.

A título de ejemplo figura en la Tabla 2 a continuación la mejora Δ en sequedad, obtenida mediante el procedimiento según 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, por ejemplo, fresco (sin decantación), poco fresco (después de decantación de 1 día) o fermentado (varios días de decantación 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).

En promedio (ver 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, por ejemplo, MS + líquido) de 24 a 36,4%, es decir, en promedio 30 %:

Tabla 2

Ensayos nº	**Tipo Lodo industriales Fos sur Mer**	**Caudal**		**Presión Recinto**	**Entrada**	**Δ Sequedad**	
		Q_{EB} Lodo	**d Gas**	**P**	**MS**		**Salida**
		m^3/h	**Nm^3/h**	**Bar**	**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

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	%	%
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
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 3 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).

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%.

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

Tabla 3

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/1	%	%
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

Además de esta ganancia de tiempo considerable en el tratamiento, se necesitan unos consumos eléctrico, de aire comprimido y/o de aditivos muy bajo.

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

El tratamiento según la invención no genera ninguna contaminación y requiere una instalación mucho más económica en comparación con los otros sistemas de tratamiento contemplables para el único trabajo de separación líquido/sólido como son las centrifugadoras, los filtros prensa, los filtros de banda, etc.

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.

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

De forma más precisa, el dispositivo 20 comprende un recinto E de acero inoxidable, cerrado, de volumen v < V/20, por ejemplo, de 55 litros para un caudal Q = V/h de 1,5 m^3/h, que comprende por lo menos dos orificios idénticos o conductos insertos 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 ángulos en el vértice del orden de 120º.

Cada extremo está terminado a su vez por un tubo superior 26 y uno inferior 27. El tubo inferior 27 está unido a una canalización 28 de evacuación intermitente, provista de una válvula 29, del material en suspensión 30 que habría

sido decantado en el fondo 27 del recinto.

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

Esta alimentación se realiza, por ejemplo, por medio de 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 repartidas regularmente, de salida del aire comprimido de forma repartida dentro del recinto, creadora de burbujas importantes que van a provocar 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 un contenedor de almacenamiento 38 que alimenta mediante una bomba dosificadora 39 y por una válvula controlada por control remoto 40 el interior del recinto por encima de los conductos insertos 22 en la zona de turbulencia.

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 descarga 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 la pérdida de carga necesaria para el mantenimiento de la sobrepresión relativa del recinto.

El efluente 43 se evacua entonces por la parte alta para acabar en un contenedor 44 de decantación conocido en sí mismo.

Por ejemplo, este contenedor 44 de decantación está constituido 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.

En cuanto al contenedor 44, éste se vacía por rebosamiento 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.

La materia sólida decantada 50 se evacua en 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 la galleta 53 a partir del lodo 52 según la invención.

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 en suspensión, 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 los dos conductos insertos 22 situados cara a cara, uno enfrente del otro. Se tiene entonces en cada conducto inserto un caudal dividido por dos $Q_{EB}/2$.

La alimentación en aire 32 se realiza por debajo de los conductos insertos como se ha descrito anteriormente, a través de un conducto inserto 56.

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 del contenedor 38 a través de la bomba dosificadora 39.

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 el contenedor de decantación 45. Después de una decantación, que interviene en continuo en unos segundos, se observa entonces en 58 un agua extremadamente clara, por ejemplo, que deja pasar 99% de la luz que la atraviesa, véase el 99,5%.

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

Un producto de este tipo obtenido con el procedimiento según la invención es nuevo y formará 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.

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

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

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

Como se ha descrito anteriormente en la presente memoria, este efluente se inyecta en el reactor a través de los dos conductos insertos 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 Nm^3/h.

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 relativo, 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.

La presión en el interior del reactor puede particularmente estar regulada mediante esta válvula superior o válvula.

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.

Por lo tanto, éste 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 m^3/h puede, por ejemplo, permanecer en el recinto un tiempo inferior a 10 segundos.

El caudal de alimentación en lodo tiene en sí mismo una acción directa sobre la velocidad de percusión según la tabla mostrada anteriormente, a sabiendas de que los tiempos de contacto y de estancia en el reactor bajo presión influyen asimismo sobre la velocidad de formación y de decantación de los flóculos.

Por otra parte, el caudal de aire y la influencia de la presión en el reactor son elementos que, en vista del resultado buscado, van a ser adaptados de la forma que considere el experto en la materia.

Una vez que tratados, los lodos salen del reactor a una presión que corresponde a la presión de flujo del caudal del fluido en el tubo 43 hacia el contendor 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.

El lodo obtenido en la parte baja del contenedor de decantación se evacua ya sea en continuo o bien en forma discontinua, según unos 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.

El tratamiento realizado gracias al procedimiento y al reactor según la invención permite, de este modo, obtener una torta porosa y deshidratada, estando el lodo recuperado vacío, seco y siendo 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 comparable, e incluso siendo las características del lodo obtenido mucho mejores con la invención ya que es más fácilmente reciclable.

Como es evidente y como resulta asimismo de lo expuesto anteriormente, la presente invención no está limitada a las formas de realización más particularmente descritas. Abarca, por el contrario, todas sus variantes, y particularmente aquellas en las que los orificios puedan ser toberas, tubos que penetran en el interior del recinto para minimizar la distancia entre las salidas y aumentar la fuerza de los choques.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de separación entre la parte líquida y las materias en suspensión de un lodo alimentadas en flujo continuo con un caudal Q_{EB} = V/hora, siendo V un volumen, en el que se inyecta aire con un caudal d, caracterizado por que el caudal d>1,5 Q_{EB}, por que se introduce y se hace pasar el fluido a presión por un recinto cerrado de volumen v < V/20, sin recirculación en bucle de los efluentes en el interior del recinto, siendo el aire (10) inyectado en el recinto mantenido a una presión superior al valor de 0,3 bar relativo, siendo dicho recinto alimentado y evacuado en continuo con el mismo caudal o sustancialmente con el mismo caudal de entrada y de salida en continuo del efluente, y después se filtran o se dejan decantar las materias en suspensión del flujo tratado de este modo en un recipiente de recuperación.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se conserva el flujo en el recinto durante un tiempo inferior a 1 minuto, antes de ser evacuado.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el tiempo es inferior a 10 s.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aire se inyecta con un caudal d superior a 5 Q_{EB}.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se introduce el aire ligeramente comprimido en el recinto, se introducen los flujos líquidos allí donde se efectúan unos choques hidráulicos, se efectúa un mezclado muy fuerte aire/flujo líquido mediante el aporte de aire, y se descomprime a la salida del recinto.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que se regula la descompresión a la salida mediante una válvula que permite mantener el recinto a una presión relativa de 0,5 a 2 bar aproximadamente.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que v ≤ V/50.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que v ≤ V/100.

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el caudal Q_{EB} es superior o igual a 15 m^3/h, el caudal d es superior o igual a 25 m^3/h, y por que la presión relativa en el recinto es superior o igual a 0,8 bar.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que el caudal Q_{EB} es superior o igual a 20 m^3/h, el caudal d es superior o igual a 50 m^3/h y la presión relativa dentro del recinto es superior a 1,2 bar.

11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que no se añade ningún floculante aguas arriba y/o dentro del recinto.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la torta obtenida se recupera y se deshidrata por secado, prensado o centrifugado para obtener una galleta solidificada.

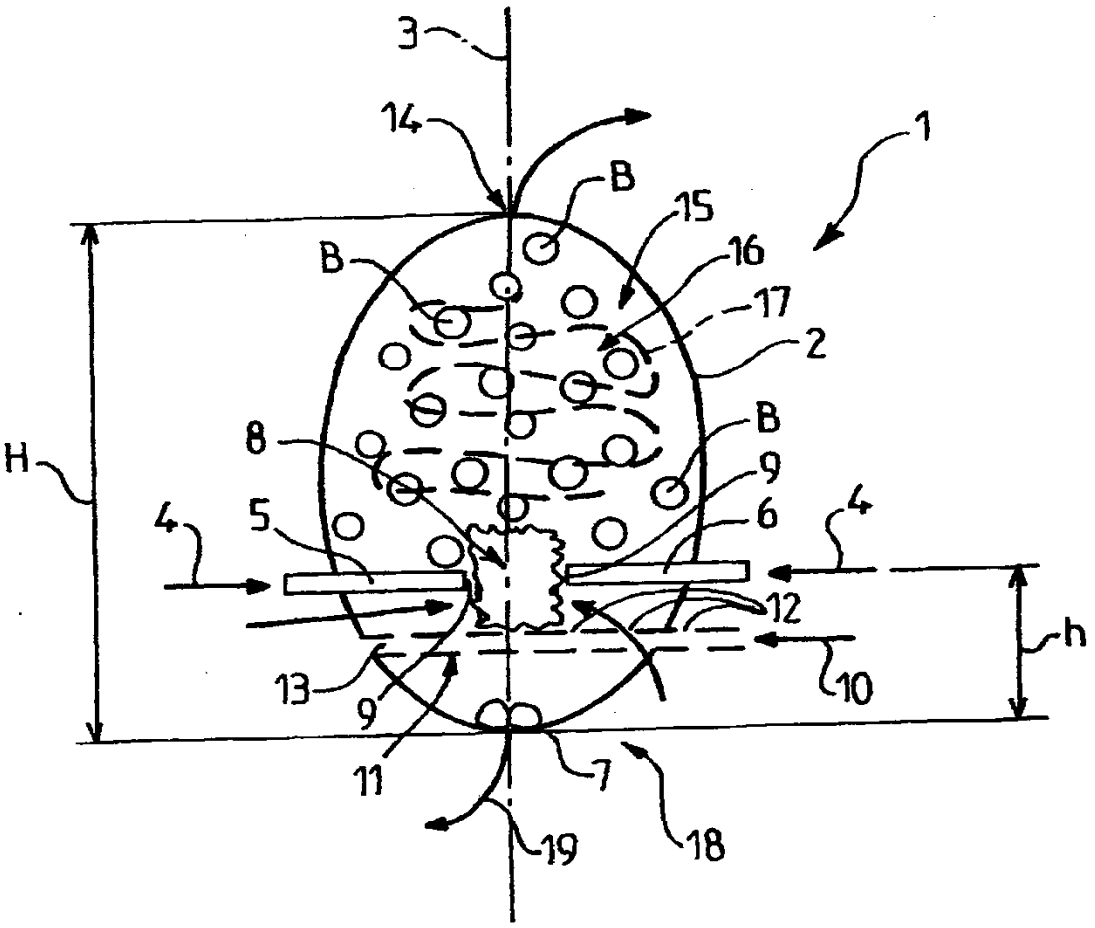

FIG.1

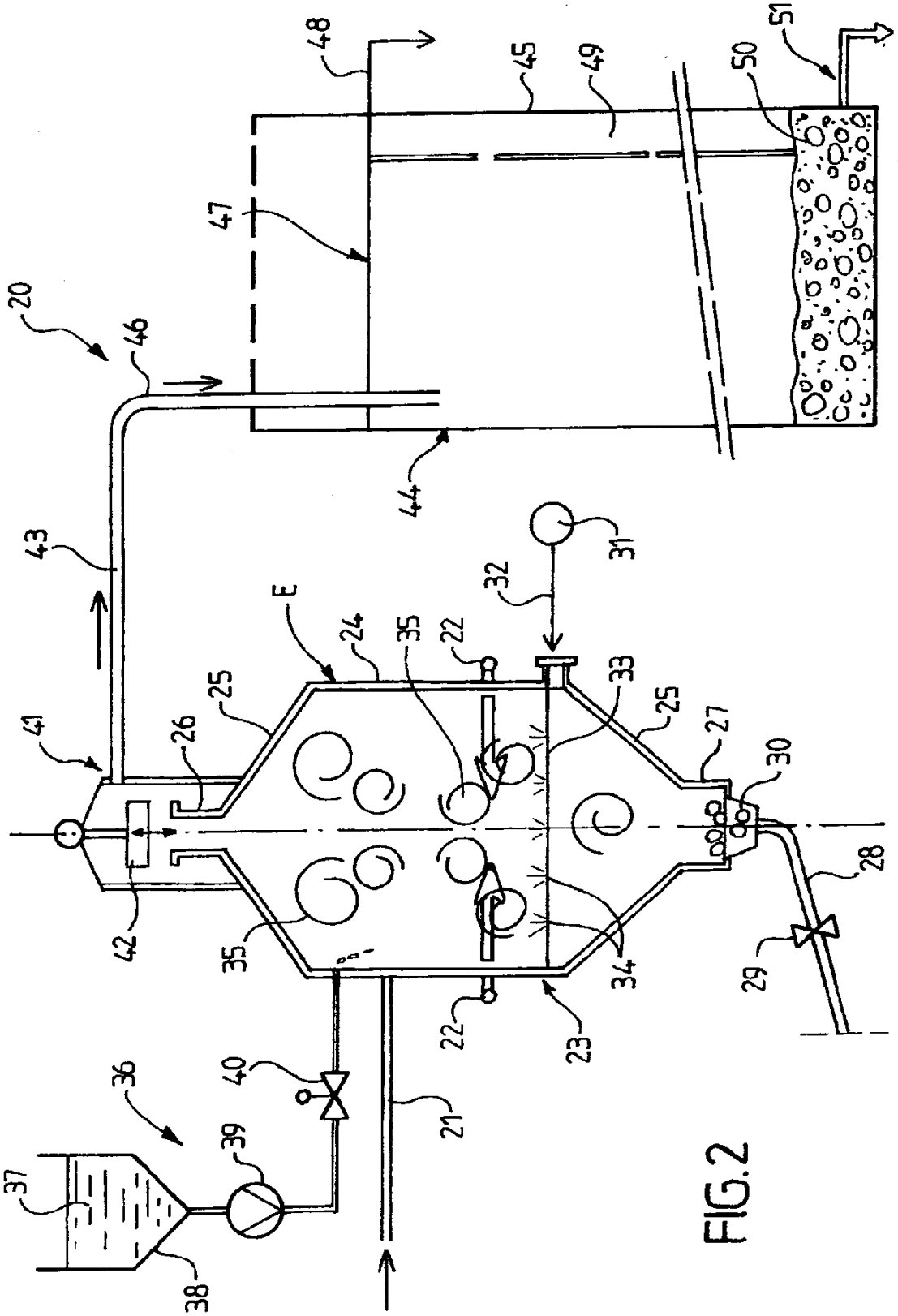
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
E

FIG.2

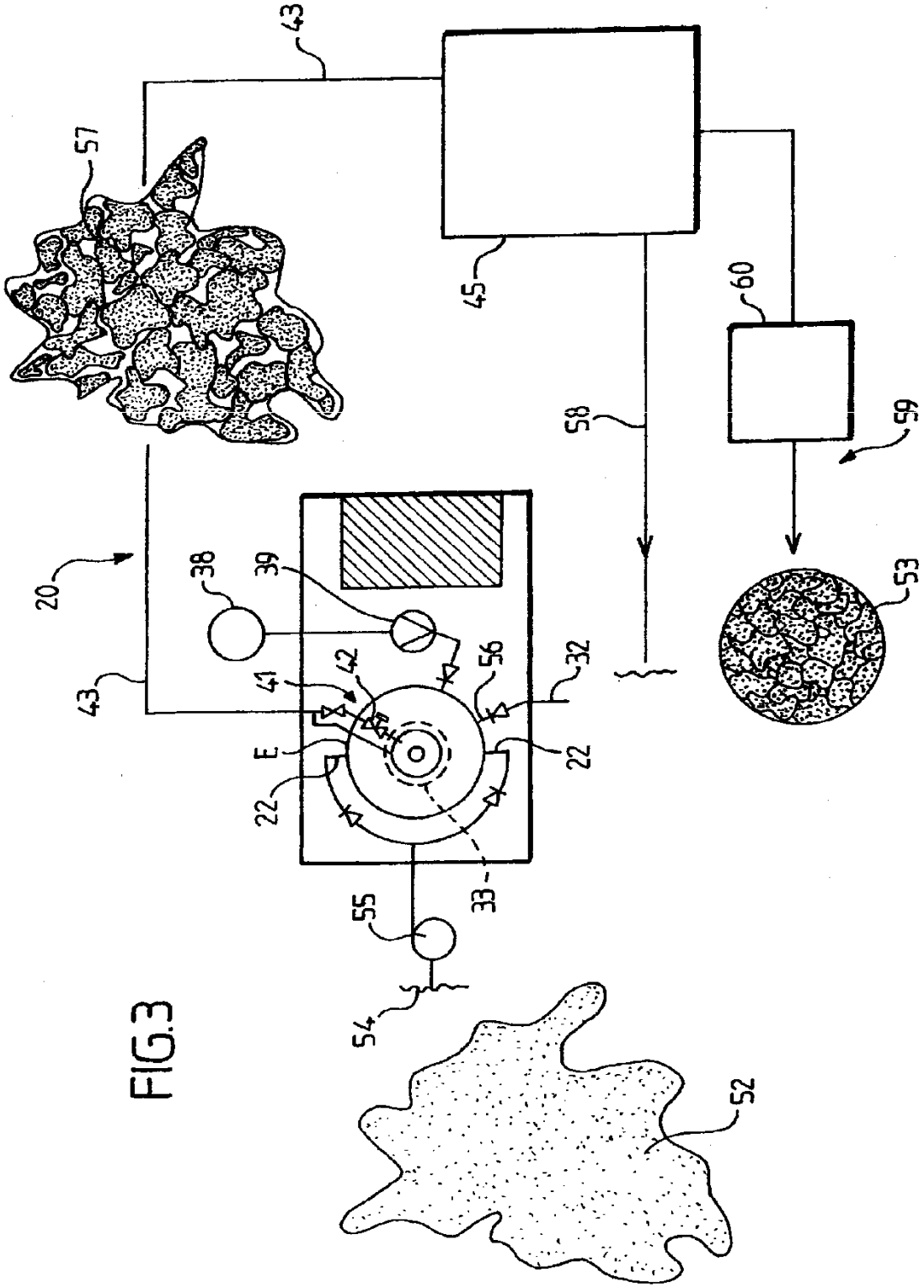

FIG.3