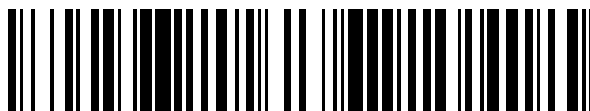


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 758**

51 Int. Cl.:

**B01F 3/04** (2006.01)  
**B01F 5/02** (2006.01)  
**C02F 1/20** (2006.01)  
**C02F 11/14** (2006.01)  
**C02F 1/24** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)  
**C02F 1/56** (2006.01)  
**C02F 1/72** (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/FR2014/053058**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15079171**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2014 E 14814971 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 3083021**

54 Título: **Procedimiento de desodorización de un lodo y dispositivo que utiliza un procedimiento de este tipo**

30 Prioridad:

**27.11.2013 FR 1361698**

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 2 664 758 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 desodorización de un lodo y dispositivo que utiliza un procedimiento de este tipo.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de desodorización de un lodo alimentado en flujo continuo o semicontinuo a un caudal Q.

Se refiere también a un dispositivo de desodorización de lodo que utiliza un procedimiento de este tipo.

10 Encuentra una aplicación particularmente importante, aunque no exclusiva, en el campo de la eliminación de olores y de reducción de volumen de los lodos orgánicos o biológicos, con vistas a una utilización ulterior, por ejemplo para su esparcimiento.

15 Cuando se tratan unas aguas residuales industriales o municipales, se obtienen, independientemente de las aguas tratadas, unos lodos que contienen una importante cantidad de materia orgánica.

20 Estos lodos incorporan unos microorganismos, en particular en forma de bacterias aeróbicas y anaeróbicas, que cuando son privadas de oxígeno, evolucionan hacia los regímenes anaeróbicos provocando rápidamente unos fenómenos de olores nauseabundos.

25 Cuando tiene lugar la respiración de las bacterias, se forma en efecto hidrógeno sulfurado, metano, así como sustancias de olores desagradables, como los mercaptanos o también amoníaco.

De manera general, y para tratar y eliminar los lodos orgánicos, existen varias técnicas. O bien se esparcen directamente sobre las tierras de cultivo, o bien se espesan extrayéndoles el carbono en régimen anaeróbico controlado, o bien se escurren mediante filtros de bandas o centrifugadoras.

30 Las técnicas que existen de extracción del agua fuera de los lodos son en efecto esencialmente la compactación que aumenta el contenido (en % en peso de la mezcla total) de compuesto sólido del orden del 5%, la centrifugación o la filtración que aumentan una y otra el contenido en compuesto sólido en el 18 al 25%, y finalmente el secado (por combustión o esparcimiento durante varias semanas) que aumenta el contenido en compuesto sólido en el 90 al 95%, sabiendo que el contenido en peso de compuesto sólido de los lodos de depuración antes del tratamiento está comprendido en general entre el 0,1 y el 1% del peso total del efluente.

35 Todos estos tratamientos posteriores no resuelven, sin embargo, el problema de los olores.

Cuando tiene lugar su utilización, despliegue y/o su circulación, los lodos transportados desprenden en efecto unos olores nauseabundos que molestan la explotación serena de las instalaciones sin peligro para el personal.

40 Se conocen ya (documento FR 2 412 505) unos procedimientos de desodorización de lodos en los que se tratan los lodos con unos compuestos que liberan oxígeno activo, como el peróxido de hidrógeno, los perboratos alcalinos, los persulfatos alcalinos, etc. Estos procedimientos son costosos ya que necesitan, en particular, la adición regular y sistemática de reactivos específicos.

45 Se conocen asimismo unos procedimientos que necesitan la adición a los lodos de óxidos de nitrógeno gaseoso (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc.), siendo el tiempo de contacto de los lodos con el óxido de nitrógeno gaseoso de varias decenas de minutos (por ejemplo 300 minutos).

50 La idea es ahora mantener los lodos en contacto el tiempo suficiente con el óxido de nitrógeno gaseoso para que los intercambios químicos se realicen antes del tratamiento de deshidratación propiamente dicho.

55 Todos estos tratamientos conocidos en la técnica anterior adolecen, por lo tanto, de inconvenientes, o bien relacionados con la necesidad de añadir reactivos costosos y/o complicados de utilizar, o bien relacionados con el tiempo de tratamiento, y con los resultados a veces poco fiables y/o no fácilmente reproducibles.

No permiten y/o no preparan tampoco la deshidratación de los lodos como tal.

60 Se conoce también (documento FR 2 966 819) un procedimiento de desecado de lodo líquido por mezcla de lodo y de aire en un recinto bajo ciertas condiciones. Si un procedimiento de este tipo permite buenos resultados, puede ser todavía mejorado, en particular en lo referente a la desodorización del lodo obtenido.

65 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un procedimiento y un dispositivo de desodorización de los lodos que responda mejor que los conocidos anteriormente a las exigencias de la práctica, en particular por que permitirá la obtención de un lodo sin olor y/o con un olor de mantillo, permitiendo al mismo tiempo una excelente deshidratación y/o una deshidratación (efectuada a continuación de manera conocida) muy superior a la obtenida con las técnicas existentes, y esto de manera muy rápida, necesitando la utilización del procedimiento según la invención sólo algunos segundos antes de la obtención de un resultado.

En particular, este procedimiento permite obtener excelentes resultados solo y para unos lodos muy orgánicos, es decir esencialmente cargados con fosfolípidos, polisacáridos, residuos bacterianos, ácidos grasos volátiles, etc. (> 60% en peso de materia orgánica con respecto al peso de materia seca (MS)).

5 Permite también 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 un 5% la desecación, por ejemplo un 10%.

10 La solución de la invención presenta por otro lado un consumo eléctrico muy bajo y utiliza poco material consumible (aditivo) o un material poco costoso (aire comprimido).

Además, el procedimiento utiliza un dispositivo simple que ocupa muy poco espacio, fácilmente transportable, que por lo tanto podrá ser instalado en sitios poco accesibles.

15 Con la invención, es posible un funcionamiento en continuo, y esto con unas obligaciones de explotación poco exigentes.

20 Finalmente, el tratamiento según la invención, además de eliminar los olores, no genera por otro lado ninguna contaminación. En resumen y con la invención, se obtiene de inmediato una torta porosa, deshidratada, sin olor, que constituye un residuo directamente expandible y/o utilizable.

25 Con este objetivo, la invención propone en particular un procedimiento de tratamiento en continuo de un flujo de lodo líquido en el que se inyecta el flujo a un caudal  $q$  en un recinto en sobrepresión con respecto a la presión atmosférica, inyectando también aire a un caudal  $Q \geq 5 q$  en dicho recinto, antes de la evacuación y separación entre las partes sólida y líquida obtenidas, aguas abajo del recinto, caracterizado por que

el lodo líquido es un lodo orgánico, siendo el procedimiento aplicado a la desodorización de la parte sólida obtenida,

30 por que la inyección de lodo se realiza en una columna de aire en sobrepresión inyectado a su vez a dicho caudal  $Q \geq 5 q$ , extendiéndose dicha columna en una longitud determinada  $L$  a lo largo de un eje longitudinal, estando dicha longitud  $L$ , el caudal y la sobrepresión de dicha columna de aire dispuestos para crear en el recinto un lecho fluidizado en el que se pulveriza el lodo, entre un conducto de alimentación de aire y una canalización o un depósito aguas abajo del lecho fluidizado obtenido,

35 por que se evacúa dicho lecho fluidizado en dicha canalización o dicho depósito que se pone a presión atmosférica o sustancialmente a presión atmosférica,

40 y por que se introduce un floculante en continuo en dicho lecho fluidizado aguas abajo del recinto, en condiciones dispuestas para reagrupar y/o coagular la materia orgánica, de manera que se obtenga una desodorización de la parte sólida obtenida después de la separación.

45 La longitud  $L$ , el caudal y la sobrepresión en el recinto se determinan de manera optimizada y al alcance del experto en la materia en función de las cualidades y de la constitución de los lodos tratados y del caudal de tratamiento buscado. Asimismo, el floculante se selecciona y su caudal de alimentación se determina en función de las características impuestas anteriormente sobre el recinto y su alimentación con lodo y con aire, de modo que la materia orgánica se reagrupa y/o coagula de manera optimizada.

50 Estos valores se obtienen, si es necesario, mediante ajustes sucesivos al alcance del experto en la materia, ingeniero en ingeniería química.

55 En lo referente a los caudales  $Q$  y  $q$ , el caudal de gas se mide clásicamente en  $Nm^3/h$ . Se recuerda en la presente memoria que el valor de un caudal gaseoso se da clásicamente en  $Nm^3/h$  (Normo-metro cúbico/h), estando considerado el volumen (en  $Nm^3$ ) en la presente memoria con su valor aplicado a una presión de 1 bar, una temperatura de 20°C y 0% de humedad, como se practica clásicamente por parte del experto en la materia.

60 El recinto se alimenta así y se evacúa en continuo al mismo caudal o sustancialmente al mismo caudal de entrada y de salida en continuo del lodo líquido.

En un modo de realización ventajoso, se añaden unas materias minerales granulosas en el flujo, por ejemplo, aguas arriba de la inyección de aire, y/o previamente en el lodo a tratar.

65 Introduciendo así un lodo líquido orgánico (que comprende, por ejemplo, en peso de materia más del 70% de materia orgánica), cargado (o no, según los lodos) con materia granulosa, por ejemplo arena u otro carburante granuloso en el interior de una columna presurizada en la que transita aire a un caudal superior a 5 veces el caudal del lodo líquido, siendo el aire introducido por unos (o un) conductos situados en la parte baja del recinto,

y el lodo introducido por un tubo situado en la parte baja de la columna en el lecho gaseoso, el producto líquido sufre una división en el lecho gaseoso debido a los choques en su introducción en el recinto.

5 De hecho, a medida que se realiza el proceso de transferencia en la columna, el flujo tratado cambia de fase, pasando de una emulsión o suspensión de materia orgánica en el aire a una emulsión de aire en esta materia orgánica.

10 De manera espectacular, una parte del aire introducido se difunde entonces de manera homogénea sobre el conjunto de la masa orgánica, en microburbujas centimétricas o milimétricas.

La emulsión obtenida es lodo (fase dispersada) en el aire (fase continua), estando el lodo recubierto por el aire, permitiendo el efecto de mezclado y las diferentes sobrepresiones, por otro lado, romper en parte las uniones físicas de tipo van der Waals, y las uniones de tipo eléctrico existentes entre las partículas orgánicas entre sí y con el agua.

15 El flujo es entonces en esta etapa un caldo en el que el agua y la materia orgánica cohabitan, pero ofrecen menos uniones físicas.

20 El flujo se vuelve aireado, e incluso si es durante un tiempo reducido permite, mediante el aporte importante de oxígeno unido a la inyección de aire, a fuerte caudal, la eliminación de los olores.

En el recipiente y, por otro lado, la acción de los floculantes se vuelve muy favorable.

25 Los floculantes, que son unas sustancias hidrófobas, atraparán, en efecto, las burbujas de aire en contacto con el lodo.

El copo formado está entonces, por un lado, muy deshidratado y, por otro lado, muy aireado y poroso.

30 Un lodo de masa en volumen  $1,1 \text{ g/cm}^3$  pasa casi instantáneamente a  $0,9$  y hasta  $0,6$  al final de la percolación del agua mantenida en contacto con el lodo.

Se observa aquí que su masa volúmica es parecida, incluso inferior, a la de la piedra pómez, es decir  $0,6 \text{ g/cm}^3$ , en realidad de  $0,5$  a  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , para  $0,9 \text{ g/cm}^3$  para la piedra pómez.

35 Esta porosidad micro y milimétrica es favorable para la deshidratación de la masa orgánica, desempeñando los poros el papel de drenajes.

Se trata por lo tanto de una ventaja inesperada obtenida en unos lodos con amplia mayoría orgánica.

40 Se observará que un lodo orgánico clásico post floculación tiene una masa volúmica ligeramente superior a  $1$  y muy superior a  $1$  después de la deshidratación por técnicas habituales.

45 El floculante atrapa por otro lado el aire en contacto con la materia orgánica (MO), esto confiere a la MO una gran estabilidad biológica.

Así, incluso durante el tratamiento de un lodo procedente de un proceso de digestión anaeróbico, el efecto inmediato del proceso es romper el fenómeno de olor. Con la invención y después de la floculación, se observa que el lodo es inodoro.

50 Según su acondicionamiento posterior, este efecto puede prolongarse indefinidamente.

Basta, en efecto, con estructurar esta materia orgánica, por extrusión o dilaceración, o también por almacenamiento sobre un espesor de algunas decenas de centímetros o almacenarla después del espesado.

55 Por encima, el agua tiene el riesgo de ser atrapada y no poder drenarse, llevando entonces la instalación a un régimen biológico propicio para la producción de olores nauseabundos.

60 Se puede, en este caso y por ejemplo, prever un sistema de por lo menos dos sacos filtrantes, uno como relleno mientras que el otro se vacía, con un umbral de corte de  $100 \mu\text{m}$ , incluso de  $300 \mu\text{m}$ , o más, por ejemplo  $500 \mu\text{m}$ , sin alterar la calidad del agua, que permanece así de manera extraordinaria por debajo de  $100 \text{ mg/l}$  de DCO para unos lodos biológicos, y menos de  $200 \text{ mg/l}$  para unos lodos digeridos.

65 Este modo de funcionamiento para sacos de  $1 \text{ m}^3$  a  $5 \text{ m}^3$ , permite obtener una excelente trazabilidad y un aprovechamiento instantáneo de los lodos con un MS de  $100 \text{ g/l}$  mínimo.

Ventajosamente, la invención propone por lo tanto también una etapa complementaria de estructuración del lodo deshidratado obtenido.

Se observará también que la centrifugación produce un lodo poroso, con la masa volúmica más baja que la del agua cuando se posiciona aguas abajo de este procedimiento.

- 5 Mediante este efecto de estructuración, la MO se seca muy rápidamente. Existe por supuesto la posibilidad, ventajosamente, de acelerar la deshidratación, en particular por calentamiento.

10 Esta deshidratación rápida asociada a una saturación de oxígeno del medio garantiza la presencia de bacterias aeróbicas. Si se consigue la estructuración, centimétrica, la pérdida de agua es paralela al consumo del oxígeno disuelto, hasta el punto de que la población bacteriana disminuye por falta de agua, pero nunca está buscando oxígeno de NO<sub>3</sub> o SO<sub>4</sub>, lo cual tendría como efecto producir olores nauseabundos, por reducción de estos elementos.

15 Gracias al procedimiento según la invención, la ganancia de redox del medio se mide en algunas decenas de mV, sabiendo que cuanto más prolongada es la aireación, más favorable será la ganancia de redox, hasta un cierto límite, al igual que lo que se refiere a la acción de "stripping" (separación) de los gases.

20 Se observará también que el agua separada se ha beneficiado del mismo tratamiento de orden físico y químico que la materia orgánica. En efecto, el aire ya no es atrapado, pero el redox también ha aumentado, estando las fracciones coloidales fijadas a la MO, dejando un agua transparente con una carga en MES y en materia orgánica mucho más baja que cuando se realizan las técnicas clásicas sin estar asociadas al procedimiento según la invención.

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

- se inyecta el flujo de lodo en el recinto enfrente y a una distancia  $d$  de una pared y/o de una pantalla de dicho recinto inferior a un valor determinado;
- 30 -  $d$  es inferior a 50 mm;
- el conducto de alimentación del aire está situado aguas arriba de la inyección de lodo;
- 35 - la presión absoluta P de la columna de aire es superior a 1,5 bar.

Ventajosamente, el lodo es así, y por ejemplo, proyectado a gran velocidad contra una pantalla en el interior del recinto, estando el extremo del tubo sobresaliente en el interior, por ejemplo dirigido perpendicularmente, y por lo tanto situado a una distancia  $d \leq 50$  mm, de la pared de enfrente.

40 Se puede prever también un dispositivo de dispersión de tipo resorte.

45 Con el procedimiento según el modo de realización más particularmente descrito aquí, el líquido sube en el lecho fluidizado. Debido a la fuerza de los choques sobre la pared del recinto y a la proporción entre gas y líquido, se observa entonces, de manera inesperada, una división de la estructura sólida y/o coloidal, subiendo el líquido dividido en el lecho gaseoso a la velocidad de los gases, de manera que se realiza una separación ("stripping") de las moléculas olorosas (H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>) de manera extremadamente eficaz.

50 Si se busca el "stripping" (en denominación anglosajona), se pueden proponer unas condiciones fisicoquímicas específicas: aumentar el pH, la temperatura (para el stripping del NH<sub>3</sub>), etc.

55 En un modo de realización ventajoso, la presión del recinto se mantiene por un sistema de válvula. A la salida de la zona presurizada, el lecho sufre, por el contrario, una descompresión favorable al trabajo de aglomeración de las materias orgánicas obtenida por la adición de floculante.

60 La válvula crea, en realidad, la pérdida de carga que permite la sobrepresión en el recinto. Está en posición cerrada a presión máxima, y después funciona por ejemplo en modo oscilatorio. La frecuencia del régimen oscilatorio se establece entonces por la presión máxima del compresor.

65 Por ejemplo y para ello, estando el recinto vertical, se evacúa en continuo, o de manera intermitente, el flujo en la parte alta de dicho recinto a través de una válvula de sobrepresión que se activa por encima de un valor umbral determinado que define la sobrepresión de la columna de aire.

Con el fin de optimizar la división, se utiliza como materia mineral y granulosa, unos reactivos de choque de tipo arena, carbonatos, compuestos porosos drenantes de tipo puzolanas, zeolitas, etc. jugando con las cantidades, la granulometría, la composición, etc. en función del efluente y de los resultados buscados al alcance del experto en la materia.

## ES 2 664 758 T3

En efecto, se ha podido constatar que la adición de materiales granulosos aumenta la eficacia y permite, en particular, ayudar a romper las uniones entre el agua unida y las materias orgánicas, pero también sobrecargará el flóculo, lo cual facilita a continuación mucho su separación del líquido.

- 5 En otros modos de realización ventajosos, se recurre también a una y/u otra de las disposiciones siguientes:
- se separa en continuo la materia sólida del líquido por filtración en unos sacos sucesivos cargados a medida que se rellenan por la materia sólida filtrada;
  - 10 - el aire circula con un caudal  $Q \geq 20 q$ , por ejemplo, superior a 40 q, a 60 q o 100 q, o comprendido entre 20 veces y 60 veces q;
  - el caudal q es superior o igual a  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , siendo el caudal Q superior o igual a  $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , por ejemplo, superior a  $200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , y la presión relativa en el recinto superior o igual a 1 bar (presión absoluta 2 bar),  
15 por ejemplo superior o igual a 1, 2 bar;
  - el floculante se añade en proporciones comprendidas entre el 0,5% y el 3% de la tasa de materia seca contenida en el lodo. Por tasa de materia seca, se entiende el % en peso de sólido sobre el % en peso total del efluente. Por ejemplo, se consumirán entre 5 kg y 25 kg de producto comercial por tonelada de  
20 MS;
  - el floculante es orgánico, de tipo catiónico.

25 Se trata, por ejemplo, de un aporte de polímero conocido bajo las referencias ASHLAND 860 BS, CIBA 8646 FS, SNF HIB 640 o 840 de las compañías del mismo nombre.

Por ejemplo, para un lodo que contiene 7 g/l de Materia Sólida (MS), se utilizan 50 g de polímero bruto, por ejemplo, preparado con 5 g/l, es decir una inyección de 10 l de solución por  $\text{m}^3$  de lodo. La inyección se efectúa ventajosamente de manera inmediata a la salida de la columna;

- 30
- 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.

35 La materia mineral granulosa se utiliza, por ejemplo, a una altura de un 10%, 5%, 4% o 1% de la tasa de MS de los lodos.

Como ya se ha visto, se trata ventajosamente de arena, carbonato de calcio, cal apagada, etc.

40 Se introduce aguas arriba de la columna, por ejemplo, dentro de una cuba de mezcla con el lodo líquido.

En un modo de realización ventajoso, existe además un aporte de reactivo de oxidación.

45 En algunas aplicaciones, por ejemplo cuando los lodos contienen muchos ácidos grasos orgánicos, o estos lodos son unos lodos procedentes de metanizador, este aporte suplementario permite obtener un excelente resultado, por ejemplo en proporciones de 1 l de  $\text{H}_2\text{O}_2$  para  $1 \text{ m}^3$  de lodo que contiene 40 g/l de MS.

50 También ventajosamente, se puede prever un aporte de reactivo de ayuda a la coagulación de las materias orgánicas: por ejemplo para un lodo de 11 g/l de MS y un 8% de MV (relación entre materia orgánica y materia seca) y para 500 ml de lodo, se aporta 1 ml de  $\text{FeCl}_3$  (solución al 10%) en la introducción del líquido en la columna, antes de la introducción post-columna de floculante;

- la torta obtenida se recupera y se deshidrata mediante secado, prensado o centrifugación para obtener una galleta solidificada. Esta presenta una excelente microporosidad. Esta microporosidad da una ventaja considerable, a saber unos surcos que permiten una evacuación rápida del agua liberada y unos poros que permiten una fuerte aireación de los lodos y el mantenimiento de un régimen bacteriano aeróbico.
- 55

La invención propone también un producto obtenido directamente mediante el procedimiento tal como se ha descrito anteriormente.

60 Propone asimismo una galleta de lodo solidificada y estructurada obtenida con el procedimiento descrito anteriormente, que se caracteriza por que está formada por capas y/o bandas de lodos dispuestas unas sobre otras de manera aireada.

65 Ventajosamente, la galleta de lodo obtenida es de porosidad superior al 40%, por ejemplo del orden de la porosidad de la piedra pómez (del orden del 85%).

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

- Propone, por otro lado, un dispositivo de tratamiento de un flujo de lodo líquido alimentado en continuo a un caudal  $q$  que comprende unos medios de alimentación de aire a un caudal  $Q \geq 5 q$ , un recinto que se extiende sobre una longitud determinada  $L$  y a lo largo de un eje longitudinal, dispuesto para ser alimentado por los medios de alimentación de aire en la parte baja, y que comprende por lo menos un tubo de alimentación del lodo situado en la mitad inferior de dicho recinto, unos medios de inyección del lodo a dicho caudal  $q$  en el recinto por dicho tubo, una canalización o un depósito de salida del flujo de lodo pulverizado aguas abajo del recinto, y unos medios de separación entre la parte sólida y la parte líquida del lodo tratado,
- caracterizado por que, siendo orgánico el lodo líquido, la longitud  $L$ , el caudal  $Q$  y la sobrepresión en el recinto están dispuestos para crear un lecho fluidizado,
- por que dicha canalización o dicho depósito comprenden unos medios de puesta a presión atmosférica o sustancialmente a presión atmosférica,
- y por que el dispositivo comprende unos medios de introducción de un floculante en continuo en dicha canalización o dicho depósito para reagrupar/coagular la materia orgánica en dicha canalización o dicho depósito desodorizándola antes de la introducción en dichos medios de separación.
- Ventajosamente, el dispositivo comprende unos medios de alimentación de materia mineral granulosa en el flujo de lodo aguas arriba de los medios de alimentación de aire.
- En un modo de realización ventajoso, está previsto por lo menos un tubo de alimentación del lodo a desodorizar situado en la mitad inferior de dicho recinto, sobresaliendo el extremo de dicho tubo del interior del recinto, situado por encima de la alimentación de aire y a una distancia  $d$  de la pared de enfrente, tal que  $d \leq 50$  mm.
- También ventajosamente, el dispositivo está dispuesto para que el flujo sea evacuado en la parte alta a través de una válvula de sobrepresión que se activa, por ejemplo, por encima de 2 bar absolutos.
- En un modo de realización ventajoso, teniendo el recinto un diámetro  $D$ , la longitud determinada  $L$  es superior a 10 veces  $D$ .
- También ventajosamente, la canalización de salida es de diámetro  $d_0$  comprendido entre  $0,5 D$  y  $0,9 D$ .
- La invención propone también un dispositivo que comprende unos medios de alimentación de un reactivo líquido de oxigenación o de coagulación, a un caudal determinado.
- Ventajosamente, el dispositivo comprende unos medios de recuperación del lodo tratado deshidratado formado por lo menos por un saco o una cuba de filtración, estando un lecho de secado garantizado por una capa drenante, constituida por arena.
- El dispositivo comprende por ejemplo también unos medios de recuperación y de reciclaje de la materia mineral granulosa.
- En un modo de realización ventajoso, el dispositivo comprende además unos medios de extrusión del lodo tratado deshidratado en cilindros separados en presencia de aire comprimido.
- Los medios de extrusión están formados, por ejemplo, por una pieza cilíndrica perforada con una pluralidad de orificios en la que el lodo es compactado y extruido por los orificios.
- La invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente de modos de realización dados a continuación a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos que la acompañan, en los que:
- La figura 1 es un esquema de funcionamiento de un modo de realización de un dispositivo según la invención.
- La figura 2 ilustra una variante de final de tratamiento del lodo, según otro modo de realización de la invención.
- La figura 1 muestra un dispositivo o reactor 1 formado por un recinto 2, oblongo, que se alarga alrededor de un eje 3, formado por ejemplo por una columna cilíndrica vertical 4 de pequeño diámetro, por ejemplo 20 centímetros. Se inyecta el lodo (flecha 5) por una derivación 6, a un caudal  $q$ , por ejemplo,  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- La derivación está situada en la parte baja del recinto, por ejemplo a una distancia  $h$  del fondo 7 del recinto comprendida entre la décima y la quinta parte de la altura  $H$  del recinto.

## ES 2 664 758 T3

Esta derivación está situada y desemboca a una distancia de algunos centímetros de la pared 8 de enfrente y permite una alimentación a presión del flujo de lodo, lo cual provoca un choque importante a nivel del encuentro con la pared.

5 En otras palabras, el bombeo de las aguas del exterior (no representado), introducidas en el recinto del reactor 1 de pequeño diámetro, permite un choque del flujo de lodo en la zona 9, debido a la presión de salida de la o de las bombas de alimentación (no representadas), que depende de la altura del agua de dichas bombas de alimentación aguas arriba de las derivaciones y de las pérdidas de carga del circuito.

10 Clásicamente, utilizando unas bombas industriales disponibles en el comercio, y un circuito sin demasiados accidentes, se puede alcanzar fácilmente una presión de 2 bar a la salida 9 de la derivación en el recinto.

15 La energía cinética de bombeo se transforma entonces en energía de choque, maximizada aumentando la velocidad de introducción en el recinto para la salida de la derivación por un ajuste 10 de dimensiones reducidas, pero compatibles con la granulometría máxima del lodo.

20 Por otra parte, y según el modo de realización de la invención descrito más particularmente en este caso, se introduce una cantidad de aire sobrepresurizado (flecha 11) por debajo de la zona 9 a un caudal muy alto Q muy superior a 5 Q, por ejemplo 20 Q (en Nm<sup>3</sup>/h).

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 de introducción de los lodos, por ejemplo 0,8 bar relativo.

25 Esta introducción de aire se realiza por una derivación 12 y crea un flujo de aire comprimido importante, en el que las gotas de lodos 13 terminarán explotando permitiendo la separación por contacto de los malos olores.

30 La derivación 12 está situada por debajo del encuentro de los efluentes en la zona 9, por ejemplo entre la centésima y la décima parte de la altura H del recinto. Esta introducción de aire aumenta también el nivel energético del recinto, en sobrepresión con respecto a su salida 14 de evacuación de los efluentes después del tratamiento.

35 En la parte baja del reactor (fondo 7), de manera conocida en sí misma, se prevé una purga (no representada) de los elementos demasiado densos que no se escapan por la parte superior del reactor y que se vacía secuencialmente.

40 A la salida 14 del reactor se escapan la emulsión de aire y lodos 15 en una canalización o depósito R de salida dispuesta para estar a la presión atmosférica (respiradero E), formado por ejemplo por una canalización de pequeño diámetro (por ejemplo 20 cm) que, después de la decantación en 16, da un agua transparente 17 físicamente separada de la materia sólida 18, con una tasa de materia sólida muy baja, en particular inferior a 30 mg/l, incluso a 10 mg/l, mientras que inicialmente podía ser de más de 500 mg/l.

45 La materia sólida 18 descoloidada, obtenida a este nivel, es más porosa y, por consiguiente, más fácilmente compactable. Puede incluso, en función de su tasa de materia orgánica inicial, ser directamente peletizable cuando sale del reactor.

El gas extraído del reactor sale con el agua y el lodo al caudal de sobrepresión y se puede recuperar, tratar y, llegado el caso, reciclar para ser reutilizado en la parte baja del reactor.

50 Se debe observar que la presencia de materiales gruesos de tipo arena, grava, etc. aumenta el número de choques y mejora por lo tanto el proceso.

La presión P del recinto 2 está, por su parte, dispuesta y/o regulada para optimizar la energía interna, generando un flujo de ascensión 19 muy rápido (por ejemplo 30 m/s o 40 m/s), que sale por la parte superior.

55 Esta presión está por lo tanto determinada en función de las características funcionales del circuito (altura de agua de bombas) pero también del tipo de efluentes y de los caudales de tratamiento buscado.

60 La dimensión finalmente seleccionada del reactor será también determinada 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 están garantizadas, por ejemplo, por medio de una válvula de compuerta 20 que libera el flujo cuando se sobrepasa la presión dada.

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



En el modo de realización de la invención descrito más particularmente, se añade a la salida de la válvula un floculante (flecha 21), por un dispositivo dosificador conocido en sí (no representado).

5 Esta adición se realiza por ejemplo en la zona 22 a la salida de los medios de evacuación (compuerta o válvula 20), en continuo del líquido que ha penetrado en el recinto la compuerta o la válvula 20, que se abre por encima de una presión determinada en el recinto, por ejemplo, 1,3 bar.

10 Es posible asimismo no prever ninguna compuerta, constituyendo el circuito aguas abajo él mismo la pérdida de carga necesaria para el mantenimiento en sobrepresión relativa del recinto, por ejemplo a través de un venturi.

La emulsión 15 se evacúa entonces en la parte alta para desembocar en un saco de filtración 23 conocido en sí.

15 Pero este saco puede ser sustituido por una cubeta 24 (véase la figura 2).

Por ejemplo, esta cubeta 24 de decantación está constituida por una cuba cilíndrica 25 a la que llega el conducto de evacuación 26 por encima del nivel 27 de funcionamiento, para estar a la presión atmosférica.

20 La cubeta 24 se vacía por su parte mediante un desbordamiento en 28, a través de una porción 29 de cuba lateral no turbulenta separada del resto de la cuba por una pared 30 perforada en algunos sitios.

La materia sólida decantada 31 (figura 2) o filtrada 18 (figura 1) se evacúa en la parte baja 32, o con el saco 23' una vez lleno, para poder ser tratada ulteriormente.

25 La emulsión así mezclada y alimentada con aire, permanece en el reactor durante un periodo que corresponde a la relación relativa entre los caudales, el volumen y la presión.

Por lo tanto, se conserva por ejemplo durante un tiempo de estancia de algunos segundos, por ejemplo inferior a 1 min. antes de ser evacuado.

30 Este tiempo puede ser incluso muy inferior, ya que con un caudal de efluente superior a 20 m<sup>3</sup>/h puede, por ejemplo, permanecer en el recinto un tiempo inferior a 10 segundos.

35 El caudal de alimentación con lodo tiene, por su parte, una acción directa sobre la velocidad de percusión, sabiendo que el tiempo de contacto y de estancia en el reactor bajo presión actúa también sobre la velocidad de formación de los floculos y de su decantación.

40 El caudal de aire y la influencia de la presión en el reactor son, por otro lado, unos elementos que, a la vista del resultado buscado, serán adaptados de la manera que considere el experto de la materia.

El agua obtenida en sobrenadante o filtrada es de una gran pureza y se evacúa ella misma en continuo.

45 El lodo 31 obtenido en la parte baja de la cubeta de decantación es evacuado, o bien en continuo, o bien en forma discontinua, según unos periodos determinados, por ejemplo una vez por día.

El hecho de volver a evacuar este lodo muy rápidamente aumenta su calidad, en particular en lo que se refiere a su buena porosidad.

50 En el modo de realización descrito más particularmente en la presente memoria, el lodo 31, escurrido en una cubeta móvil B es introducido a continuación, por ejemplo, por bombeo en un extrusor 33 formado por un tubo cilíndrico cerrado 34 perforado de orificios 35, a través de los cuales el lodo es empujado por ejemplo por introducción de aire comprimido en 36 por medio de un tubo 37 que está sumergido en el tubo 34. El lodo sale entonces en forma de cilindros o bastones 38, que se depositan por gravedad en capas 39, 39' por ejemplo en un recipiente 40 o, en el caso de instalaciones móviles, directamente en un terreno de esparcimiento. El agua residual 41 fluye y se evacúa fácilmente debido a la gran aireación de las capas 39, 39', que se secan por lo tanto todavía más rápidamente.

60 De manera general, y con la utilización del dispositivo descrito anteriormente, se constata una modificación importante del nivel de oxidación, permitiendo el "stripping" del lodo pasar de un redox - 250 mV a + 250 mV.

65 Por otra parte, las mediciones de olor realizadas sobre el NH<sub>3</sub>, Mercaptanos y el H<sub>2</sub>S muestran que con la invención, el lodo orgánico (80% de materia orgánica) procedente de una estación de depuración clásica de un municipio de habitantes y que ha pasado por el dispositivo descrito anteriormente en referencia a la figura 1, a un caudal de 10 m<sup>3</sup>/h con un caudal de aire comprimido de 100 Nm<sup>3</sup>/h y la adición de un floculante clásico (polímero), presenta las características siguientes:

- Ningún olor de amoníaco (medido < 10 ppm)

## ES 2 664 758 T3

- Ningún olor de H<sub>2</sub>S (medido < 10 ppm)
- Ningún olor de mercaptanos (pero medido >100 ppm).

5 Se observa también una aceleración de la biodegradación: en 1 mes, la tasa de materia orgánica pasa de MV = 76,8% a MV = 53,2%.

10 El tratamiento realizado gracias al procedimiento y reactor según la invención permite así obtener una torta porosa y deshidratada, estando el lodo recuperado vacío, seco y manipulable. Son suficientes algunas horas en comparación con los tres meses en el marco de una utilización denominada de secado clásico, para obtener un resultado comparable, siendo el lodo obtenido inodoro o con un olor a mantillo, y por lo tanto más fácilmente reciclable.

15 Como es evidente, y como se desprende también de lo expuesto anteriormente, la presente invención no está limitada a los modos de realización descritos más particularmente. Abarca, por el contrario, todas sus variantes y, en particular, aquellas en las que los orificios pueden ser unas toberas, penetrando unos tubos en el interior del recinto para minimizar la distancia entre las salidas y aumentar la fuerza de los choques, se utilizan unos reactivos aguas arriba como arena, carbonato de calcio, cal apagada, el extrusor es diferente y/o está sustituido por unos medios, por ejemplo de láminas, para airear todavía más el lodo obtenido y facilitar todavía más su rapidez de secado.

20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de tratamiento en continuo de un flujo de lodo líquido en el que se inyecta el flujo a un caudal  $q$  en un recinto en sobrepresión con respecto a la presión atmosférica, inyectando también aire a un caudal  $Q \geq 5 q$  en dicho recinto, antes de la evacuación y separación entre las partes sólida y líquida obtenidas aguas abajo del recinto, caracterizado por que
- 10 el lodo líquido es un lodo orgánico, siendo el procedimiento aplicado a la desodorización de la parte sólida obtenida,
- 15 por que la inyección de lodo se realiza en una columna de aire a sobrepresión inyectado a su vez a dicho caudal  $Q \geq 5 q$ , extendiéndose dicha columna en una longitud determinada  $L$  a lo largo de un eje (3) longitudinal, estando dicha longitud  $L$ , el caudal y la sobrepresión de dicha columna de aire dispuestos para crear en el recinto un lecho fluidizado en el que se pulveriza el lodo, entre un conducto de alimentación del aire y una canalización o un depósito aguas abajo del lecho fluidizado obtenido,
- 20 por que se evacúa dicho lecho fluidizado en dicha canalización o dicho depósito que se pone a presión atmosférica o sustancialmente a presión atmosférica, y por que se introduce un floculante en continuo en dicho lecho fluidizado aguas abajo del recinto, en unas condiciones dispuestas para reagrupar y/o coagular la materia orgánica de manera que se obtenga una desodorización de la parte sólida obtenida después de la separación.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se inyecta el flujo de lodo en el recinto enfrente y a una distancia  $d$  de una pared (8) y/o de una pantalla de dicho recinto inferior a un valor determinado.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que  $d$  es inferior a 50 mm.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la presión absoluta  $P$  de la columna de aire es superior a 1,5 bar.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, siendo el recinto (2) vertical, se evacúa en continuo o de forma intermitente el flujo en la parte alta de dicho recinto por medio de una válvula (20) de sobrepresión que se activa por encima de un valor umbral determinado que define la sobrepresión de la columna de aire.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la materia sólida se separa en continuo del líquido por filtración en unos sacos (23, 23') sucesivos cambiados a medida que se rellenan con la materia sólida filtrada.
- 45 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se añade una materia mineral granulosa en el flujo, siendo esta arena.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se añade una materia mineral granulosa en el flujo, siendo la materia mineral granulosa utilizada en unas proporciones superiores al 5% de la tasa de materia seca de los lodos.
- 50 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el aire circula en el recinto a un caudal  $Q \geq 20 q$ .
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el caudal  $q$  es superior o igual a  $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , y por que la presión relativa en el recinto es superior o igual a 1 bar.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el caudal  $q$  es superior o igual a  $200 \text{ Nm}^3/\text{h}$  y la presión relativa en el recinto es superior o igual a 1,2 bar.
- 60 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el floculante se añade en unas proporciones comprendidas entre el 0,5% y el 3% de la tasa de materia seca contenida en el lodo.
- 65 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el floculante es un polímero catiónico.
14. 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.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la torta (18) obtenida se recupera y se deshidrata por secado, prensado o centrifugación para obtener una galleta solidificada.
- 5 16. Galleta de lodo orgánico solidificada obtenida a partir del procedimiento según la reivindicación 15, caracterizada por que presenta una porosidad superior al 40%.
17. Galleta según la reivindicación 16, caracterizada por que está formada por capas y/o por bandas de lodos dispuestas unas sobre otras.
- 10 18. Dispositivo (1) de tratamiento de un flujo de lodo líquido alimentado en continuo a un caudal  $q$  que comprende unos medios de alimentación con aire a un caudal  $Q \geq 5 q$ , extendiéndose un recinto (2) sobre una longitud determinada  $L$  y a lo largo de un eje longitudinal, dispuesto para ser alimentado por los medios de alimentación con aire en la parte baja (7) y que comprende por lo menos un tubo (6) de alimentación del lodo situado en la mitad inferior de dicho recinto, unos medios de inyección del lodo a dicho caudal  $q$  en el recinto por  
15 por dicho tubo, una canalización o un depósito de salida del flujo de lodo pulverizado aguas abajo del recinto, y unos medios de separación entre la parte sólida y la parte líquida del lodo tratado,
- caracterizado por que, siendo orgánico el lodo líquido, la longitud  $L$ , el caudal  $Q$  y la sobrepresión en el  
20 recinto están dispuestos para crear un lecho fluidizado,
- por que dicha canalización o dicho depósito comprenden unos medios de puesta a presión atmosférica o sustancialmente a presión atmosférica
- y por que comprende unos medios de introducción de un floculante (21) en continuo en dicha canalización o  
25 dicho depósito para reagrupar/coagular la materia orgánica en dicha canalización o dicho depósito, desodorizándola antes de la introducción en dichos medios de separación.
19. Dispositivo según la reivindicación 18, caracterizado por que está previsto por lo menos un tubo (6) de alimentación del lodo a desodorizar situado en una mitad inferior de dicho recinto, estando el extremo de dicho  
30 tubo sobresaliente en el interior del recinto, situado por encima de la alimentación de aire y a una distancia  $d$  de la pared de enfrente, tal que  $d \leq 50$  mm.
20. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 18 y 19, caracterizado por que el flujo es evacuado en la parte alta mediante una válvula (14) de sobrepresión que se activa por encima de un valor umbral determinado.  
35
21. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizado por que el recinto está formado por una columna cilíndrica (4) de diámetro  $D$ , siendo la longitud determinada  $L$  superior o igual a 10 veces  $D$ .
22. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 21, caracterizado por que la canalización de salida es de diámetro  $d_0$  comprendido entre  $0,5 D$  y  $0,9 D$ .  
40
23. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 22, caracterizado por que comprende unos medios de alimentación de un reactivo líquido de oxigenación o de coagulación a un caudal determinado.
- 45 24. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 23, caracterizado por que comprende unos medios de recuperación del lodo tratado deshidratado formados por lo menos por un saco de filtración.
25. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 24, caracterizado por que comprende unos medios (33) de extrusiones del lodo tratado en cilindros separados.  
50

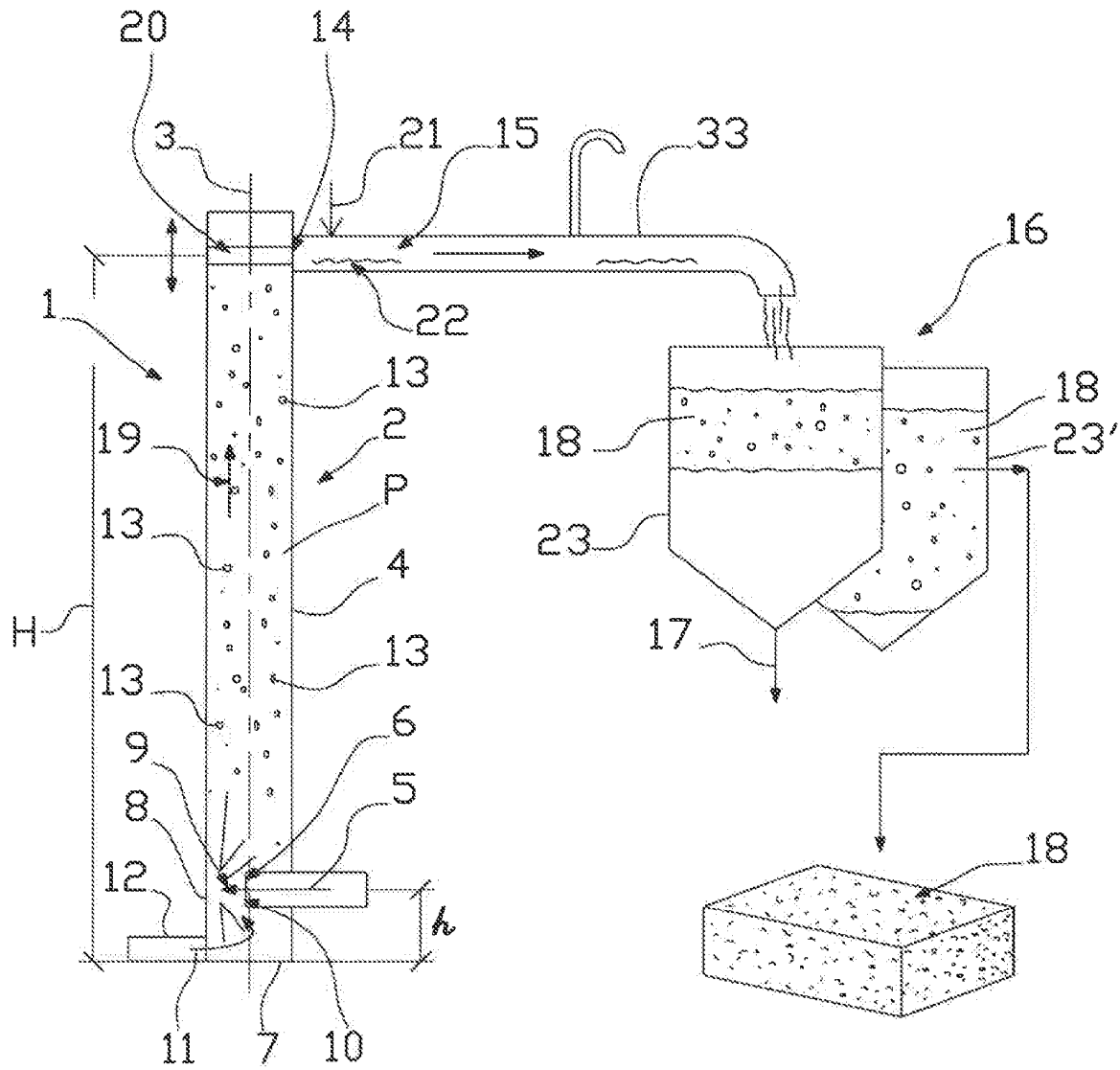


FIG.1

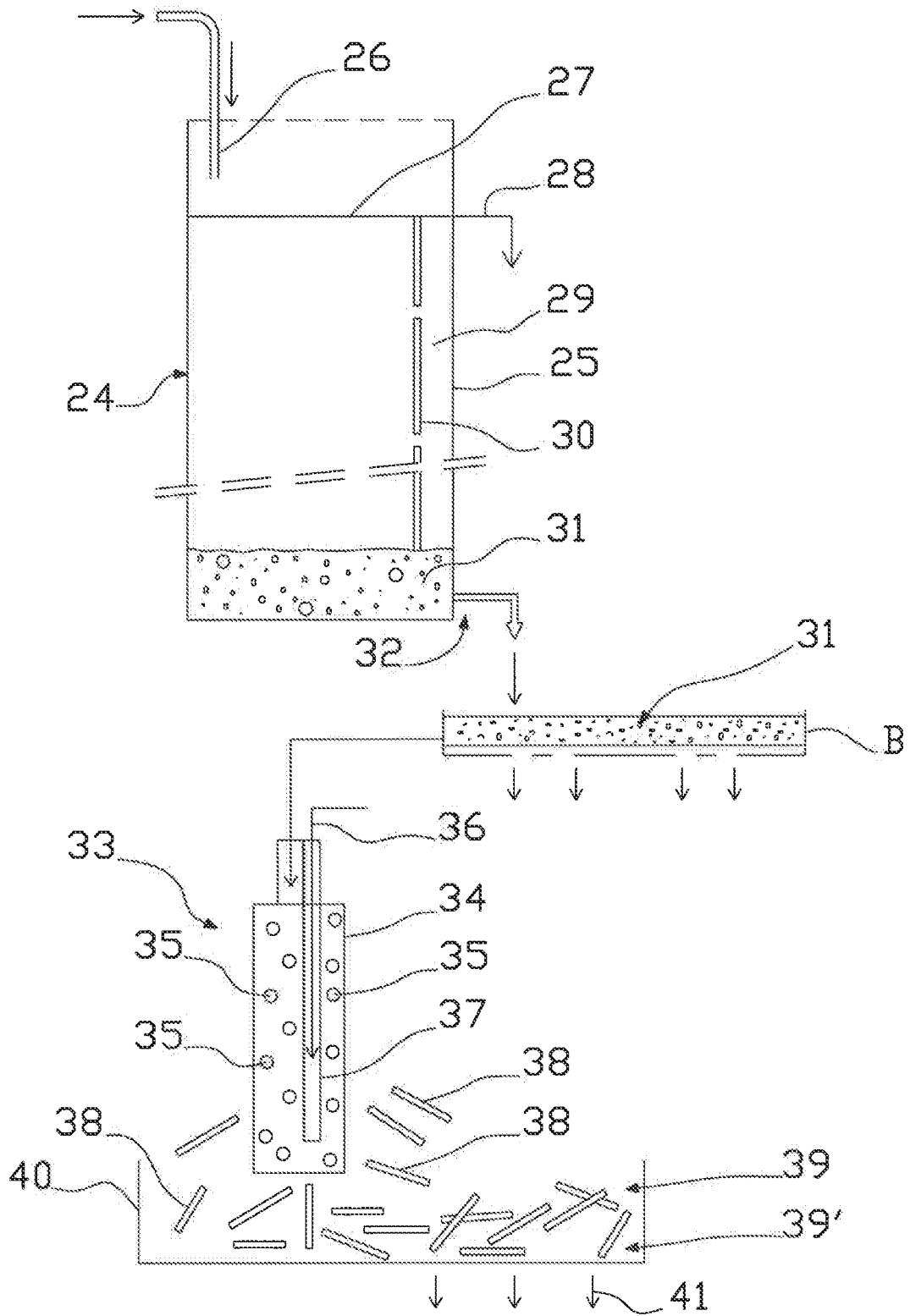


FIG.2