

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 804**

51 Int. Cl.:

C02F 103/08 (2006.01)
C02F 101/10 (2006.01)
B01D 21/00 (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01)
C02F 1/24 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2013 PCT/EP2013/069061**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14044619**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2013 E 13762132 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2897913**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de agua que comprende una flotación combinada con una filtración gravitacional e instalación correspondiente**

30 Prioridad:

19.09.2012 FR 1258789

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2020

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES
SUPPORT (100.0%)
L'Aquarène, 1 Place Montgolfier
94417 Saint-Maurice Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**GAID, ABDELKADER y
LEPARC, JÉRÔME**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 742 804 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 tratamiento de agua que comprende una flotación combinada con una filtración gravitacional e instalación correspondiente

5

1. Campo de la invención

El campo de la invención es el del tratamiento de aguas para su potabilización o su desalación.

Más precisamente, la invención se refiere a una técnica de tratamiento de agua que aplica, de manera combinada, una flotación y una filtración gravitacional.

2. Técnica anterior

Para producir agua potable pueden aplicarse diferentes procedimientos. A nivel de estos procedimientos, también denominados procedimientos de potabilización, figuran los procedimientos de tipo DAFF (por Dissolved Air Flotation Filtration en inglés, es decir flotación-filtración por aire disuelto) que combina una flotación y una filtración granular.

En referencia a la figura 1, un procedimiento de este tipo comprende unos ciclos de tratamiento sucesivos que consisten generalmente en introducir el agua a tratar en una cuba de coagulación 10, eventualmente seguida de una o varias cubas de floculación 10', 10'', mediante una canalización de suministro 11. La coagulación y la floculación pueden efectuarse en la misma cuba 10. Se inyectan uno o varios reactivos coagulantes 12 con o sin floculante 13 y se mezclan en el agua a tratar. La utilización de reactivo coagulante es, por lo tanto, obligatorio, mientras que la de floculante es opcional. Así, las partículas coloidales y en suspensión en el agua a tratar, especialmente las algas, el fitoplancton, se aglomeran y forman unos flóculos. Una parte de la materia orgánica disuelta en el agua puede también adsorberse.

El agua previamente coagulada y, llegado el caso, además floculada, se canaliza después mediante un desbordamiento 18 en la base de la zona de inyección 140 de un reactor de flotación 14 en el que también se introduce agua blanca 15, es decir agua sobresaturada de oxígeno. Bajo el efecto de la liberación del oxígeno en el interior del reactor de flotación 14, se forman unas burbujas de gas que suben a la superficie del reactor de flotación 14 que arrastra con ellas los flóculos presentes en el agua. La mezcla de burbujas de aire y de flóculos se evacúa entonces en el desbordamiento de la zona de separación 141 del reactor de flotación 14 por medio de una canaleta 19 en la que se empuja mediante un dispositivo de raspado previsto para este fin.

El agua que ha sufrido la flotación fluye por gravedad desde la base del reactor de flotación 14, y más particularmente la de su zona de separación 141, en un filtro gravitacional 16 que se extiende en la prolongación de la zona de separación 141 del reactor de flotación 14 por debajo de esta. Este filtro gravitacional 16 aloja un medio filtrante granular distribuido en una altura de media máxima de aproximadamente 1,20 m. Este medio puede ser monocapa y estar constituido, por ejemplo, de una capa de arena o multicapa, especialmente bicapa, y constituido por ejemplo de una capa de arena y de al menos una capa de otro material tal como la antracita, la piedra pómez, el carbón activado en grano, etc. El agua que proviene del reactor de flotación 14 se filtra en este filtro gravitacional 16 y se libera de los flóculos y de las partículas residuales que se encontraban en suspensión. Se recoge agua tratada 17 a la salida del filtro gravitacional 16.

A medida que el agua se filtra dentro del filtro gravitacional 16, éste se obstruye. A fin de permitir al filtro gravitacional 16 conservar un nivel de rendimiento conveniente, se aplican regularmente unos ciclos de lavado entre dos ciclos de tratamiento. Estos ciclos de lavado consisten generalmente en inyectar agua a contracorriente a través del filtro gravitacional 16 a través de unos medios de inyección 15' para liberar la materia acumulada entre los intersticios formados entre los granos del medio filtrante. Esta materia sube con el agua de lavado hasta el desbordamiento del reactor de flotación 19 desde el cual se evacúa.

Los procedimientos de este tipo pueden también aplicarse como pretratamiento en un tratamiento de desalación, procediendo el agua de filtro gravitacional 16 que sirve entonces de agua de alimentación de una unidad de desalación, por ejemplo, por ósmosis inversa.

Los procedimientos de este tipo son particularmente eficaces ya que permiten producir aguas potables o aguas de alimentación de membranas de ósmosis inversa de buena calidad. Sin embargo, también pueden mejorarse.

Los documentos FR2958929A y GB2263694A describen también unos procedimientos de tratamiento de agua similares.

3. Inconvenientes de la técnica anterior

Especialmente, las alturas del medio granular de los sistemas de la técnica anterior que combinan flotación y filtración se sitúan alrededor de 1,20 m. Tales alturas no permiten aplicar velocidades de filtración superiores a 10

m/h. Ahora bien, es deseable poder utilizar velocidades más elevadas.

Por otro lado, a fin de asegurar una separación líquido-sólido conveniente entre los flóculos y el agua, la altura del agua en el reactor de flotación 14 debe ser suficientemente elevada. Se sitúa generalmente entre 3,5 y 5,5 metros.

5 Teniendo en cuenta esta altura de agua elevada, se observa que, en los procedimientos existentes, el tiempo de subida de las aguas de lavado inyectadas a contracorriente en el filtro gravitacional es elevado. A título de ejemplo, cuando la altura de agua en el reactor de flotación está comprendida entre 4 y 5,5 metros, y la velocidad del agua de lavado en el filtro gravitacional está comprendida entre 20 y 50 m³/m²/h, el tiempo de subida del agua de lavado hasta el desbordamiento del reactor de flotación está comprendido respectivamente entre 12 y 16,6 minutos y 4,8 y 6,6 minutos. En comparación, la duración de la subida del agua de lavado en un filtro de arena convencional que dispone de una altura comprendida entre 1 y 1,2 metros sería del orden de 3 minutos durante el lavado del filtro a 20 m³/m²/h.

15 Una duración elevada de subida de las aguas de lavado en el reactor de flotación deja suficiente tiempo para que las partículas y flóculos retirados del filtro gravitacional se encuentren en el reactor de flotación y se agreguen las unas a los otros para formar partículas o flóculos de tamaños más importantes. Este fenómeno, denominado refloculación, genera así la formación de partículas y de flóculos más pesados que se evacúan difícilmente del reactor de flotación durante la subida del agua de lavado hasta su desbordamiento. Estas partículas y flóculos tienden entonces a decantar en la superficie del filtro gravitacional, es decir en la interfaz entre el filtro gravitacional y el reactor de flotación. Se forma así en la superficie del filtro gravitacional una fina capa de partículas y de flóculos cuya presencia tiende a aumentar la pérdida de carga inicial a través del filtro gravitacional al final de un ciclo de lavado. Este fenómeno de refloculación favorece la reducción de los rendimientos del filtro gravitacional.

25 Según otro aspecto, cuando el agua, que ha sufrido una etapa de flotación, y está sobresaturada de oxígeno, atravesará la capa filtrante del filtro gravitacional, se crea una desgasificación de esta agua que provocará entonces la formación de burbujas de aire dentro del material filtrante y que quedan atrapadas, lo más frecuentemente, en los intersticios entre los granos del medio filtrante. La presencia de estas burbujas de gas dentro del medio filtrante, que resulta de este fenómeno denominado embolia gaseosa del filtro, tiende a aumentar progresivamente la pérdida de carga a través de éste. Es entonces necesario aplicar frecuentes ciclos de lavado del filtro para permitir a éste conservar un nivel de rendimiento conveniente. La embolia gaseosa del filtro induce, por lo tanto, a una reducción de la duración de los ciclos de tratamiento, un aumento de las pérdidas de agua debido al lavado del filtro, y una reducción de la producción de agua tratada.

35 Por otro lado, las técnicas de la técnica anterior suponen la utilización de una instalación de coagulación y, llegado el caso, de floculación de tamaño relativamente importante debido a que los tiempos de tratamiento para obtener una coagulación y, llegado el caso, una floculación, eficaces son relativamente largos, dependiendo de la calidad del agua a tratar y de la temperatura.

40 4. Objetivos de la invención

La invención tiene en particular por objetivo resolver estos inconvenientes de la técnica anterior.

45 Más precisamente, un objetivo de la invención es proporcionar una técnica de tratamiento de agua que combina una flotación y una filtración gravitacional cuyos rendimientos pueden, en al menos un modo de realización, aumentar con respecto a las técnicas de tratamiento de este tipo según la técnica anterior.

Especialmente, un objetivo de la invención es aplicar, en al menos un modo de realización, una técnica de este tipo que permita utilizar velocidades de filtración superiores a 10 m/h.

50 Otro objetivo de la invención es, en al menos un modo de realización, limitar, incluso suprimir, el fenómeno de refloculación en el reactor de flotación durante operaciones de lavado del filtro gravitacional.

La invención tiene también como objetivo aplicar una técnica de este tipo que contribuya, en al menos un modo de realización, a limitar, incluso a suprimir, el fenómeno de embolia gaseosa del filtro gravitacional.

La invención tiene también como objetivo proporcionar una técnica de este tipo cuya utilización permita, en al menos un modo de realización, optimizar la etapa de coagulación y, eventualmente, de floculación, especialmente reduciendo el tiempo de contacto del agua con el o los coagulantes y eventualmente floculantes, y reduciendo el tamaño de las instalaciones de coagulación y, eventualmente, de floculación.

Otro objetivo de la invención es proporcionar una técnica de este tipo que sea, en al menos un modo de realización, simple y/o fiable y/o económica.

65 5. Descripción de la invención

Estos objetivos, así como otros que aparecerán a continuación, se alcanzan con la ayuda de un procedimiento de tratamiento de agua tal como se define en la reivindicación 1.

5 Según la invención, dicha etapa de filtración gravitacional se aplica a una velocidad comprendida entre 10 m/h y 30 m/h, presentando dicho filtro gravitacional un lecho del medio filtrante distribuido en una altura comprendida entre 1,5 m y 3,0 m.

Así, según la invención, gracias a la utilización de alturas del medio filtrante más grandes, la velocidad de filtración y, consiguientemente, los caudales de agua tratados pueden aumentar considerablemente.

10 Se precisa que el reactor de flotación está al menos en parte superpuesto sobre el filtro gravitacional. De manera preferida, no estará totalmente superpuesto sobre el filtro gravitacional.

15 Según la invención, dicho ciclo de lavado comprende una etapa de barrido de la interfaz entre dicho reactor de flotación y dicho filtro gravitacional por un fluido dispensado mediante una red de rampas de inyección que se extiende en la superficie de dicha interfaz.

Así, la invención se basa, según esta variante preferida, en un enfoque totalmente original que consiste, en un procedimiento que combina una flotación dentro de un reactor de flotación y una filtración a gran velocidad en un filtro gravitacional situado en la prolongación del reactor de flotación, en barrer, durante el lavado del filtro, la interfaz entre el reactor de flotación y el filtro gravitacional por un fluido dispensado mediante una red de rampas de inyección que se extienden en la superficie de esta interfaz.

20 El hecho de barrer la interfaz entre el reactor de flotación y el filtro gravitacional, en otras palabras, la superficie superior del filtro gravitacional o como mínimo una región próxima de éste, durante el lavado del filtro, permite reducir el tiempo de subida de las partículas y/o flóculos liberados del filtro gravitacional hasta el desbordamiento del reactor de flotación y, por lo tanto, acelerar su evacuación. Al disminuir el tiempo de subida de las partículas y/o flóculos, se evita, o como mínimo se disminuye, el fenómeno de refloculación.

25 Según una característica ventajosa, dicho fluido se dispensa durante dicha etapa de barrido sustancialmente de manera paralela a dicha interfaz.

Así, el fluido de barrido permite no sólo aumentar la velocidad de subida de los flóculos en el reactor de flotación, lo que evita la refloculación, sino también liberar a la superficie del filtro gravitacional de los flóculos que, no obstante, se hubieran depositado allí. Se mejora así aún más la eficacia de la técnica según la invención.

30 En un modo de realización ventajoso, dicha etapa de barrido y dicha etapa de retrolavado se aplican simultáneamente, lo que permite incrementar aún más la velocidad de subida de los flóculos y limitar aún más el fenómeno de refloculación.

35 Según un aspecto preferido de la invención, se utiliza más eficazmente el volumen de agua de lavado convencionalmente utilizado para el retrolavado distribuyéndolo de manera adecuada entre la parte baja del filtro para el retrolavado y la superficie del filtro para el barrido de superficie. En otras palabras, la utilización de una etapa de barrido según la invención se efectúa preferiblemente sin que el volumen de agua necesaria para el retrolavado y el barrido sea sustancialmente superior al volumen de agua que se utilizaría clásicamente para un retrolavado solo, en ausencia de barrido.

40 Según una variante, dicha etapa de retrolavado comprende una inyección de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional a una velocidad preferiblemente comprendida entre 8 y 60 m³/m²/h.

50 Se obtiene así una liberación muy eficaz de los flóculos atrapados en el filtro gravitacional.

Según una variante preferida, dicho ciclo de retrolavado comprende las etapas sucesivas de inyección de aire a contracorriente en dicho filtro gravitacional, de inyección de aire y de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional, de inyección de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional, realizándose dicha etapa de barrido y dicha etapa de inyección de agua simultáneamente.

55 Se favorece así la eliminación de los flóculos atrapados en el filtro gravitacional. Se mejora entonces la eficacia del lavado.

60 Según un modo de realización preferido, dicho ciclo de tratamiento comprende al menos una etapa de mini lavado de dicho filtro gravitacional.

65 La aplicación de mini lavados durante un ciclo de tratamiento permite reducir la embolia del filtro gravitacional. Puede aumentarse así la frecuencia de los ciclos de lavado, lo que contribuye a aumentar la producción de agua tratada, por un lado, aumentando la duración de los ciclos de tratamiento y, por otro lado, reduciendo las pérdidas de

agua debidas al lavado del filtro.

En este caso, dicha etapa de mini lavado comprende preferiblemente una infiltración de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional.

5 La duración de dicha etapa de infiltración está comprendida entonces, preferiblemente, entre 10 y 30 segundos, infiltrándose el agua en dicho filtro gravitacional a una velocidad ventajosamente comprendida entre 10 y 30 m/h.

Se obtiene así una reducción eficaz de la embolia del filtro gravitacional.

10 Esta etapa de mini lavado puede mejorarse mediante la adición de un barrido simultáneo en la interfaz I durante este mini lavado que, además de desechar las burbujas de aire, permite romper los flóculos para evitar un acolchado en la superficie del filtro a partir de la recogida de la filtración tras el mini-lavado. El agua de barrido se inyecta en el filtro gravitacional preferiblemente a una velocidad preferiblemente comprendida entre 8 y 20 m/h y ventajosamente durante un tiempo comprendido entre 10 y 30 segundos.

15 Un procedimiento según la invención comprende preferiblemente una etapa de medición de una información representativa de la pérdida de carga a través de dicho filtro gravitacional, iniciándose dicha etapa de mini lavado cuando el valor medido de dicha información representativa de la pérdida de carga a través de dicho filtro gravitacional es superior o igual a un primer umbral predeterminado.

Los mini lavados se inician entonces sólo cuando realmente se requiere su utilización. Se optimiza así el tratamiento del agua.

25 La invención se refiere también a una instalación de tratamiento de agua tal como se define en la reivindicación 11, especialmente adaptada para la aplicación de un procedimiento según una cualquiera de las variantes mencionadas anteriormente.

30 Como se ha indicado anteriormente, tal altura del medio filtrante permite la utilización de velocidad de filtración gravitacional elevadas comprendidas entre 10 m/h y 30 m/h.

El medio filtrante podrá ser monocapa o multicapa.

35 Según una variante, dicho medio filtrante está constituido de una capa de arena que presenta una granulometría comprendida entre 0,5 mm y 0,8 mm distribuida en una altura comprendida entre 1,5 m y 3,0 m.

Según otra variante, dicho medio filtrante está constituido de dos capas, a saber:

40 una capa inferior de arena que presenta una granulometría comprendida entre 0,5 mm y 0,8 mm, distribuida en una altura comprendida entre 0,75 m y 1,5 m, y

45 una capa superior de un material que presenta una granulometría comprendida entre 1,2 mm y 2,5 mm seleccionado del grupo constituido por la antracita, la piedra pómez, el Filtralite® y el carbón activado en grano, distribuida en una altura comprendida entre 0,75 m y 1,5 m.

Según también otra variante, dicho medio filtrante está constituido de tres capas, a saber:

50 una capa inferior de un material seleccionado del grupo constituido por el bióxido de manganeso y el granate que presenta una granulometría comprendida entre 0,2 mm y 2,5 mm, distribuida en una altura de 0,3 m a 2 m,

una capa intermedia de arena que presenta una granulometría comprendida entre 0,5 mm y 0,8 mm, distribuida en una altura comprendida entre 0,6 m y 3 m, y

55 una capa superior de un material que presenta una granulometría comprendida entre 1,2 mm y 2,5 mm y seleccionado del grupo constituido por la antracita, la piedra pómez, el Filtralite® y el carbón activado en grano, distribuida en una altura de 0,6 m a 3 m.

60 Según la invención, la instalación comprende además unos medios de inyección de un fluido de barrido en la interfaz entre dicho reactor de flotación y dicho filtro gravitacional, comprendiendo dichos medios de inyección una red de rampas de inyección de un fluido de barrido que se extienden en la superficie de dicha interfaz.

Según un modo de realización particular, dichas rampas comprenden unos tubos perforados por unos orificios.

Esta solución técnica permite asegurar la etapa de barrido de manera simple pero eficaz.

65 En este caso, el diámetro de dichos orificios está preferiblemente comprendido entre 30 y 40 milímetros.

La distancia que separa dos orificios sucesivos dispuestos en un mismo tubo perforado está ventajosamente comprendida entre 100 y 150 milímetros.

5 La distancia que separa dos tubos perforados sucesivos está ventajosamente comprendida entre 1 y 2 metros.

Cuando la superficie de la interfaz sea superior a 36 m², los tubos estarán separados preferiblemente entre sí por aproximadamente 2 metros. Para las instalaciones de tamaños más pequeños, estarán separados preferiblemente entre sí por aproximadamente de 1 a 1,5 metros.

10

Los ejes de dichos orificios se extienden esencialmente de manera paralela a dicha interfaz.

El fluido de barrido puede así dispensarse esencialmente de manera paralela a la superficie de la interfaz entre el reactor de flotación y el filtro gravitacional.

15

Dichas rampas se extienden preferiblemente en el sentido de la anchura de dicha interfaz. La anchura de los flotadores es, en efecto, generalmente, inferior a su longitud. Tal disposición de las rampas de inyección de agua de barrido creará así menos pérdida de cargas e inducirá entonces a una distribución homogénea del agua dispensada.

20 6. Lista de las figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente a partir de la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización preferido, dado a título de simple ejemplo ilustrativo y no limitativo, y de los dibujos anexos, entre los cuales:

25

- la figura 1 ilustra una instalación de tratamiento de agua según la técnica anterior que combina una flotación y una filtración gravitacional;

30

- la figura 2 ilustra una instalación de tratamiento de agua según la invención;

- la figura 3 ilustra una vista en perspectiva de las rampas de inyección de fluido de barrido de la instalación de la figura 2.

35 7. Descripción de un modo de realización de la invención

7.1. Repaso del principio general de la invención

40

El principio general de la invención se basa en la utilización de velocidades elevadas de filtración gravitacional, superiores a 10 m/h, en una técnica de tratamiento de agua que combina una flotación y una filtración gravitacional a través de un lecho del medio filtrante distribuido en una altura comprendida entre 1,5 m y 3,0 m con, preferiblemente, durante el lavado del filtro gravitacional, un barrido de la interfaz entre el reactor de flotación y el filtro gravitacional por un fluido dispensado mediante una red de rampas de inyección que se extienden en la superficie de esta interfaz.

45 7.2. Ejemplo de una instalación según la invención

Se presenta, en relación con la figura 2, un modo de realización de una instalación de tratamiento de agua según la invención.

50

Así como se representa en esta figura 2, tal instalación comprende una canalización de suministro de agua a tratar 20. Esta canalización de suministro 20 desemboca en una zona de coagulación, después en una zona de floculación 21' que comprende una o, preferentemente, 2 cubas. La zona de coagulación 21 y la zona de floculación 21' alojan unos medios de agitación que, en este modo de realización, comprenden unos agitadores de palas 22. En unas variantes, se podrán utilizar otros medios de agitación. La zona de floculación 21' aloja aquí también un elemento de guiado de flujo, también denominado guía de flujo 23. En este modo de realización, esta guía de flujo 23 comprende un elemento tubular de sección circular en el interior del cual se aloja el agitador de palas 22.

55

Unos medios de inyección de coagulante 24 desembocan aguas arriba de la zona de coagulación 21, en la canalización de suministro 20. En una variante, podrán desembocar directamente en la zona de coagulación 21. Unos medios de inyección de floculante 25 desembocan en la zona de floculación 21. La zona 21 constituye, por lo tanto, en este modo de realización, una zona de coagulación y la zona 21' de floculación. En unas variantes, la zona de coagulación y la zona de floculación podrán estar en la misma cuba. La zona de floculación 21' puede estar subdividida en varias zonas. Al ser opcional la floculación es opcional, en algunas variantes, la instalación podrá no comprender ninguna zona de floculación 21'.

60

La zona de floculación 21' comprende una salida 26 de agua coagulada y floculada situada en la parte alta de esta

65

zona. En una variante, puede situarse en el fondo de esta zona 21'. Esta salida 26 está unida por medio de una abertura 28 a la entrada de un reactor de flotación 29, y más particularmente a su zona de mezcla 290.

Una canalización de transporte de agua blanca 30 desemboca también en la entrada del reactor de flotación 29.

El reactor de flotación 29, y, más particularmente, su zona de separación 291, comprende clásicamente un desbordamiento 31 que desemboca en una canaleta 32 de evacuación de lodos constituidos esencialmente de una mezcla de burbujas de aire y de lodos. Comprende también un subdesbordamiento que comunica con la entrada de un filtro gravitacional 33.

El filtro gravitacional 33 se extiende en la prolongación del reactor de flotación 29, debajo de éste, y más particularmente de su zona de separación desde la cual se evacúan los lodos. El filtro gravitacional 33 comprende una masa filtrante 330.

Esta masa filtrante 330 puede estar constituida de una o varias capas del medio filtrante. La altura de esta masa filtrante 330 está ventajosamente comprendida entre 1,5 y 3,0 metros y, preferiblemente, igual a aproximadamente 3 metros. Podrá comprender:

- una única capa de un medio filtrante, por ejemplo, constituido de arena o de carbón activado cuya granulometría podrá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 milímetros: se tratará de un filtro monocapa;

- una capa superior, por ejemplo, de antracita, de piedra pómez, de Filtralite, o de carbón activado en granos cuya granulometría podrá estar comprendida entre 1,2 y 1,5 milímetros, y de una capa inferior, por ejemplo arena, cuya granulometría podrá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 milímetros: se tratará entonces de un filtro bi-capas;

- una capa superior, por ejemplo, de antracita, de piedra pómez, de Filtralite, o de carbón activado en granos cuya granulometría podrá estar comprendida entre 1,2 y 2,5 milímetros, una capa intermedia, por ejemplo arena, cuya granulometría podrá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 milímetros, y una capa inferior, por ejemplo bióxido de manganeso o granate, que presente una granulometría comprendida entre 0,2 y 2,5 milímetros: se tratará de un filtro tri-capas.

En un filtro bi-capas, la altura de la capa superior podrá ser igual a la de la capa inferior.

El filtro gravitacional 33 comprende una salida que desemboca en una canalización de extracción de agua tratada 34.

La instalación comprende unos medios de suministro de un fluido de barrido 35. Comprenden una canalización de suministro de un fluido de barrido 35 que desemboca en una red de rampas de inyección que se extienden en la superficie de la interfaz I entre el filtro gravitacional 33 y el reactor de flotación 29, en particular en su zona de separación 291. La interfaz I es la superficie superior del filtro gravitacional 33, y, más precisamente, de su masa filtrante 330.

Tal como se representa en la figura 3, que ilustra una vista esquemática aumentada de la interfaz I entre el filtro gravitacional 33 y el reactor de flotación 29, las rampas de inyección comprenden una pluralidad de tubos 36 que están unidos a la canalización de suministro de un fluido de barrido 35. La canalización 35 es una canalización principal a la cual están unidos los tubos 36, que son canalizaciones conexas.

Los tubos 36 se extienden en la superficie de la interfaz I, esencialmente de manera paralela a ésta. La distancia D que separa dos tubos sucesivos está preferiblemente comprendida entre 1 y 2 metros. Los tubos 36 se extienden en el sentido de la anchura 1 de la interfaz I, siendo la anchura 1 de ésta inferior a su longitud L.

Los tubos 36 están perforados por unos orificios 37 que están dispuestos a lo largo de ejes esencialmente paralelos a la superficie de la interfaz I a fin de evitar infiltraciones de arena, de partículas o de flóculos. Están preferiblemente colocados por encima de la masa filtrante 330 a una altura que se sitúa entre 10 y 30 cm de esta. El diámetro de los orificios 37 está preferiblemente comprendido entre 30 y 40 milímetros. La distancia que separa dos orificios 37 sucesivos dispuestos en un mismo tubo perforado 36 está preferiblemente comprendida entre 100 y 150 milímetros. Los orificios 37 están calibrados para evitar las pérdidas de carga. Están dispuestos preferiblemente a razón de 8 orificios por metro lineal de tubo 36. Gracias a tales características, se observa una distribución muy homogénea del caudal de agua que sale de los orificios.

La canalización de suministro de un fluido de barrido 35 está, en este modo de realización, unida a la canalización de suministro del agua a tratar 20 mediante un conducto sobre el cual está colocada una bomba (no representada). En unas variantes, podrá estar unida a la canalización de extracción de agua tratada 34 mediante un conducto sobre el cual está colocada una bomba o, llegado el caso, a la canalización de extracción de concentrado que proviene de una unidad de desalación, por ejemplo por ósmosis inversa, dispuesta aguas abajo de la canalización de extracción del agua tratada 34.

La instalación comprende unos medios de inyección de aire, que comprenden una canalización de inyección de aire 39 que desemboca en la base del filtro gravitacional 33 y unida a medios de producción de aire como un compresor.

5 La instalación comprende unos medios de medición de una información representativa de la pérdida de carga a través del filtro gravitacional 33. La pérdida de carga se mide así por unos instrumentos adecuados y dispuestos aguas arriba y aguas abajo del filtro gravitacional.

10 La instalación comprende unos medios de retrolavado del filtro gravitacional 33. Estos medios de retrolavado comprenden aquí una bomba 27 que permite enviar a contracorriente en el filtro 33 el agua tratada almacenada en una cubeta 38 por medio de la canalización de extracción 34. En unas variantes, podrán comprender una canalización unida a la canalización de suministro 20 del agua a tratar, que desemboca en la base del filtro gravitacional 33 y sobre la cual está montada una bomba para inyectar a contracorriente en el filtro el agua a tratar. Podrán también, por ejemplo, comprender una canalización unida a una canalización de extracción de concentrado de una unidad de filtración por ósmosis inversa dispuesta aguas abajo, que desemboca en la base del filtro gravitacional 33 y sobre la cual está montada una bomba para inyectar a contracorriente en el filtro un concentrado de desalación.

20 La instalación comprende también unos medios de control automático que permiten controlar el inicio de los ciclos de tratamiento y los ciclos de lavado.

7.3. Ejemplo de un procedimiento de tratamiento de agua según la invención

25 Un procedimiento de tratamiento de agua según la invención puede consistir, por ejemplo, en hacer transitar un agua a tratar dentro de una instalación tal como la que se acaba de describir.

Durante tal procedimiento, se aplican alternativamente unos ciclos de tratamiento y unos ciclos de lavado del filtro gravitacional.

30 Durante un ciclo de tratamiento, el agua a tratar se canaliza a la zona de coagulación 21 a través de la canalización de suministro 20, por ejemplo, mediante una bomba de suministro.

35 Se inyectan uno o varios reactivos coagulantes en la zona de coagulación 21 y/o aguas arriba de esta a través de los medios de inyección 24. En este modo de realización, se inyectan uno o varios reactivos floculantes en la zona de floculación 21'. Los agitadores 22 se utilizan con el fin de asegurar la mezcla de los agentes coagulante y floculante con el agua a tratar. El agua a tratar sufre entonces, en este modo de realización, una etapa de coagulación y de floculación. No obstante, la floculación es opcional y se aplicará si la precede una etapa de coagulación. Por el contrario, se podrá efectuar una etapa de coagulación sin que la suceda una etapa de floculación.

40 La guía de flujo 23 permite generar unos flujos descendentes y ascendentes de agua en el interior de la zona de floculación, como se ilustra por las flechas. Su aplicación permite, por lo tanto, optimizar la agitación por la conversión del flujo radial en flujo axial. Permite también eliminar las zonas muertas y los "by-pass". Se mejora así la mezcla de los agentes coagulante y floculante con el agua. Puede reducirse, por lo tanto, el tiempo de contacto entre los agentes coagulante y floculante, lo que contribuye a reducir el volumen y la adherencia en el suelo de la zona de coagulación 21 y, llegado el caso, de floculación 21' de aproximadamente un 25%. Esta guía de flujo permite también reducir la velocidad de agitación y suprimir el empuje radial, lo que contribuye a reducir las sollicitaciones mecánicas sobre los medios de agitación. Esta técnica se comercializa por la solicitante bajo el nombre de Turbomix®.

50 El agua así coagulada y floculada fluye desde la salida 26 a la base del reactor de flotación 29 desde la entrada 28 de éste. Se inyecta agua blanca en la entrada de este reactor de flotación 29 a través de la canalización 30. El oxígeno contenido en esta agua se expande y forma en el interior del reactor de flotación 29 unas burbujas de aire. En este modo de realización, el agua previamente coagulada y/o floculada y el agua blanca se inyectan a co-
55 corriente en la zona de mezcla 290.

60 El agua previamente coagulada y/o floculada sufre entonces en el interior del reactor de flotación 29 una etapa de flotación. Durante esta etapa de flotación, los flóculos formados durante la etapa previa de coagulación y/o floculación son atrapados por las burbujas de aire que suben a la superficie del reactor de flotación 29. Se extrae después una mezcla de flóculos y de burbujas de aire en el desbordamiento 31 del reactor de flotación 29 y evacúa a través del cuello 32 mediante un dispositivo de raspado (no representado) previsto para este fin.

65 En paralelo a la etapa de flotación, el agua liberada de la mayoría de los flóculos que se encontraban inicialmente en ella en suspensión fluye gravitacionalmente a una velocidad superior a 10 m/h, y preferiblemente del orden de 15 m/h, en el filtro gravitacional 33 a través del cual sufre una etapa de filtración gravitacional. Esta velocidad de filtración importante es posible debido a que la altura de la masa filtrante 330 es importante. Durante esta etapa de

ES 2 742 804 T3

filtración gravitacional, el agua a tratar se libera del resto de los flóculos y otras partículas que se encontraban en suspensión. Según la naturaleza de la masa filtrante 330, una parte de la contaminación orgánica disuelta en el agua a tratar puede también eliminarse por adsorción.

5 El agua filtrada se extrae del filtro gravitacional 33 a través de la canalización de extracción 34. Puede entonces, por ejemplo, canalizarse hacia una zona de almacenamiento de agua potable, por ejemplo, la cubeta de almacenamiento 38. En el caso en el que el agua a tratar sea agua salada, el agua extraída del filtro 33 puede servir de agua de alimentación de unidad(es) de desalación, por ejemplo, por ósmosis inversa dispuestas aguas abajo.

10 A medida que el agua se filtra a través del filtro gravitacional 33, unas burbujas de aire obturan progresivamente los intersticios que quedan entre los granos de la masa filtrante 330, lo que tiende a aumentar la pérdida de carga a través del filtro gravitacional 33.

15 Se aplica, preferentemente de manera continua durante el ciclo de tratamiento, una etapa para medir una información representativa de la pérdida de carga a través del filtro gravitacional 33, como por ejemplo la medición de la presión aguas arriba y aguas abajo del filtro, la diferencia de presión que traduce dicha pérdida de carga.

20 Cuando el valor medido de esta información representativa de la pérdida de carga a través del filtro gravitacional 33 se vuelve superior o igual a un primer umbral predeterminado, se realiza una etapa de mini lavado.

25 Esta etapa de mini lavado consiste en infiltrar agua filtrada que proviene de la salida del filtro gravitacional 33 a través de la bomba 27 y la canalización 34, del agua a tratar o, llegado el caso, del concentrado de ósmosis inversa, a contracorriente en el filtro gravitacional 33, según una velocidad preferiblemente comprendida entre 10 y 30 m/h. La duración de los mini lavados está comprendida preferiblemente entre 10 y 30 segundos. Podrán realizarse así unos mini lavados, por ejemplo, cada 6 horas.

30 Durante estos mini lavados, se evacúan las burbujas de aire atrapadas dentro del filtro gravitacional 33. Se limita así la embolia gaseosa del filtro gravitacional. Puede alargarse así la frecuencia de los ciclos de lavado del filtro y reducirse las pérdidas de agua. En consecuencia, se aumenta la duración de los ciclos de tratamiento, así como la cantidad de agua tratada producida.

A medida que se filtra el agua a través del filtro gravitacional 33, los intersticios entre los granos que componen su masa filtrante 330 se obturan progresivamente por la materia que se encontraba allí inicialmente en suspensión.

35 Cuando el valor medido de una información representativa de la pérdida de carga a través del filtro gravitacional 33 se vuelve superior o igual a un segundo umbral predeterminado, el ciclo de tratamiento se detiene y se inicia el ciclo de lavado del filtro gravitacional 33.

40 El ciclo de lavado comprende, en este modo de realización, una primera sub-etapa que consiste en evacuar el conjunto de los lodos, es decir una mezcla de burbujas de aire y de flóculos, presentes en el desbordamiento 31 del reactor de flotación 29 a través de la canaleta 32.

La sub-etapa siguiente consiste en detener el suministro de agua en bruto a tratar en la instalación de tratamiento.

45 Durante la sub-etapa siguiente, el agua contenida en el reactor de flotación 29 se filtra a través del filtro gravitacional 33 hasta que el nivel de agua en el reactor de flotación 29 sea nulo, es decir se encuentre a nivel de la interfaz I, dicho de otra manera de la superficie superior de la masa filtrante 330.

50 La sub-etapa siguiente consiste en airear a contracorriente el filtro gravitacional durante un tiempo comprendido entre 1 y 3 minutos según un caudal comprendido entre 35 Nm³/m²/h y 60 Nm³/m²/h introduciendo aire a través de la canalización 39. Se desestabiliza así la masa filtrante, lo que tiene por efecto liberar los flóculos que se encuentran adheridos.

55 La sub-etapa siguiente consiste en proseguir la aireación del filtro gravitacional 33 e inyectar allí a contracorriente agua de lavado a través de la canalización 34 según una velocidad preferiblemente comprendida entre 8 y 12 m/h durante entre 5 y 10 minutos. La masa filtrante 330 se pone entonces en suspensión y los flóculos se vuelven libres para evacuarse.

60 La sub-etapa siguiente consiste en detener la aireación del filtro gravitacional 33.

65 Durante la sub-etapa siguiente, se inyecta agua de lavado, también denominada en esta etapa agua de aclarado, a contracorriente a gran velocidad, preferiblemente comprendida entre 15 y 60 m/h, en el filtro gravitacional 33 a través de la canalización 34 durante entre 5 y 15 minutos. Los flóculos contenidos en el filtro gravitacional 33 pueden evacuarse así fuera de la instalación fluyendo a través de un canal previsto para ello en el desbordamiento 31 del reactor de flotación 29.

ES 2 742 804 T3

Simultáneamente, se dispensa agua de barrido en la superficie de la interfaz I a través de los tubos perforados 36 sustancialmente de manera paralela a esta durante un tiempo preferiblemente comprendido entre 5 y 15 minutos, inyectándose el agua de barrido en el filtro gravitacional a una velocidad preferiblemente comprendida entre 8 y 20 m/h.

5 Se crea así una corriente de barrido horizontal en la superficie de la interfaz I. Aumenta así la velocidad de subida de los lodos en el reactor de flotación 29, lo que permite evitar, o por lo menos limitar, la refloculación.

10 Cabe señalar que este barrido se efectúa sin aumentar sustancialmente la cantidad de agua con respecto a la cantidad de agua de retrolavado que sería necesaria en su ausencia.

15 El final del ciclo de lavado se determina con un reloj, o con la calidad del agua del desbordamiento del flotador al final de lavado por una medición de turbidez, o también en un volumen total de agua compatibilizado durante el lavado. Al final del ciclo de lavado, se aplica un nuevo ciclo de tratamiento. Se aplica así, de manera alterna, una pluralidad de ciclos de tratamiento y de ciclos de lavado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de agua para su potabilización o su desalación, comprendiendo dicho procedimiento al menos un ciclo de tratamiento de dicha agua que comprende:
- 5 - una etapa de coagulación seguida o no de una etapa de floculación;
- una etapa de flotación dentro de un reactor de flotación (29) del agua que proviene de dicha etapa de coagulación seguida o no de una etapa de floculación;
- 10 - una etapa de filtración gravitacional dentro de un filtro gravitacional (33) del agua que proviene de dicha etapa de flotación, estando dicho reactor de flotación (29) al menos en parte superpuesto a dicho filtro gravitacional (33).
- 15 y al menos un ciclo de lavado de dicho filtro gravitacional que comprende una etapa de retrolavado de dicho filtro gravitacional,
- caracterizado por que dicha etapa de filtración gravitacional se aplica a una velocidad comprendida entre 10 m/H y 30 m/h, presentando dicho filtro gravitacional un lecho del medio filtrante (330) distribuido en una altura comprendida entre 1,5 m y 3,0 m,
- 20 dicho ciclo de lavado comprende una etapa de barrido de la interfaz I entre dicho reactor de flotación (29) y dicho filtro gravitacional (33) por un fluido dispensado mediante una red de rampas de inyección (36) que se extienden en la superficie de dicha interfaz I.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que durante dicha etapa de barrido, dicho fluido se dispensa sustancialmente de manera paralela a dicha interfaz I.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que dicha etapa de barrido y dicha etapa de retrolavado se realizan simultáneamente.
- 30 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha etapa de retrolavado comprende una inyección de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional (33) a una velocidad comprendida entre 8 y 60 m³/m²/h.
- 35 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dicho ciclo de lavado comprende las etapas sucesivas de inyección de aire a contracorriente en dicho filtro gravitacional (33), de inyección de aire y agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional (33), de inyección de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional (33), aplicándose dicha etapa de barrido y dicha etapa de inyección de agua simultáneamente.
- 40 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho ciclo de tratamiento comprende al menos una etapa de mini lavado de dicho filtro gravitacional (33).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha etapa de mini lavado comprende una infiltración de agua a contracorriente en dicho filtro gravitacional (33).
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que la duración de dicha etapa de infiltración está comprendida entre 10 y 30 segundos, infiltrándose el agua en dicho filtro gravitacional (33) a una velocidad comprendida entre 10 y 30 m/h.
- 50 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que dicha etapa de mini lavado comprende una etapa de barrido de dicha interfaz I.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que comprende una etapa de medición de una información representativa de la pérdida de carga a través de dicho filtro gravitacional (33), iniciándose dicha etapa de mini lavado cuando el valor medido de dicha información representativa de la pérdida de carga a través de dicho filtro gravitacional (33) es superior o igual a un primer umbral predeterminado.
- 55 11. Instalación de tratamiento de agua especialmente adaptada para la realización de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que comprende:
- 60 - unos medios de suministro del agua a tratar (20);
- una zona de coagulación y eventualmente de floculación (21) en la que desembocan dichos medios de suministro del agua a tratar (20);
- 65

- un reactor de flotación (29) que comprende una entrada unida a la salida (26) de dicha zona de coagulación y/o floculación (21);
 - un filtro gravitacional (33);
- 5 estando dicho reactor de flotación (29) al menos en parte superpuesto a dicho filtro gravitacional (33) y comunicando con él de manera que el agua que proviene de dicho reactor de flotación (29) pueda fluir gravitacionalmente en dicho filtro gravitacional (33);
- 10 caracterizada por que dicho filtro gravitacional presenta un lecho de medio filtrante distribuido en una altura comprendida entre 1,5 m y 3,0 m,
- 15 comprendiendo dicha instalación unos medios de inyección (35, 36) de un fluido de barrido en la interfaz I entre dicho reactor de flotación (29) y dicho filtro gravitacional (33), comprendiendo dichos medios de inyección una red de rampas de inyección (36) de un fluido de barrido que se extienden en la superficie de dicha interfaz I.
- 20 12. Instalación según la reivindicación 11, caracterizada por que dicho medio filtrante está constituido de una capa de arena que presenta una granulometría comprendida entre 0,5 mm y 0,8 mm distribuida en una altura comprendida entre 1,5 m y 3,0 m.
- 25 13. Instalación según la reivindicación 11, caracterizada por que dicho medio filtrante está constituido de dos capas, a saber:
- una capa inferior de arena que presenta una granulometría comprendida entre 0,5 mm y 0,8 mm distribuida en una altura comprendida entre 0,75 m y 1,5 m, y
- 30 una capa superior de un material que presenta una granulometría comprendida entre 1,2 mm y 2,5 mm seleccionada del grupo constituido por la antracita, la piedra pómez, la Filtralite® y el carbón activado en grano, distribuida en una altura comprendida entre 0,75 m y 1,5 m.
- 35 14. Instalación según la reivindicación 11, caracterizada por que dicho medio filtrante está constituido de tres capas, a saber:
- una capa inferior de un material seleccionado del grupo constituido por el bióxido de manganeso y el granate que presenta una granulometría comprendida entre 0,2 mm y 2,5 mm, distribuida en una altura de 0,3 m a 2 m,
- 40 una capa intermedia de arena que presenta una granulometría comprendida entre 0,5 mm y 0,8 mm, distribuida en una altura comprendida entre 0,6 m y 3 m, y,
- una capa superior de un material que presenta una granulometría comprendida entre 1,2 mm y 2,5 mm y seleccionado del grupo constituido por la antracita, la piedra pómez, la Filtralite® y el carbón activado en grano, distribuida en una altura de 0,6 m a 3 m.
- 45 15. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizada por que dichas rampas comprenden unos tubos perforados (36) por unos orificios (37).
- 50 16. Instalación según la reivindicación 15, caracterizada por que el diámetro de dichos orificios (37) está comprendido entre 30 y 40 milímetros.
- 55 17. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 15 o 16, caracterizada por que la distancia que separa dos orificios (37) sucesivos dispuestos en un mismo tubo perforado (36) está comprendida entre 100 y 150 milímetros.
18. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizada por que la distancia que separa dos tubos perforados (36) sucesivos está comprendida entre 1 y 2 metros.
19. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, caracterizada por que los ejes de dichos orificios (37) se extienden esencialmente de manera paralela a dicha interfaz I.
- 60 20. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19, caracterizada por que dichas rampas (36) se extienden en el sentido de la anchura de dicha interfaz I.

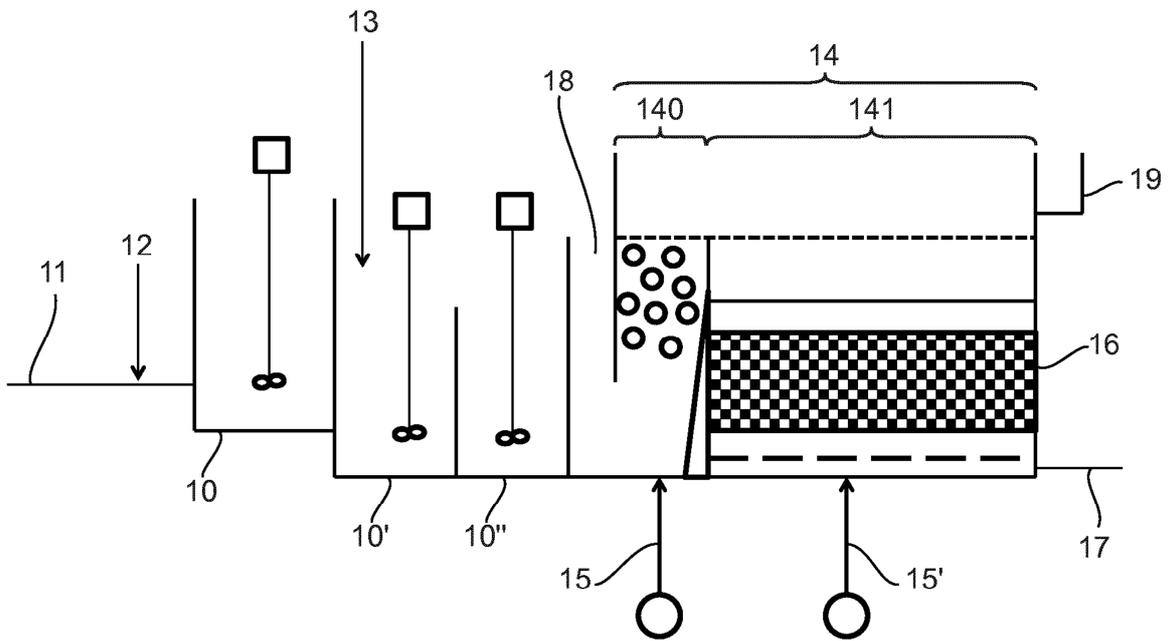


Fig. 1

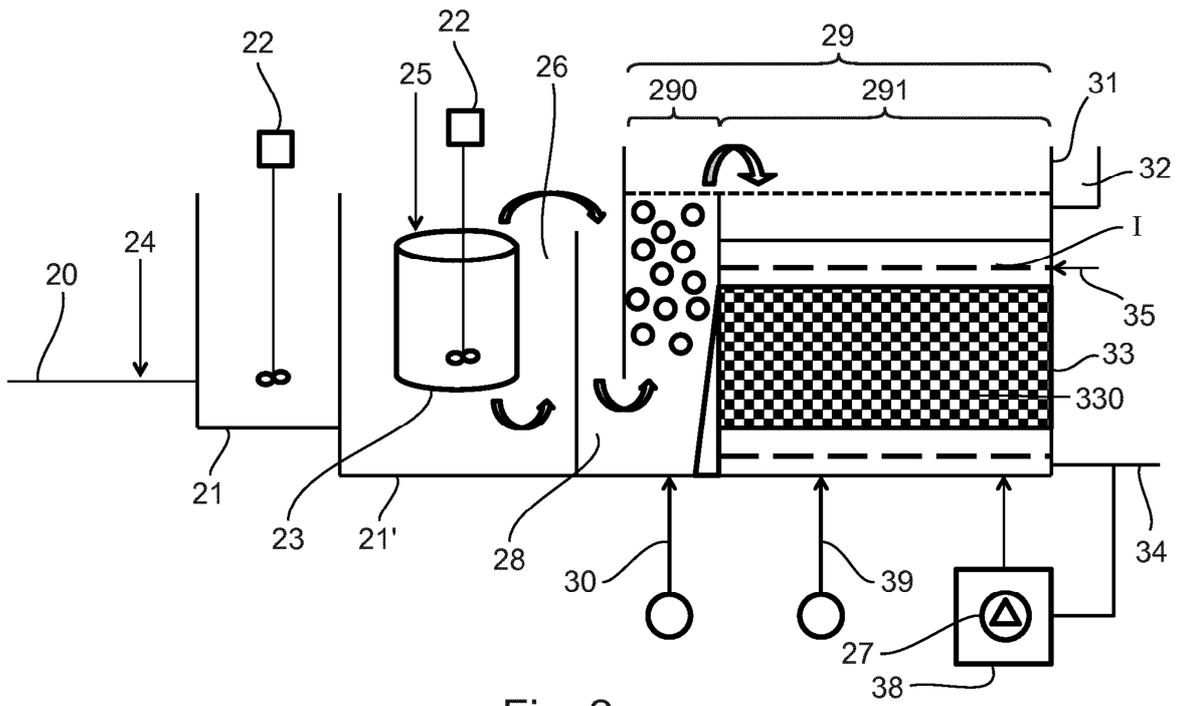


Fig. 2

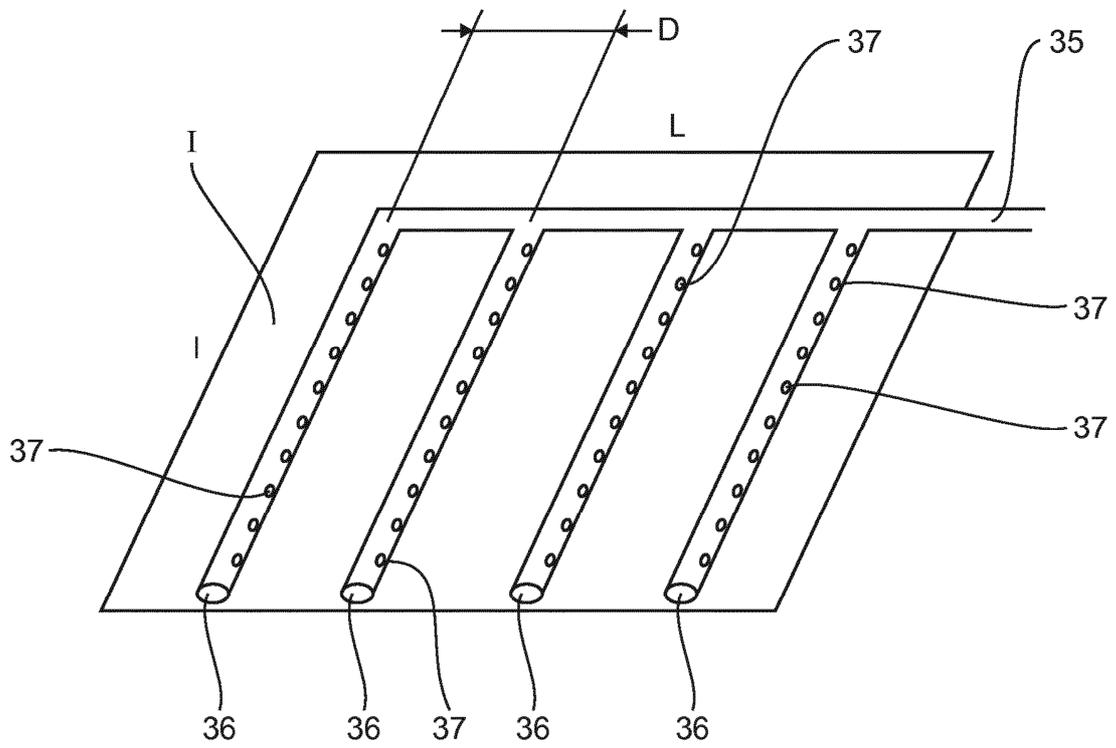


Fig. 3