

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 376**

51 Int. Cl.:

B01D 53/85 (2006.01)

C02F 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2018 E 18169174 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2022 EP 3395429**

54 Título: **Material de filtro, dispositivo y método para purificar gases y líquidos**

30 Prioridad:

26.04.2017 US 201715498279

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

25.05.2022

73 Titular/es:

**KOERS, BONNO (100.0%)
De Bogaert 43
6983 HE Doesburg, NL**

72 Inventor/es:

KOERS, BONNO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 912 376 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

Material de filtro, dispositivo y método para purificar gases y líquidos

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo que comprende un material de filtro que puede usarse para reducir el contenido de contaminantes en un gas o líquido crudo. La invención también se refiere a un método para reducir el contenido de contaminantes en un gas o líquido crudo que aplica dicho dispositivo.

Introducción

- 10 Esta invención se refiere a un dispositivo y un método para el tratamiento de mezclas de gases o líquidos y, en particular, para eliminar contaminantes de un gas o líquido que contiene contaminantes.

- 15 La invención es aplicable a aguas residuales o aire o gas producidos a partir de cualquier proceso industrial. Los medios gaseosos y líquidos producidos y utilizados en la industria pueden contener contaminantes. Ejemplos de tales medios gaseosos o líquidos incluyen aguas residuales, gas de antorcha y biogás. Por ejemplo, el biogás es una mezcla de gases que se puede producir mediante digestión anaeróbica con bacterias anaeróbicas, que descomponen el carbono orgánico de las materias primas en un biogás que se compone principalmente de metano (CH_4) pero que contiene contaminantes como el dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2) y sulfuro de hidrógeno (H_2S). H_2S es muy perjudicial para el medio ambiente y la salud humana.

Existe una necesidad continua en la industria de métodos y dispositivos mejorados que eliminen contaminantes de mezclas de gases o líquidos.

- 25 Para este propósito es común en la industria aplicar microorganismos que sean capaces de eliminar contaminantes. Los microorganismos se adhieren en biopelículas sobre materiales de filtro. El gas contaminado de la corriente líquida puede hacerse pasar a través o a lo largo de estos materiales de filtro, para que los microorganismos puedan ejercer su acción purificadora. Después de pasar el filtro, esto dará como resultado una corriente líquida o gaseosa con concentraciones reducidas de contaminantes.

- 30 En un dispositivo como se describe en el documento EP 0 190 801 A1, como material de filtro se emplea una estera de espuma de poliuretano, en donde un lado es plano y su otro lado está provisto de porciones salientes en forma de cono. La estera tiene buenas propiedades adhesivas para los microorganismos. Varias esteras de este tipo se colocan una encima de otra de modo que una superficie plana de una estera entre en contacto con una superficie con porciones salientes de la estera que se encuentran sobre ella. Debido a esto, queda un cierto espacio libre entre esteras sucesivas. Aunque se puede lograr un resultado purificador, existe la dificultad de que el medio que fluye a través y a lo largo de las esteras experimente una considerable resistencia al flujo. Además, existe un riesgo considerable de obstrucción, lo que aumenta aún más la resistencia al flujo, lo que a su vez conduce a una purificación ineficiente.

- 35 El documento US 6.283.309 del presente inventor divulga un material de filtro que es una estera que tiene grandes poros abiertos y está hecha de material plástico espumado; estando dicha estera destinada a absorber microorganismos; teniendo dicha estera de material plástico espumado una superficie plana en ambos lados; dicha estera se enrolla con un elemento de soporte hecho de hilos resistentes, al menos parcialmente ondulados, mutuamente conectados, de tal manera que una cierta distancia entre partes de la estera que se suceden radialmente quede libre por la presencia del elemento de soporte. Aunque con estas esteras se obtiene un buen resultado purificador, todavía hay margen de mejora con respecto a la reducción de la resistencia al flujo, obstrucción y mejora de la eficiencia de purificación.

- 40 El uso de un material plástico espumado enrollado en un filtro biológico también se describe en el documento GB 1 281 874 (A). En ese caso, las tiras de material se enrollan de tal manera, que los bobinados sucesivos están separados a lo largo de cierta distancia. Para este fin, la tira se calienta durante el enrollado, de modo que se logre una unidad más o menos rígida. El filtro solamente se puede utilizar con dimensiones relativamente pequeñas de la tira.

- 45 Por otra parte, el material solamente tiene una superficie limitada por unidad de volumen, por lo que la eficiencia de purificación estará lejos de ser óptima.

- 50 Se conoce otra tira enrollada a partir del documento FR 2 051 381 (A), en donde una hoja de plástico y una hoja ondulada se enrollan juntas, de modo que se consigan canales continuos. El inventor ha encontrado que los rollos con esta configuración también tienen desventajas. En particular, parece que los canales de capas consecutivas de un rollo se deslizan entre sí porque las presiones pueden hacer que las superficies de contacto entre la hoja plana y la hoja ondulada se deslicen hacia los lados. También parece que durante el enrollado y el empaquetado los canales de la tira enrollada se colapsan. Esto conducirá a dimensiones desfavorables de los canales que darán como resultado un aumento de la resistencia al flujo y obstrucciones, lo que a su vez aumenta aún más la resistencia al flujo. Esto conduce a una purificación ineficiente.

El objeto de la invención es eliminar estas dificultades y proporcionar un dispositivo que, cuando se utiliza en un método de purificación de gases o líquidos, conduce a una reducción de la resistencia al flujo, a una obstrucción reducida y a una eficiencia de purificación mejorada.

5

Sumario de la invención

En el presente documento se describe un material de filtro que tiene una primera lámina que tiene una superficie plana (es decir, una lámina sin ondulaciones) y una segunda lámina que tiene una superficie con ondulaciones (es decir, una lámina con ondulaciones), en donde dicha segunda lámina está unida de forma fija a la primera lámina en la superficie de contacto entre la primera lámina y cada ondulación de la segunda lámina, de modo que se formen canales continuos de dimensiones fijas entre la primera y la segunda lámina.

10

Por lo tanto, en el presente documento se describe un material de filtro, que comprende una primera lámina de un plástico que es adecuada para la unión de microorganismos a la misma, que tiene una superficie plana; y una segunda lámina de un plástico que es adecuada para la fijación de microorganismos a la misma, que tiene una superficie con ondulaciones dispuestas de manera paralela entre sí en donde dicha segunda lámina se extiende sobre la superficie de la primera lámina, en donde dicha segunda lámina está unida de forma fija a la primera lámina en la superficie de contacto entre la primera lámina y cada ondulación de la segunda lámina, de modo que se formen canales continuos entre la primera y la segunda lámina.

15

20

La invención se refiere a un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.

En un segundo aspecto, la invención se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 9.

25

Breve descripción de las Figuras

Las figuras 1 A y B muestran una vista en sección transversal de dos realizaciones del material de filtro como se describe en el presente documento.

30

La figura 2A muestra una representación simplificada de una realización de material de filtro enrollado como se describe en el presente documento. La figura 2B muestra una vista superior de este material enrollado y la figura 2C muestra una parte ampliada de la vista superior de la figura 2B.

La figura 3 muestra una representación simplificada de una realización del dispositivo de acuerdo con la invención.

35

Descripción detallada

En el presente documento se describe un material de filtro que tiene una primera lámina que tiene una superficie plana y una segunda lámina que tiene una superficie con ondulaciones. La segunda lámina está fijada a la primera lámina en la superficie de contacto entre la primera lámina y cada ondulación de la segunda lámina, de modo que se forma una estera con canales continuos entre la primera y la segunda lámina. Esta estera se puede enrollar para formar un cilindro.

40

Dado que la segunda lámina ondulada está unida de forma fija a la primera lámina que no tiene ondulaciones (lámina plana) en la superficie de contacto entre la primera lámina plana y cada ondulación de la lámina ondulada, las superficies de contacto entre la lámina plana y la lámina ondulada no pueden deslizarse hacia los lados. De esta forma, los canales de láminas consecutivas de una estera enrollada no pueden deslizarse entre sí. El inventor ha encontrado que esto tiene el efecto de que durante el enrollado y empaquetado del material los canales mantienen su forma y dimensiones, sin perder flexibilidad para que la estera del filtro se pueda enrollar fácilmente en un cilindro. Debido a ello, las dimensiones predeterminadas de los canales diseñados para un flujo y una purificación óptimos se mantienen en todo momento. Esto conduce a una mayor área de superficie de contacto, menores tiempos de intercambio del medio crudo con los microorganismos y mayor capacidad de purificación/pulido. El inventor ha descubierto que con este material ya no es necesario el uso de filtros de carbono.

50

Cuando el material se acumula en un filtro, esto conducirá a una pérdida de presión, es decir, una caída de presión. La caída de presión aumenta cuando un filtro se obstruye. Una caída de presión alta indica, por lo tanto, una baja eficiencia de un filtro. El inventor ha observado sorprendentemente que con el material de filtro, es posible mantener una baja caída de presión constante sobre el material durante un período de tiempo prolongado.

55

Además, dado que los canales mantienen su forma y dimensiones en todo momento, la superficie por unidad de volumen del material de filtro se vuelve más controlable.

60

Debido a que el flujo óptimo se puede mantener durante más tiempo, el requisito de lavar el material de filtro se reduce al mínimo. Esto evita el tiempo de inactividad del sistema de purificación. Como resultado, los costes de mantenimiento se reducen significativamente. Como efecto adicional, el material de filtro también tiene una vida útil más larga en comparación con otros materiales.

65

5 El material de filtro también tiene mayor resistencia en comparación con materiales de construcción similar en donde las láminas planas y onduladas no están unidas de forma fija en las superficies de contacto entre la lámina plana y la lámina ondulada. Esto hace que el material de filtro sea fácil de manejar. Debido a que la forma y las dimensiones de los canales son fijas en todo momento, el enrollado y el empaquetado tampoco requieren precauciones particulares para garantizar dimensiones de canal aceptables.

10 El material de filtro se produce en forma de estera. Las láminas tienen propiedades de flexibilidad que permiten enrollar la estera de material de filtro para formar un cilindro de material de filtro. Para lograr esto, el plástico de dicho material de filtro debe ser de un plástico adecuado que permita también la adherencia de los microorganismos. Un plástico adecuado preferido comprende polietileno o polipropileno o una combinación de los mismos. Los microorganismos se adhieren bien a estos materiales y estos plásticos proporcionan suficiente resistencia y flexibilidad, de modo que se puedan usar láminas de material relativamente delgadas, de modo que se pueda utilizar una mayor superficie por unidad de volumen para cubrirse con microorganismos.

15 En el material de filtro, la segunda lámina está unida preferiblemente de forma fija a la primera lámina en la superficie de contacto entre la primera y la segunda lámina por medio de una soldadura, porque esto da una conexión fuerte y fija entre las láminas de plástico. La soldadura puede realizarse adecuadamente mediante fusión. Se prefiere que la soldadura se extienda por toda la longitud de las superficies de contacto, porque esto le da una resistencia óptima a la conexión entre las dos láminas.

20 Con el fin de proporcionar una superficie óptima por unidad de volumen de material de filtro, las ondulaciones de la segunda lámina del material tienen preferiblemente una forma de zigzag o V o una configuración sinusoidal.

25 Por la misma razón, se prefiere que una estera de material de filtro como se describe en el presente documento no comprenda láminas adicionales. En otras palabras, se prefiere que una estera de material de filtro consista en dicha primera lámina y dicha segunda lámina.

30 Cuando se usa, el material de filtro tiene forma de cilindro con poros abiertos que están formados por los canales continuos entre las dos láminas que se extienden a lo largo del eje longitudinal de dicho cilindro. Esto se logra enrollando una estera del material de filtro.

35 Los canales continuos podrán extenderse a lo largo del eje longitudinal de dicho cilindro en forma helicoidal, pero se prefiere que los canales continuos se extiendan paralelos al eje longitudinal del cilindro, porque esto proporciona una resistencia óptima al cilindro. De hecho, cuando se utilizan cilindros con canales que se extienden paralelos al eje longitudinal del cilindro en un dispositivo de purificación, una persona puede estar de pie sobre un cilindro montado verticalmente, por ejemplo en caso de mantenimiento de dicho dispositivo, sin correr el riesgo de que el cilindro se colapse.

40 El material de filtro es particularmente adecuado para reducir el contenido de contaminantes en un medio gaseoso o líquido crudo. Por lo tanto, cuando está en uso, se prefiere que en el material de filtro los canales estén cubiertos con una biopelícula de microorganismos degradadores de contaminantes.

45 Debido a que el material de filtro es menos propenso a obstruirse y muestra una caída de presión constante muy baja durante períodos de tiempo prolongados en comparación con los materiales de filtro de la técnica anterior, como se mencionó anteriormente, el material de filtro se puede utilizar en combinación con biomasa en crecimiento. En particular, cuando un medio contiene compuestos orgánicos volátiles (COV), la biomasa en el material de filtro crece rápidamente. En los sistemas de la técnica anterior, esto conduciría inevitablemente a una rápida obstrucción del material de filtro a su debido tiempo, necesitando la necesidad de lavar y/o reemplazar el material de filtro. Dada la caída de presión estable debido al material de filtro, la eliminación de COV se puede realizar de manera eficiente y la necesidad de lavar y/o reemplazar el material de filtro se reducirá al mínimo. Por lo tanto, el material de filtro es muy adecuado para reducir el contenido de COV. Dichos COV incluyen compuestos aromáticos como el benceno, el tolueno y xilenos. Cuando se use el material de filtro para este propósito los canales se cubrirán con una biopelícula de microorganismos que degradan los COV. Dichos microorganismos incluyen, por ejemplo, bacterias del género *Pseudomonas*.

50 El material de filtro también es adecuado para reducir el contenido de compuestos sulfúricos, tales como H₂S o CS₂, en un medio gaseoso o líquido crudo. Por lo tanto, cuando se use el material de filtro para este propósito los canales se cubrirán con una biopelícula de microorganismos que degradan compuestos sulfúricos (como H₂S y/o CS₂). Dichas bacterias o mezclas de bacterias se conocen en la técnica para eliminar compuestos sulfúricos de gases, líquidos o fluidos, y pueden incluir, por ejemplo, bacterias pertenecientes al género *Thiobacillus*.

65 El material de filtro es adecuado para purificar un medio gaseoso o líquido en un método para reducir el contenido de contaminantes en un medio gaseoso o líquido crudo. A este respecto, la invención también proporciona un método que comprende las etapas de aplicar una biomasa en forma de injerto en los canales del material de filtro de acuerdo con la reivindicación 9. Con respecto a la presente invención, el contaminante puede seleccionarse adecuadamente

del grupo que consiste en compuestos sulfúricos, tales como H₂S y/o CS₂ y compuestos orgánicos volátiles.

Como se ha mencionado anteriormente, los microorganismos pueden incluir microorganismos anaeróbicos y aeróbicos o una mezcla de los mismos. Para optimizar la acción microbiana se prefiere que el método comprenda además la regulación del nivel de oxígeno en la corriente que pasa a través del filtro. De esta manera, se pueden regular las condiciones bajo las cuales los microorganismos realizan de manera óptima su actividad de eliminación de contaminantes.

Aunque en principio el método de la invención no requiere el lavado del material de filtro, como medida de precaución para garantizar una estabilidad de rendimiento óptima, el material de filtro se puede lavar después de un cierto período de funcionamiento. Para este propósito, una solución de lavado pasa a través de los canales del material de filtro. Se prefiere que la solución de lavado no se base en un jabón porque eso eliminaría gran parte de la biomasa. En cambio, el inventor ha encontrado sorprendentemente que cuando se realiza una etapa de lavado con una solución alcalina, la biomasa se lava a niveles aceptables y que el sistema vuelve a funcionar con plena eficiencia en 3 días. Por lo tanto, el método de la invención puede comprender además una etapa de lavado periódico de pasar una solución de lavado a través de los canales cubiertos de biopelícula del material de filtro, en donde dicha solución de lavado es una solución alcalina.

El método de la invención y el material de filtro como se describe en el presente documento se aplican preferentemente en el dispositivo de la invención. Este dispositivo comprende una cámara; una entrada para introducir el medio en la cámara; una salida para sacar el medio de la cámara; y al menos un cilindro de material de filtro enrollado como se describe en el presente documento colocado en dicha cámara. Este cilindro se coloca convenientemente en dicha cámara, opcionalmente por medio de una construcción de contenedor, como una tubería. En este caso, el cilindro se coloca correctamente en una tubería, tubería que se coloca en dicha cámara.

Un dispositivo de acuerdo con la invención se puede utilizar para purificar el aire que contiene contaminantes. En este caso, se rociará agua sobre la estera cilíndrica desde arriba, para que el consumo de agua se reduzca al mínimo. En ese caso, el aire será conducido a través de la cámara de abajo hacia arriba. En el dispositivo pueden estar presentes medios para mantener o llevar el valor de pH del agua recirculada al valor deseado. También es posible añadir nutrientes al agua para una purificación biológica óptima del aire que circula por el dispositivo.

El dispositivo también puede estar provisto de un equipo de medición para la temperatura, la salinidad y la caída de presión. Por esto, las condiciones del entorno para los microorganismos pueden ser controladas.

El dispositivo también se puede utilizar para purificar agua. El agua puede fluir a través del dispositivo desde arriba hacia abajo y el aire puede introducirse en la parte inferior de la cámara para que fluya a través del agua para purificarse desde abajo hacia arriba.

El lavado se puede realizar en el interior del dispositivo de la invención, sin necesidad de retirar el material de filtro. Para este propósito, se prefiere que el aire se derive sobre el dispositivo, mientras se hace pasar una solución de lavado a través de los canales del material de filtro. Para permitir las etapas de lavado sin necesidad de retirar los rollos de filtro, el dispositivo puede estar provisto de una línea de derivación de aire configurada entre la entrada y la salida de aire del dispositivo.

El dispositivo comprende múltiples cilindros de material de filtro como se describe en el presente documento. Esto facilita el mantenimiento y permite regular las etapas de purificación variando el tamaño de los poros entre diferentes cilindros. Cuando se utilizan cilindros múltiples, el primer cilindro a través del cual se pretende que pase la corriente de medio crudo (gas o líquido) tiene poros bastante grandes. De esta manera, hay más espacio para que se acumule biomasa sin tener efectos perjudiciales en el flujo. Una parte importante de los contaminantes se puede eliminar en este cilindro. Después de eliminar la mayor parte de los contaminantes, la corriente de medio se hace pasar a un cilindro siguiente en donde se pule la corriente de medio, es decir, donde se eliminan los contaminantes residuales. La eliminación de bajas concentraciones de contaminantes residuales requiere más contacto con los microorganismos que degradan los contaminantes. Por lo tanto, el siguiente cilindro a través del cual se pretende que pase la corriente de medio crudo, es decir, el cilindro aguas abajo del primer cilindro, tiene poros más pequeños, haciéndolo particularmente adecuado para una etapa de pulido que permite la eliminación de contaminantes residuales después de la(s) etapa(s) de purificación anterior(es). En un dispositivo con múltiples cilindros, un cilindro colocado aguas abajo de otro de dichos cilindros tiene poros que tienen una sección transversal menor en el plano circunferencial de los cilindros que los poros del cilindro adyacente colocado aguas arriba de él.

La invención se explicará ahora con más detalle por medio de los dibujos. Los dibujos pretenden ilustrar el principio de la invención y no deben interpretarse como limitantes del alcance de las reivindicaciones.

Las figuras 1A y B muestran dos realizaciones del material de filtro como se describe en el presente documento. El material de filtro se produce como una estera. La estera de material de filtro tiene una primera lámina 1 con una superficie plana de un plástico que es adecuada para la unión de microorganismos a la misma y una segunda lámina 2 que tiene una superficie con ondulaciones dispuestas de forma paralela entre sí. Asimismo, la segunda lámina 2

está hecha de un plástico que es adecuada para la unión de microorganismos a la misma. Sin limitación, tales plásticos pueden comprender o consistir en polietileno, polipropileno o mezclas de los mismos. Las ondulaciones pueden tener una forma sinusoidal como se muestra en la figura 1A o una forma en zigzag o en V como se muestra en la figura 1B. La segunda lámina ondulada 2 se extiende sobre la superficie de la primera lámina 1 y está unida de forma fija, por ejemplo, mediante una soldadura en toda la longitud de la superficie de contacto 3, a la primera lámina 1 en la superficie de contacto 3 entre la primera lámina y cada ondulación de la segunda lámina 2, de modo que se formen canales continuos entre la primera y la segunda lámina (1, 2). Las dimensiones adecuadas de los poros pueden oscilar entre 0,75 y 3 cm en la dirección A y entre 0,5 y 2 cm en la dirección B. Un grosor adecuado de las láminas puede estar entre 0,5 y 2,5 mm, preferiblemente de aproximadamente 1 mm.

Como se muestra en la figura 2 A-C, la estera de material de filtro se puede enrollar para su uso para formar un cilindro 4 con poros abiertos formados por los canales continuos que se extienden a lo largo del eje longitudinal de dicho cilindro. A partir de la vista desde arriba, como se muestra en las figuras 2B y 2C, se puede ver que en el cilindro de la figura 2A los poros abiertos (21, 22) están formados por los canales continuos que se extienden a lo largo del eje longitudinal de dicho cilindro. Dado que la segunda lámina ondulada 2 está unida en la superficie de contacto 3 entre la primera lámina plana 1 y cada ondulación de la lámina ondulada 2, se evita el deslizamiento de las superficies de contacto 3 entre la lámina plana 1 y la lámina ondulada 2 de modo que los canales de láminas consecutivas de un rollo no puedan deslizarse entre sí. Debido a esto, las dimensiones predeterminadas de los canales diseñados para un flujo y una purificación óptimos se mantienen en todo momento, lo que conduce a un aumento del área de superficie, menores tiempos de intercambio de medio crudo con los microorganismos adheridos a la superficie de los canales, y a un aumento de la capacidad de purificación/pulido.

Para ser utilizados en la purificación de mezclas líquidas o gaseosas crudas, los cilindros 4, 4', 4" de esteras de filtro enrolladas pueden montarse en un dispositivo de purificación. En la figura 3 se muestra un ejemplo de un dispositivo de este tipo adaptado para purificar el aire contaminado. El dispositivo ilustrado en la figura 3 comprende una cámara cilíndrica 5 que puede estar hecha de plástico reforzado con fibra de vidrio, por ejemplo. Este material debe ser preferentemente resistente a los ácidos agresivos y a la actividad biológica. En su parte inferior, la cámara 5 está cerrada por una placa base 6, y en su lado superior por una tapa 7, que se puede presionar contra la cámara, por ejemplo, por una serie de pernos, para cerrarla.

Dentro de la cámara 5, hay tres elementos de filtro 9, cada uno constituido por una tubería 8 provista de un marco 10 en su lado inferior y que aloja el material de filtro 4, 4', 4". Como se ilustra en la Figura 2, el material de filtro 4 se obtiene enrollando una estera.

Los conjuntos enrollados 4, 4', 4" de la estera se montan de forma ajustada en una tubería 8 para constituir un elemento de filtro 9.

Los bordes inferior y superior de las tuberías apiladas 8 de un elemento de filtro 9 están diseñados de manera que las tuberías 8 se apoyen entre sí, debido a lo cual la pared de la cámara 5 solamente se carga en un grado pequeño.

En su parte inferior, la cámara 5 está provista de una entrada de aire 12 y en la parte superior de una salida de aire 13 para la descarga de aire purificado.

En general, cuando se utilizan múltiples cilindros, se prefiere que el primer cilindro a través del cual se pretende que pase la corriente de medio crudo tenga poros bastante grandes, como se ha explicado anteriormente. En la realización representada, cuando el gas crudo en forma de aire contaminado entra en el dispositivo a través de la entrada 12, el cilindro más bajo 4 tiene los poros más grandes. El siguiente cilindro a través del cual se pretende que pase la corriente de medio crudo, es decir, el cilindro 4' aguas abajo del primer cilindro, tiene poros más pequeños porque la cantidad de partículas grandes será menor después del paso a través. Otro cilindro aguas abajo 4" tiene poros aún más pequeños.

Por encima del elemento de filtro cilíndrico superior 9 hay un conducto 14 provisto de una o más boquillas rociadoras 15 para rociar agua sobre él. En el lado inferior de la cámara 5, el agua se descarga por medio de un conducto 16. El conducto 14 que tiene las boquillas de pulverización 15 se puede quitar fácilmente cuando se van a reemplazar los elementos de filtro 9.

En caso de que el dispositivo que se muestra en la figura 3 se use para purificar agua, éste se llevará al elemento de filtro superior 9 desde arriba. A continuación, el agua se distribuirá por el elemento de filtro 9 para fluir hacia abajo. Dado que el agua entra desde arriba en el caso de que el agua fuera purificada, en este caso se prefiere que el cilindro con los poros más grandes se coloque encima, mientras que los cilindros aguas abajo tendrían tamaños de poro más pequeños. Haciendo referencia a la figura 3, esto significaría que los cilindros 4, 4' y 4" se colocarían en el orden inverso en caso de que el dispositivo se configurara para la purificación de medios líquidos crudos, como agua contaminada.

El agua se descarga desde el extremo inferior de la cámara 5. Se puede suministrar aire al extremo inferior de la cámara 5, de tal manera que el aire se mueve hacia arriba a través del agua. Un recirculador de agua opcional 11 se

puede configurar entre el conducto 16 y el conducto 14 para recircular el agua desde el extremo inferior de la cámara hasta las boquillas rociadoras.

5 Será obvio que sólo se ha ilustrado en el dibujo una única realización posible de un dispositivo de acuerdo con la invención y que sólo se han descrito anteriormente algunas posibles aplicaciones. Se pueden realizar muchos cambios sin ir más allá de la idea inventiva tal como se define en las reivindicaciones.

Ejemplo

10 El rendimiento del material de filtro como se describe en el presente documento se comparó con otros materiales de filtro en un sistema para limpiar biogás.

El material de filtro A de la técnica anterior es un cilindro formado por una estera enrollada de espuma de poliuretano con poros grandes, como se describe en la patente holandesa 1007019.

15 El material de filtro B es un cilindro de material de filtro de plástico enrollado (PE/PP) que comprende una primera lámina de plástico que tiene una superficie plana; y una segunda lámina de un plástico que tiene una superficie con ondulaciones dispuestas en forma paralela entre sí; en donde dicha segunda lámina se extiende sobre la superficie de la primera lámina, en donde dicha segunda lámina no está fijada a la primera lámina en la superficie de contacto entre la primera lámina y cada ondulación de la segunda lámina.

20 El material de filtro C es un cilindro de material de filtro de plástico enrollado (PE/PP) como se describe en el presente documento, que se diferencia del material de filtro B en que dicha segunda lámina está unida de forma fija a la primera lámina en la superficie de contacto entre la primera lámina y cada ondulación de la segunda lámina. En esta realización, dicha segunda lámina está fijada a la primera por medio de una soldadura que se extiende por toda la longitud de dicha superficie de contacto.

25 Las esteras de filtro enrolladas se utilizaron en dispositivos de acuerdo con la invención, que en este caso eran reactores básicamente como se describe en la figura3.

30 El material de filtro se injertó con microorganismos capaces de degradar los componentes sulfúricos del biogás. A los microorganismos se les suministró inicialmente nutrientes para poner en marcha el sistema. Se permitió que el sistema se calibrara hasta que se logró un rendimiento de degradación aceptable. En esa etapa se tomaron varias medidas para determinar el rendimiento de los materiales de filtro. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1: pruebas de rendimiento de materiales de filtro

| | Material de filtro A | Material de filtro B | Material de filtro C |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Capacidad de descomposición (kg de azufre/hora) | 4,8 | 15 | 22 |
| Eliminación de CS ₂ | 65 | 90 | 99,5 % |
| Eliminación de H ₂ S | 80 | 99 | 99,95 % |
| Caída de presión (pa/mes) | 1000 | 50 | 15-18 |

40 Tal como se muestra en la Tabla 1, parecía que cuando se usaba material de filtro A se midieron caídas de presión que aumentaron a 1000 pa en un mes. Esto condujo a una baja eficiencia de limpieza. Para que fuera funcional, el material de filtro tenía que limpiarse todos los meses. En el mismo período, el uso del material de filtro B condujo a un aumento de la caída de presión a 50 pa mientras seguía aumentando con el tiempo. En el mismo período, el uso del material de filtro C mostró que la caída de presión aumentó solamente entre 15 y 18 pa. De hecho, incluso después de aproximadamente 5 meses, se midieron caídas de presión para el material de filtro C de solamente entre 30 y 60 pa. Esto demuestra que el material de filtro es menos sensible a la obstrucción en comparación con otros materiales de filtro probados y se puede utilizar durante un período muy largo sin necesidad de limpiar los filtros. De esta forma, el dispositivo de la invención puede funcionar casi continuamente sin tiempo de inactividad para fines de limpieza.

50 Como también se muestra en la tabla 1, se comparó la capacidad de descomposición del compuesto sulfúrico utilizando materiales de filtro A, B y C. Está claro a partir de la tabla 1 que cuando se utilizó el material de filtro C se obtuvieron los mejores resultados. Se obtuvo una capacidad de descomposición de 22 kg de azufre/hora con el filtro C, lo que supuso una mejora de más de 5 veces en comparación con el material de filtro A y una mejora de casi el 50 % en comparación con el material de filtro B. El uso del material de filtro C condujo a casi el 100 % de eliminación de CS₂ y H₂S del biogás, que son rendimientos sin precedentes en el campo de la purificación de biogás. Por lo tanto, el material de filtro que se describe en el presente documento muestra una mejora significativa en la eficiencia de purificación.

En resumen, el material de filtro proporciona por volumen bruto:

- 5
 - Más volumen vacío que permite un tiempo de contacto óptimo de los microorganismos con el líquido o gas contaminado;
 - Más área de superficie de contacto biológico que permite una mayor capacidad de descomposición;
 - Menor caída de presión;
 - Mayor eficiencia de purificación.

- 10 El material de filtro también proporciona un filtro lavable que permite cargas más altas de compuestos orgánicos. El filtro se puede lavar sin reemplazar o sacar el filtro del dispositivo en donde está montado, dando como resultado un menor tiempo de inactividad.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para purificar un medio gaseoso o líquido, que comprende

5 una cámara (5);
 una entrada (12) para introducir el medio en la cámara (5);
 una salida (13) para sacar el medio de la cámara (5);
 una pluralidad de cilindros de material de filtro enrollado (4, 4', 4'') colocados en dicha cámara (5), en donde
 dicho material de filtro comprende
 10 una primera lámina (1) de un plástico que es adecuado para la fijación de microorganismos a la misma, que tiene
 una superficie plana; y
 una segunda lámina (2) de un plástico que es adecuada para la fijación de microorganismos a la misma, que
 tiene una superficie con ondulaciones dispuestas en forma paralela entre sí;
 en donde dicha segunda lámina (2) se extiende sobre la superficie de la primera lámina (1),
 15 en donde dicha segunda lámina (2) está unida de forma fija a la primera lámina (1) en la superficie de contacto
 (3) entre la primera lámina (1) y cada ondulación de la segunda lámina (2), de modo que se forman canales
 continuos entre la primera y la segunda lámina;
 en donde dicho material de filtro (4, 4', 4'') se enrolla como un cilindro con poros abiertos (21, 22) que están
 20 formados por dichos canales continuos que se extienden a lo largo del eje longitudinal de dicho cilindro, en
 donde los canales están cubiertos con una biopelícula de microorganismos degradadores de contaminantes;
 en donde un cilindro colocado aguas abajo de otro de dichos cilindros tiene poros que tienen una sección
 transversal menor en el plano circunferencial de los cilindros que los poros del cilindro adyacente colocado aguas
 arriba del mismo.

25 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha segunda lámina (2) de dicho material de filtro está
 unida de forma fija por medio de una soldadura.

3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la soldadura se extiende por toda la longitud de dicho
 30 material de filtro de dicha superficie de contacto (3).

4. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas ondulaciones de dicho
 material de filtro (4, 4', 4'') tienen una configuración en zigzag o sinusoidal.

5. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos canales continuos de
 35 dicho material de filtro (4, 4', 4'') se extienden paralelos al eje longitudinal del cilindro.

6. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el plástico de dicho material de
 filtro (4, 4', 4'') comprende polietileno y/o polipropileno.

40 7. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los canales de dicho material
 de filtro están recubiertos con una biopelícula de microorganismos degradadores de H₂S y/o CS₂.

8. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los canales de dicho material
 45 de filtro (4, 4', 4'') están recubiertos con una biopelícula de microorganismos degradadores de COV.

9. Método para reducir el contenido de un contaminante en un medio gaseoso o líquido, que comprende las etapas
 de

50 aplicar una biomasa en forma de injerto en los canales del dispositivo según se define en cualquiera de las
 reivindicaciones 1 a 8 para obtener canales recubiertos de una biopelícula de microorganismos capaces de
 degradar dicho contaminante; y
 pasar una corriente de medio gaseoso o líquido que contiene dicho contaminante a través de los canales
 recubiertos de biopelícula del material de filtro enrollado (4, 4', 4'') que forma un cilindro de tal manera que una
 corriente de producto que comprende un contenido menor de dicho contaminante en comparación con la
 55 corriente de medio se obtiene después del paso a través de dichos canales;
 en donde dicha corriente de medio se hace pasar a través de dicha pluralidad de cilindros y en donde un cilindro
 a través del cual pasa la corriente de medio tiene poros que tienen una sección transversal mayor en el plano
 circunferencial del cilindro que un cilindro aguas abajo del mismo a través del cual pasa la corriente de medio.

60 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dicho contaminante se selecciona del grupo que consiste
 en compuestos sulfúricos y compuestos orgánicos volátiles.

11. Método de acuerdo con la reivindicación 9 o 10 que comprende además la regulación del nivel de oxígeno en la
 corriente.

65

12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que además comprende una etapa de lavado periódico, que comprende pasar una solución de lavado a través de dichos canales cubiertos de biopelícula, en donde dicha solución de lavado es una solución alcalina.

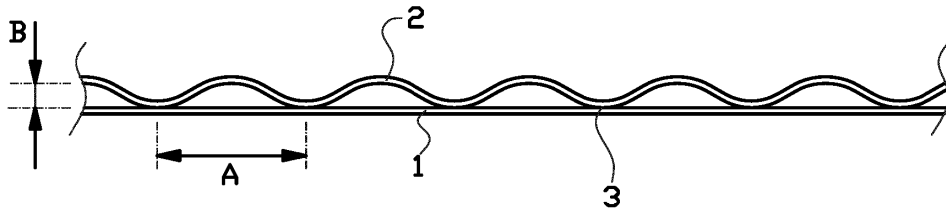


FIG. 1A

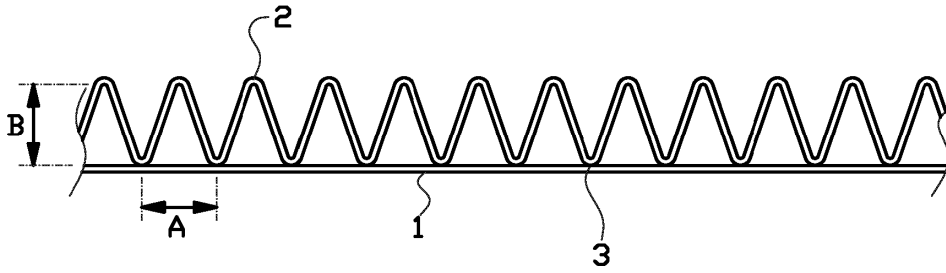


FIG. 1B

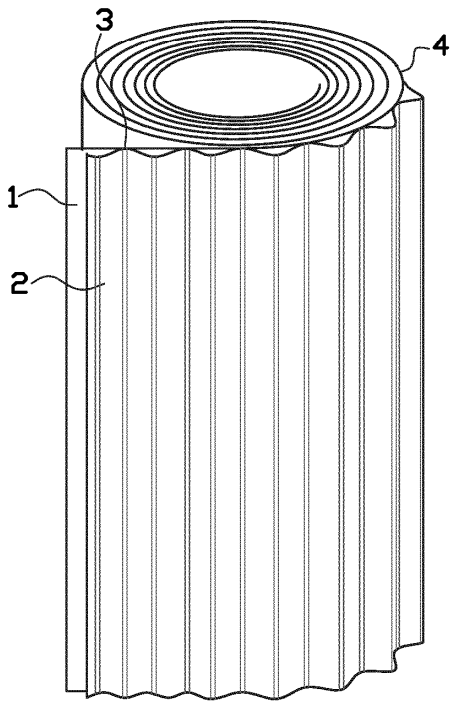


FIG. 2A

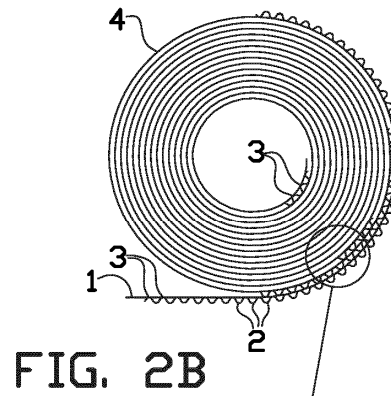


FIG. 2B

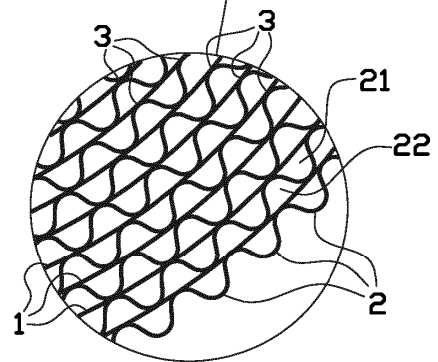


FIG. 2C

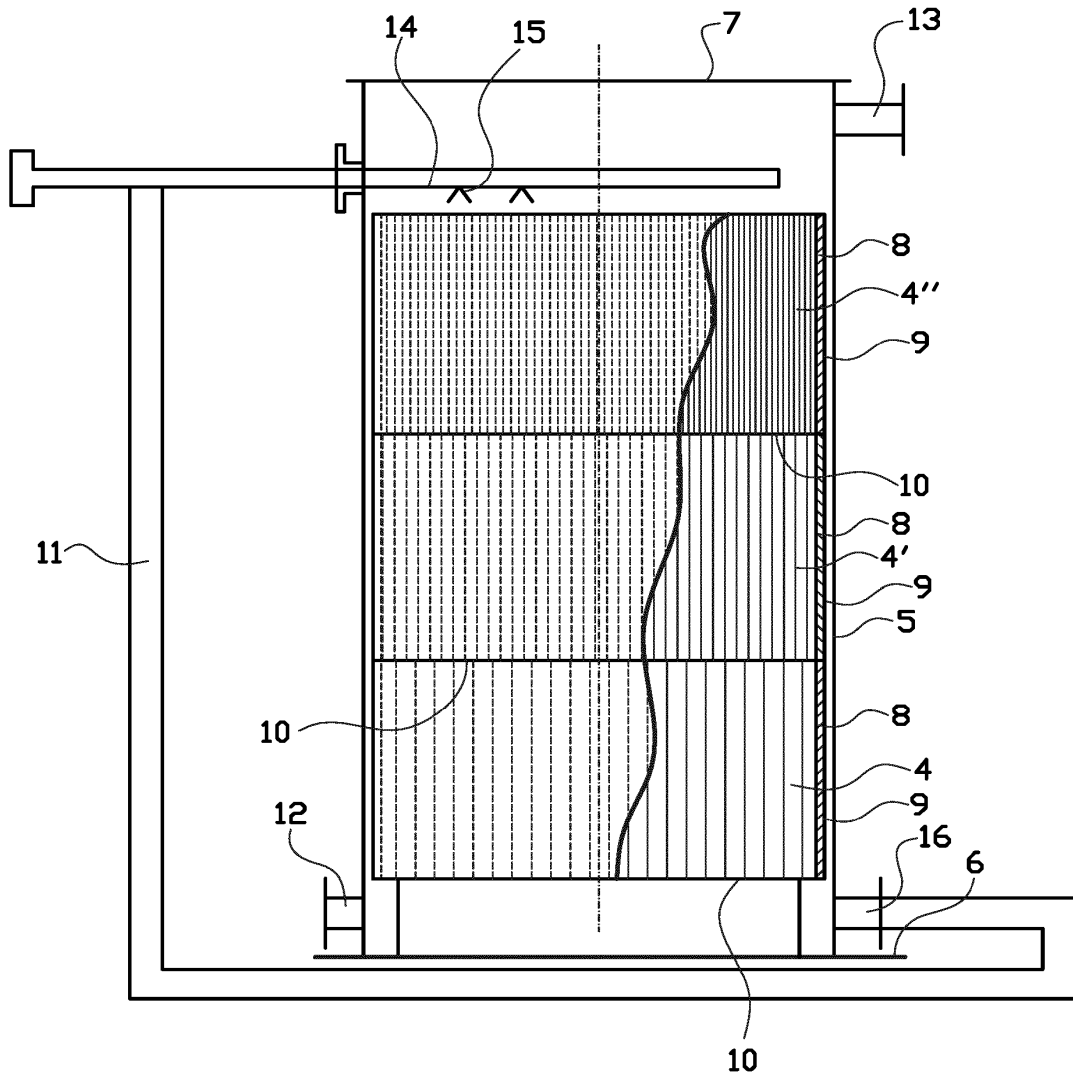


FIG. 3