

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 192**

21 Número de solicitud: 201630269

51 Int. Cl.:

B01J 19/18 (2006.01)

C12M 1/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

07.03.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.09.2017

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (100.0%)
C/ Pedro Cernuda, 12
50009 Zaragoza ES

72 Inventor/es:

DOPAZO GARCÍA, César y
CERECEDO FIGUEROA, Luis Manuel

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

54 Título: **DISPOSITIVO PARA EL TRATAMIENTO MEDIANTE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA DE LÍQUIDOS CONTAMINADOS O INFECTADOS**

57 Resumen:

Dispositivo para el tratamiento mediante cavitación hidrodinámica de líquidos contaminados o infectados. La invención se refiere a un dispositivo para el tratamiento, mediante cavitación hidrodinámica, de líquidos contaminados con compuestos químicos y/o infectados con microorganismos, que comprende un tambor (1) de circulación de líquido equipado con un punto de entrada y un punto de salida (6, 7), en cuyo interior se dispone un rotor (2) central; un estator (3); y un canal de circulación (5) del líquido a tratar, definido por el espacio comprendido entre el rotor (2) y el estator (3), y que comunica el punto de entrada (6) con el punto de salida (7) del tambor (1). Las superficies del rotor (2) y del estator (3) están equipadas con una pluralidad de protuberancias (15, 15') radiales dispuestas de forma que, cuando las protuberancias (15) del rotor (2) se encuentran alineadas con las protuberancias (15') del estator (3), se forman estrechamientos (5') en el canal de circulación (5) del líquido a tratar, generándose una pluralidad de gargantas Venturi en dicho canal (5).

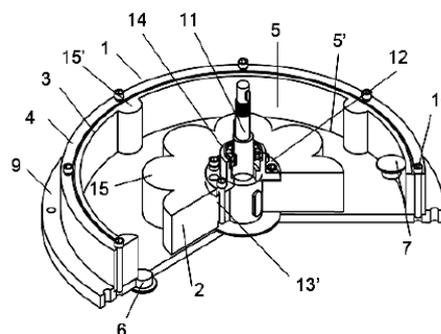


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO PARA EL TRATAMIENTO MEDIANTE CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA DE LÍQUIDOS CONTAMINADOS O INFECTADOS

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca en el campo correspondiente a las técnicas para el tratamiento de líquidos contaminados con especies químicas peligrosas y/o con microorganismos persistentes. Más concretamente, la invención se refiere a un dispositivo de cavitación basado en el efecto Venturi para el tratamiento de aguas residuales urbanas, aguas de procesos industriales, desodorización de aguas sanitarias, y, en general, todas aquellas aplicaciones en las que haya que eliminar contaminantes químicos y/o microorganismos patógenos en líquidos.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La cavitación es el proceso de formación de burbujas en un líquido, a partir de núcleos pre-existentes de gas, como consecuencia de la disminución local de la presión, y la posterior implosión violenta de las cavidades generadas al aumentar dicha presión. Existen, de modo general, dos tipos de cavitación que se emplean para su aplicación al tratamiento de líquidos: hidrodinámica y ultrasónica. La cavitación hidrodinámica implica un consumo energético menor que la ultrasónica, y su uso en plantas de tratamiento y depuración resulta más sencillo. Además, los equipos mecánicos requeridos para producir este fenómeno son más sencillos y menos costosos. Es en este ámbito en el que se encuadra la presente invención.

En la actualidad, existen diversos tipos de dispositivos hidrodinámicos para la generación de cavitación, la mayoría de los cuales se basan en el uso de una contracción Venturi en un conducto por el que circula un líquido. Un tubo o garganta de Venturi es una tobera, que comprende una entrada convergente y una salida divergente. En la parte convergente, el líquido se acelera hasta alcanzar una velocidad máxima y presión mínima en la garganta. Para velocidades suficientemente altas, la presión local en la garganta disminuye hasta valores alrededor de la presión de vapor del líquido. En torno a este punto, se generan las burbujas de vapor. Por otro lado, en la zona divergente, el flujo se decelera, aumenta la presión y las burbujas de vapor tienden a colapsar violentamente en tiempos muy cortos.

35

La utilización de una única contracción Venturi en los cavitadores tradicionales obliga a recircular el agua durante tiempos significativos por lo que, en la actualidad, se está recurriendo a la opción de emplear varios Venturi en serie, con el fin de minimizar el tiempo de recirculación y mejorar la eficiencia del proceso. El uso de varios Venturi en serie hace que se produzcan sucesivas contracciones y expansiones, que permiten reducir los tiempos de tratamiento y la energía consumida, al someter el líquido a procesos de cavitación secuencialmente. Al repetir el fenómeno, las propias burbujas que no han implosionado con anterioridad, pueden actuar como nuevos “núcleos” de cavitación. Ello permite aumentar el número de núcleos de cavitación y, por tanto, los eventos de oxidación de contaminantes y de rotura de paredes de microorganismos presentes.

La principal ventaja de la cavitación como método para la eliminación de contaminantes y de microorganismos en líquidos reside en que produce radicales oxidantes sin depender, en primera instancia, de reactivos, ni agentes químicos que puedan resultar nocivos, ni de otros consumibles. Se trata de un proceso mecánico que no presenta efectos secundarios debidos a la acción de agentes químicos o de reactivos, donde los radicales oxidantes se producen debido a la implosión violenta de burbujas en el seno del líquido a tratar.

Por tanto, en los tubos Venturi se generan, crecen e implosionan violentamente las burbujas, generando radicales hidroxilo (OH), que son altamente oxidantes, actuando así como micro reactores. Las violentas implosiones de las burbujas de vapor generan “puntos calientes” que alcanzan muy altas presiones (de centenares a miles de bares) y temperaturas (miles de °C). La velocidad de la interfase de las burbujas en el proceso de implosión es del orden de 100 m/s, lo que genera ondas de presión que se propagan en el líquido. Además, en presencia de una pared o de otras burbujas, una burbuja individual pierde su simetría esférica. Esto provoca que durante la compresión una burbuja asimétrica genere micro chorros de líquido de muy alta velocidad y diámetros de unas pocas micras. Los esfuerzos cortantes inducidos por estos chorros en el seno del líquido son muy elevados y capaces de romper la pared celular de microorganismos que se encuentren inmersos en el mismo.

Actualmente, enfocados a su aplicación en tratamiento de líquidos, existen distintos tipos de cavitadores hidrodinámicos que utilizan o simulan sistemas multi-Venturi. La solicitud de patente internacional WO 2015/021156 A1 con título “Novel Fluid Treatment Systems and Methods” (Mahamuni, Naresh et al.) se refiere a un sistema de tratamiento de agua por cavitación hidrodinámica que cuenta con varios módulos de cavitación ensamblables, de

modo que el líquido puede cavitarse en el primero o en los sucesivos módulos. Un rotor impulsa el líquido que atraviesa cada uno de los módulos cavitadores. El rotor permite alcanzar una elevada velocidad del líquido, actúa como impulsor para generar un flujo radial y obligar al líquido a pasar por los diferentes módulos Venturi dispuestos radialmente. De este modo, para utilizar más Venturis y mejorar el efecto del tratamiento de cavitación en tiempos reducidos, resulta necesario añadir más rotores/Venturis-radiales en serie al sistema.

Por otro lado, en el Artículo científico publicado en la revista *Water Practice & Technology* Vol. 5 No. 2, con título "Optimization of the Hydrodynamic Sludge Pre-Treatment System with Venturi Tubes" (J. W. Maeng et al.), se divulga un sistema de pre-tratamiento hidrodinámico de fangos basado en dos grupos de tubos de Venturi, dispuestos en paralelo entre sí, incorporando un sistema de medición de presión que comprende cinco medidores por cada tubo: uno en la entrada, uno en la garganta, y tres en la salida de cada grupo de Venturis. A pesar de las ventajas que ofrece este sistema multi-Venturis en serie, el número de unidades de Venturi es limitado y, adicionalmente, resulta excesivamente laborioso modificarlo, dado que ello implica desmontar y volver a montar todo el equipo para cualquier modificación incorporada.

Si bien los cavitadores Venturi conocidos en la actualidad permiten resolver algunos problemas de las técnicas tradicionales, encuentran limitaciones técnicas derivadas del número de Venturis utilizados, de la dificultad de adición de más unidades al sistema, así como otros problemas relacionados con la alta pérdida de carga, la dirección de los flujos, la baja eficiencia, o la escasa probabilidad de que una partícula experimente múltiples eventos de cavitación. Estas limitaciones hacen que dichos cavitadores conocidos para el tratamiento de líquidos infectados o contaminados no resulten todo lo eficientes que se desearía.

La presente invención propone una solución a estas limitaciones, a través de un novedoso dispositivo para tratamiento de líquidos mediante cavitación hidrodinámica, que permite superar los problemas técnicos de los cavitadores conocidos.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

Uno de los objetos de la presente invención es, pues, proporcionar una tecnología de cavitación hidrodinámica para el tratamiento de líquidos contaminados y/o infectados,

- basada en un dispositivo que permita someterlos a un mayor número de eventos de cavitaciones durante tiempos reducidos, con una alta eficiencia y con bajas pérdidas de carga. Para ello, se propone un dispositivo rotativo, basado en un rotor y un estator, que se comporta de forma efectiva como un sistema multi-Venturi en serie. El rotor, además de
- 5 actuar como impulsor del líquido a tratar, está equipado con una serie de protuberancias que producen, al alinearse y desalinearse con otras protuberancias correspondientes en el estator, las contracciones y expansiones requeridas en el líquido para generar los eventos de cavitación.
- 10 Dicho objeto se realiza, preferentemente, a través de un dispositivo para el tratamiento de líquidos mediante cavitación hidrodinámica, que comprende un tambor de circulación de líquido equipado con, al menos, un área de entrada y un área de salida de dicho líquido, en cuyo interior se dispone:
- un rotor central operado por un motor;
 - 15 - un estator dispuesto de forma concéntrica respecto al rotor;
 - un canal de circulación del líquido a tratar, definido por el espacio comprendido entre el rotor y el estator, y que comunica la zona de entrada con la zona de salida del tambor.
- 20 Ventajosamente, rotor y estator están equipados con numerosas protuberancias radiales, dispuestas en sus respectivas superficies de forma que, cuando las protuberancias del rotor se encuentran alineadas con las protuberancias del estator, se forman estrechamientos en el canal de circulación del líquido a tratar, generándose múltiples gargantas Venturi en dicho canal.
- 25 Se consigue con ello resolver varias de las limitaciones de los sistemas del estado de la técnica, permitiendo obtener mayor número de eventos de cavitación en el líquido sin necesidad de modificar el dispositivo. Para una geometría dada de las protuberancias, únicamente es necesario modificar el número de vueltas por minuto que da el rotor con
- 30 respecto al estator. Se tiene, por tanto, control sobre la frecuencia de eventos de cavitación, lo que permite diseñar y personalizar el equipo en función de la aplicación requerida. En el caso de requerir un mayor número de eventos de cavitación, el dispositivo de la invención permite aumentar el número de dientes del estator, obteniendo diferentes secuencias de cavitación y, así, del tratamiento deseado. Como ventaja adicional, la pérdida de carga es
- 35 reducida gracias a la geometría y sentido azimutal del flujo en la invención. Además, el

propio rotor ayuda a impulsar el líquido y el dispositivo trabaja a presiones cercanas a la presión atmosférica.

5 En una realización preferente de la invención, el rotor está dispuesto sobre un eje central sobre el que puede rotar. Más preferentemente, el rotor se encuentra acoplado a un motor por medio de dicho eje central, en combinación con una pieza de soporte y una pluralidad de medios de fijación. Asimismo, la articulación entre el rotor y el eje central comprende uno o más rodamientos.

10 En una realización preferente de la invención, la sección de entrada del líquido al tambor está en una de las tapas de éste, y la de salida del líquido del tambor está en la cara opuesta del mismo. Se consigue con ello generar trayectorias aproximadamente helicoidales, lo que aumenta el tiempo de residencia del líquido en el canal y, por tanto, la eficiencia del tratamiento al producir un mayor número de eventos de cavitación, en un
15 espacio compacto más reducido que el de los sistemas conocidos.

En otra realización preferente de la invención, la salida del líquido puede conectarse a la entrada del dispositivo. Se consigue con ello la recirculación del líquido con lo que se logra que las partículas del mismo sean sometidas varias veces a la cavitación, permitiendo tratar
20 líquidos con contaminantes químicos y/o microorganismos más persistentes.

En otra realización preferente de la invención, las protuberancias del rotor o del estator son elementos dentados. Se consigue con ello un sencillo mecanizado de la geometría de las protuberancias.
25

En otra realización preferente de la invención, el perfil de los dientes del estator o del rotor es sustancialmente perpendicular o sustancialmente oblicuo a la dirección de circulación del líquido. Se consigue con ello canales con sucesivas contracciones suaves/expansiones bruscas o, alternativamente, contracciones bruscas/expansiones suaves.
30

Otro objeto de la presente invención se refiere a un sistema basado en el dispositivo anteriormente descrito, que comprende numerosos dispositivos idénticos dispuestos en serie y/o en paralelo, pudiendo incluir adicionalmente uno o más canales de recirculación entre ellos. Se consigue con ello que los líquidos con contaminantes o microorganismos más
35 persistentes puedan ser sometidos sucesivamente a un mayor número de eventos de cavitación.

En otra realización preferente de la invención, la salida del líquido de un sistema cavitador, anteriormente descrito, se encuentra conectada a la zona de entrada de otro sistema idéntico. Se consigue con ello canales en serie con lo que se logra que las partículas
5 líquidas sean sometidas a un mayor número de veces a sucesivos eventos de cavitación por varios dispositivos, permitiendo tratar líquidos con microorganismos y/o contaminantes químicos más persistentes.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10

La Figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva del dispositivo de la invención, según una realización preferente de la misma, donde se detallan sus elementos principales.

15

La Figura 2 muestra una vista ampliada de perfil de la realización de la invención mostrada en la Figura 1.

20

La Figura 3 muestra una vista ampliada de perfil del eje central del rotor según la realización de la invención mostrada en las Figuras 1 y 2.

25

La Figura 4 muestra dos configuraciones de las protuberancias implementadas en el estator y en el rotor del dispositivo, en una realización preferente del mismo. La figura 4a muestra una configuración de contracción suave y expansión brusca (donde los perfiles oblicuos se disponen frente al sentido de circulación del líquido), y la figura 4b muestra una configuración opuesta de contracción brusca y expansión suave (donde los perfiles
perpendiculares se disponen frente al sentido de circulación del líquido).

30

La Figura 5 muestra los resultados de eliminación de una colonia de microorganismos mediante el dispositivo de la invención, en una realización preferente del mismo. Las gráficas presentadas muestran la eliminación de concentraciones de colonias de Escherichia
Coli del orden de $3 \cdot 10^4$ unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/ml), en función del tiempo.

35

La Figura 6 muestra los resultados de eliminación de diferentes concentraciones de colonias de microorganismos mediante el dispositivo de la invención, en una realización preferente del mismo. Las gráficas muestran tres resultados de eliminación de, respectivamente, Escherichia Coli (EC) y Enterococcus Faecalis (EF) partiendo de concentraciones iniciales

del orden de 10^6 ufc/ml, y de la eliminación de Escherichia Coli partiendo de una concentración inicial del orden de $3 \cdot 10^4$ ufc/ml.

La Figura 7 muestra los resultados de eliminación de 4-Clorofenol, cianuros y 4-Nitrofenol mediante el dispositivo de la invención, en una realización preferente del mismo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Se expone, a continuación, una descripción detallada de la invención, referida a una realización preferente de la misma basada en las Figuras 1-7 del presente documento. Dicha realización se aporta con fines ilustrativos, pero no limitativos, de la invención reivindicada.

Tal y como se ha descrito en apartados precedentes, el dispositivo de la invención comprende, esencialmente, un tambor (1) en cuyo interior se disponen un rotor (2) y un estator (3) concéntricos, donde dicho estator (3) se encuentra preferentemente dispuesto en la superficie interna de la pared cilíndrica (4) del tambor (1). De este modo, el rotor (2) ocupa preferentemente el espacio central del alojamiento interno del tambor (1), estando rodeado por el estator (3).

Ventajosamente, el dispositivo de la invención comprende un canal de circulación (5) del líquido a tratar, definido por el espacio comprendido entre el rotor (2) y el estator (3). Este canal (5) comunica una zona de entrada (6) con una zona de salida (7) entre las que circula dicho líquido en el tambor (1).

Tal y como se muestra en la Figura 2, el tambor (1) comprende, asimismo, una tapa superior (8) y una tapa inferior (9) como cierres de la pared cilíndrica (4) del mismo, en cuyo interior se dispone el estator (3). Dicho cierre se realiza por medio de los correspondientes medios de fijación (10) (por ejemplo, tornillos de cierre). Preferentemente, en dichas tapas (8, 9) se disponen, respectivamente, los puntos de entrada (6) y de salida (7) del líquido a tratar, de forma que, con el movimiento del rotor (2), se generen trayectorias aproximadamente helicoidales de circulación en el interior del canal de circulación (5). Con ello se consigue que una partícula líquida esté sometida a múltiples eventos de cavitación antes de abandonar el dispositivo. En diferentes realizaciones de la invención, el punto de entrada (6) puede disponerse en la tapa superior (8) y el punto de salida (7) en la tapa inferior (9), o viceversa.

El rotor (2) está dispuesto, preferentemente, sobre un eje central (11) (Figura 3) sobre el que gira durante la operación del dispositivo. En la realización representada por la Figura 3, dicho rotor (1) se encuentra acoplado a un motor (no mostrado en la figura) por medio de dicho eje (11), en combinación con una pieza de soporte (12) y una pluralidad de medios de fijación (13, 13', 13''). Adicionalmente, para facilitar el giro suave del rotor (2) en el interior del tambor (1), se dispone una serie de uno o más rodamientos (14) en la articulación entre dicho rotor (2) y el eje central (11).

10 Para generar cavitación en el líquido introducido en el tambor (1), las superficies enfrentadas del rotor (1) y del estator (2) están equipadas con numerosas protuberancias (15, 15') radiales, de forma que, cuando las protuberancias (15) del rotor (2) se encuentran alineadas con las protuberancias (15') del estator (3), se forman estrechamientos (5') en el canal de circulación (5) del líquido a tratar, generándose así una pluralidad de gargantas Venturi en
15 dicho canal (5). La falta de alineación entre protuberancias de rotor y estator son equivalentes a ensanchamientos del canal de circulación.

De esta forma, el líquido a tratar se introduce por la zona de entrada (6) al canal de circulación (5), y se somete a numerosos eventos de cavitación debidos al movimiento
20 relativo del rotor (2) y el estator (3), durante su trayectoria hasta alcanzar la zona de salida (7) del dispositivo.

Dado que las protuberancias (15) giran con el rotor (2), alineándose y desalineándose con respecto a las protuberancias (15') del estator (3) sucesivamente, el efecto Venturi
25 producido en los estrechamientos (5') del canal de circulación (5) se producirá encadenadamente, como en un circuito de Venturis en serie. Cuando la protuberancia (15) del rotor (2) se encuentra con una protuberancia (15') del estator (3) se produce la contracción, tal y como ocurre en la garganta del Venturi. Y cuando las protuberancias (15, 15') no coinciden, se generará la expansión en el canal de circulación.

30 También es posible, en realizaciones adicionales de la invención, equipar al estator (3) con medios de giro relativo respecto al rotor (2), de forma que ambos elementos giren en sentidos opuestos, produciendo así una mayor frecuencia de generación de gargantas Venturi en el canal de circulación (5).

35

Una de las ventajas principales del dispositivo de la invención es que permite obtener un elevado número de eventos de cavitación en el líquido sin necesidad de modificar la configuración de sus elementos esenciales, simplemente eligiendo el número de vueltas por minuto que da el rotor (2) con respecto al estator (3), es decir, regulando la velocidad de giro del eje central (11). Se puede, por tanto, controlar la frecuencia de eventos de cavitación, lo que permite diseñar y personalizar el dispositivo en función de la aplicación requerida. En el caso de precisar un mayor número de eventos de cavitación, también es posible emplear el mismo tambor (1), modificando únicamente el número de protuberancias (15, 15') del estator (2) o del rotor (2).

10

Las protuberancias (15, 15') del rotor (2) y del estator (3) pueden adoptar distintas formas y perfiles, con el objetivo de generar eventos de cavitación con diferentes propiedades. En este sentido, las protuberancias (15, 15') pueden adquirir forma de paletas, dientes, formas geométricas variadas, o perfiles sinusoidales suaves. Asimismo, la distribución de las protuberancias (15, 15') puede ser regular o irregular a lo largo de la superficie del rotor (2) y/o del estator (3).

15

En una realización preferente de la invención, el perfil de las protuberancias (15, 15') del estator (3) o del rotor (2) es sustancialmente perpendicular o sustancialmente oblicuo a la dirección de circulación del líquido a tratar (Figura 4), de forma que se pueda controlar la brusquedad o suavidad de contracciones y expansiones que inducen los eventos de cavitación. De este modo, es posible plantear, por ejemplo, las configuraciones que se describen a continuación:

20

a) Contracción suave y expansión brusca (Figura 4.a): aplicable a casos en los que las concentraciones de agentes químicos o microbiológicos no sean muy altas. Esta alternativa requiere menos energía de accionamiento del dispositivo que la configuración descrita a continuación.

25

b) Contracción brusca y expansión suave (Figura 4.b): el número de burbujas generadas aumenta considerablemente con respecto a la alternativa anterior. El consumo energético es también mayor, pero se consiguen intensidades de cavitación más elevadas, por lo que esta configuración está indicada para tratar líquidos con altas concentraciones de compuestos químicos o microorganismos persistentes.

30

35

En otra realización de la invención, el punto de salida (7) del líquido a tratar de un dispositivo puede estar conectado al punto de entrada (6) del mismo, a través de un conducto de recirculación; con ello se logra que las partículas líquidas sean sometidas varias veces a los eventos de cavitación en el mismo dispositivo, permitiendo así tratar los líquidos con compuestos químicos o microorganismos más persistentes. Esto puede lograrse, del mismo modo, disponiendo varios dispositivos según la invención en serie, para formar un sistema de mayor eficacia ante los contaminantes de elevada persistencia. Se puede incluso incluir un conducto de recirculación en dicho sistema en serie, de forma que el punto de salida (7) del último dispositivo del sistema quede unido al punto de entrada (6) del primer dispositivo.

10

Preferentemente, y como ventaja de la invención, el dispositivo trabajará a presiones cercanas a la presión atmosférica, con reducidas pérdidas de carga y usando el propio rotor (2) del dispositivo para impulsar el líquido.

15 Ejemplos de aplicación de la invención:

- Ejemplo 1: Se configura un dispositivo con un rotor (2) de 58 dientes, conectado a un motor de 650 W de potencia y girando a 3.000 rpm en vacío. El estator (3) cuenta con 8 paletas rectangulares de 11 mm de profundidad y 10 mm de ancho. En la Figura 5 del presente documento se muestra cómo, bajo estas condiciones, el dispositivo es capaz de eliminar concentraciones de colonias de Escherichia Coli del orden de $3 \cdot 10^4$ unidades formadoras de colonias por mililitro, en un periodo de tiempo de 6 minutos.

20

- Ejemplo 2: Se configura un dispositivo con un estator (3) de 16 paletas rectangulares de 11 mm de profundidad y 10 mm de ancho, y un rotor (2) de 80 dientes accionado por un motor de 650 W de potencia. La Figura 6 del presente documento muestra cómo, a medida que aumentan las paletas del estator (2) y del rotor (1), el dispositivo es capaz de eliminar mayores concentraciones de colonias de E. Coli (EC) del orden de 10^6 , en un periodo de tiempo inferior a 10 minutos. El dispositivo es capaz de eliminar bacterias más resistentes como el Enterococcus Faecalis (EF), que cuenta con una doble pared celular, lo que lo hace más resistente a tratamientos clásicos como la cloración.

25

30

- Ejemplo 3: Se configura un dispositivo con un estator (3) de 16 paletas rectangulares de 11 mm de profundidad y 10 mm de ancho, y un rotor (2) de 80 dientes accionado

35

por un motor de 650 W de potencia. La Figura 7 del presente documento muestra que es posible reducir hasta un 35% el 4-Clorofenol, cuando la concentración inicial de éste en agua es de 800 mg/l; hasta el 16% de cianuros cuando la concentración inicial en agua es de 8,2 mg/l, y mineralizar hasta un 30% de 4-Nitrofenol.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo para el tratamiento, mediante cavitación hidrodinámica, de líquidos contaminados y/o infectados, que comprende un tambor (1) de circulación de líquido
5 equipado con, al menos, un punto de entrada (6) y un punto de salida (7) de dicho líquido, en cuyo interior se dispone:

- un rotor (2) operado por motor;
- un estator (3) dispuesto de forma concéntrica respecto al rotor;
- un canal de circulación (5) del líquido a tratar, definido por el espacio comprendido
10 entre el rotor (2) y el estator (3), y que comunica el punto de entrada (6) con el punto de salida (7) del tambor (1);

estando dicho dispositivo **caracterizado por que:**

las superficies enfrentadas del rotor (2) y del estator (3) están equipadas con una pluralidad de protuberancias (15, 15') radiales, donde dichas protuberancias (15, 15') están
15 dispuestas en sus respectivas superficies de forma que, cuando las protuberancias (15) del rotor (2) se encuentran alineadas con las protuberancias (15') del estator (3), se forman estrechamientos (5') en el canal de circulación (5) del líquido a tratar, generándose una pluralidad de gargantas Venturi en dicho canal (5).

20 2.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde el estator (3) está dispuesto sobre la superficie interna de la pared cilíndrica (4) del tambor (1).

3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el rotor (2) está dispuesto sobre un eje central (11) sobre el que puede rotar.
25

4.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde el rotor (1) se encuentra acoplado a un motor por medio del eje central (11), en combinación con una pieza de soporte (12) y una pluralidad de medios de fijación (13, 13', 13'').

30 5.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde se dispone uno o más rodamientos (14) en la articulación entre el rotor (2) y el eje central (11).

6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el punto de entrada (6) del líquido al tambor (1) se encuentra dispuesto en una de las caras planas
35 de dicho tambor (1), y el punto de salida (7) se encuentra dispuesto en la cara plana opuesta del mismo.

7.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el estator (3) está equipado con medios de giro relativo respecto al rotor (2), de forma que ambos elementos pueden girar simultáneamente en sentidos opuestos.

5 8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el punto de salida (7) de líquido está conectado al punto de entrada (6), por medio de un canal de recirculación.

10 9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las protuberancias (15, 15') poseen forma de paletas, dientes, una forma geométrica con varios vértices, o un perfil suave de tipo sinusoidal.

15 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la distribución de las protuberancias (15, 15') es regular o irregular a lo largo de la superficie del rotor (2) y/o del estator (3).

11.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las protuberancias del rotor (2) o del estator (3) poseen forma dentada.

20 12.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde el perfil de los dientes del estator (3) o del rotor (2) es sustancialmente perpendicular o sustancialmente oblicuo a la dirección de circulación del líquido en el canal de circulación (5).

25 13.- Sistema para el tratamiento, mediante cavitación hidrodinámica, de líquidos contaminados y/o infectados, que comprende una pluralidad de dispositivos según las reivindicaciones anteriores, estando dichos dispositivos conectados en serie y/o en paralelo.

30 14.- Sistema según la reivindicación anterior, donde el punto de salida (7) de líquido de al menos un dispositivo de dicho sistema está conectado con el punto de entrada (6) de al menos otro dispositivo del mismo, por medio de un canal de recirculación.

35 15.- Procedimiento para el tratamiento de líquidos mediante cavitación hidrodinámica que comprende el uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, donde el líquido a tratar se hace circular por el canal de circulación (5) de dicho dispositivo a presión atmosférica.

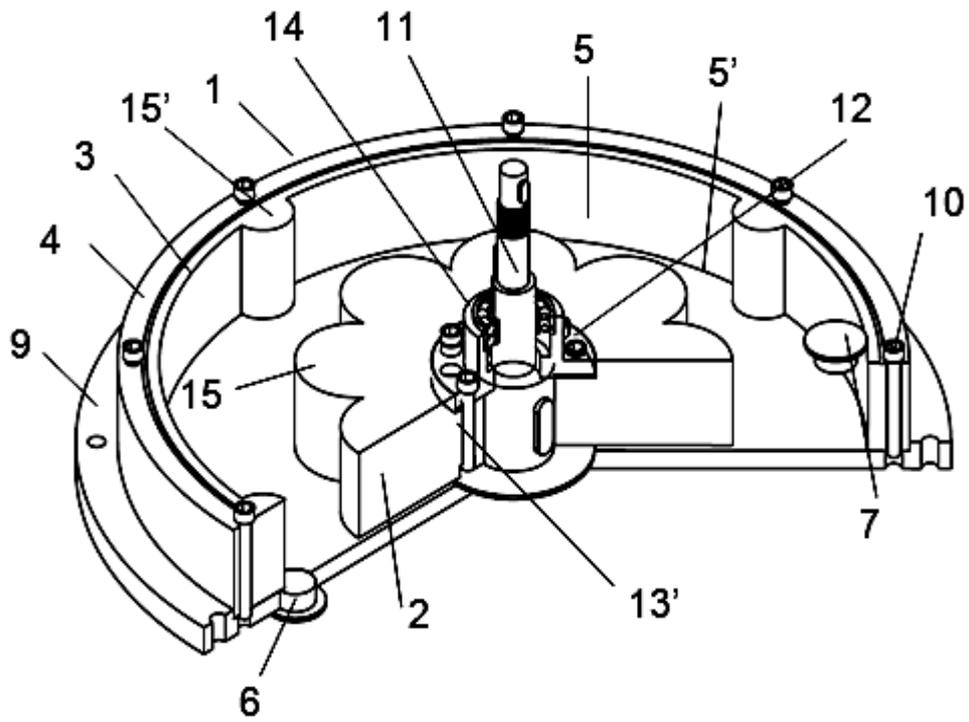


FIG. 1

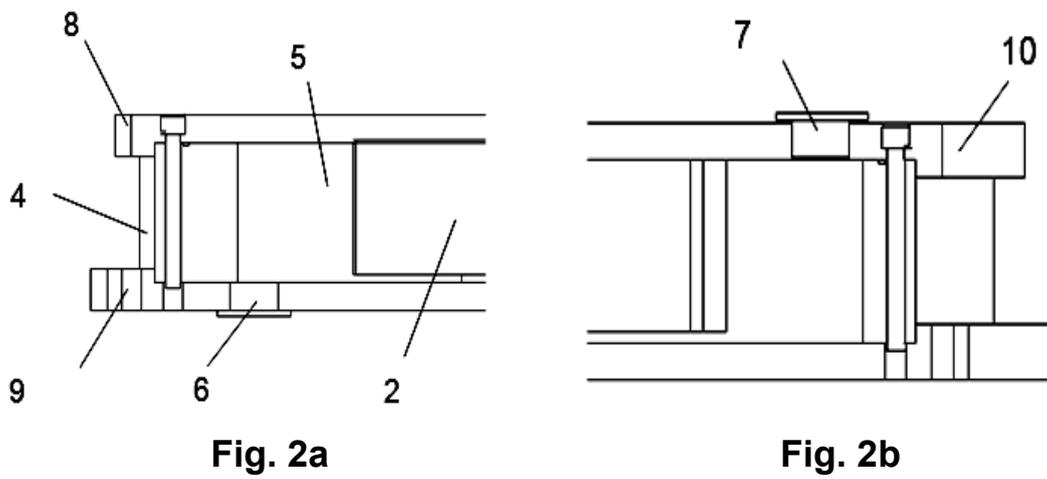


Fig. 2a

Fig. 2b

FIG. 2

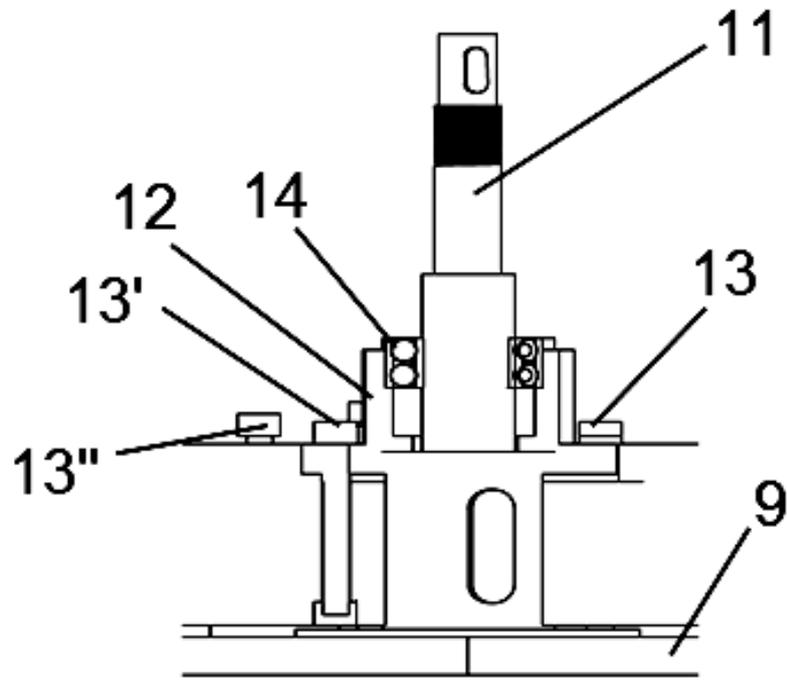


FIG. 3

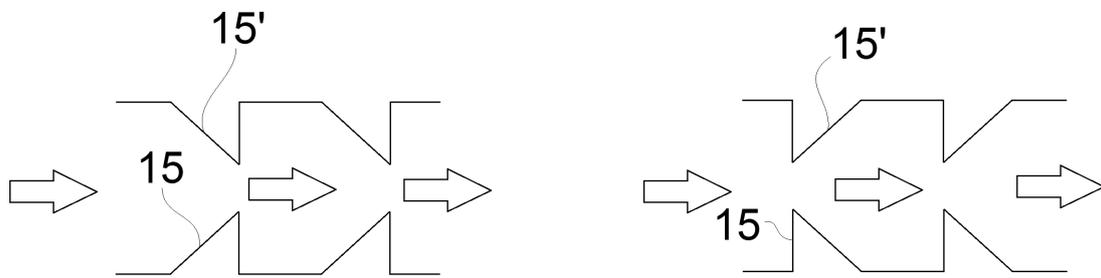


Fig. 4a

Fig. 4b

FIG. 4

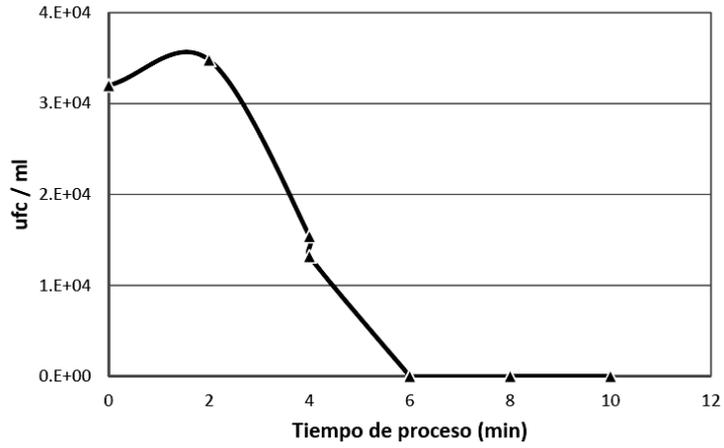


FIG. 5

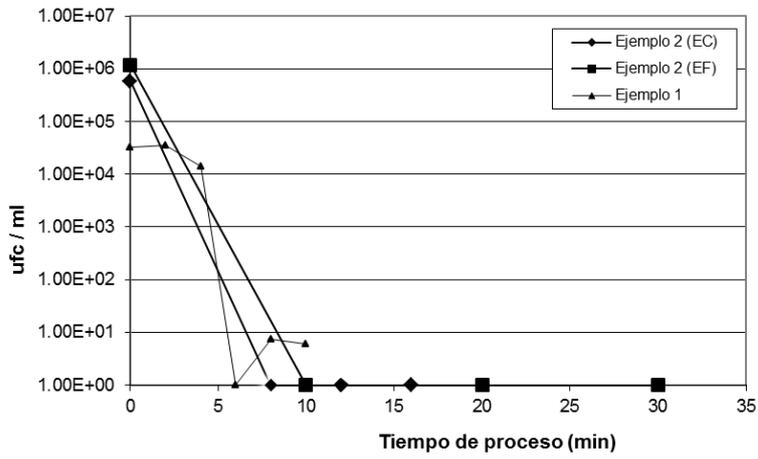


FIG. 6

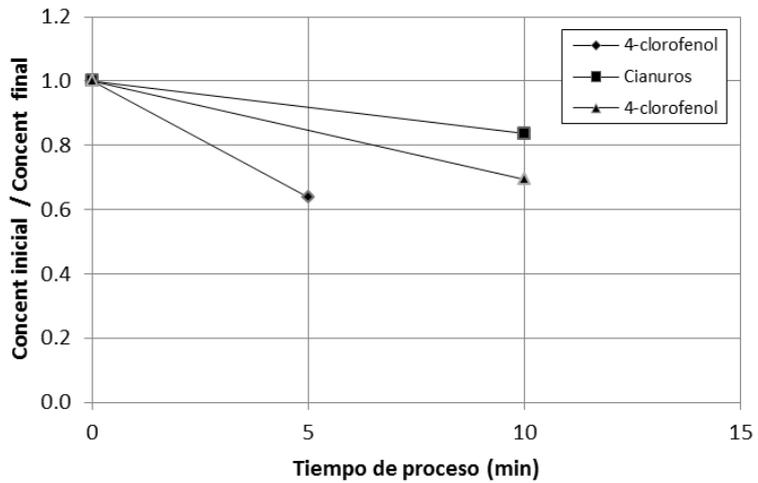


FIG. 7



- ②① N.º solicitud: 201630269
②② Fecha de presentación de la solicitud: 07.03.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B01J19/18** (2006.01)
C12M1/02 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	RU 94024601 A (TUMCHENOK V I) 20/04/1996, Resumen WPI; figuras 1 y 2.	1-5,7-15
X	WO 2014189479 A1 (AKIMENKO YURIJ VLADIMIROVICH et al.) 27/11/2014, Resume WPI; figura 4.	1-5,7-15
A	CH 663551 A5 (KINEMATICA GMBH) 31/12/1987, Resumen WPI; figura 1.	1-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
01.06.2017

Examinador
C. Rodríguez Tornos

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01F, B01J, C12M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.06.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 6	SI
	Reivindicaciones 1-5,7-15	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	RU 94024601 A (TUMCHENOK V I)	20.04.1996
D02	WO 2014189479 A1 (AKIMENKO YURIJ VLADIMIROVICH et al.)	27.11.2014
D03	CH 663551 A5 (KINEMATICA GMBH)	31.12.1987

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

D01 divulga (resumen, figura 1) un dispositivo para el tratamiento de líquidos contaminados que incluye un tambor (1) de circulación de líquido con, al menos, un punto de entrada (10) y un punto de salida (11) de dicho líquido, en cuyo interior posee un rotor (2); un estator (1); un canal de circulación del líquido a tratar (12), definido por el espacio comprendido entre el rotor y el estator. Las superficies enfrentadas del rotor están equipadas con una pluralidad de protuberancias radiales (3). Cuando las protuberancias del rotor se alinean con las protuberancias (6) de la pared del estator (6) se forman estrechamientos en el canal de circulación del líquido a tratar, generándose pluralidad de gargantas Venturi en el canal (12).

Las principales características técnicas de la reivindicación 1 se encuentran divulgadas en D01, siendo las posibles diferencias entre lo divulgado en D01 con respecto a la reivindicación 1, (por ejemplo la pared del estator donde quedan fijadas las protuberancias) cuestiones de diseño, que serían evidentes para un experto en la materia a la luz de lo divulgado en D01.

Por ello la reivindicación 1 de la solicitud poseería novedad pero carece de actividad inventiva a la luz de D01 (artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de patentes).

El objeto técnico de las reivindicaciones dependientes 2-5, y 7-11, así como las reivindicaciones de sistema 12-13 y la de procedimiento 15. Se refieren a modos de realización o cuestiones de diseño que o bien son conocidas de D01 o serían evidentes para un experto en la materia a la luz de D01.

En conclusión las reivindicaciones 1-5 y 7-15 poseen novedad pero carecen de actividad inventiva (artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986)