

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 508**

51 Int. Cl.:

C02F 1/32 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2007 E 07867618 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2227442**

54 Título: **Aparato y método para tratamiento de agua de lastre**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.11.2015

73 Titular/es:

**NILSEN, BIRGIR (100.0%)
6 HOWES AVENUE
STAMFORD, CT 06906, US**

72 Inventor/es:

NILSEN, HALVOR

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 551 508 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

Aparato y método para tratamiento de agua de lastre

Campo de la invención

5 La invención se refiere al tratamiento de agua de lastre por separación de partículas sólidas y organismos mediante filtración, y por aplicación de efectos biocidas y bactericidas para cumplir las normas establecidas en la Convención Internacional para el Control y Gestión de Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques, 2004, y que se lleva a cabo por la Organización Marítima Internacional para buques mercantes (La Convención de la OMI).

Antecedentes de la invención

10 La Convención establece normas y regulaciones para la descarga de agua de lastre y sedimentos de los buques con el fin de controlar la descarga de organismos y patógenos acuáticos perjudiciales causantes de daño al medio ambiente, salud humana, bienes y recursos. La Convención tiene en cuenta específicamente la Convención de 1992 sobre Diversidad Biológica en cuanto a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica y ecosistemas costeros marinos, y en cuanto a la amenaza que representan las especies exóticas a estos ecosistemas, así como a los hábitats y especies.

15 Las normas de la Convención para el tratamiento de agua de lastre, que incluyen la Norma de Actuación para el Agua de Lastre de la Regulación D-2, son:

20 1. Los buques que realizan la Gestión de Agua de Lastre de conformidad con esta regulación podrán verter menos de 10 organismos viables por metro cúbico superiores o iguales a 50 micrómetros de dimensión mínima y menos de 10 organismos viables por mililitro inferiores a 50 micrómetros de dimensión mínima y superiores o iguales a 10 micrómetros de dimensión mínima; y la descarga de los microbios indicadores no excederá las concentraciones especificadas descritas en el párrafo 2.

2. Los microbios indicadores, como norma de salud humana, deberán incluir:

.1 *Vibrio cholerae* toxígeno (O1 y O139) con menos de 1 unidad formadora de colonias (ufc) por 100 mililitros o menos de 1 ufc por 1 gramo (peso húmedo) de muestras de zooplancton;

25 .2 *Escherichia coli*, menos de 250 ufc por 100 mililitros;

.3 *Enterococos* intestinales, menos de 100 ufc por 100 mililitros.

Organismos viables de la Reg. D-2(1) superiores o iguales a 50 micrómetros de dimensión mínima se eliminan del agua de lastre a un nivel de menos de 10 organismos viables por metro cúbico mediante dispositivos de filtración disponibles comercialmente, dotados de tamices filtrantes de 40 micrómetros.

30 El agua de lastre descargada desde un dispositivo de filtro de 40 micrómetros disponible comercialmente requiere tratamiento adicional para (i) la eliminación de organismos inferiores a 50 micrómetros de dimensión mínima y superiores o iguales a 10 micrómetros de dimensión mínima a un nivel de menos de 10 organismos viables por mililitro, y (ii) la eliminación de microbios indicadores a los niveles enumerados en la Reg. D-2(2) anteriormente.

35 En la técnica de purificación del agua, es bien sabido que la luz ultravioleta tiene un efecto biocida y bactericida sobre organismos y microbios y se usa frecuentemente con ozono, foto-catalizadores, y otras sustancias para lograr un efecto deseado en organismos.

40 La patente de EE.UU. No. 5322569 de Titus evita la bioincrustación de objetos en el agua por radiación ultravioleta. La bioincrustación marina se evita mediante irradiación de superficies específicas de objetos en el agua con luz ultravioleta para impedir la unión de organismos a esas superficies, para aturdir a los organismos antes de la eliminación, o para exterminar organismos en superficies específicas o sobre un volumen definido. Titus utiliza luz ultravioleta que tiene una longitud de onda de 250.+-.10 nanómetros y que proporciona una intensidad de irradiación mínima de 20 $\mu\text{watt}/\text{cm}^2$ a una distancia de al menos dos pies (60,96 cm). Se han encontrado fuentes de luz ultravioleta convencionales tales como lámparas de mercurio, de mercurio/xenón, y de xenón para proporcionar una salida de energía ultravioleta satisfactoria.

45 La patente de EE.UU. No. 6358478 de Söremark está dirigida al tratamiento de fluidos y genera ozono para su efecto oxidante. La radiación UV a una frecuencia de 180 nm se sabe que genera ozono, que por exposición a la radiación se descompone para obtener radicales libres. Una combinación de ozono, oxígeno, hidroperóxido y radiación UV proporciona generación rápida y eficaz de radicales libres. Los microorganismos se inactivan con ayuda de ozono y radicales como una reacción de oxidación. La membrana del organismo es atacada primero por radicales, y a partir de entonces los radicales destruyen material nuclear dentro de la célula/virus/espora.

50 La patente de EE.UU. No. 6092653 de Carmignani se dirige a la purificación y desinfección de fluidos usando fotocatalizadores semiconductores, principalmente dióxido de titanio y radiación ultravioleta en un dispositivo en

donde el fluido a purificar tiene íntimo contacto con superficies semiconductoras, mientras se difunde la luz UV activadora sobre un área superficial tan grande como sea práctica.

La patente de EE.UU. No. 7081636 de Morazzi describe que es conocido el uso de radiación ultravioleta (UV) en sistemas de esterilización para usar en la purificación de agua y la higienización de una variedad de artículos. La radiación UV y cualquier ozono producido por la radiación UV con oxígeno en el aire actúa para matar bacterias y gérmenes. También se conoce el uso de radiación ultravioleta (UV) para una variedad de otros usos que incluyen los que implican la promoción de reacciones fotoquímicas y de disociación molecular. Un problema de tales sistemas es que es difícil proporcionar eficazmente suficiente energía de excitación a la fuente de UV y difícil de transferir eficazmente esa energía a la sustancia o entidad a ser tratada. Por tanto es difícil disponer de sistemas para fines industriales de alta energía, de alto rendimiento. En consecuencia, Morazzi proporciona una fuente de luz ultravioleta que comprende una bombilla de ultravioleta; una fuente de energía de microondas pulsada para excitar dicha bombilla de ultravioleta, y una guía de ondas ópticamente transparente para guiar energía de microondas pulsada, que se origina de dicha fuente de energía de microondas pulsada, a la bombilla ultravioleta. La guía de ondas rodea completamente la bombilla de ultravioleta. En un aspecto, la longitud de onda dominante de la fuente de luz ultravioleta es de 240 nm a 310 nm, en particular 254 nm. Tales longitudes de onda se han encontrado que son particularmente útiles para aplicaciones de esterilización, purificación o higienización.

El documento CN 1974421 describe un procedimiento y aparato para tratar agua de lastre de buques, en donde el aparato comprende una lámpara de UV y un reactor fotocatalítico.

El documento US6313064 describe una aleación de cobre que tiene un efecto esterilizante, que comprende también níquel, en donde el contenido de cobre es 0,1-15%.

Por tanto, aunque la irradiación UV es conocida por matar organismos, no obstante es necesario utilizar radiación UV en un sistema específico con el fin de lograr los efectos de purificación deseados en los fluidos.

Los solicitantes en esta invención proporcionan un método y aparato que usa radiación ultravioleta con referencia específica a la reducción de organismos y microbios en el tratamiento de agua de lastre de buques.

Compendio de la invención

Esta invención está dirigida a un aparato y método para tratamiento de agua de lastre en la aplicación de un efecto biocida y bactericida luz ultravioleta sobre organismos y microbios que quedan en el agua de lastre después de la filtración de organismos más grandes, de manera que el tratamiento cumple las normas de la Regulación D-2.

Esta invención proporciona un reactor cerrado para recibir agua de lastre y para aplicar radiación a la biota y bacterias transportadas en el agua de lastre. Una fuente de UV de media presión que se extiende a través del reactor irradia al flujo de agua de lastre con un tiempo de residencia inferior a un segundo en el reactor. El flujo de agua de lastre a través de un único reactor es aproximadamente 165 m³/hr, y una pluralidad de reactores dispuestos para flujo paralelo puede alcanzar un flujo total suficiente para la completa capacidad de agua de lastre de los buques mercantes o cualquier otro buque de navegación marítima o de cabotaje.

Un reactor según la invención comprende una carcasa, que es cilíndrica, que define una cámara de reacción cerrada en ambos extremos con tapas extremas. Un tubo de cuarzo que encierra una lámpara de ultravioleta y apoyado en extremos opuestos en las tapas extremas se extiende a lo largo del eje central de la carcasa del reactor para emitir radiación UV dentro de la cámara de la carcasa. El reactor está además equipado con tuberías de entrada y salida de agua de lastre, que proporcionan preferiblemente entrada y salida tangencial de agua de lastre en extremos opuestos de la carcasa, y preferiblemente en lados opuestos de la carcasa. En un aspecto significativo de la invención los solicitantes han descubierto que se logran efectos biocidas y bactericidas inesperados, consistentes y repetibles en la fabricación de la carcasa del reactor de aleación de cobre níquel.

Los solicitantes creen que una carcasa de reactor de cobre níquel en cooperación con una fuente de ultravioleta genera radicales libres en el agua de lastre que se trata para tener un efecto biocida y bactericida significativo sobre organismos y microbios. Pruebas equivalentes en reactor usando una carcasa de acero inoxidable fracasaron repetidamente tanto para lograr los efectos conseguidos con una carcasa de cobre níquel como para cumplir con las normas de la Reg. D-2. Un objetivo de la invención es proporcionar un método y aparato para el tratamiento de agua de lastre cumpliendo las normas de la Convención de la OMI establecidas por la Reg. D-2.

Un objetivo de la invención es proporcionar un método y aparato para aplicar efectos biocidas y bactericidas en agua de lastre utilizando luz ultravioleta en una carcasa de reactor fabricada de cobre níquel.

Un objetivo de la invención es proporcionar un reactor para tratamiento de agua de lastre a bordo, que tiene una capacidad de 165 m³ por hora por reactor, y proporcionar instalación de múltiples reactores para el tratamiento de la completa capacidad de agua de lastre de cualquier buque marino.

La invención se refiere a un método según la reivindicación 1 y a un aparato según la reivindicación 3.

Otros objetivos, ventajas y características preferidas de la invención se pondrán de manifiesto con una comprensión de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención o por la utilización de la invención en la práctica.

Breve descripción del dibujo

5 Una realización preferida de la invención se ha elegido para que la descripción detallada permita, a los que tienen experiencia ordinaria en la técnica a la que la invención pertenece, comprender fácilmente cómo poner en práctica la invención y se muestra en el dibujo adjunto en el que:

La Figura 1 es una vista esquemática en alzado lateral de un aparato reactor de la invención.

10 La Figura 2 es una vista esquemática del aparato de la Figura 1 como parte de un colector para usar varios reactores en paralelo para acomodar el volumen completo de agua de lastre que está siendo tratada.

Descripción detallada de la realización preferida

15 Con referencia al dibujo, el aparato 10 según la invención comprende un reactor 12 en la forma preferida de una carcasa cilíndrica 12a dotada de tapas extremas 12b-c para definir una cámara de reacción 12d para recibir y tratar agua de lastre. Tuberías de conexión de entrada y salida 14a-b se instalan a 90° respecto al cuerpo del reactor en extremos opuestos, y preferiblemente en lados opuestos de la carcasa, para el flujo tangencial de agua de lastre de entrada y salida del reactor. La presión de trabajo del reactor es de 1000 kPa a 1500 kPa con una caída de presión a través del reactor inferior a 6 kPa. La presión de a bordo del agua de lastre que fluye a través del reactor es aproximadamente 200 kPa. El reactor está diseñado para su instalación horizontal y tiene un diámetro de 150 mm a 20 300 mm, y una longitud de aproximadamente 1700 mm (1,7 metros) incluyendo los adaptadores soportados por las tapas extremas.

25 Una lámpara de ultravioleta de media presión 16 está montada en un tubo de cuarzo 18 y se extiende a lo largo del eje central del reactor desde el adaptador extremo 20a al adaptador extremo 20b para emitir radiación ultravioleta para efectos biocidas y bactericidas sobre organismos y microbios arrastrados en el agua de lastre tratada por el reactor. La lámpara tiene una potencia de 35 kW, emite radiación UV a 254 nm con 22% de rendimiento, es decir, que produce 22 kW de radiación UV por 100 kW de potencia de entrada. La potencia de entrada normal para la lámpara de UV es 35 kw.

El tubo de cuarzo 18 es ópticamente transparente, se extiende a lo largo del eje central del reactor desde adaptador extremo hasta adaptador extremo, toma una presión de prueba de 1500 kPa, y resiste sacudidas y vibraciones de la embarcación. La lámpara de UV no produce ozono, otros oxidantes o productos químicos.

30 El agua de prueba especificada por la OMI para las pruebas de certificación de equipos de tratamiento de agua de lastre tiene típicamente una transmisión UV de 40% en T1 (es decir, 1 cm), o absorbancia de 0,4 Abs/cm. El aparato para el tratamiento de agua de lastre de la presente invención sometido a pruebas de certificación de la OMI usando esta agua de prueba de muy baja calidad tenía los efectos biocidas y bactericidas deseados.

35 La potencia de entrada requerida por el reactor es 400 v, 3 f, 38 kW a 80 A y se proporciona a la lámpara de UV desde un panel de potencia y panel de control (no mostrados) a través de un cable 19 de la lámpara por medio de las cajas de conexión 21a-b montadas en las bridas de las tapas extremas. El panel de alimentación convierte la potencia de entrada en la potencia requerida por la lámpara de UV y mantiene un encendido equilibrado de la lámpara para proporcionar la salida máxima de UVC. Se ha de entender que el voltaje de la potencia de entrada se determina por cada sistema eléctrico de servicio de buque, normalmente 400 v, y que la presente invención se puede usar con sistemas eléctricos de servicio de buque que tienen tensiones nominales de 380 v a 440 v.

40 En un aspecto significativo de la invención, los solicitantes han determinado que se logran efectos biocidas y bactericidas inesperados, consistentes y repetibles en la fabricación de la carcasa del reactor 12 de aleación de cobre níquel, específicamente aleación de cobre níquel 90/10. Las pruebas de rendimiento realizadas usando una determinada lámpara de UV en una carcasa de reactor de 200 mm de diámetro fabricada de acero inoxidable no cumplieron con las normas establecidas por la Reg D-2. Las pruebas de rendimiento realizadas usando la lámpara de UV dada en una carcasa de reactor de 300 mm de diámetro fabricada de cobre níquel 90/10, proporcionaron efectos biocidas y bactericidas superiores a los alcanzados con la carcasa de acero inoxidable de 200 mm. Las pruebas de rendimiento que utilizan la misma lámpara con una carcasa de cobre níquel 90/10, de 150 mm de diámetro, produjeron resultados de las pruebas que cumplían con las normas de la Reg. D-2 tanto para organismos como para microbios.

45 Como se ha señalado anteriormente, la fuente de UV no produce ozono. Por tanto, los solicitantes creen que una carcasa de reactor de cobre níquel actúa como un catalizador en cooperación con una fuente de ultravioleta para generar radicales libres (y/o iones de cobre) en el agua de lastre que está siendo tratada, con el fin de tener un efecto biocida y bactericida significativo sobre organismos y microbios. Se sabe que una parte significativa de la toxicidad del cobre proviene de su capacidad para aceptar y ceder electrones individuales a medida que cambia el estado de oxidación. Esta capacidad cataliza la producción de iones radicales muy reactivos tales como el radical

hidroxilo. Swiss K W Nägeli en 1893 descubrió el efecto tóxico de iones metálicos en células vivas, algas, mohos, esporas, hongos, virus y microorganismos incluso en concentraciones bajas. Este efecto antimicrobiano se muestra por los iones de mercurio, plata, cobre, hierro, plomo, zinc, bismuto, oro, aluminio y otros metales. Los solicitantes creen que se crean radicales hidroxilo por la radiación UV en presencia de cobre níquel, son de vida muy corta, y son muy hostiles a organismos y microbios presentes en el agua de lastre.

Se realizaron pruebas, según las especificaciones de la OMI, para un reactor según la presente invención fabricado con una carcasa de cobre níquel y con una lámpara de UV que emite radiación a 254 nm. El agua entrante tenía salinidad moderada, estaba almacenada con un grupo de organismos cosechados > 50 µm y especies cultivadas, un grupo de organismos de 10-50 µm y con bacterias heterotróficas, todos en las cantidades de la tabla 1 a continuación.

Tabla 1

| Grupo de organismos | Agua entrante | En agua tratada después de 5 días de almacenamiento | En control después de 5 días de almacenamiento** |
|--|---|---|--|
| Dimensión mínima de 50 µm | Pref. 10^6 m^{-3} , 10^9 m^{-3} Min. 5 especies de 3 filos/divisiones dif. | < 10 organismos viables por m^3 | > 10x < 10 organismos viables por m^3 |
| Dimensión mínima de 10-50 µm | 10^4 ml^{-1} , 10^3 ml^{-1} Min. 5 especies de 3 filos/divisiones dif. | < 10 organismos viables por m^3 | > 10x < 10 organismos viables por m^3 |
| Bacterias heterotróficas | 10^4 ml^{-1} | - | - |
| Esp. Vibrio/Vibrio cholerae (O1-O159)* | - | < 1 ufc/100 ml | 10x < 1 ufc/100 ml |
| Escherichia coli | - | < 250 ufc/100 ml | 10x < 250 ufc/100 ml |
| Enterococos intestinales | - | < 100 ufc/100 ml | 10x < 100 ufc/100 ml |

El agua entrante a cumplir con la especificación de la OMI tiene entre 10^5 y 10^6 organismos viables > 50 µm de dimensión mínima para reducirse a < 10 organismos viables por m^3 tras ser sometida a tratamiento de agua de lastre que incluye filtración, y permanecer en el nivel reducido en almacenamiento cinco días más tarde. Como se ha señalado anteriormente, estos organismos se eliminan en gran medida por medio de un aparato con rejilla de filtro de 40 µm. Los organismos de este tamaño de grupo que, sin embargo, pasan a través de una rejilla de filtro de 40 µm se han de reducir a < 10 organismos viables por m^3 como se ha indicado.

El agua entrante a cumplir con la especificación de la OMI tiene entre 10^3 y 10^4 organismos viables de 10-50 µm de dimensión mínima por microlitro para reducirse a < 10 organismos viables por m^3 después de estar sometida a tratamiento de agua de lastre, y permanecer en el nivel reducido en almacenamiento cinco días más tarde.

Las bacterias heterotróficas para la especificación de la OMI tiene 10^4 microlitros para reducirse a < 1 unidades formadoras de colonias/100 mililitros y permanecer en el nivel reducido en almacenamiento cinco días más tarde.

La Tabla 2 describe el contenido inicial de organismos, dentro de los grupos de organismos de prueba definidos, en el agua de prueba entrante introducida en el reactor según la invención para tratamiento de agua de lastre.

Tabla 2

| Organismo de prueba | Método | Agua entrante | Requisito |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Organismos $\geq 50 \mu\text{m}$ | Recuentos en microscopio | $4,2 \pm 0,7 \times 10^4 \text{ m}^3$ | 10^5 m^{-3} |
| | Filos | 5 | 3 diferentes |
| | Especies | 6 | 5 diferentes |

ES 2 551 508 T3

| Organismo de prueba | Método | Agua entrante | Requisito |
|----------------------|--|--|----------------------------------|
| Organismos 10-50 µm | Método de dilución | 5000 | 1000 ml ⁻¹ |
| | Intervalo de confianza de 95% | 2000-20000 | |
| | Recuentos en microscopio | 1781 ± 196 | |
| | Recuentos en placas | 1066 | |
| | Filos | 3 | 3 diferentes |
| | Especies | 8 | 5 diferentes |
| Bact. Hetero. | Recuentos bacterianos | 6,6 ± 2,1 x 10 ⁵ ml ⁻¹ | 10 ⁴ ml ⁻¹ |
| Bacterias coliformes | Recuentos bacterianos | > 8 ± -x 10 ² /100 ml | - |
| Esp. Vibrio | Recuentos bacterianos | 1,6 ± 1,2 x 10 ³ /100 ml | - |
| Vibrio cholerae | Recuentos bacterianos, método de eliminación | - | - |
| Grupo Enterococcus | Recuentos bacterianos | > 8 ± -x 10 ³ /100 ml | - |

La Tabla 3 indica que, para organismos viables ≥ 50 µm de diámetro mínimo en agua de prueba tratada y agua control inmediatamente después del tratamiento y después de cinco días de almacenamiento, se cumplió con el nivel requerido de la Reg. D-2.

5 Tabla 3

| | Agua tratada | | Agua control | |
|--|--------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Día 0 | Día 5 | Día 0 | Día 5 |
| Organismos ≥ 50 µm de diámetro mínimo (individuos/m ³) | | | | |
| Requisito | - | < 10 | - | > 100 |
| Prueba 1 | 0 ± 0 | | 8,4 ± 0,8 x 10 ⁴ | 7,4 ± 2,8 x 10 ⁴ |
| Prueba 1 Pre | | 0 | | |
| Prueba 1 Post | | 1 ± 1 | | |
| | | | | |
| | | | | |

La Tabla 4 indica que, para organismos viables ≥ 10-50 µm de dimensión mínima en agua de prueba tratada y agua control inmediatamente después del tratamiento y después de cinco días de almacenamiento, se cumplió con el nivel requerido de la Reg. D-2.

10 Tabla 4

| | Agua tratada | | Agua control | |
|--|--------------|-------|--------------|-------|
| | Día 0 | Día 5 | Día 0 | Día 5 |
| Organismos ≥ 10-50 µm de diámetro mínimo (individuos/ml) | | | | |
| Requisito | - | < 10 | - | > 100 |

ES 2 551 508 T3

| Método de dilución | | | | |
|-------------------------------|--------|-----------|------------|------------|
| Intervalo de confianza de 95% | | | | |
| Prueba 1 | 160 | < 0,2 | 3000 | 5000 |
| | 60-530 | < 0,1-1,0 | | |
| Prueba 2 | 50 | 0,4 | 1000-13000 | 2000-20000 |
| | 20-200 | 0,1-1,7 | | |
| | | | | |

5 La Tabla 5 muestra bacterias cultivables heterotróficas, bacterias coliformes, E. coli, esp. Vibrio, Enterococos y Enterococos intestinales en agua entrante, agua de prueba tratada y agua control inmediatamente después del tratamiento y después de cinco días de almacenamiento para los ciclos de pruebas 1 y 2, e indica que se cumplía con los niveles requeridos.

Tabla 5

| | Agua tratada | | | Agua control | |
|---|---------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|
| | Día 0 | Día 5 | | Día 0 | Día 5 |
| Bacterias heterotróficas (ufc/ml) | | | | | |
| Requisito | - | - | | - | - |
| Prueba 1 | $1,7 \pm 0,7 \times 10^2$ | | | $4,6 \pm 0,7 \times 10^5$ | |
| Prueba 1 Pre | | $8,3 \pm 2,7 \times 10^5$ | | | $3,4 \pm 1,5 \times 10^5$ |
| Prueba 1 Post | | $1,4 \pm 0,7 \times 10^4$ | | | $2,1 \pm 0,8 \times 10^5$ |
| Prueba 2 | $6,7 \pm 5,8 \times 10^2$ | | | $4,6 \pm 0,7 \times 10^5$ | |
| Prueba 2 Pre | | $8,9 \pm 1,2 \times 10^5$ | | | $3,4 \pm 1,5 \times 10^5$ |
| Prueba 2 Post | | $1,1 \pm 0,5 \times 10^3$ | | | $2,1 \pm 0,8 \times 10^5$ |
| Bacterias coliformes (Coli.) y Escherichia coli* (E. Coli) (ufc/100 ml) | | | | | |
| | Coli. | Coli. | E. coli | Coli. | Coli. |
| Requisito | - | - | < 250* | - | - |
| Prueba 1 | 0 ± 0 | | | $> 8 \pm -x 10^2$ | |
| Prueba 1 Pre | | 0 ± 0 | $0 \pm 0^*$ | | 867 ± 58 |
| Prueba 1 Post | | 30 ± 4 | $0 \pm 0^*$ | | 663 ± 140 |
| Prueba 2 | 0 ± 0 | | | $> 8 \pm -x 10^2$ | |
| Prueba 2 Pre | | 0 ± 0 | $0 \pm 0^*$ | | 867 ± 58 |
| Prueba 2 Post | | 1 ± 1 | $0 \pm 0^*$ | | 663 ± 140 |
| Esp. Vibrio y Vibrio cholerae** (ufc/100 ml) | | | | | |
| | Esp. Vibrio | Esp. Vibrio | V. cholerae | Esp. Vibrio | Esp. Vibrio |
| Requisito | - | - | < 1** | - | - |
| Prueba 1 | 14 ± 2 | | | $1,4 \pm 1,3 \times 10^3$ | |

ES 2 551 508 T3

| | | | | | |
|--|------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Prueba 1 Pre | | $4,2 \pm 1,4 \times 10^3$ | $0 \pm 0^{**}$ | | $2,4 \pm 0,1 \times 10^3$ |
| Prueba 1 Post | | $1,3 \pm 0,3 \times 10^4$ | $0 \pm 0^{**}$ | | $2,4 \pm 0,5 \times 10^3$ |
| Prueba 2 | 47 ± 5 | | | $1,4 \pm 1,3 \times 10^3$ | |
| Prueba 2 Pre | | $3,7 \pm 0,9 \times 10^3$ | $0 \pm 0^{**}$ | | $2,3 \pm 0,4 \times 10^3$ |
| Prueba 2 Post | | 63 ± 45 | $0 \pm 0^{**}$ | | $2,3 \pm 0,5 \times 10^3$ |
| Grupo Enterococcus (Gr. Ent.) y Enterococos Intestinales*** (Enter. Int.) (ufc/100 ml) | | | | | |
| | Gr. Ent. | Gr. Ent. | Enter. Int. | Gr. Ent. | Gr. Ent. |
| | - | - | < 100*** | - | - |
| Prueba 1 | 1 ± 1 | | | $> 8 \pm -x 10^3$ | |
| Prueba 1 Pre | | 10 ± 3 $10 \pm 3^*$ | | | $> 8 \pm -x 10^3$ |
| Prueba 1 Post | | 127 ± 40 | $127 \pm 40^{*+}$ | | $> 8 \pm -x 10^3$ |
| Prueba 2 | 2 ± 2 | | | $> 8 \pm -x 10^3$ | |
| Prueba 2 Pre | | 4 ± 1 | $4 \pm 1^*$ | | $> 8 \pm -x 10^3$ |
| Prueba 2 Post | | 133 ± 21 | $133 \pm 21^{*+}$ | | $> 8 \pm -x 10^3$ |

Como se muestra en la Tabla 5 para los resultados de la Prueba y Prueba 2:

(i) las bacterias heterotróficas en agua tratada se reducen a $1,4 \pm 0,7 \times 10^4$ unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/ml) después de la Prueba 1 y a $1,1 \pm 0,5 \times 10^3$ ufc/ml después de la Prueba 2;

5 (ii) *Vibrio cholerae* en agua tratada se reduce a 0 ufc/100 ml después de la Prueba 1 y a $1,1 \pm 0,5 \times 10^3$ ufc/ml después de las Pruebas 1 y 2, cumpliendo de este modo el requisito de la Reg. D-2 de menos de 1 ufc/100 ml;

(iii) *E. coli* en agua tratada se reduce a 0 ufc/100 ml después de las Pruebas 1 y 2, cumpliendo de este modo el requisito de la Reg. D-2 de menos de 250 ufc/100 ml; y

10 (iv) Las bacterias coliformes en agua tratada se reducen a 30 ± 4 ufc/100 ml después de la Prueba 1 y a 1 ± 1 ufc/100 ml después de la Prueba 2, cumpliendo de este modo el requisito de la Reg. D-2 de menos de 100 ufc/100 ml.

15 En instalaciones de a bordo, como se muestra en la Figura 2, el reactor 10 según la invención se puede instalar con múltiples unidades 10n operando en paralelo entre líneas de agua de lastre para el flujo entrante 22 y de descarga 24. Un solo reactor trata aproximadamente $165 \text{ m}^3/\text{hora}$ y se pueden instalar múltiples reactores para tratar toda la capacidad de agua de lastre de un buque. Se debe entender que el reactor se fabrica de cobre níquel 90/10

Las realizaciones anteriores están expuestas en un sentido ilustrativo y no limitante. El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar agua de lastre que comprende las etapas siguientes:
 - a. Montar una cámara cerrada fabricada de cobre níquel 90/10;
 - b. Pasar un flujo continuo de agua de lastre, que contiene organismos y microbios, a través de la cámara;
 - 5 c. Exponer el flujo de agua de lastre a cobre níquel de la cámara;
 - d. Exponer el flujo de agua de lastre a radiación ultravioleta a 254 nm en presencia de cobre níquel para producir efectos biocidas y bactericidas en organismos y microbios en el agua de lastre para reducir:
 - (i) organismos en agua de descarga a menos de 10 organismos viables por metro cúbico iguales o superiores a 50 micrómetros de dimensión mínima y a menos de 10 organismos viables por metro cúbico menores de 50 micrómetros de dimensión mínima y mayores de 10 micrómetros de dimensión mínima;
 - 10 y reducir
 - (ii) microbios indicadores:
 - .1 *Vibrio cholerae* toxígeno (O1 y O139) a menos de 1 unidad formadora de colonias (ufc) por 100 mililitros o menos de 1 ufc por 1 gramo (peso húmedo) de muestras de zooplancton;
 - 15 .2 *Escherichia coli* a menos de 250 ufc por 100 mililitros;
 - .3 *Enterococos* intestinales a menos de 100 ufc por 100 mililitros.
2. Un método como se define en la reivindicación 1, que incluye la etapa adicional de filtrar agua de lastre antes de pasar el flujo a través de la cámara para eliminar organismos superiores o iguales a 50 micrómetros de dimensión mínima.
- 20 3. Un aparato para tratamiento de agua de lastre que comprende un reactor en forma de un cilindro hueco con extremos cerrados para definir una cámara de reactor hermética, el reactor fabricado de cobre níquel 90/10, medios para entrada y descarga de agua de lastre a través del reactor, una lámpara de ultravioleta de presión media que se extiende a través de la cámara del reactor para emitir radiación de la región ultravioleta C en el agua de lastre, una fuente de energía para activación de la lámpara para emitir radiación en presencia de cobre níquel para generar radicales libres que tienen un efecto biocida y bactericida en organismos y microbios que entran en el reactor con el agua de lastre.
- 25 4. Un aparato como se define en la reivindicación 3, en el que organismos y microbios se reducen a niveles establecidos por la Norma de Actuación para el Agua de Lastre de la Regulación D-2 de la Convención de la OMI.
- 30 5. Un aparato como se define en la reivindicación 3 en el que el reactor tiene tapas extremas que cierran el cilindro para definir una cámara de reactor hermética que tiene un eje longitudinal, teniendo el reactor una presión de prueba de 1500 kPa, estando situados en extremos opuestos del reactor los medios de entrada y descarga para el agua de lastre, teniendo cada tapa extrema un adaptador para soportar un extremo de la lámpara de ultravioleta, un tubo de cuarzo ópticamente transparente que se extiende a lo largo de dicho eje entre los adaptadores extremos y que encierra la lámpara de ultravioleta, cooperando la fuente de energía con los adaptadores de las tapas extremas para activar la lámpara, y siendo suficiente el efecto biocida y bactericida sobre organismos y microbios que entran en el reactor con el agua de lastre para reducir la presencia de organismos y microbios a niveles establecidos por la Norma de Actuación para el Agua de lastre de la Regulación D-2 de la Convención de la OMI.
- 35 6. Un aparato como se define en la reivindicación 5 en el que la fuente de energía proporciona energía de 380 a 440 voltios, 3 fases, 38 kilowatios y 80 amperios, y en el que la fuente de UV emite radiación a 254 nanómetros.
- 40 7. Un aparato como se define en la reivindicación 5, en el que el cilindro tiene un diámetro de 150 mm y una longitud de aproximadamente 1700 mm.
8. Un aparato como se define en la reivindicación 5, en el que el cilindro tiene un diámetro de 200 mm y una longitud de aproximadamente 1700 mm.
9. Un aparato como se define en la reivindicación 5, en el que el cilindro tiene un diámetro de 300 mm y una longitud de aproximadamente 1700 mm.
- 45 10. Un aparato como se define en la reivindicación 5, en el que el agua de lastre tiene un tiempo de permanencia de 0,4 segundos en el reactor.
11. Un aparato como se define en la reivindicación 5 en combinación con un filtro de 40 micras para eliminar organismos del agua del lastre antes de entrar en el reactor.

12. Una pluralidad de aparatos como se definen en la reivindicación 5 dispuestos en paralelo entre líneas de entrada y descarga de agua de lastre para tratar un caudal de agua de lastre de 330 metros cúbicos por hora hasta la completa capacidad de agua de lastre de un buque.

5 13. Una pluralidad de aparatos como se definen en la reivindicación 5 dispuestos en paralelo entre líneas de entrada y descarga de agua de lastre para tratar un caudal de agua de lastre de 330 a 1650 metros cúbicos por hora.

