

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 078**

51 Int. Cl.:

B01D 65/10 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

B01D 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2012 PCT/JP2012/055549**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2012 WO12121208**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2012 E 12755214 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2684598**

54 Título: **Método para mejorar la tasa de bloqueo de una membrana de ósmosis inversa, y uso de un agente de tratamiento para mejorar la tasa de bloqueo de una membrana de ósmosis inversa**

30 Prioridad:

09.03.2011 JP 2011051530
21.02.2012 JP 2012035277

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2019

73 Titular/es:

KURITA WATER INDUSTRIES LTD. (100.0%)
10-1, Nakano 4-chome
Nakano-ku, Tokyo 164-0001, JP

72 Inventor/es:

KAWAKATSU, TAKAHIRO;
AOKI, TETSUYA y
HAYAKAWA, KUNIIHIRO

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 734 078 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

Método para mejorar la tasa de bloqueo de una membrana de ósmosis inversa, y uso de un agente de tratamiento para mejorar la tasa de bloqueo de una membrana de ósmosis inversa

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para mejorar el rechazo (rechazo de sal) de una membrana de ósmosis inversa, y particularmente se refiere a un método para restablecer una membrana de ósmosis inversa (RO) degradada para mejorar eficazmente el rechazo de la misma.

10

La presente invención también se refiere a una membrana de ósmosis inversa tratada mediante un tratamiento de mejora de rechazo que usa el método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa y a un agente de tratamiento para mejorar el rechazo que va a usarse en este método.

15

Antecedentes de la invención

Las membranas de RO se han usado en plantas de producción de agua ultrapura, plantas de recuperación de aguas residuales, plantas de desalinización de agua de mar y similares, y pueden retirar la mayoría de las sustancias orgánicas, sustancias inorgánicas y similares contenidas en el agua.

20

El rechazo de una membrana permeable que incluye una membrana de RO a sustancias como electrolitos inorgánicos y sustancias orgánicas solubles en agua, disminuye por la degradación de un material de base de alto peso molecular debido a influencias de sustancias oxidantes, sustancias reductoras y similares presentes en el agua y a otras causas, y como resultado, en algunos casos no puede obtenerse la calidad requerida del agua tratada. Esta degradación puede producirse de manera gradual durante el uso a largo plazo o puede producirse repentinamente por accidente en algunos casos. En algunos casos, el rechazo de una membrana permeable nueva puede no satisfacer el nivel requerido como producto.

25

En un sistema de membrana permeable que usa una membrana de RO o similar, se trata agua cruda en una etapa de pretratamiento usando cloro (tal como hipoclorito de sodio) con el fin de impedir la bioincrustación producida por el limo sobre la superficie de la membrana. Sin embargo, cuando se suministra agua que contiene cloro residual en alta concentración a una membrana permeable, la membrana permeable se degrada ya que el cloro tiene una fuerte acción oxidante.

30

35

Con el fin de descomponer el cloro residual en el agua que va a tratarse, en ocasiones se añade un agente reductor tal como el bisulfito de sodio al agua que va a tratarse. Sin embargo, cuando el agua que va a tratarse contiene un metal tal como Cu y/o Co, aunque se añada una gran cantidad de bisulfito de sodio al agua, la membrana de RO se degrada (documento de patente 1 y documento no de patente 1). Cuando la membrana permeable se degrada, disminuye el rechazo de la misma.

40

Se han propuesto los siguientes métodos como método para mejorar el rechazo de una membrana permeable, tal como una membrana de RO:

45

i) Se ha divulgado un método para mejorar el rechazo de una membrana permeable mediante la adhesión de un compuesto aniónico o catiónico de alto peso molecular a la superficie de la membrana (documento de patente 2).

En el método descrito anteriormente, el efecto de mejorar el rechazo de una membrana degradada no es suficiente.

50

ii) Se ha divulgado un método para mejorar el rechazo de una membrana de nanofiltración o una membrana de RO mediante la adhesión de un compuesto que tiene una cadena de poli(alquilenglicol) a una superficie de membrana (documento de patente 3).

55

Este método tampoco es un método que mejore suficientemente el rechazo de una membrana degradada sin reducir notablemente el flujo de permeación.

60

iii) Se ha divulgado un método para impedir la contaminación de la membrana y/o la degradación en la calidad del agua permeada, en el que se realiza un tratamiento usando un tensioactivo no iónico en una membrana de nanofiltración o una membrana de RO que tiene un flujo de permeación aumentado y una carga aniónica para reducir el flujo de permeación hasta un intervalo apropiado (documento de patente 4). En este método, el tensioactivo no iónico se pone en contacto con y se adhiere a la superficie de la membrana para establecer el flujo de permeación en un intervalo de + el 20% a - el 20% al comienzo del uso.

65

Con el fin de mejorar el rechazo de una membrana muy degradada (una membrana que tiene un rechazo de sal disminuido hasta el 95% o menos) mediante este método, se requiere que una cantidad considerable del tensioactivo se adhiera a la superficie de membrana, y como resultado, en algunos casos puede producirse una

65

notable disminución en el flujo de permeación. Un ejemplo del documento de patente 4 anterior ha divulgado que una membrana de RO de poliamida aromática que tiene un flujo de permeación de $1,20 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{día}$, un rechazo de NaCl del 99,7% y un rechazo de sílice del 99,5% como rendimiento inicial en una fase de producción se usa durante 2 años, y la membrana así obtenida se usa como membrana degradada por oxidación. En el documento de patente 4, se usa una membrana que tiene un rechazo de NaCl del 99,5% y un rechazo de sílice del 98,0%, que no está tan degradada, como objeto, y no se ha divulgado que por el método descrito anteriormente, se mejore suficientemente el rechazo de una membrana permeable degradada.

iv) Se ha divulgado un método para mejorar el rechazo de la sal mediante la adhesión de un ácido tánico o similar a una membrana degradada (documento no de patente 2).

Sin embargo, el efecto de mejorar el rechazo obtenido mediante este método no es significativo. Por ejemplo, incluso cuando se mejora el rechazo de sal de una membrana de RO degradada, ES20 (fabricada por Nitto Denko Corp.) o SUL-G20F (fabricada por Toray Industries, Inc.), mediante este método, no puede disminuirse la concentración de soluto de agua permeada a través de la membrana después de la mejora a la mitad de la del agua permeada a través de la membrana antes de la mejora.

v) Se ha divulgado un método para mejorar el rechazo de una membrana de RO mediante la adición de un poli(vinil metil éter) (PVME) a un ácido tánico (documento no de patente 5). En este método, la concentración del agente químico que va a usarse es relativamente alta, como de 10 ppm o más. Además, cuando la membrana se trata mediante este método, el flujo de permeación de la membrana disminuye aproximadamente en el 20%. Además, el rechazo apenas puede mejorar en algunos casos.

Los documentos no de patente 3 y 4 han divulgado que en una membrana de poliamida degradada por un agente oxidante, se rompe la unión C-N del enlace de poliamida de un material de base de membrana, y por tanto se destruye una estructura de tamiz inherente de la membrana.

Los métodos de mejora de rechazo relacionados descritos anteriormente tienen los siguientes problemas a a c.

a) Puesto que una sustancia se adhiere nuevamente a la superficie de la membrana permeable, se reduce el flujo de permeación de la misma. Por ejemplo, cuando una membrana degradada se trata mediante un tratamiento de mejora de rechazo de modo que la concentración de soluto del agua permeada a través de la membrana que se trata mediante un tratamiento de recuperación de rechazo se reduce a la mitad de la del agua permeada a través de la membrana que todavía no se ha tratado mediante el tratamiento de recuperación, en algunos casos, el flujo de permeación puede disminuir considerablemente en un 20% o más en comparación con el logrado antes del tratamiento.

b) Cuando se añade un agente químico que tiene una alta concentración, aumenta el TOC (carbono orgánico total) de la salmuera separada por la membrana. Además, no es fácil restablecer la membrana mientras que el agua que va a tratarse se suministra a través de la membrana y se recoge.

c) Para una membrana que está muy degradada, el rechazo de la misma no se recupera fácilmente.

Lista de referencias

Documentos de patente

Documento de patente 1: publicación de patente japonesa 7-308671A

Documento de patente 2: publicación de patente japonesa 2006-110520A

Documento de patente 3: publicación de patente japonesa 2007-289922A

Documento de patente 4: publicación de patente japonesa 2008-86945A

Documento de patente 5: US 38 6066

El documento de patente 5 describe un procedimiento para separar un disolvente de una mezcla acuosa que contiene un soluto distinto de los extractos para curtido acuosos que comprende poner en contacto una membrana semipermeable no porosa específica con dicha mezcla. La membrana se ha tratado con una disolución de un tanino hidrolizable en una cantidad y en condiciones que dan como resultado una reducción inicial en el paso de soluto a través de la membrana de al menos el 10%

Documento no de patente 1: Nagai *et al.*, Desalination, Vol. 96 (1994), 291-301

Documento no de patente 2: Satoh y Tamura, Kagaku Kogaku Ronbunshu Vol. 34 (2008), 493-498

Documento no de patente 3: Uemura *et al.*, Bulletin of the Society of Sea Water Science, Japón, 57, 498-507 (2003)

Documento no de patente 4: Yoshiyasu Kamiyama, Hyomen (Surface), Vol. 31, N.º 5 (1993), 408-418

Documento no de patente 5: S.T. Mitrouli, A.J. Karabelas, N.P. Isaias, D.C. Sioutopoulos, y A.S. Al Rammah, Reverse Osmosis Membrane Treatment Improves Salt-Rejection Performance, IDA Journal I Second Quarter 2010, págs. 22-34

Objeto y sumario de la invención

La presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Un objeto de la presente invención es resolver los problemas técnicos relacionados descritos anteriormente y proporcionar un método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa, siendo el método capaz de mejorar efectivamente el rechazo de una membrana de ósmosis inversa, aunque la membrana esté muy degradada, sin reducir notablemente el flujo de permeación, y un agente de tratamiento usado para el método descrito anteriormente.

Con el fin de lograr los objetos anteriores, los presentes inventores llevaron a cabo una investigación exhaustiva a través de un examen y análisis realizados repetidamente de membranas degradadas usando máquinas reales, y finalmente se obtuvieron los siguientes hallazgos.

1) En el método convencional en el que un orificio formado en una membrana por degradación de la misma se rellena mediante la adhesión de una nueva sustancia (tal como un compuesto que incluye un tensioactivo no iónico o un tensioactivo catiónico) a la membrana, el flujo de permeación de la membrana se reduce notablemente debido a la hidrofobización de la membrana y a la adhesión de un compuesto de alto peso molecular a la misma, y por lo tanto, es difícil garantizar la cantidad de agua.

2) En una membrana de ósmosis inversa, tal como una membrana de poliamida, se rompe la unión C-N de la poliamida por la degradación producida por un agente oxidante, y se destruye la estructura de tamiz inherente de la membrana. En las partes degradadas de la membrana, aunque los grupos amida se pierden por la rotura de los enlaces amida, quedan algunos grupos carboxilo.

3) Cuando se hace que un compuesto de amino se adhiera y se una eficazmente a este grupo carboxilo de la membrana degradada, se restablece la membrana degradada y, por tanto, puede recuperarse el rechazo de la misma. Cuando se usa un compuesto de bajo peso molecular que tiene un grupo amino como el compuesto de amino que va a unirse al grupo carboxilo, puede suprimirse la notable reducción en el flujo de permeación producida por la hidrofobización de la superficie de la membrana y la adhesión de un compuesto de alto peso molecular a la misma.

La presente invención se ha completado basándose en los hallazgos tal como se describió anteriormente.

El método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa de la presente invención incluye una etapa de hacer pasar una disolución acuosa que contiene un primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200, un segundo compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 200 a menos de 500, y un tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más a través de la membrana de ósmosis inversa y es tal como se define en las reivindicaciones.

El rechazo de sal de la ósmosis inversa antes que se suministre de la disolución acuosa a su través es preferiblemente del 95% o menos y de manera particularmente preferible del 90% o menos.

La concentración total del primer compuesto orgánico y el segundo compuesto orgánico en la disolución acuosa es preferiblemente de 1 a 500 mg/l, y la concentración del tercer compuesto orgánico es preferiblemente de 1 a 500 mg/l.

El tiempo para la etapa de paso de la disolución descrita anteriormente es preferiblemente de 3 a 500 horas.

La membrana de ósmosis inversa se trata mediante un tratamiento de mejora de rechazo usando el método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa descrito anteriormente.

El agente de tratamiento para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa de la presente invención incluye un primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200, un segundo compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 200 a menos de 500, y un tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, cuando una disolución acuosa que contiene el primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200, el segundo compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 200 a menos de 500, y el tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más se suministra a través de una membrana de ósmosis inversa degradada por un agente oxidante o similar, sin reducir notablemente el flujo de permeación de esta membrana de ósmosis inversa, pueden restablecerse partes degradadas de la membrana y por tanto, puede mejorarse eficazmente el rechazo de la misma.

En particular, cuando se hace pasar la disolución de modo que la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana es de 2.500 mg/m² o más y preferiblemente de 2.500 a 1.000.000 mg/m², sin reducir notablemente el flujo de permeación de esta membrana de ósmosis inversa, pueden restablecerse partes degradadas de la membrana y por tanto, puede mejorarse eficazmente el rechazo de la misma.

A continuación en el presente documento, se describirá un mecanismo de restablecimiento de una membrana degradada mediante la presente invención con referencia a la figura 1.

Una membrana de ósmosis inversa tal como una membrana de poliamida que tiene un enlace amida normal tiene la estructura tal como se representa por una membrana normal mostrada en la figura 1. Cuando esta membrana se degradada por un agente oxidante tal como cloro, se rompe la unión C-N del enlace amida, por lo que se forma la estructura tal como se muestra por una membrana degradada en la figura 1.

Tal como se muestra por la membrana degradada en la figura 1, aunque el grupo amino puede perderse en algunos casos por la rotura del enlace amida, se forma un grupo carboxilo en al menos parte de esta porción de rotura.

A medida que avanza la degradación, aumenta el tamaño del hueco, y se forman huecos que tienen diversos tamaños. Cuando los compuestos orgánicos primero a tercero se fijan según el tamaño del hueco, se restablecen orificios que tienen diversos tamaños de la membrana degradada, y se recupera el rechazo de la membrana.

Cuando se permite que una disolución acuosa que contiene una pluralidad de compuestos de amino que tienen diferentes pesos moleculares y esqueletos (estructuras) pase a través de una membrana degradada, los compuestos descritos anteriormente interfieren entre sí cuando se permite que pasen a través de la membrana, y como resultado, se aumentan los tiempos de residencia de los compuestos en las partes degradadas en la membrana. Por consiguiente, aumenta la probabilidad de contacto entre el grupo carboxilo de la membrana y el grupo amino del compuesto de amino de bajo peso molecular y por tanto, aumenta la eficacia de restablecimiento de la membrana.

En particular, cuando se permite que una disolución acuosa que contiene el tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más pase a través de una membrana, puede rellenarse una gran parte degradada de la membrana, y se aumenta la eficacia de restablecimiento. El tercer compuesto orgánico es un tanino o un péptido.

Cuando la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana se establece en 2.500 mg/m² o más, disminuye gradualmente el tamaño de una gran parte degradada de la membrana a medida que se adsorbe el compuesto orgánico descrito anteriormente, y finalmente la membrana se restablece de modo que se rellene el orificio en la misma. Aunque esté presente la parte degradada dentro de la membrana, cuando la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana se establece en 2.500 mg/m² o más, el compuesto orgánico se infiltra suficientemente en la membrana, y como resultado, se restablece la parte degradada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 incluye fórmulas de estructura química que ilustran un mecanismo de un tratamiento de mejora de rechazo de la presente invención.

La figura 2 es una vista esquemática que muestra un dispositivo de prueba de membrana plana usado en los ejemplos.

Descripción de realizaciones

A continuación en el presente documento, se describirán en detalle realizaciones de la presente invención.

[Método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa]

Un método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa de la presente invención incluye una etapa de hacer pasar una disolución acuosa que contiene un primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200, un segundo compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 200 a menos de 500, y un tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más a través de una membrana permeable. A continuación en el presente documento, la disolución acuosa que contiene estos compuestos orgánicos se denomina en algunos casos "disolución acuosa que mejora el rechazo".

La disolución acuosa que mejora el rechazo se suministra de modo que la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana sea de 2.500 mg/m² o más y preferiblemente de 2.500 a 1.000.000 mg/m².

5 <Agente de tratamiento para mejorar el rechazo>

En la presente invención, el primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200 se selecciona del grupo que consiste en:

10 Compuestos de amino aromáticos que tienen un esqueleto de benceno y un grupo amino, tal como anilina (peso molecular: 93) y diaminobenceno (peso molecular: 108).

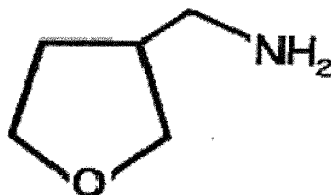
15 Compuestos de ácido aminocarboxílico aromático que tienen un esqueleto de benceno, al menos dos grupos amino y al menos un grupo carboxilo, cuyo número es menor que el de los grupos amino, tales como ácido 3,5-diaminobenzoico (peso molecular: 152), ácido 3,4-diaminobenzoico (peso molecular: 152), ácido 2,4-diaminobenzoico (peso molecular: 152), ácido 2,5-diaminobenzoico (peso molecular: 152) y ácido 2,4,6-triaminobenzoico (peso molecular: 167).

20 Compuestos amino alifáticos que tienen un grupo hidrocarbonado lineal de 1 a 20 átomos de carbono y al menos un grupo amino, tal como metilamina (peso molecular: 31), etilamina (peso molecular: 45), octilamina (peso molecular: 129) y 1,9-diaminononano (en esta memoria descriptiva, abreviado "NMDA" en algunos casos) (C₉H₁₈(NH₂)₂) (peso molecular: 158), y compuestos que tienen cada uno un grupo hidrocarbonado ramificado de aproximadamente 1 a 20 átomos de carbono y al menos un grupo amino, tal como 1-aminopentano (en esta memoria descriptiva, abreviado "IAAM" en algunos casos) (C₅H₁₃N) (peso molecular: 87) y 2-metil-1,8-octanodiamina (en esta memoria descriptiva, abreviado "MODA" en algunos casos) (NH₂CH₂CH(CH₃)(CH₂)₆NH₂) (peso molecular: 158).

25 Aminoalcoholes alifáticos que tienen un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 1 a 20 átomos de carbono, un grupo amino y un grupo hidroxilo, tal como 4-amino-2-metil-1-butanol (en esta memoria descriptiva, abreviado "AMB" en algunos casos) (NH₂(CH₂)₂CH(CH₃)CH₂OH) (peso molecular: 103).

30 Compuestos de amino heterocíclicos que tienen un anillo heterocíclico y un grupo amino, tal como tetrahidrofurfurilamina (en esta memoria descriptiva, abreviada "FAM" en algunos casos) (estructura representada por la siguiente fórmula) (peso molecular: 101).

35



40 Compuestos de aminoácidos: Compuestos de aminoácidos básicos, tales como arginina (peso molecular: 174) y lisina (peso molecular: 146); compuestos de aminoácidos que tienen cada uno un grupo amida, tal como asparagina (peso molecular: 132) y glutamina (peso molecular: 146); y otros compuestos de aminoácidos, tales como glicina (peso molecular: 75) y fenilalanina (peso molecular: 165).

45 El primer compuesto orgánico puede ser el aminoácido y el compuesto de aminoácidos. Entre ellos son preferibles arginina (peso molecular: 174), lisina (peso molecular: 146) e histidina (peso molecular: 155), cada uno de los cuales es un aminoácido básico. El segundo compuesto orgánico es un péptido o un derivado del mismo. Entre ellos es preferible aspartamo (peso molecular: 294), que es un éster metílico de un dipéptido de fenilalanina y ácido asparagínico.

50 Cada uno de estos compuestos de amino de bajo peso molecular tiene alta solubilidad en agua, es estable en forma de disolución acuosa, y reacciona con el grupo carboxilo de la membrana para unirse a la membrana de ósmosis inversa, formando de ese modo una sal insoluble en agua. Por consiguiente, se rellenan los orificios formados por la degradación de la membrana, y como resultado, aumenta el rechazo de la membrana.

55 Los compuestos de amino de bajo peso molecular pueden usarse solos, o al menos pueden usarse dos tipos de los mismos en combinación. Cuando se permite que una disolución acuosa que contiene al menos dos tipos de compuestos de amino de bajo peso molecular que tienen pesos moleculares y estructuras de esqueleto diferentes pase a través de una membrana permeable, los compuestos interfieren entre sí cuando se permite que pasen a través de la membrana, y como resultado, aumenta el tiempo de residencia de cada compuesto en partes degradadas en la membrana. Por consiguiente, se aumenta la probabilidad de contacto entre el grupo carboxilo de la membrana y el grupo amino del compuesto de amino de bajo peso molecular, y por tanto se potencia el efecto de

60

restablecimiento de la membrana.

La concentración del primer compuesto orgánico en la disolución acuosa que mejora el rechazo es preferiblemente de 0,1 a 500 mg/l y de manera particularmente preferible de 0,5 a 100 mg/l, y la concentración del segundo compuesto orgánico es preferiblemente de 0,1 a 500 mg/l y de manera particularmente preferible de 0,5 a 100 mg/l.

El tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más (preferiblemente de 500 a 500.000 y de manera particularmente preferible de 500 a 50.000) es un tanino o un péptido. El tanino puede ser tanino extraído de plantas, tal como nuez de agalla de tipo zumaque hidrolizable y nuez de agalla y quebracho y mimosa de tipo condensado. El péptido puede ser poliglicina, una polilisina, un politriptófano o una polialanina que tiene un peso molecular de 500 o más.

La concentración del tercer compuesto orgánico en la disolución acuosa que mejora el rechazo es preferiblemente de 0,1 a 500 mg/l y en particular, de manera preferible de aproximadamente 0,5 a 100 mg/l.

Cuando la concentración total de los compuestos orgánicos primero, segundo y tercero en la disolución acuosa que mejora el rechazo es excesivamente alta, el flujo de permeación puede reducirse notablemente en algunos casos, y aumentan las cantidades de los compuestos que no alcanzan las partes degradadas puesto que los compuestos orgánicos se adsorben sobre una superficie de membrana para formar múltiples capas. Cuando la cantidad total de los compuestos orgánicos primero, segundo y tercero es excesivamente baja, la membrana no puede restablecerse suficientemente, y se aumenta innecesariamente el tiempo de paso de agua requerido para obtener una cantidad de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana de 2.500 mg/m² o más. Por tanto, la concentración total de los compuestos orgánicos primero y segundo en la disolución acuosa que mejora el rechazo es preferiblemente de 1 a 500 mg/l y en particular, de manera preferible de aproximadamente 1 a 300 mg/l, y la concentración del tercer compuesto orgánico es preferiblemente de 1 a 500 mg/l y en particular, de manera preferible de aproximadamente 1 a 300 mg/l.

Una razón de C_{\min}/C_{\max} de la concentración más baja C_{\min} entre las concentraciones de los compuestos orgánicos primero a tercero en la disolución acuosa que mejora el rechazo a la concentración más alta C_{\max} entre las concentraciones de los mismos es preferiblemente de 0,1 a 1,0. Cuando este valor es de menos de 0,1, los orificios pueden restablecerse de manera desigual en algunos casos, dependiendo del tamaño de los mismos. Las concentraciones de los compuestos orgánicos pueden establecerse para que sean iguales entre sí.

La disolución acuosa que mejora el rechazo puede contener un indicador que puede ser un electrolito inorgánico tal como sal (NaCl), un compuesto orgánico neutro tal como alcohol isopropílico o glucosa, o un polímero de bajo peso molecular tal como un poli(ácido maleico). Cuando el indicador está contenido en la disolución acuosa que mejora el rechazo, el grado de restablecimiento de la membrana puede confirmarse mediante el análisis del grado de permeación de sal o glucosa al agua permeada a través de la membrana de ósmosis inversa.

Cuando la presión de suministro de agua para pasar la disolución acuosa que mejora el rechazo a través de un aparato de membrana de ósmosis inversa es excesivamente alta, se produce de manera desventajosa la adsorción en las partes no degradadas. Cuando la presión de suministro de agua es excesivamente baja, puede no producirse adsorción en las partes degradadas. Por tanto, la presión de suministro de agua se establece preferiblemente a del 30% al 150% y de manera particularmente preferible del 50% al 130% de una presión de funcionamiento normal del aparato de membrana de ósmosis inversa. Cuando la membrana del aparato de membrana de ósmosis inversa es una membrana de presión ultrabaja, la presión de entrada del aparato es preferiblemente de 0,1 a 1,0 MPa. Cuando la membrana del aparato de membrana de ósmosis inversa es una membrana de presión baja, la presión de entrada del aparato es preferiblemente de 0,1 a 2,0 MPa. Cuando la membrana del aparato de membrana de ósmosis inversa es una membrana de desalinización de agua de mar, la presión de entrada del aparato es preferiblemente de 0,1 a 7,0 MPa.

En la presente invención, la disolución acuosa que mejora el rechazo preferiblemente se suministra al permeado a través de la membrana de ósmosis inversa de modo que la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana calculada mediante la siguiente ecuación es de 2.500 mg/m² o más, preferiblemente de 2.500 a 1.000.000 mg/m², y de manera particularmente preferible de 3.000 a 100.000 mg/m². Cuando la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico se establece tal como se describió anteriormente, mejora suficientemente el rechazo de la membrana de ósmosis inversa. Cuando el contenido del primer compuesto orgánico se representa por C_1 (mg/l), el contenido del segundo compuesto orgánico se representa por C_2 , el contenido del tercer compuesto orgánico se representa por C_3 (mg/l), y la concentración más baja entre C_1 y C_3 se representa por C_{\min} , la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana se calcula mediante la siguiente ecuación.

Cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana = $[(C_{\min}) \cdot \text{tiempo de tratamiento (h)} \cdot \text{flujo de permeación en tratamiento (m}^3/\text{h)}/\text{área de membrana (m}^2)] \cdot 1.000$

En el método de la presente invención, la velocidad lineal del agua que permea en la membrana es preferiblemente

de 0,1 a 5 m/d. Está relacionada con la presión, la temperatura del agua, la forma de la membrana, y similares. Cuando la velocidad es excesivamente alta, se produce de manera desventajosa la adsorción en las partes no degradadas, y cuando la velocidad es excesivamente baja, disminuye la eficacia de contacto con las partes degradadas.

5 La temperatura del agua de la disolución acuosa que mejora el rechazo en esta etapa de mejora del rechazo es preferiblemente la temperatura habitual, tal como aproximadamente de 10°C a 35°C. Cuando la temperatura del agua es demasiado baja, disminuye el flujo de permeación, y disminuye la eficacia de contacto. Cuando la temperatura de la disolución acuosa que mejora el rechazo es demasiado alta, el material de base de la membrana puede deformarse en algunos casos.

15 El tiempo para hacer pasar la disolución acuosa que mejora el rechazo se establece preferiblemente de modo que se permita que cada compuesto orgánico pase suficientemente a través de la membrana de ósmosis inversa. En el caso en el que la disolución acuosa que mejora el rechazo se suministre cuando no se realiza un funcionamiento normal del aparato de membrana de ósmosis inversa, el tiempo es de manera preferible de aproximadamente 3 a 100 horas y en particular, de manera preferible de aproximadamente 6 a 50 horas. Cuando el tiempo de paso de la disolución es excesivamente corto, el tratamiento va a completarse antes de que se obtenga la capacidad de fijación de los compuestos orgánicos, y como resultado, los compuestos orgánicos así adheridos pueden desprenderse en algunos casos.

20 El tratamiento de mejora de rechazo también puede realizarse en el funcionamiento normal del aparato de membrana de ósmosis inversa, y por ejemplo, el tratamiento puede realizarse mediante la adición del agente de tratamiento para mejorar el rechazo al agua que va a tratarse en el funcionamiento normal del aparato de membrana de ósmosis inversa. Aunque el tiempo para añadir el agente de tratamiento para mejorar el rechazo al agua que va a tratarse es de manera preferible de aproximadamente 1 a 500 horas, el agente de tratamiento para mejorar el rechazo siempre puede añadirse al agua suministrada al aparato de membrana de ósmosis inversa.

25 Cuando el flujo de permeación se reduce debido a la contaminación de la membrana producida por un funcionamiento a largo plazo del aparato de membrana de ósmosis inversa, el tratamiento de mejora de rechazo puede realizarse una vez que se realiza la limpieza de la membrana.

30 Un agente químico usado para la limpieza de la membrana mediante ácido puede ser un ácido inorgánico tal como ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido sulfúrico, o un ácido orgánico tal como ácido cítrico o ácido oxálico. Para la limpieza alcalina, puede usarse hidróxido de sodio o hidróxido de potasio. El pH puede establecerse a aproximadamente 2 en la limpieza con ácido, mientras que en la limpieza alcalina, el pH puede establecerse a aproximadamente 12.

[Membrana de ósmosis inversa]

40 La membrana de ósmosis inversa (membrana de RO) puede ser una membrana de polímero que incluye una membrana asimétrica y una membrana compuesta. Los materiales para la membrana de RO son materiales de poliamida tales como una poliamida aromática, una poliamida alifática y un material compuesto de las mismas. El método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa de la presente invención puede aplicarse preferiblemente a una membrana permeable que se forma a partir de un material de poliamida aromática y que produce muchos grupos carboxilo a través de la rotura de las uniones C-N producidas por degradación.

45 Cuando el rechazo de sal de una membrana de RO que no se trata mediante el tratamiento de mejora de rechazo es del 95% o menos y en particular del 90% o menos, el método de la presente invención puede aplicarse preferiblemente a la membrana.

50 Un sistema de módulos de la membrana de ósmosis inversa no está limitado particularmente, sino que puede ser un módulo de membrana tubular, un módulo de membrana plana, un módulo de membrana en espiral y un módulo de membrana de fibra hueca.

55 La membrana de ósmosis inversa tratada mediante el método de la presente invención se aplica eficazmente a un tratamiento de agua para recuperar y reciclar aguas residuales que contienen un TOC de alta o baja concentración que va a descargarse a partir de un campo de producción de dispositivos electrónicos, un campo de producción de semiconductores y otros campos industriales diversos o un tratamiento de agua para la producción de agua ultrapura usando agua industrial o agua urbana y a otros campos. El agua que va a tratarse mediante el aparato de membrana de ósmosis inversa puede contener sustancias orgánicas que tienen un TOC de 0,01 a 100 mg/l y de manera preferible de aproximadamente 0,1 a 30 mg/l. El agua que contiene las sustancias orgánicas tal como se describió anteriormente pueden ser aguas residuales procedentes de trabajos de producción de dispositivos electrónicos, aguas residuales procedentes de trabajos de producción de maquinaria de transporte, aguas residuales procedentes de trabajos de síntesis orgánica, aguas residuales procedentes de trabajos de impresión/fabricación de placas/pintura, o aguas residuales primarias de las mismas. Sin embargo, el agua que contiene las sustancias orgánicas no se limita a las mismas.

Ejemplos

5 A continuación en el presente documento, la presente invención se describirá en más detalle, con referencia a los ejemplos y los ejemplos comparativos.

En los siguientes ejemplos comparativos 1 a 9 y los ejemplos 1 a 3, se usó un dispositivo de prueba de membrana plana mostrado en la figura 2.

10 En este dispositivo de prueba de membrana plana, se proporcionó una célula 2 de membrana plana en una posición intermedia en la dirección de altura de un recipiente 1 cilíndrico que tiene una parte inferior y una tapa para dividir el recipiente en una cámara 1A de agua cruda y una cámara 1B de agua permeada, y este recipiente 1 se colocó en un agitador 3. Mientras que el agua que iba a tratarse se suministró a la cámara 1A de agua cruda mediante una bomba 4 a través de una tubería 11, y el interior de la cámara 1A de agua cruda se agitó haciendo rotar una barra 5 de agitación en el recipiente 1, se extrajo el agua permeada de la cámara 1B de agua permeada a través de una tubería 12, y al mismo tiempo, se extrajo la salmuera de la cámara 1A de agua cruda a través de una tubería 13. Se proporcionaron un manómetro 6 y una válvula 7 de regulación de la presión para el tubo 13 de extracción de salmuera.

20 [Ejemplo comparativo 1]

Como membrana de la célula 2 de membrana plana, se usó la siguiente membrana degradada.

25 Membrana degradada: Una membrana de ósmosis inversa de presión ultrabaja ES20 fabricada por Nitto Denko Corporation se degradó rápidamente por la inmersión en una disolución que contenía hipoclorito de sodio (cloro libre: 1 mg/l) durante 24 horas. El flujo de permeación, el rechazo de sal y el rechazo de IPA de una membrana original (membrana ES20 nueva que no estaba degradada) eran de $0,81 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 0,972 y 0,875, respectivamente.

30 Se suministró la siguiente agua que va a tratarse a este dispositivo de prueba durante 2 horas.

Agua que va a tratarse: agua preparada por un tratamiento de descloración de agua corriente en Nogimachi, prefectura de Tochigi, Japón con carbón activo y mediante la adición de NaCl e IPA para tener concentraciones de 500 mg/l y 100 mg/l, respectivamente.

35 Presión de funcionamiento: 0,75 MPa

Temperatura: $24^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

40 [Ejemplo comparativo 2]

Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que se añadió un ácido tánico (403040-50G fabricado por Sigma-Aldrich Co. LLC) al agua que va a tratarse hasta tener una concentración de 1 mg/l.

45 [Ejemplo comparativo 3]

Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que se añadió un poli(etilenglicol) (peso molecular: 4.000, fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) al agua que va a tratarse hasta tener una concentración de 1 mg/l.

50 [Ejemplo comparativo 4]

Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que se añadió un poli(oxietilén (10) oleil éter) (peso molecular: 708, fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) al agua que va a tratarse hasta tener una concentración de 1 mg/l.

[Ejemplo comparativo 5]

60 Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que se añadió aspartamo (peso molecular: 294, un aditivo de calidad alimenticia, fabricado por Ajinomoto Co., Inc.) al agua que va a tratarse hasta tener una concentración de 1 mg/l.

[Ejemplo comparativo 6]

65 Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que se añadió arginina (peso molecular: 174, un aditivo de calidad alimenticia, fabricado por Ajinomoto Co., Inc.) al agua que va a

tratarse hasta tener una concentración de 1 mg/l.

[Ejemplo comparativo 7]

- 5 Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que se añadieron arginina y aspartamo al agua que va a tratarse hasta tener concentraciones de 2 mg/l y 1 mg/l, respectivamente.

[Ejemplo 1]

- 10 Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que el suministro de agua se realizó durante 24 horas mediante la adición de arginina, aspartamo y una poliglicina (P8791-500MG, peso molecular: de 500 a 5.000, fabricada por Sigma-Aldrich Co. LLC) al agua que va a tratarse hasta tener concentraciones de 2 mg/l, 1 mg/l y 1 mg/l, respectivamente.

- 15 [Ejemplo 2]

Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 1, excepto en que el suministro de agua se realizó durante 24 horas mediante la adición de arginina, aspartamo y el aditivo alimentario ácido tánico AL (peso molecular: 500 o más, fabricado por Fuji Chemical Industry Co., Ltd.) al agua que va a tratarse hasta tener concentraciones de 2 mg/l, 1 mg/l, y 1 mg/l, respectivamente.

El flujo de permeación, el rechazo de sal y el rechazo de IPA se calcularon a partir de las siguientes ecuaciones.

25 Flujo de permeación [$m^3/m^2 \cdot d$] = flujo de permeación [m^3/d]/superficie de membrana [m^2] · coeficiente de conversión de temperatura [-]

Rechazo de sal [%] = $(1 - \text{conductividad de agua permeada [mS/m]}/\text{conductividad de salmuera [mS/m]}) \cdot 100$

30 Rechazo de IPA [%] = $(1 - \text{TOC de agua permeada [mg/l]}/\text{TOC de agua con salmuera [mg/l]}) \cdot 100$

Los resultados se muestran en la tabla 1. Se entiende que según la presente invención, la eficacia de mejora del rechazo de sal y la del rechazo de IPA son altas, y el rechazo de sal y el rechazo de IPA son aproximadamente equivalentes a o mayores que los de la membrana original.

Tabla 1

	ESTADO DEGRADADO				DESPUÉS DE 2 HORAS DE SUMINISTRO DE AGUA				DESPUÉS DE 24 HORAS DE SUMINISTRO DE AGUA				DESPUÉS DE 96 HORAS DE SUMINISTRO DE AGUA			
	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² ·d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² ·d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² ·d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² ·d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² ·d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]	
ORIGINAL	0,81	97,2	87,5													
EJ. COMPARTATIVO 1	0,95	89,8	74,1	0,95	89,8	74,0	0,94	89,9	74,1	89,9	74,2	0,94	89,9	74,2		
EJ. COMPARTATIVO 2	0,94	89,9	74,0	0,90	92,8	78,7	0,83	95,4	82,3	95,4	85,0	0,76	96,6	85,0		
EJ. COMPARTATIVO 3	0,96	89,7	73,9	0,78	94,6	83,3	0,79	94,5	83,2	94,5	83,2	0,8	94,5	83,2		
EJ. COMPARTATIVO 4	0,95	89,8	74,0	0,71	95,9	84,5	0,71	95,9	84,5	95,9	84,3	0,72	95,8	84,3		
EJ. COMPARTATIVO 5	0,96	89,7	73,9	0,94	92,3	76,6	0,92	93,5	79,0	93,5	80,2	0,89	94,0	80,2		
EJ. COMPARTATIVO 6	0,96	89,7	74,0	0,95	91,7	75,8	0,93	92,9	77,9	92,9	78,6	0,92	93,4	78,6		
EJ. COMPARTATIVO 7	0,95	89,8	74,0	0,92	93,3	77,2	0,89	94,1	82,6	94,1	84,6	0,87	94,9	84,6		
EJ. 1	0,96	89,7	73,9	0,90	93,8	77,9	0,87	96,0	83,7	96,0	87,5	0,82	97,3	87,5		
EJ. 2	0,95	89,8	74,0	0,89	94,0	78,4	0,86	96,4	84,1	96,4	87,7	0,8	97,8	87,7		

[Ejemplo comparativo 8]

La siguiente membrana degradada se ajustó al dispositivo de prueba de membrana plana mostrado en la figura 2, y la siguiente agua que va a tratarse se suministró a su través durante 2 horas en las condiciones siguientes.

Membrana degradada: después de sumergirse una membrana de ósmosis inversa de baja presión de 8 pulgadas NTR759HR fabricada por Nitto Denko Corporation usada para la recuperación de aguas residuales en una disolución acuosa de NaOH a un pH de 12 durante horas y aclararse luego con agua purificada, la membrana se sumergió en ácido cítrico a una concentración del 2% durante 2 horas y luego se aclaró de nuevo con agua purificada.

Agua que va a tratarse: se disolvieron NaCl e IPA en agua purificada hasta tener concentraciones de 500 mg/l y 100 g/l, respectivamente.

Presión de funcionamiento: 1,4 MPa

Temperatura: 24°C ± 2°C

[Ejemplo comparativo 9]

Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 8, excepto en que se añadió PEG4000 (poli(etilenglicol) que tenía un peso molecular de 4.000, fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) al agua que va a tratarse hasta tener una concentración de 5 mg/l.

[Ejemplo 3]

Se hizo pasar agua en las mismas condiciones que las del ejemplo comparativo 8, excepto en que se añadió arginina, aspartamo y el aditivo alimentario ácido tánico AL (peso molecular: 500 o más, fabricado por Fuji Chemical Industry Co., Ltd.) al agua que va a tratarse hasta tener concentraciones de 20 mg/l, 20 mg/l, y 10 mg/l, respectivamente.

Los resultados se muestran en la tabla 2. Tal como se muestra en la tabla 2, según la presente invención, puede suprimirse la disminución en el flujo de permeación en el 10%, y pueden mejorarse significativamente el rechazo de sal y el rechazo de IPA.

Tabla 2

	DESPUÉS DE 5 MINUTOS DE SUMINISTRO DE AGUA			DESPUÉS DE 2 HORAS DE SUMINISTRO DE AGUA		
	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]	FLUJO DE PERMEACIÓN [m ³ /(m ² d)]	RECHAZO DE SAL [%]	RECHAZO DE IPA [%]
EJ. COMPARATIVO 8	1,03	95,2	92,1	1,03	95,3	92,3
EJ. COMPARATIVO 9	1,00	95,3	92,3	0,84	98,4	95,3
EJ. 3	1,01	95,1	92,2	0,92	99,0	96,6

Tal como resulta evidente a partir de los ejemplos y los ejemplos comparativos anteriores, según la presente invención, una vez que se añade el agente de tratamiento para mejorar el rechazo al agua que va a tratarse, cuando el suministro de agua se realiza a una presión de funcionamiento normal, sin reducir notablemente el flujo de permeación, puede recuperarse el rechazo de sal mientras se recoge el agua. Además, la presente invención también puede aplicarse a una membrana muy degradada que tiene un rechazo de sal del 90% o menos.

A continuación se describirán los ejemplos 4 a 14 y el ejemplo comparativo 10.

En los ejemplos 4 a 14 y el ejemplo comparativo 10 siguientes, se suministró una disolución acuosa de hipoclorito de sodio (pH: 7,0) a una concentración de 100 ppm a través de un aparato de RO equipado con una membrana RO de presión ultrabaja ESPA2-4040 (área de superficie de membrana: 7,9 m²) fabricada por Hydranautics durante 500 horas a una presión de entrada de 0,75 MPa, un flujo de agua con salmuera de 1 m³/h, y una temperatura del agua de 25°C, de modo que se degradó la membrana de RO. Se realizó el tratamiento de mejora de rechazo en esta membrana de RO degradada y se evaluaron rendimientos de los mismos antes y después del tratamiento. Para la evaluación del rendimiento, se suministró una disolución acuosa (pH: 7,0) que contenía NaCl e IPA a concentraciones de 500 ppm y 100 ppm, respectivamente, a través del aparato de RO a una presión de entrada de

0,75 MPa, un flujo de salmuera de 1 m³/h y una temperatura del agua de 25°C, y posteriormente, se midieron el rechazo de sal (tasa de retirada de NaCl), el rechazo de IPA (alcohol isopropílico) y el flujo de permeación (m³/h).

[Ejemplo 4]

5 Se dejó pasar agua cruda sintética (pH: 7,0) que contenía arginina (peso molecular: 174, fabricada por Ajinomoto Co., Inc.) como primer compuesto orgánico, aspartamo (peso molecular: 294, fabricado por Ajinomoto Co., Inc.) como segundo compuesto orgánico, y ácido tánico AL (peso molecular: 500 o más, fabricado por Fuji Chemical Industry Co., Ltd.) como tercer compuesto orgánico, que tenía cada uno a concentración de 10 mg/l, durante 10 horas a una presión de entrada de 0,2 MPa, una presión de salmuera de 0,17 MPa, un flujo de permeación de 0,1 m³/h (0,3 m/d), un flujo de salmuera de 1 m³/h, y una temperatura del agua de 25°C. La cantidad de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana fue de $[10 \cdot 50 - 0,1/7,9] \times 1.000 \cong 6.300 \text{ mg/m}^2$.

15 Las condiciones de tratamiento anteriores se muestran en la tabla 3, y los resultados de la evaluación del rendimiento se muestran en la tabla 4.

[Ejemplos 5 a 15]

20 El tratamiento de mejora de rechazo se realizó de la misma forma que en el ejemplo 4, excepto en que las condiciones del tratamiento de mejora de rechazo se establecieron tal como se muestra en la tabla 3. Los resultados de la evaluación del rendimiento se muestran en la tabla 4.

25 El rechazo de sal (tasa de retirada de NaCl) y el rechazo de IPA se calcularon a partir de las ecuaciones siguientes. En la tabla 4, el rechazo de sal se representó mediante el rechazo de NaCl.

Rechazo de NaCl [%] = $\{1 - \text{conductividad de agua permeada [mS/m]} \cdot 2 / (\text{conductividad del agua que va a tratarse [mS/m]} + \text{conductividad de la salmuera [mS/m]})\} \cdot 100$

30 Rechazo de IPA [%] = $(1 - \text{TOC de agua permeada [mg/l]} \cdot 2 / (\text{TOC de agua que va a tratarse [mg/l]} + \text{TOC de salmuera [mg/l]})) \cdot 100$

Tabla 3

	COMUESTO ORGANICO			CANTIDAD DE ADICIÓN DE COMUESTO ORGANICO (mg/l)			PRESIÓN DE ENTRADA (MPa)	PRESIÓN DE SALMUERA (MPa)	FLUJO DE PERMEACIÓN (m ³ /h)	FLUJO DE SALMUERA (m ³ /h)	TIEMPO DE TRATAMIENTO (h)	CANTIDAD DE CONTACTO CON COMUESTO ORGANICO POR AREA UNITARIA DE MEMBRANA (mg/m ²)
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	PRIM.	SEG.	TERC.						
EJ. 4	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	10	10	10	0,2	0,17	0,1	1	50	6.300
EJ. 5	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	3	3	3	0,75	0,73	0,35	1	24	3.200
EJ. 6	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	100	100	100	0,2	0,17	0,1	1	6	7.600
EJ. 7	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	100	100	100	0,75	0,73	0,35	1	3	13.300
EJ. 8	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	50	50	10	0,75	0,73	0,35	1	50	22.200
EJ. 9	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	10	10	50	0,75	0,73	0,35	1	50	22.200
EJ. 10	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	50	10	50	0,75	0,73	0,35	1	50	22.200
EJ. 11	GLICINA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	20	20	20	0,75	0,73	0,35	1	12	10.600
EJ. 12	ASPARAGINA	ASPARTAMO	POLIGLICINA	20	20	20	0,75	0,73	0,35	1	12	10.600
EJ. 13	GLUTAMINA	ASPARTAMO	POLILISINA	20	20	20	0,75	0,73	0,35	1	12	10.600
EJ. 14	FENILALANINA	ASPARTAMO	POLIALANINA	20	20	20	0,75	0,73	0,35	1	12	10.600
EJ. 15	ARGININA	ASPARTAMO	ACIDO TÁNICO	1	1	1	0,75	0,73	0,35	1	24	1.100

Tabla 4

	RENDIMIENTO ANTES DEL TRATAMIENTO			RENDIMIENTO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO		
	RECHAZO DE NaCl (%)	RECHAZO IPA (%)	FLUJO DE PERMEACIÓN (m ³ /h)	RECHAZO DE NaCl (%)	RECHAZO IPA (%)	FLUJO DE PERMEACIÓN (m ³ /h)
EJEMPLO 4	90,4	65,0	0,35	98,5	77,1	0,30
EJEMPLO 5	89,4	67,5	0,34	98,2	78,3	0,31
EJEMPLO 6	91,1	66,6	0,34	99,00	77,2	0,31
EJEMPLO 7	89,9	69,3	0,36	98,1	74,8	0,32
EJEMPLO 8	90,2	65,5	0,34	98,4	77,9	0,31
EJEMPLO 9	88,8	63,5	0,37	98,0	75,0	0,31
EJEMPLO 10	89,8	67,6	0,36	98,5	76,3	0,32
EJEMPLO 11	90,5	66,3	0,35	98,4	76,4	0,31
EJEMPLO 12	89,1	67,4	0,34	97,8	74,3	0,31
EJEMPLO 13	89,7	65,9	0,35	97,9	74,9	0,31
EJEMPLO 14	90,1	66,2	0,35	97,6	75,2	0,32
EJEMPLO 15	89,3	65,8	0,35	94,5	70,5	0,33

5 Tal como se muestra en la tabla 4, según la presente invención, el rendimiento de rechazo puede recuperarse de manera máxima mediante el tratamiento de mejora de rechazo. Cuando la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana se establece en 2.500 mg/m² o más como objetivo, el periodo de tratamiento se define claramente y por tanto, puede obtenerse un funcionamiento eficaz según las condiciones de funcionamiento (presión y tiempo de tratamiento).

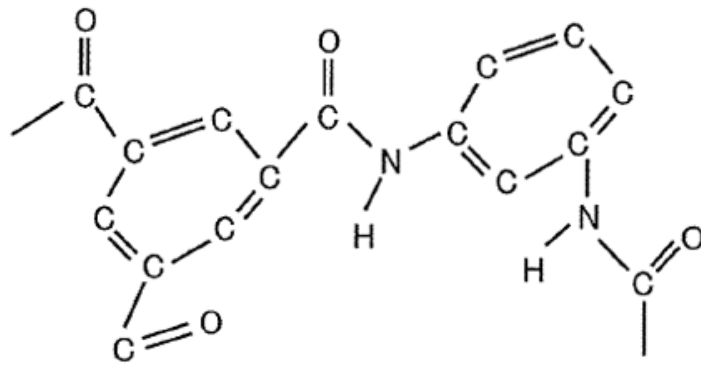
10

REIVINDICACIONES

1. Método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa, comprendiendo el método una etapa de hacer pasar una disolución acuosa que contiene un primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200, un segundo compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 200 a menos de 500, y un tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más a través de la membrana de ósmosis inversa,
- en el que la membrana de ósmosis inversa es una membrana de poliamida,
- el primer compuesto orgánico es un compuesto seleccionado del grupo que consiste en compuestos de amino aromáticos que tienen un esqueleto de benceno y un grupo amino,
- compuestos de ácido aminocarboxílico aromático que tienen un esqueleto de benceno, al menos dos grupos amino y al menos un grupo carboxilo, cuyo número es menor que el de los grupos amino,
- compuestos amino alifáticos que tienen un grupo hidrocarbonado lineal de 1 a 20 átomos de carbono y al menos un grupo amino,
- aminoalcoholes alifáticos que tienen un grupo hidrocarbonado lineal o ramificado de 1 a 20 átomos de carbono, un grupo amino y un grupo hidroxilo,
- compuestos de amino heterocíclicos que tienen un anillo heterocíclico y un grupo amino, y
- compuestos de aminoácidos, y
- el segundo compuesto orgánico es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un péptido o un derivado del mismo, y
- el tercer compuesto orgánico es un tanino o péptido.
2. Método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa según la reivindicación 1, en el que la membrana de ósmosis inversa, antes de permitirse que la disolución acuosa pase a su través, tiene un rechazo de sal del 90% o menos.
3. Método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa según la reivindicación 1, en el que la membrana de ósmosis inversa, antes de permitirse que la disolución acuosa pase a su través, tiene un rechazo de sal del 95% o menos.
4. Método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la concentración total del primer compuesto orgánico y el segundo compuesto orgánico es de 1 a 500 mg/l, y la concentración del tercer compuesto orgánico es de 1 a 500 mg/l.
5. Método para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana definido por la siguiente ecuación se establece en 2.500 mg/m² o más:
- $$\text{Cantidad mínima de contacto de compuesto orgánico por área unitaria de membrana (mg/m}^2\text{)} = [\text{concentración mínima de compuesto orgánico (mg/l)} \cdot \text{tiempo de tratamiento (h)} \cdot \text{flujo de permeación en tratamiento (m}^3\text{/h)/área de membrana (m}^2\text{)}] \cdot 1.000$$
- en la ecuación, la concentración mínima de compuesto orgánico indica la concentración más baja entre las concentraciones de los compuestos orgánicos primero a tercero en la disolución acuosa.
6. Uso de una disolución acuosa para mejorar el rechazo de una membrana de ósmosis inversa, comprendiendo la disolución acuosa un primer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de menos de 200, un segundo compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 200 a menos de 500, y un tercer compuesto orgánico que tiene un peso molecular de 500 o más,
- en el que la membrana de ósmosis inversa es una membrana de poliamida,
- el primer compuesto orgánico, el segundo compuesto orgánico y el tercer compuesto orgánico se definen cada uno en la reivindicación 1.

FIG.1

MEMBRANA NORMAL



MEMBRANA DEGRADADA

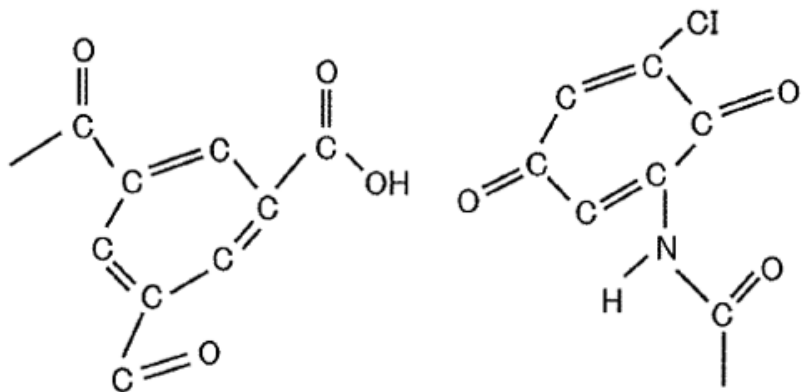


FIG.2

