

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 057**

51 Int. Cl.:

B01D 61/02 (2006.01)

B01D 61/04 (2006.01)

B01D 65/08 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2016 PCT/US2016/042980**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2017 WO17015291**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2016 E 16745322 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3325135**

54 Título: **Métodos para acondicionar membranas**

30 Prioridad:

20.07.2015 US 201562194638 P

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

12.03.2020

73 Titular/es:

**ECOLAB USA INC. (100.0%)
1 Ecolab Place
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

YOON, SEONG-HOON

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 748 057 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

Métodos para acondicionar membranas

Campo técnico

La presente descripción se refiere a métodos de acondicionamiento de membranas.

5 Antecedentes

Las entidades gubernamentales se han preocupado cada vez más por la calidad del agua reciclada para fines de aguas potables. Por ejemplo, el Condado de Orange, California, trata adicionalmente las aguas residuales tratadas biológicamente mediante microfiltración, ósmosis inversa y procedimientos avanzados de oxidación antes de suministrar las aguas residuales tratadas adicionalmente al acuífero. Algunas otras entidades han omitido el suministro al acuífero y suministran agua tratada de manera similar para mezclarla con agua potable. A pesar de sus excelentes capacidades de eliminación de virus, la nanofiltración y la ósmosis inversa no han sido elegibles para un crédito de alto valor logarítmico de eliminación («LRV», en inglés), que se debe a la incapacidad de los sistemas anteriores para garantizar el suministro de agua con un alto valor logarítmico de eliminación (p. ej., $LRV \geq 12$) del virus entérico.

Además, ciertas aplicaciones industriales usan, entre otros procedimientos, nanofiltración u ósmosis inversa para purificar el agua utilizada en procedimientos que requieren agua de alta pureza. Los ejemplos de tales procedimientos incluyen, sin limitación, generación de vapor (sistemas de calderas), sistemas de enfriamiento, fabricación de piezas electrónicas, producción de alimentos, producción de bebidas, producción farmacéutica y similares. Los métodos proporcionados en esta memoria ayudan a curar estas deficiencias, al menos en parte.

En el documento de Patente Estadounidense US 2009/101587 A1 se describe un método de acondicionamiento de una membrana de desalinización tal como para ósmosis inversa mediante la adición de un acondicionador para la prevención de incrustaciones que comprende polímeros solubles en agua (tales como copolímeros de ácidos sulfónico y acrílico, PM de 1 kDa a 100 kDa).

En el documento de Patente Estadounidense US 2003/183575 A1 se describe el uso de polímeros solubles en agua marcados con restos fluorescentes para monitorear un procedimiento de separación de membrana tal como la nanofiltración.

En el documento de Patente Estadounidense US 2008/190861 A1 se describe el uso de un marcador fluorescente para monitorear un procedimiento de membrana para calcular una cantidad de aditivo de quitosán (PM de 3 kDa a 300 kDa) para dosificar para la alimentación.

Compendio

Se proporcionan métodos para acondicionar una membrana utilizada para la purificación de agua. En una realización, el método comprende monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo. El monitoreo permite la detección de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente. Se introduce un acondicionador en la corriente de alimentación. El acondicionador comprende un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y comprende un polímero de origen biológico. El acondicionador se introduce en la corriente de alimentación para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana.

En otra realización más, el método comprende monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo. El monitoreo permite la detección de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente. La eficacia de eliminación detectada se compara con un criterio de control para determinar si se cumple el criterio de control. Si la eficacia de eliminación detectada no cumple con el criterio de control, se introduce un acondicionador en la corriente de alimentación. El acondicionador comprende un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y comprende un polímero de origen biológico. El acondicionador se introduce en la corriente de alimentación para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana.

En una realización adicional, el método comprende hacer circular una mezcla que comprende agua, un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y una sustancia fluorescente a través de la membrana, que se hace para mejorar la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente por la membrana. El componente comprende polímero de origen biológico. El rendimiento de la membrana se monitorea mediante la medición fluorométrica durante la circulación de la mezcla mediante la detección de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente por la membrana. La mezcla circula a través de la membrana hasta que se cumple un criterio de control del rendimiento de la membrana. El método puede comprender además purificar agua usando la membrana después de que se haya detenido la circulación de la mezcla. En cualquier caso, el polímero de origen biológico comprende celulosa, metilcelulosa, polimetilcelulosa, éter de

celulosa o una combinación de los mismos.

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es un gráfico de barras de los resultados del ejemplo proporcionado en la presente memoria.

Descripción detallada

5 Se proporcionan métodos para acondicionar una membrana utilizada para la purificación de agua. En una realización, el método comprende monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo. El monitoreo permite la detección de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente. Se introduce un acondicionador en la corriente de alimentación. El acondicionador comprende un
10 componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y comprende un polímero soluble en agua, un polímero de origen biológico o una combinación de los mismos. El acondicionador se introduce en la corriente de alimentación para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana.

15 En otra realización, el método comprende monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo. El monitoreo permite la detección de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente. Se introduce un acondicionador en la corriente de alimentación. El acondicionador comprende un precursor que reacciona para formar un polímero soluble en agua que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton. El
20 acondicionador se introduce en la corriente de alimentación y reacciona para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana.

En otra realización más, el método comprende monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo. El monitoreo permite la detección de la
25 eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente. La eficacia de eliminación detectada se compara con un criterio de control para determinar si se cumple el criterio de control. Si la eficacia de eliminación detectada no cumple con el criterio de control, se introduce un acondicionador en la corriente de alimentación. El acondicionador comprende un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y comprende un polímero soluble en agua, un polímero de origen biológico o una combinación de
30 los mismos. El acondicionador se introduce en la corriente de alimentación para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana.

En una realización adicional, el método comprende hacer circular una mezcla que comprende agua, un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y una sustancia fluorescente a través de la membrana, que se hace para mejorar la eficacia de
35 eliminación de la sustancia fluorescente por la membrana. El componente comprende un polímero soluble en agua, un precursor de un polímero soluble en agua, un polímero de origen biológico o una combinación de los mismos. El rendimiento de la membrana se monitorea mediante la medición fluorométrica durante la circulación de la mezcla mediante la detección de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente por la membrana. La mezcla circula a través de la membrana hasta que se cumple un criterio de control del rendimiento de la membrana. El método puede comprender además purificar agua usando la membrana después de que se haya detenido la circulación de la mezcla.
40

La membrana de la presente invención se utiliza para la purificación de agua. En los métodos descritos en la presente memoria, se pueden usar una o más membranas para purificar el agua, aunque los métodos pueden recitar «membrana» en singular. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la membrana es una membrana de microfiltración, una membrana de ultrafiltración, una membrana de nanofiltración, una membrana de ósmosis inversa o una combinación de las mismas. En ciertas realizaciones, la membrana es no porosa, por
45 ejemplo, permeable por difusión en solución. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la membrana es una membrana de nanofiltración, una membrana de ósmosis inversa o una combinación de las mismas.

En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el rendimiento de la membrana se monitorea durante la purificación del agua mediante medición fluorométrica, que puede comprender la medición fluorométrica de la corriente de alimentación, la corriente de permeado y la corriente de rechazo. Se suministra una corriente de alimentación a la membrana, que separa la corriente de alimentación en una corriente de permeado y una corriente de rechazo. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el rendimiento de la membrana se monitorea midiendo la respuesta fluorométrica de la corriente de alimentación y comparando la respuesta
50 fluorométrica de la corriente de alimentación con al menos una de la respuesta fluorométrica de la corriente de permeado y la corriente de rechazo. En otras ciertas realizaciones de los métodos descritos en esta memoria, el rendimiento de la membrana se monitorea midiendo la respuesta fluorométrica de al menos una de la corriente de permeado y la corriente de rechazo para determinar la concentración de la sustancia fluorescente, que luego se
55

compara con una concentración conocida de la sustancia fluorescente en la corriente de alimentación.

El término «sustancia fluorescente» se utiliza en la presente memoria para describir una sustancia que proporciona una emisión fluorescente medible tras la excitación. El tamaño molecular de la sustancia fluorescente es menor que el de los virus entéricos y otros contaminantes microbiológicos. Por lo tanto, la medición fluorométrica de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente proporciona una medición conservadora de la eficacia de eliminación de virus entéricos y otros contaminantes microbiológicos. En ciertas realizaciones, la sustancia fluorescente es un aditivo en la corriente de alimentación presente en la corriente de alimentación con el fin de monitorear el rendimiento de la membrana. En otras realizaciones, la sustancia fluorescente está presente en el acondicionador como un aditivo, un componente marcado o un componente fluorescente natural. Por ejemplo, ciertos polímeros solubles en agua y polímeros de origen biológico pueden presentar fluorescencia natural o pueden ser marcados con un resto fluorescente, por ejemplo, antocianina, cumarina, miricetina, quinona, tanino, carotenoide, flavonol, ácido húmico, ácido fúlvico y combinaciones de los mismos.

Al menos una realización es un método de acondicionamiento de una membrana que ha estado en servicio y ha mostrado degradación que se ha medido mediante medición fluorométrica. La degradación de la membrana no es necesaria, ya que los métodos podrían realizarse en membranas nuevas o en membranas que no muestren degradación. Los métodos proporcionados en la presente memoria serán particularmente útiles como métodos para rejuvenecer las membranas desgastadas, permitiendo así que las membranas desgastadas tengan una utilidad extendida.

Como se describe en la presente memoria, el rendimiento de la membrana se puede monitorear mediante medición fluorométrica. La medición fluorométrica se puede usar para detectar la eficacia de eliminación, que se puede usar para activar el acondicionamiento de la membrana. El acondicionamiento de la membrana se puede lograr, por ejemplo, introduciendo un acondicionador en la corriente de alimentación (un método de acondicionamiento en línea) o haciendo circular una mezcla que comprende, entre otros, un componente tal como puede estar presente en un acondicionador (un método fuera de línea o método de acondicionamiento en el lugar). En ciertas realizaciones, la mezcla comprende un acondicionador. La mezcla debería incluir un componente que tenga un peso molecular de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton, comprendiendo el componente un polímero soluble en agua (o precursor del mismo), un polímero de origen biológico o una combinación de los mismos.

El componente tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton. En ciertas realizaciones, el componente tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton o aproximadamente 5 000 000 Dalton o aproximadamente 2 000 000 Dalton o aproximadamente 1 000 000 Dalton o aproximadamente 500 000 Dalton o aproximadamente 100 000 Dalton.

En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, se introduce un acondicionador en la corriente de alimentación para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana. Aunque el acondicionador se puede utilizar con nuevas membranas, el acondicionador es particularmente útil para rejuvenecer las membranas desgastadas. La práctica de los métodos descritos en la presente memoria se destina a extender la vida útil de la(s) membrana(s) desgastada(s) permitiendo que la(s) membrana(s) desgastada(s) continúe(n) proporcionando una separación adecuada de la sustancia fluorescente y, en consecuencia, de las impurezas que pueden estar presentes en la corriente de alimentación.

El acondicionador comprende, entre otras sustancias, un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton seleccionado de polímeros de origen biológico. En ciertas realizaciones, el componente y la sustancia fluorescente son una sola composición. En ciertas realizaciones, el componente es un coloide marcado con fluorescencia que tiene un tamaño medio de partícula de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 5000 nm. El coloide puede comprender sílice coloidal.

En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el componente comprende un polímero soluble en agua. En ciertas realizaciones, el polímero soluble en agua comprende un polielectrolito. El polielectrolito puede comprender un grupo sulfato, un grupo sulfito, un grupo sulfuro, un grupo nitrato, un grupo nitrito, un grupo carboxilato, un grupo amina cuaternaria, un grupo hidroxilo, un grupo bencilo, un derivado del mismo o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polielectrolito comprende una sal que comprende amina, una sal que comprende amida, una sal que comprende acrilato, una sal que comprende metacrilato, una sal que comprende vinilo, una sal que comprende vinilo sustituido con halógeno, un derivado de las mismas o una combinación de las mismas. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el componente comprende una poli(acrilamida). En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el componente comprende una polidopamina. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el polímero soluble en agua comprende un poli(haluro de vinilo), un poli(haluro de vinilo) sustituido con halógeno o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el componente comprende cloruro de polidialil dimetilamonio. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el polímero soluble en agua comprende sal cuaternaria de metilcloruro de (met)acrilato de N, N'-dimetilaminoetilo, sal cuaternaria de bencilcloruro de (met)acrilato de N, N'-dimetilaminoetilo, un derivado de las mismas o una combinación de las mismas. El término «(met)acrilato» y términos similares se utilizan para describir el

acrilato, el metacrilato y sus combinaciones. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el polímero soluble en agua comprende un homopolímero. En ciertas realizaciones, el polímero soluble en agua comprende un copolímero. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el polímero soluble en agua comprende un terpolímero.

5 Según la invención, el componente comprende un polímero de origen biológico. El polímero de origen biológico comprende celulosa, un éter de celulosa, un acetato de celulosa, metilcelulosa, un polímero de los mismos, un derivado de los mismos o una combinación de los mismos. Los polímeros de origen biológico particularmente útiles que pueden utilizarse en los métodos proporcionados incluyen celulosa, un éter de celulosa, metilcelulosa, polimetilcelulosa o una combinación de los mismos.

10 Los términos «que reacciona», «reacción», «reaccionado» y similares, en lo que respecta al (a los) precursor(es) que forman un polímero soluble en agua, se utilizan en la presente memoria para describir cualquier reacción que forme el polímero soluble en agua. La reacción puede ser cualquier reacción química que haga que uno o más precursores se conviertan en un polímero soluble en agua que provoque un aumento en la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana.

15 En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la reacción es una polimerización (es decir, una reacción que forma un polímero a partir de monómeros). En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la reacción es la polimerización interfacial, que describe la polimerización que ocurre en una superficie, por ejemplo, de la membrana, en oposición a en una dispersión.

20 En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el componente es al menos uno de cada uno de un polímero soluble en agua y un polímero de origen biológico, que puede estar presente en el acondicionador o en la mezcla simultánea o secuencialmente.

En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el polímero soluble en agua está reticulado. El polímero soluble en agua puede reticularse mediante agentes de reticulación que comprenden, por ejemplo, carbono, oxígeno, silicio, nitrógeno, azufre e hidrógeno.

25 En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la corriente de alimentación o la mezcla comprende de aproximadamente 1 mg/l a aproximadamente 10 000 mg/l del componente, que incluye de aproximadamente 1 mg/l o de aproximadamente 5 mg/l o de aproximadamente 10 mg/l del componente a aproximadamente 10 000 mg/l o a aproximadamente 1000 mg/l o a aproximadamente 100 mg/l del componente. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la corriente de alimentación comprende de aproximadamente 10 mg/l a aproximadamente 100 mg/l del componente.

30 En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la corriente de permeado se entrega a un sistema generador de vapor, que en ciertas realizaciones es un sistema de caldera.

35 En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el acondicionador se introduce en la corriente de alimentación por instrucción de un controlador. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el método de acondicionamiento de la membrana utilizada para la purificación del agua es un procedimiento fuera de línea o un procedimiento de acondicionamiento en el lugar que se desencadena por instrucción de un controlador. Un controlador es un dispositivo electrónico que tiene componentes tales como un procesador, un dispositivo de memoria, un medio de almacenamiento digital, un tubo de rayos catódicos, una pantalla de cristal líquido, una pantalla de plasma, una pantalla táctil u otro monitor u otros componentes. Los controladores incluyen, por ejemplo, una interfaz interactiva que guía a un usuario, proporciona indicaciones al usuario o proporciona información al usuario con respecto a cualquier parte del método de la invención. Dicha información puede incluir, por ejemplo, la construcción de modelos de calibración, la recopilación de datos de uno o más parámetros, las ubicaciones de medición, la gestión de los conjuntos de datos resultantes, etc.

45 El controlador es generalmente operable para la integración o la comunicación con uno o más circuitos integrados de aplicaciones específicas, programas, instrucciones o algoritmos ejecutables por ordenador, uno o más dispositivos cableados, dispositivos inalámbricos o uno o más dispositivos mecánicos tales como manipuladores de líquidos, brazos hidráulicos, servos u otros dispositivos. Además, el controlador es operable para integrar retroalimentación, alimentación o bucle(s) predictivo(s) resultantes de, entre otros, los parámetros medidos mediante la práctica de los métodos de la presente descripción. Algunas o todas las funciones del sistema del controlador pueden estar en una ubicación central, tal como un servidor de red, para su comunicación a través de una red de área local, red de área extensa, red inalámbrica, extranet, internet, conexión de microondas, conexión de infrarrojos y similares y cualquier combinación de dichas conexiones u otras conexiones adecuadas. Además, otros componentes tales como un acondicionador de señal o un monitor del sistema se pueden incluir para facilitar la transmisión de la señal y los algoritmos de procesamiento de la señal.

55 A modo de ejemplo, el controlador, cuando está presente, es operable para implementar el método de la invención de una manera semiautomatizada o totalmente automatizada. En otra realización, el controlador es operable para implementar el método de forma manual o semimanual.

La transmisión de datos de cualquiera de los parámetros o de las señales medidos a un usuario, bombas químicas, alarmas u otros componentes del sistema se realiza usando cualquier dispositivo adecuado, como una red cableada o inalámbrica, cable, línea de abonado digital, internet, etc. Cualquier estándar de interfaz adecuado, como una interfaz de ethernet, interfaz inalámbrica (por ejemplo, IEEE 802.11a/b/g/n, 802.16, *bluetooth*, óptica, radiofrecuencia infrarroja, otra radiofrecuencia, cualquier otro método de transmisión de datos inalámbrico adecuado y cualquier combinación de lo anterior), bus de serie universal, red telefónica, similares y combinaciones de tales interfaces/conexiones. Como se usa en la presente memoria, el término «red» abarca todos estos métodos de transmisión de datos. Cualquiera de los componentes, dispositivos, sensores, etc., descritos en la presente memoria pueden conectarse entre sí o al controlador usando la interfaz o conexión adecuada descrita anteriormente u otra. En una realización, la información (que se refiere colectivamente a todas las entradas o salidas generadas por el método de la invención) se recibe del sistema y se archiva. En otra realización, dicha información se procesa de acuerdo con un calendario u horario. En una realización adicional, dicha información se procesa en tiempo real. Dicha recepción en tiempo real también puede incluir, por ejemplo, «flujo de datos» a través de una red informática.

En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, la instrucción del controlador resulta de un incumplimiento de un criterio de control. En ciertas realizaciones, el criterio de control comprende un punto de ajuste, o intervalo de puntos, que indica la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente. Un ejemplo de un criterio de control es un punto de ajuste, o intervalo de puntos, del valor logarítmico de eliminación («LRV») de la membrana, que puede medirse mediante medición fluorométrica como se describe en la presente memoria. El LRV puede calcularse a partir de la eficacia de eliminación («R»), que es una determinación del valor de eliminación de, por ejemplo, la sustancia fluorescente. La determinación de la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente proporciona un cálculo conservador de la eficacia de eliminación de virus entéricos y otros contaminantes microbiológicos, ya que los virus entéricos y otros contaminantes microbiológicos son más grandes y, por lo tanto, es más difícil que pasen a través de una membrana.

$$LRV = -\log(1-R)$$

En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el criterio de control es un valor logarítmico de eliminación de al menos 2. En ciertas realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria, el criterio de control es un valor logarítmico de eliminación de al menos 3.

En realizaciones adicionales de los métodos descritos en la presente memoria, la instrucción del controlador resulta del incumplimiento previsto de un criterio de control. El incumplimiento previsto puede ser el resultado del análisis de tendencias de una población de datos reunidos durante la vida útil operativa, o porción de la misma, de una membrana. El análisis de tendencias puede realizarse utilizando una o más de varias herramientas de análisis estadístico conocidas, por ejemplo, extrapolación lineal, ajuste de curvas polinomiales, regresión lineal, regresión simple, análisis de mínimos cuadrados y similares.

Lo anterior puede entenderse mejor con referencia al siguiente ejemplo, que se presenta con fines ilustrativos y no con la pretensión de limitar el alcance de la invención.

Ejemplo

Se usó un módulo de nanofiltración NF270 de Dow de 2,5 pulgadas para filtrar salmuera sintética que constaba de 1500 mg/l de cloruro de sodio disueltos en agua desionizada. Se añadió una sustancia fluorescente, en este caso ácido pirenotetrasulfónico, al tanque de alimentación (es decir, la corriente de alimentación) a 100 mg/l de salmuera. La medición fluorométrica de la corriente de permeado se realizó usando un fluorómetro en línea Nalco. El caudal de la corriente de alimentación se mantuvo a 12 litros (3,2 galones) por minuto a una presión de alimentación de aproximadamente 241 kPa (35 psig). En general, los nuevos módulos de nanofiltración NF270 de Dow de este tipo muestran aproximadamente un rechazo del 99,9 % (LRV = 3) de la sustancia fluorescente, el módulo del presente ejemplo demostró inicialmente un rechazo de referencia del 99,42 % (LRV = 2,24) de la sustancia fluorescente. El rechazo de la referencia se muestra en la fig. 1 como «membrana envejecida (referencia)».

Para acondicionar la(s) membrana(s) del módulo, se introdujo un acondicionador que comprendía 20 miligramos de poliácridamida que tenía un peso molecular de 300 000 Dalton (mostrado como «compuesto químico A» en la figura 1) por litro de salmuera en la corriente de alimentación además de la sustancia fluorescente para formar una mezcla. La poliácridamida estaba presente en la mezcla en una concentración de 10 miligramos de poliácridamida por litro de mezcla. La fig. 1 muestra que la presencia de la poliácridamida aumentó el rechazo de la sustancia fluorescente a partir del rechazo inicial al 99,74 % (LRV = 2,58).

Posteriormente, se introdujeron 20 miligramos de polimetilcelulosa con un peso molecular de 16 000 Dalton (mostrado como «compuesto químico B» en la figura 1) por litro de salmuera en la corriente de alimentación para formar una mezcla en ausencia de poliácridamida. La polimetilcelulosa estaba presente en la mezcla en una concentración de 10 miligramos de polimetilcelulosa por litro de mezcla. La fig. 1 muestra que la presencia de la polimetilcelulosa aumentó más el rechazo de la sustancia fluorescente desde el valor previamente obtenido de 99,74 % (LRV = 2,58) a 99,93 % (LRV = 3,15).

5 Los intervalos dados en términos absolutos o en términos aproximados se destinan a abarcar ambos, y cualquier definición usada en la presente memoria se destina a aclarar y no a limitar. A pesar de que los intervalos numéricos y los parámetros que exponen el amplio alcance de la invención son aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se indican con tanta precisión como es posible. Sin embargo, cualquier valor numérico contiene inherentemente ciertos errores que resultan necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus respectivas mediciones de prueba. Además, debe entenderse que todos los intervalos descritos en la presente memoria abarcan todos los subintervalos (incluidos todos los valores fraccionarios y enteros) incluidos en ellos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para acondicionar una membrana utilizada para la purificación del agua, comprendiendo el método:

5 monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo para detectar la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente e introducir un acondicionador que comprenda un componente que tenga un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton en la corriente de alimentación, comprendiendo el componente un polímero de origen biológico para aumentar la eficacia de eliminación detectada de la sustancia fluorescente por la membrana, en donde el componente comprende un polímero de origen biológico, caracterizado por que el polímero de origen biológico comprende celulosa, metilcelulosa, polimetilcelulosa, éter de celulosa o una combinación de los mismos.
2. Un método para acondicionar una membrana utilizada para la purificación del agua, comprendiendo el método:

15 monitorear el rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante la medición fluorométrica de una sustancia fluorescente presente en una corriente de alimentación y al menos una de una corriente de permeado y una corriente de rechazo para detectar la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente;

determinar si la eficacia de eliminación detectada cumple con un criterio de control y si la eficacia de eliminación detectada no cumple el criterio de control, introducir un acondicionador que comprenda un componente que tenga un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton en la corriente de alimentación, para devolver la eficacia de eliminación detectada para cumplir con el criterio de control, el componente que comprende un polímero de origen biológico, caracterizado por que el polímero de origen biológico comprende celulosa, metilcelulosa, polimetilcelulosa, éter de celulosa o una combinación de los mismos.
3. Un método para acondicionar una membrana utilizada para la purificación del agua, comprendiendo el método:

25 hacer circular una mezcla que comprenda agua, un componente que tenga un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton y una sustancia fluorescente a través de la membrana para mejorar la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente por la membrana, comprendiendo el componente un polímero soluble en agua, un polímero de origen biológico o una combinación de los mismos;

30 monitorear el rendimiento de la membrana mediante medición fluorométrica durante la circulación de la mezcla detectando la eficacia de eliminación de la sustancia fluorescente por la membrana y hacer circular la mezcla hasta que se cumpla un criterio de control del rendimiento de la membrana, en donde el componente comprende un polímero de origen biológico,

caracterizado por que el polímero de origen biológico comprende celulosa, metilcelulosa, polimetilcelulosa, éter de celulosa o una combinación de los mismos.
- 35 4. El método de la reivindicación 3, que comprende además purificar el agua usando la membrana después de que se haya detenido la circulación de la mezcla.
5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la membrana no es porosa o en donde la membrana es una membrana de nanofiltración, una membrana de ósmosis inversa o una combinación de las mismas.
- 40 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el componente y la sustancia fluorescente son una sola composición.
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el rendimiento de la membrana se monitorea mediante la medición fluorométrica de la corriente de alimentación, la corriente de permeado y la corriente de rechazo.
- 45 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el rendimiento del sistema de membrana se monitorea mediante mediciones fluorométricas de la corriente de alimentación y la corriente de permeado.
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el rendimiento del sistema de membrana se monitorea mediante la medición fluorométrica de la corriente de alimentación y la corriente de rechazo.
- 50 10. Uso de un acondicionador que comprende un componente que tiene un peso molecular promedio ponderal de aproximadamente 1000 Dalton a aproximadamente 10 000 000 Dalton, comprendiendo el componente un polímero de origen biológico, en donde el polímero de origen biológico comprende celulosa, metilcelulosa, polimetilcelulosa, éter de celulosa o una combinación de los mismos, junto con el monitoreo del rendimiento de la membrana durante la purificación del agua mediante medición fluorométrica.

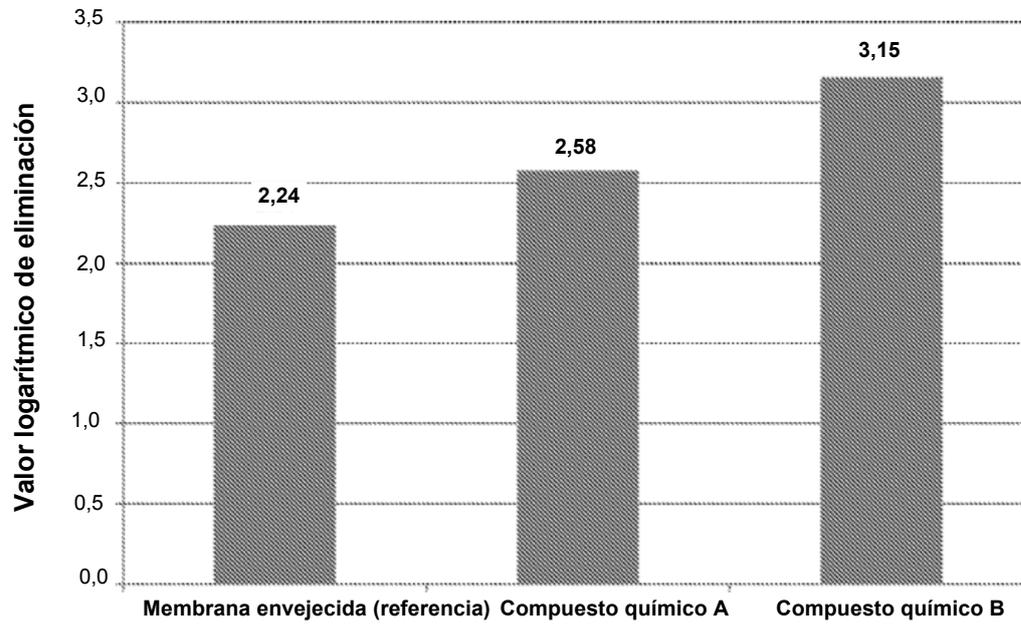


FIG. 1