



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 339 357**

51 Int. Cl.:

C02F 1/46 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

C25B 13/00 (2006.01)

C25B 9/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04804589 .2**

96 Fecha de presentación : **26.11.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1694603**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.08.2006**

54 Título: **Dispositivo para separar aniones y cationes de un líquido salino, e instalación de desalinización.**

30 Prioridad: **19.12.2003 AT A 2057/2003**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.05.2010

73 Titular/es: **Hydro Ingenieure Umwelttechnik GmbH**
Steiner Landstrasse 27A
3504 Krems-Stein, AT

72 Inventor/es: **Wesner, Wolfgang**

74 Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

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

Dispositivo para separar aniones y cationes de un líquido salino, e instalación de desalinización.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo para separar aniones y cationes de un líquido salino, como por ejemplo agua de mar, en el que están previstos dos electrodos conectados con polos diferentes de una fuente de tensión continua que se sumergen en el líquido a tratar. También se refiere a una instalación para la desalinización de un líquido salino.

Actualmente, para tratar el agua de mar se utiliza con frecuencia la electrodiálisis. En este procedimiento se emplean membranas selectivas de cationes y aniones, que permiten el paso selectivo de iones positivos o negativos al compartimento adyacente. Este proceso se acelera mediante un campo magnético entre el ánodo y el cátodo. El líquido a desalinizar fluye esencialmente paralelo a los electrodos y las membranas. Mediante el campo eléctrico, junto con las membranas selectivas, se fuerza un paso selectivo de iones con carga positiva o negativa al compartimento adyacente. De este modo se obtiene por un lado un concentrado y por otro un permeado. Una desventaja de la electrodiálisis consiste en la necesidad de una membrana de intercambio iónico que resulta costosa y requiere mucho mantenimiento. También resulta desventajosa la necesidad de un flujo de corriente considerable entre los electrodos. Para mantener la migración de iones se ha de producir una descomposición oxidante o reductora continua del líquido a desalinizar o de los iones disueltos en el mismo.

Exposición de la invención**25 Problema técnico**

El objetivo de la invención consiste en evitar estos problemas y proponer una instalación del tipo indicado en la introducción, en la que no sea necesaria ninguna membrana costosa, en la que sólo se produzca un pequeño flujo de corriente y en la que se evite en gran medida la descomposición del líquido a tratar y de las sustancias disueltas en el mismo.

Solución técnica

Esto se logra de acuerdo con la invención en un dispositivo del tipo indicado en la introducción de la siguiente manera: los electrodos están hechos de un material poroso, entre estos electrodos están dispuestas unas placas electroconductoras de un material poroso, las placas y los electrodos están sujetos de forma hermética dentro de una cámara, entre las placas centrales está prevista una cámara de alimentación para el líquido a tratar sometido a presión, y en los lados opuestos entre sí de los electrodos están previstas cámaras de salida.

Las placas porosas electroconductoras dispuestas entre los electrodos constituyen electrodos bipolares y, por consiguiente, el campo magnético les otorga propiedades selectivas. Los aniones y cationes que se encuentran en el líquido que se mueve hidráulicamente se oponen a resistencias diferentes al pasar por las placas con carga positiva y negativa, por lo que se produce una concentración de los aniones en una mitad del aparato y una concentración de los cationes en la otra mitad. La electroneutralidad se establece bajo disociación de agua y formación de H^+ y OH^- . En consecuencia, los productos son ácidos y bases.

Las placas porosas no tienen de por sí ninguna propiedad selectiva. Si no se aplica ninguna tensión a los electrodos, todo el líquido a tratar puede ser bombeado a través de las placas. Por ello, las placas se pueden producir de forma muy económica. Las placas individuales pueden ser alimentadas directamente con un potencial correspondiente o pueden obtener su potencial a partir de su disposición en el sentido de un divisor de tensión. La diferencia de potencial entre las placas individuales es justo inferior a la tensión de descomposición del agua (1,4 V + el potencial necesario para superar la resistencia eléctrica del líquido).

La energía necesaria para la desalinización del líquido se aplica esencialmente en forma de energía mecánica para forzar un flujo a través de las placas de electrodo. De este modo resulta una velocidad de separación considerablemente mayor que en el caso de la migración de iones, y un menor consumo de energía.

Gracias al flujo a través de las placas (que también pueden consistir en cargas de partículas electroconductoras entre membranas) y los electrodos, se evita que se pueda establecer una distribución de equilibrio que iguale el campo eléctrico aplicado y que detendría la posterior migración de iones.

Los iones concentrados están en equilibrio con la solución o el líquido que fluye a través de las placas o electrodos y que puede desplazar iones al espacio de campo nulo dentro de la placa. Los iones son transportados a través de las placas o electrodos y son liberados de nuevo en el siguiente compartimento. La carga de la siguiente placa ayuda a transportar las partículas cargadas de nuevo en el mismo sentido. Se produce un nuevo paso a través de la placa, siendo estadísticamente muy poco probable que se produzca un transporte en sentido opuesto a causa de la corriente.

ES 2 339 357 T3

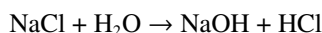
La zona de campo nulo neutra en las placas se produce a causa de la alta conductividad del material poroso de las placas en comparación con el líquido circundante. Por ello, la conductividad eléctrica de las placas ha de ser al menos 5 veces mayor que la del agua de mar.

Convenientemente, la fuente de tensión continua permite una inversión de la polaridad. Esto tiene la ventaja de posibilitar una regeneración de los electrodos mediante una inversión de la polaridad de la tensión aplicada a los mismos. En este caso se produce una permutación del área de ácido y el área de lejía. Esto hace que los depósitos de sales inorgánicas (por ejemplo carbonatos de calcio y de magnesio) se disuelvan de nuevo y la superficie de electrodo inactivada quede otra vez libre. De este modo se puede prolongar la vida útil de un juego de electrodos.

Para lograr una amplia separación de aniones y cationes resulta ventajoso prever al menos tres placas separadas en cuanto a su potencial entre la cámara de alimentación y cada electrodo. Con tres placas se puede lograr una separación considerablemente mejor de los aniones y cationes que con dos o con una sola placa. La adición de más placas no aumenta de forma esencial la eficiencia de la separación.

Una instalación para la desalinización de un líquido salino según la invención se *caracteriza porque* están previstos tres dispositivos tal como se describen más arriba, estando conectada cada cámara de salida del primer dispositivo con una cámara de alimentación del segundo o el tercer dispositivo. En el primer dispositivo se produce una separación de aniones y cationes. Para ello se aprovecha la permeabilidad selectiva de las placas causada por la tensión aplicada.

En la desalinización de agua de mar, por ejemplo, se produce la siguiente reacción global:



La inversión de esta reacción es la neutralización de un ácido con una base. En el caso de la lejía de sosa y el ácido clorhídrico, esta reacción de neutralización produce 57 kJ/mol. Para la disociación de NaCl en NaOH y HCl se ha de aplicar al menos esta energía más diversas pérdidas condicionadas por el procedimiento.

En la segunda y en la tercera etapa, el ácido o base formado se concentra, con lo que al mismo tiempo se produce un agua desionizada.

Los ácidos y bases producidos durante el funcionamiento de la instalación según la invención se pueden utilizar para la regeneración de intercambiadores de aniones e intercambiadores de cationes.

Resulta conveniente que las cámaras de salida del segundo y el tercer dispositivo, de las que se puede retirar un líquido concentrado, estén conectadas con una instalación de aprovechamiento de residuos. De este modo se pueden reaprovechar fácilmente las sustancias separadas del agua a tratar, en caso dado después de un refinado.

Para aumentar en grado de eficacia y la eficiencia de toda la instalación resulta ventajoso conectar un intercambiador iónico delante de la cámara de alimentación del primer dispositivo. En este contexto resulta especialmente favorable conectar delante del intercambiador iónico un filtro de partículas, y en caso dado delante de éste una depuración previa, siendo el tamaño de poro del filtro de partículas menor que el de las placas y electrodos. De este modo, la cámara de alimentación de la primera etapa recibe líquido bruto pretratado, y además se asegura que el líquido a tratar conducido a la cámara de alimentación de la primera etapa no contenga ninguna partícula que pueda taponar los poros de las placas y electrodos.

Para mejorar la calidad del agua desalinizada obtenida resulta conveniente conectar un intercambiador iónico y en caso dado un dispositivo de tratamiento posterior detrás de las cámaras de salida del segundo y el tercer dispositivo, de las que se puede retirar un líquido desalinizado.

Para posibilitar una purificación de líquidos con un contenido alto de sales, se puede prever una realimentación parcial de líquido desalinizado, y en caso dado sometido a tratamiento posterior, al líquido a tratar. Gracias a estas medidas, la cámara de alimentación de la primera etapa puede recibir un líquido bruto cuya composición varía dentro de unos márgenes relativamente estrechos.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica más detalladamente a continuación por medio de los dibujos adjuntos. En los dibujos:

La figura 1, muestra esquemáticamente un dispositivo según la invención para la separación de aniones y cationes de un líquido salino; y

La figura 2, muestra esquemáticamente una instalación de desalinización de un líquido salino con tres dispositivos según la figura 1.

ES 2 339 357 T3

En el dispositivo según la figura 1 está previsto un recipiente hermético 4.1 en la que está dispuesta esencialmente en una posición central una cámara de alimentación 4.10 delimitada por reguladores de flujo 4.3. Un tubo 4.11, que sólo está esbozado esquemáticamente, desemboca en la cámara de alimentación 4.10.

5 A ambos lados de la cámara de alimentación 4.10 están dispuestas unas placas porosas 4.4 equidistantes, que están hechas de un material poroso buen conductor de la electricidad, como por ejemplo carbón activado.

Las placas 4.4 están sujetas en bastidores 4.2, que están sujetos a su vez en el recipiente 4.1 de forma hermética mediante juntas 4.5. Las dos placas exteriores están configuradas como electrodos 4.8 y conectadas con una fuente de
10 tensión continua cuya polaridad se puede invertir. Para ello están previstas las conexiones aisladas 4.9.

Entre cada electrodo 4.8 y la pared exterior del recipiente 4.1 están dispuestos otros reguladores de flujo 4.3.

Desde las cámaras de salida 4.14, 4.15, situadas entre los reguladores de flujo 4.3 y las paredes adyacentes del
15 recipiente 4.1, salen los conductos de evacuación 4.12, 4.13, a través de los cuales se puede retirar el líquido con concentración de aniones o de cationes.

La instalación funciona con baja presión. El líquido a tratar A fluye desde la cámara de alimentación 4.10 a través de los reguladores de flujo 4.3 de la cámara de alimentación 4.10, después a través de las placas 4.4 y los dos electrodos
20 4.8 y finalmente también a través de los reguladores de flujo exteriores 4.3, y es retirado de las cámaras de salida 4.14 ó 4.15 a través de los conductos de evacuación 4.12 y 4.13.

A causa de la tensión aplicada a los dos electrodos 4.8 se producen diferencias de potencial entre las placas 4.4 individuales. De este modo se produce un efecto de selección de estas placas 4.4. Debido a la conductividad de
25 las placas 4.4, dentro de éstas el campo es prácticamente nulo. El transporte de los iones en esta área se produce fundamentalmente por la corriente. La carga de la siguiente placa 4.4 ayuda a transportar las partículas cargadas desde la placa 4.4 hacia esta siguiente placa 4.4. Estadísticamente es muy poco probable que se produzca un transporte en sentido opuesto a causa de la corriente.

La instalación de desalinización según la figura 2 presenta tres dispositivos 4, 4a y 4b que tienen en cada caso la estructura mostrada en la figura 1. El líquido salino A a tratar, como por ejemplo agua de mar, llega en primer lugar a una depuración previa mecánica 1, después a un filtro de partículas 2, cuyo tamaño de poro es menor que el de
30 las placas 4.4 y los electrodos 4.8, y finalmente a un intercambiador iónico 3, estando dispuesto éste detrás de una embocadura de un conducto de realimentación C.

Después de atravesar el intercambiador iónico 3, el agua a tratar llega a la cámara de alimentación 4.10 de la primera etapa 4 y, tal como se ha descrito con referencia a la figura 1, fluye a través de las placas 4.4 y los electrodos
35 4.8.

A través de los conductos de evacuación 4.12 y 4.13 se retira agua básica (que contiene principalmente aniones y H^+) o agua ácida (que contiene principalmente cationes y OH^-), y ésta se conduce a las otras etapas 4a y 4b. Aquí se separan de nuevo aniones y cationes, pero ya que en un dispositivo sólo hay una pequeña cantidad de aniones y en el otro solo hay una pequeña cantidad de cationes (exceptuando naturalmente H^+ y OH^-), en cada caso en una cámara de salida se obtiene agua relativamente pura (en la figura 2 la cámara de salida derecha en cada caso).
45

Los conductos de evacuación 4a.13 y 4b.13, que en consecuencia proporcionan agua F muy desalinizada, están conectados entre sí y con un intercambiador iónico 5, al que le sigue un dispositivo de tratamiento posterior 6 desde el que se puede retirar el agua desalinizada B.

Una parte de esta agua desalinizada tratada se añade a través de un conducto de recirculación C al agua a tratar A, que ya ha sido pretratada a través de la depuración previa mecánica 1 y el filtro de partículas 2, lo que permite ajustar correspondientemente la composición del líquido conducido a la cámara de alimentación 4.10 de la primera etapa 4, en particular su contenido de sales.

Los dos conductos de evacuación 4a.12 y 4b.12 de las dos etapas adicionales 4a, 4b, a través de los cuales se retira agua con concentración básica o ácida D2, E2, están conectados con una instalación de aprovechamiento de residuos
55 7, donde se obtiene agente de regeneración H para los intercambiadores iónicos y sal I, y también se puede recuperar calor G producido por ejemplo por la reacción de neutralización.

La recuperación de una parte de la energía de neutralización es un componente esencial de la invención. Una aplicación del sistema sin recuperación especial puede resultar rentable para instalaciones pequeñas sencillas a causa del bajo coste de inversión de toda la instalación y del gasto de mantenimiento mínimo.

Para las instalaciones mayores, en las que el nivel del rendimiento del procedimiento es decisivo, es indispensable
65 aprovechar la energía de neutralización. La realización más sencilla puede consistir en la utilización de los ácidos y bases formados para la regeneración de los intercambiadores de aniones y los intercambiadores de cationes.

ES 2 339 357 T3

La técnica preferente consiste en la recuperación de energía eléctrica mediante una célula electroquímica, que aprovecha la reacción de transformación de H^+ y OH^- en H_2O . Si existe una necesidad de calor, por ejemplo en combinación con una destilación, se puede utilizar de forma rentable una neutralización para la generación de calor en relación con el procedimiento concreto.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo en el que están previstos dos electrodos (4.8) conectados con polos diferentes de una fuente de
tensión continua que se sumergen en el líquido a tratar, estando hechos los electrodos (4.8) de un material poroso y
estando dispuestas entre estos electrodos (4.8) unas placas electroconductoras (4.4) de un material poroso, **caracte-
rizado** porque para la separación de aniones y cationes de un líquido salino (A), como por ejemplo agua de mar, las
placas (4.4) y los electrodos (4.8) están sujetos de forma hermética dentro de una cámara (4.1), porque entre las placas
centrales (4.4) está prevista una cámara de alimentación (4.10) para el líquido a tratar (A) sometido a presión, y porque
10 en los lados opuestos entre sí de los electrodos (4.8) están previstas cámaras de salida (4.14, 4.15), de modo que el
líquido (A) es empujado desde la cámara de alimentación (4.10) a través de las placas (4.4) de material poroso hasta
las cámaras de salida.

15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la conductividad eléctrica de las placas (4.4) es al
menos 5 veces mayor que la del agua de mar.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la fuente de tensión continua permite una
inversión de la polaridad.

20 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque entre la cámara de alimentación
(4.10) y cada electrodo (4.8) están previstas al menos tres placas (4.4) separadas en cuanto a su potencial.

25 5. Instalación para la desalinización de un líquido salino (A), **caracterizada** porque están previstos tres dispositivos
(4, 4a, 4b) según una de las reivindicaciones 1 a 4, estando conectada cada cámara de salida (4.14, 4.15) del primer
dispositivo (4) con una cámara de alimentación (4a.10, 4b.10) del segundo o el tercer dispositivo (4a, 4b).

30 6. Instalación según la reivindicación 5, **caracterizada** porque las cámaras de salida (4.14, 4.15) del segundo y el
tercer dispositivo (4a, 4b), de las que se puede retirar un líquido concentrado, están conectadas con una instalación de
aprovechamiento de residuos (7).

35 7. Instalación según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizada** porque delante de la cámara de alimentación (4.10) del
primer dispositivo (4) está conectado un intercambiador iónico (3).

8. Instalación según la reivindicación 7, **caracterizada** porque delante del intercambiador iónico (3) está conectado
un filtro de partículas (2), y en caso dado delante de éste está conectada una depuración previa (1), siendo el tamaño
de poro del filtro de partículas (2) menor que el de las placas (4.4) y electrodos (4.8).

40 9. Instalación según una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizada** porque detrás de las cámaras de salida
(4.15) del segundo y el tercer dispositivo, de las que se puede retirar un líquido desalinizado (F), está conectado un
intercambiador iónico (5) y en caso dado un dispositivo de tratamiento posterior (6).

45 10. Instalación según una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizada** porque está prevista una realimentación
parcial de líquido desalinizado (C), y en caso dado sometido a tratamiento posterior, al líquido a tratar (A).

45

50

55

60

65

