(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 346 815**

(51) Int. Cl.:
C02F 1/68 (2006.01)
C02F 1/42 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07847381 .6**
(96) Fecha de presentación : **27.11.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2094611**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para enriquecer el agua con iones magnesio.**

(30) Prioridad: **01.12.2006 DE 10 2006 058 223**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.10.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.10.2010

(73) Titular/es: **BWT INTERNATIONAL TRADING Ltd.**
Plaza Commercial Centre, Level 5
Suite 2A, Bisazza Street
1640 Sliema, MT

(72) Inventor/es: **Johann, Jurgen y**
Bissen, Monique

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para enriquecer el agua con iones magnesio.

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para enriquecer el agua, en especial el agua potable, con iones magnesio.

Para proteger las instalaciones, por las que circula el agua, por ejemplo tuberías, calentadores de agua y grifos, contra las incrustaciones y la corrosión, es habitual realizar un tratamiento del agua. Las incrustaciones se deben sobre todo a depósitos de sales de los generadores de dureza calcio y magnesio, por consiguiente, para proteger las instalaciones se suelen emplear plantas o dispositivos que reduzcan la dureza y eliminen los iones de calcio y magnesio del agua. Las plantas eliminadoras de la dureza funcionan normalmente por el principio del intercambio iónico, gracias al cual en un intercambiador iónico se sustituyen total o parcialmente los iones de calcio y de magnesio por iones de sodio o de potasio. Para proteger las instalaciones contra la corrosión pueden añadirse al agua agentes protectores anticorrosivos en forma de poli- y/o de ortofosfatos, silicatos, carbonatos y/o hidróxidos, normalmente mediante sistemas dosificadores.

Además del tratamiento del agua de las tuberías y otras instalaciones por las que circula el agua se aplican también procedimientos, en los que el tratamiento del agua se realiza directamente en el punto de toma del agua. Este tipo de tratamiento del agua directamente en el punto de toma de la misma o incluso en depósitos separados se denomina también tratamiento en el punto de uso (POU). Para ello se emplean sistemas montados directamente antes o en el mismo grifo, o bien sistemas abiertos, en los que el agua se trata en recipientes separados, normalmente garrafas.

En el punto de toma se toman aparatos de tratamiento del agua directamente en el grifo de salida o inmediatamente antes del mismo, mientras que para el tratamiento de agua en recipientes separados normalmente se emplean sistemas, en los que el agua a tratar se entrega desde arriba a un inserto o pieza superpuesta de un recipiente, desde los cuales el agua fluye seguidamente a través de un filtro fino, para separar partículas, a través de carbón activo para eliminar el cloro, sustancias provistas de sabor o de olor o también a través de un intercambiador iónico para eliminar los generadores de dureza, como son los iones de calcio y magnesio, los metales pesados y el hidrogenocarbonato (bicarbonato), para desembocar en la parte inferior del recipiente. Estos recipientes se conocen ya en el mercado con los nombres de cántaros (pitcher) o jarros (jug) y los comercializan por ejemplo las empresas Anna y Brita.

Los intercambiadores iónicos empleados en estos recipientes contienen por lo general resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas, en las que los generadores de dureza y los metales pesados del agua potable se intercambian en su mayor parte por átomos de hidrógeno del intercambiador iónico. La consecuencia de este intercambio es que el agua potable tratada tiene un pH comprendido entre 4,5 y 5, mientras que el agua potable o del grifo normal, es decir no tratada, suele tener un pH superior a 7.

Esta disminución del valor del pH tiene consecuencias cuando el agua tratada en el recipiente, como suele suceder en muchos casos, no se emplea para beber ni para cocinar, sino que se destina a preparar infusiones de agua caliente, en especial para preparar té. En el color del té influye exclusivamente el pH del agua y no las sustancias que contiene el té, por lo cual el té será de color tanto más claro, cuanto más bajo sea el pH. La causa de ello es que las hojas del té contienen catequina, clorofila y flavonoides, que son indicadores naturales del pH. Si el pH es inferior a 4, entonces el té de la infusión será incoloro. Si el agua tiene un pH superior a 7, entonces el té será más oscuro y al mismo tiempo se producirá la oxidación de los polifenoles presentes en las hojas del té. Estos a su vez reticulan formando polímeros insolubles en agua, que dan lugar a una fina película sobre la superficie del agua.

Para evitar la disminución del valor del pH se emplean por tanto para el intercambiador las resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas en una forma tamponada, en la que se encuentran acondicionadas o cargadas hasta cierto punto con iones sodio o incluso potasio, mientras que el resto permanece en forma de iones hidrógeno. De este modo, durante el intercambio no se sustituye la totalidad de la carga catiónica del agua por iones hidrógeno, sino solamente una parte, por iones sodio o potasio. El pH del agua tratada puede ajustarse con este tipo de tamponamiento a un valor superior a 6.

Sin embargo, en general se constata que a consecuencia de este tratamiento del agua potable se eliminan también en mayor o menor grado los iones magnesio, con lo cual empeora la calidad del agua potable. Por otro lado se considera que el incremento de la porción de sodio dentro del agua potable es un inconveniente, en especial cuando el agua potable tratada se emplea para la preparación de alimentos infantiles.

Por el estado de la técnica se sabe que, con intercambiadores iónicos que tengan una resina de intercambio muy ácida, se pueden sustituir los iones calcio existentes en el agua potable por iones magnesio. Por ejemplo, en el documento DE 100 20 437 A1 se describe un procedimiento para regenerar un intercambiador iónico, que tiene una resina de intercambio catiónico muy ácida, con una solución que contenga por ejemplo cloruro magnésico. Después de la regeneración, la resina de intercambio fuertemente ácida del intercambiador se halla en forma magnésica y, durante el tratamiento del agua potable, podrá ceder sus iones magnesio para que reemplacen a los iones calcio. Una vez agotada la resina de intercambio catiónico, el intercambiador puede regenerarse de nuevo con una solución que contenga cloruro magnésico.

Sin embargo, a diferencia de una resina de intercambio catiónico muy ácida, una resina de intercambio catiónico débilmente ácida no podrá regenerarse con una solución salina, por ejemplo con cloruro magnésico. Las resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas, por ejemplo las empleadas en forma cálcica para reducir la dureza del agua, es decir, que sustancialmente están cargadas hasta el 100% de su capacidad de intercambio iónico con iones calcio, se agotan y solamente pueden regenerarse con ácidos. La causa de ello es que las resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas tienen por lo general grupos carboxilo como iones fijos o como grupos activos en el intercambio, sobre dichos grupos están unidos los iones calcio en forma cálcica. Por tanto, los iones calcio están presentes en una forma poco disociada dentro del intercambiador iónico y solamente podrán disociarse en un medio ácido y reemplazarse por los iones hidrógeno del ácido. Después de la regeneración con un ácido, el intercambiador estará de nuevo en forma de iones hidrógeno, es decir, estará cargado sustancialmente hasta el 100% de su capacidad de intercambio iónico con iones hidrógeno.

Las resinas de intercambio iónico débilmente ácidas pueden acondicionarse después de la regeneración con un ácido para otra operación de tratamiento, para ello se convierten por ejemplo con hidróxido sódico o potásico en la forma sódica o potásica, con lo cual en lugar de iones hidrógeno estarán cargadas con iones sodio o potasio.

Por el estado de la técnica se conoce también que las resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas acondicionadas pueden utilizarse para eliminar del agua a otros cationes, por ejemplo iones de metales pesados o iones de generadores de dureza. Para ello, los iones de metales pesados o de generadores de dureza se sustituyen por iones sodio o potasio. Sin embargo, si una resina de intercambio catiónico débilmente ácida se halla en forma cálcica, entonces ya no es posible el intercambio de cationes, exceptuados los iones hidrógeno.

Partiendo de ello, el objetivo de la presente invención consiste en desarrollar un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento del agua y en especial para el tratamiento del agua potable, que no tengan los inconvenientes antes descritos y permitan el enriquecimiento del agua con iones magnesio.

Este objetivo se alcanza según la invención con las características de las reivindicaciones 1 y 14, por el hecho de que se hace circular el agua por un intercambiador iónico, que contiene un material de intercambio iónico débilmente ácido y con preferencia una resina de intercambio catiónico débilmente ácida, que tiene por lo menos una parte de su capacidad de intercambio iónico cargada o enriquecida con iones magnesio.

En el marco de la presente invención se entiende por material de intercambio iónico débilmente ácido o resina de intercambio catiónico débilmente ácido un material como el descrito entre otros en Hartinger, Ludwig, “Handbuch der Abwasser- und Recyclingtechnik für die metallverarbeitende Industrie”, editorial Carl Hanser, Munich, Viena, 1991. Según el apartado 5.2.3.3 de este manual, en las resinas de intercambio iónico cabe distinguir en primer lugar entre intercambiadores catiónicos y aniónicos, en función de los grupos activos para el intercambio que la resinas contengan. Estos grupos pueden seguir diferenciándose, dividiendo los intercambiadores catiónicos en muy ácidos y débilmente ácidos y los intercambiadores aniónicos en muy básicos y débilmente básicos, que durante las reacciones de intercambio se comportarán por tanto como ácidos fuertes o débiles o como bases fuertes o débiles. Por consiguiente, los intercambiadores catiónicos débilmente ácidos se comportan como ácidos débiles y como tales dan lugar a una forma en su mayor parte no disociada, sobre la que apenas pueden adsorberse otros cationes.

Sin embargo ahora se ha constatado de modo sorprendente que mediante un intercambiador catiónicos débilmente ácido, cargado con iones magnesio, ya es posible realizar el intercambio de los iones magnesio por iones de calcio o incluso por otros iones de metales pesados.

Este hecho es sorprendente por cuanto los metales alcalinotérreos calcio y magnesio están provistos de propiedades muy parecidas y por ello se podría concluir en realidad que los iones magnesio, al igual que los iones calcio, formarán complejos con los grupos carboxilo activos para el intercambio de las resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas y por consiguiente que están presentes en forma no disociada en la matriz de iones fijos del intercambiador catiónico débilmente ácido. Esta conclusión es verosímil por el hecho ya conocido en el caso de los detergentes de que, para evitar los depósitos con los carboxilatos se provoca una complejación tanto de los iones de calcio como de los de magnesio, ya que ambos tipos de iones muestran un comportamiento similar en la complejación. Sin embargo, esto significaría que no sería posible el intercambio de los iones magnesio del intercambiador catiónico por otros cationes, excluidos los iones de hidrógeno.

No obstante se ha podido demostrar que tal intercambio es posible con el procedimiento de la invención y el dispositivo de la invención, que puede aprovechar según una forma preferida de ejecución de la invención para el tratamiento del agua potable, con el fin de conseguir el enriquecimiento simultáneo del agua con los iones de magnesio y una disminución de los iones de calcio y/o de los iones de metales pesados en el agua.

Durante las investigaciones se ha constatado que los iones magnesio de un intercambiador catiónico débilmente ácido están presentes en una forma mucho más disociada que los iones de calcio, es decir, a diferencia de los iones de calcio no contraen ninguna unión fuerte con los grupos carboxilo del intercambiador catiónico débilmente ácido. Por consiguiente, para la reacción de intercambio o bien para la regeneración del intercambiador catiónico no se requiere ácido alguno para la disociación de los iones magnesio, de modo que un intercambiador catiónico débilmente ácido cargado con iones magnesio es capaz de intercambiar sus iones magnesio por otros cationes que se hallan en el agua, por ejemplo iones de calcio, de cobre o de plomo. Cuando se emplea un intercambiador catiónico débilmente ácido de

este tipo en forma magnesio para el tratamiento de agua potable tiene lugar un enriquecimiento del agua potable con iones magnesio, que reemplazan total o parcialmente a los demás cationes existentes en el agua sin tratar, por ejemplo iones de calcio, de cobre o de plomo.

De este modo es posible fundamentalmente convertir totalmente el material del intercambiador catiónico débilmente ácido en la forma magnésica, en la que el material de intercambio iónico está cargado esencialmente hasta el 100% de su capacidad de intercambio iónico con iones magnesio. En este caso, durante la reacción de intercambio se reemplazan casi todos los cationes existentes en el agua potable por iones magnesio del intercambiador, con lo cual puede alcanzarse la concentración máxima de iones magnesio en el agua potable. En el estado de carga completa con magnesio tiene lugar el reemplazo sin un desplazamiento apreciable del valor del pH.

Un intercambiador iónico que tenga un material de intercambio catiónico de este tipo cargado con iones magnesio puede utilizarse con ventaja para el tratamiento de las llamadas aguas yesosas, es decir, agua que llevan un contenido elevado de calcio y de sulfato. Estas aguas pueden provocar precipitados y depósitos fuertes de sulfato de calcio, muy poco soluble, en las tuberías, calentadores de agua y otras instalaciones por las que circula el agua. Pero, reemplazando por el procedimiento de la invención los iones calcio existentes en el agua por iones magnesio, entonces el agua tratada contendrá sulfato magnésico fácilmente soluble en lugar del sulfato cálcico difícilmente soluble y se reducirá considerablemente el peligro de precipitados y depósitos.

Si se emplea el procedimiento de la invención en el punto de uso (POU), una forma preferida de ejecución prevé cargar con iones magnesio solamente una parte de la capacidad de intercambio iónico del intercambiador catiónico débilmente ácido. Es cierto que un intercambiador catiónico débilmente ácido cargado solo en parte con iones magnesio reemplazará solo una parte de los iones calcio existentes en el agua por iones magnesio, pero eliminará también de forma casi completa todos los metales pesados y permitirá además ajustar el pH del agua tratada al valor deseado, situado por debajo de 7. Por otro lado, de este modo puede reducirse el período de tiempo requerido para cargar el material del intercambiador.

El pH del agua tratada depende del grado de carga del material del intercambiador iónico con iones magnesio o del grado de carga con iones hidrógeno, por lo tanto, por ejemplo un pH favorable para la preparación del té que se sitúe por debajo de 7,0 o, con preferencia, en torno a 6,5, podrá ajustarse cargando de modo conveniente el material de intercambio iónico débilmente ácido dentro del intervalo del 30 al 70% y en especial del 50 al 60% de su capacidad de intercambio iónico con iones magnesio, dejando el resto del material de intercambio iónico en forma de iones hidrógeno, de modo que en consecuencia del 70 al 30% y en especial del 60 al 50% de su capacidad de intercambio iónico esté cargado con iones hidrógeno. En esta situación, el agua potable tratada se enriquecerá con iones magnesio, mientras que al mismo tiempo el pH será inferior al de un material de intercambio iónico completamente cargado con iones magnesio.

Para el agua potable es ventajoso que el pH del agua tratada sea superior a un valor de 6,5, porque la concentración de magnesio en el agua tratada aumentará tanto más, cuanto más elevado sea el pH.

La primera carga del intercambiador catiónico débilmente ácido con iones magnesio o su regeneración se realiza con preferencia mediante una suspensión de óxido de magnesio, en la que se sumerge el intercambiador catiónico y se agita durante algún tiempo con la suspensión.

A continuación se describe la invención mediante un ejemplo de ejecución ilustrado con una figura, dicha figura única representa un dispositivo de enriquecimiento del agua potable con iones magnesio.

El dispositivo representado en la figura consta fundamentalmente de un recipiente 1 abierto hacia arriba y de un inserto 2 para filtrar y tratar el agua potable, que está colgado del extremo frontal superior ampliado del recipiente 1.

El inserto 2 consta fundamentalmente de una parte superior ampliada hacia arriba 3 y una parte inferior vertical, fundamentalmente cilíndrica, en forma de un cartucho 4 que se aloja en la parte superior 3 y puede sustituirse por otro nuevo, dicho cartucho está provisto en su cara frontal superior de un orificio de entrada 5 y por su cara frontal inferior de un gran número de orificios de salida 6. El cartucho 4 ocupa desde arriba un orificio de encaja redondo del fondo 7 de la pieza superior 3 y está unido mediante una junta redonda 8 con dicha pieza superior 3, de modo que no pueda escapar nada de agua de la pieza superior 3 sin pasar por el cartucho 4 para llegar al interior del recipiente 1. La pieza superior 3 forma un acumulador de agua potable a tratar, una vez llenada la pieza superior 3, el agua atraviesa por gravedad a través del cartucho 4 y se recoge en el recipiente 1. El cartucho 4 contiene un intercambiador iónico en forma de relleno de una resina de intercambio catiónico débilmente ácida, cargada con iones magnesio, de modo que con el paso del agua a través del cartucho 4 se reemplazan los iones de calcio y los iones de metales pesados del agua sin tratar por iones de magnesio de la resina de intercambio catiónico y, de este modo, el agua tratada sale enriquecida con iones magnesio. En el extremo superior e inferior del cartucho 4 está dispuesto en cada caso un filtro fino 10 y 11, que impide la entrada de las impurezas en forma de partículas, que pueda contener el agua sin tratar, en el intercambiador iónico 8 o bien la salida de sólidos del cartucho 4 a través de los orificios de salida 6 hacia el recipiente 1.

En las pruebas de tratamiento de agua con un recipiente similar se ha empleado como intercambiador iónico 9 de la pieza inferior 4 del inserto 2 un intercambiador catiónico de la empresa Lanxess del tipo S 8227, que se ha cargado previamente con iones magnesio, de modo que aprox. el 60% de su capacidad de intercambio iónico esté ocupada por iones de magnesio y el resto de su capacidad esté ocupado por iones de hidrógeno.

Para cargar la resina del intercambiador catiónico débilmente ácido con iones magnesio se introduce la resina de intercambio existente en forma de iones hidrógeno de modo discontinuo en una suspensión acuosa de óxido de magnesio (MgO) y se agita durante varias horas en la suspensión.

Para los ensayos siguientes se pone en contacto el intercambiador catiónico con aguas del grifo que contienen iones de calcio y magnesio y también iones de cobre en diferentes concentraciones. Antes y después del paso del agua del grifo por el intercambiador catiónico se determina su contenido de iones de calcio y de magnesio y también de iones de cobre, con el fin de constatar el éxito en el enriquecimiento del agua potable con iones magnesio o el éxito en la eliminación de los iones de metales pesados.

En las tabla 1 y 2 se recogen los resultados de las pruebas realizadas con dos aguas potables distintas en lo que respecta al enriquecimiento de las mismas con iones magnesio y la variación del pH y del contenido de iones de calcio, indicándose el pH y la concentraciones de los iones de Ca^{++} y de Mg^{++} tanto en la entrada como en la salida del intercambiador en función del volumen de agua tratado.

TABLA 1

	entrada al intercambiador iónico			salida del intercambiador iónico		
volumen de agua en litros	pH	Ca^{++} en ppm	Mg^{++} en ppm	pH	Ca^{++} en ppm	Mg^{++} en ppm
2	7,6	115	16,0	6,7	14,1	13,8
8	7,6	113	17,4	6,3	15,7	24,2
14	7,6	112	15,6	6,3	18,0	25,6
26	7,6	111	15,1	6,5	29,1	29,8
38	7,6	112	14,7	6,6	40,2	29,3
71	7,6	114	14,9	7,0	84,1	20,9
106	7,6	114	14,2	7,1	91,3	18,0
126	7,6	114	14,2	7,2	97,8	16,1

TABLA 2

	entrada al intercambiador iónico			salida del intercambiador iónico		
volumen de agua en litros	pH	Ca^{++} en ppm	Mg^{++} en ppm	pH	Ca^{++} en ppm	Mg^{++} en ppm
2	7,4	80,4	8,78	6,7	7,8	0,3
5	7,4	68,2	5,20	6,4	9,2	10,5
10	7,4	63,7	3,77	6,4	11,8	14,0
21	7,4	63,5	3,83	6,5	15,5	15,7
61	7,5	62,9	3,92	6,8	32,6	12,8
106	7,5	69,4	5,31	6,9	39,6	14,8
123	7,4	69,6	5,94	6,9	50,3	9,9

De las tablas 1 y 2 se desprende que, durante la circulación del agua a través del intercambiador iónico, una parte de los iones calcio que contiene dicha agua se reemplaza por iones magnesio procedentes de la resina de intercambio catiónico débilmente ácida. Con ello, la concentración de iones magnesio en el agua tratada se sitúa claramente por encima de la concentración de iones magnesio en el agua sin tratar. Se observa además que el pH del agua después de su paso por el intercambiador iónico se sitúa por lo menos en 6,3, por lo cual el agua tratada que sale del intercambiador iónico es especialmente indicada para la preparación del té.

En la tabla 3 se recogen los resultados de otras pruebas realizadas con agua del grifo, relativas a la disminución de su contenido de iones de cobre en la misma, en el enriquecimiento de iones magnesio en el agua y la variación del contenido de iones de calcio, indicándose la concentración de los iones de Ca^{++}, Mg^{++} y Cu^{++} en la entrada y en la salida del intercambiador iónico en función del volumen de agua tratado.

TABLA 3

	entrada al intercambiador iónico			salida del intercambiador iónico		
volumen de agua en litros	Ca^{++} en ppm	Mg^{++} en ppm	Ca^{++} en ppm	Ca^{++} en ppm	Mg^{++} en ppm	Ca^{++} en ppm
3	116	23,4	2,09	22,9	26,0	0,11
16	118	24,8	2,19	59,0	35,0	0,13
40	119	24,7	2,13	83,2	27,9	0,24

De la tabla 3 se desprende que la resina del intercambio catiónico débilmente ácida cargada con magnesio es capaz de reemplazar más del 90% de los iones de cobre existentes en agua por iones hidrógeno o por iones magnesio.

En otros estudios se ha constatado que esto se cumple también en el caso de otros iones de metales pesados, por ejemplo en el caso de iones de plomo, que también se reemplazan por iones de magnesio.

Resumiendo se puede decir que un intercambiador iónico provisto de una resina de intercambio catiónico débilmente ácida cargada con iones magnesio permite eliminar no solo los iones de calcio sino también los iones de metales pesados existentes en el agua sin tratar y reemplazarlos por iones de magnesio.

A diferencia de un intercambiador iónico con una resina de intercambio catiónico débilmente ácida en forma de iones de hidrógeno, que solamente reemplaza aquellos cationes que equivalen estequiométricamente a los iones de hidrogenocarbonato, ahora se intercambian además los cationes de los sulfatos, nitratos y cloruros correspondientes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el enriquecimiento del agua potable con iones magnesio, en el que se hace circular el agua por un intercambiador iónico (9), que contiene un material de intercambio iónico débilmente ácido, que está cargado con iones magnesio por lo menos en una parte de su capacidad de intercambio, **caracterizado** porque el material de intercambio iónico está cargado con iones hidrógeno en el intervalo comprendido entre el 70 y el 30% de su capacidad de intercambio iónico.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque como material de intercambio iónico se emplea una resina de intercambio catiónico débilmente ácida.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque se quitan el agua los iones de calcio y se reemplazan por iones de magnesio.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material de intercambio iónico está cargado con iones de magnesio en el intervalo comprendido entre el 70 y el 30% de su capacidad de intercambio iónico.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el agua se filtra antes y/o después de su circulación por el intercambiador iónico.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el pH del agua se ajusta con la carga de los iones magnesio a un valor de 6,0 ó más, con preferencia de 6,5 ó más.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el pH del agua se ajusta con la carga de iones magnesio a un valor de 7,5 ó menos, con preferencia de 7,0 ó menos.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el agua se introduce en el recipiente (1) por arriba, circulando seguidamente a través del intercambiador iónico (9).

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el agua se emplea para la preparación de bebidas calientes, en especial de té.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material de intercambio iónico se regenera con una suspensión de óxido de magnesio y agua.

11. Dispositivo para enriquecer el agua con iones magnesio en un intercambiador iónico (9) por el que puede circular agua, que contiene un material de intercambio iónico ligeramente ácido, que está cargado con iones de magnesio por lo menos en una parte de su capacidad de intercambio iónico, **caracterizado** porque el material de intercambio iónico está cargado con iones hidrógeno en un intervalo comprendido entre el 70 y el 30% de su capacidad de intercambio iónico.

12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado** porque el material de intercambio iónico es una resina de intercambio catiónico débilmente ácida.

13. Dispositivo según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado** porque el material de intercambio iónico está cargado con iones de magnesio en el intervalo comprendido entre el 30 y el 70% de su capacidad de intercambio iónico.

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones de 11 a 13, **caracterizado** porque el intercambiador iónico (9) contiene un lecho de material de intercambio iónico débilmente ácido.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones de 11 a 14, **caracterizado** por un filtro (10, 11) dispuesto antes y/o después del material de intercambio iónico en la dirección de circulación del agua por el intercambiador iónico (9).

16. Dispositivo según una de las reivindicaciones de 11 a 15, **caracterizado** porque el intercambiador iónico (9) está configurado como parte de un cartucho (4), con preferencia para el uso en un recipiente de agua potable (1).

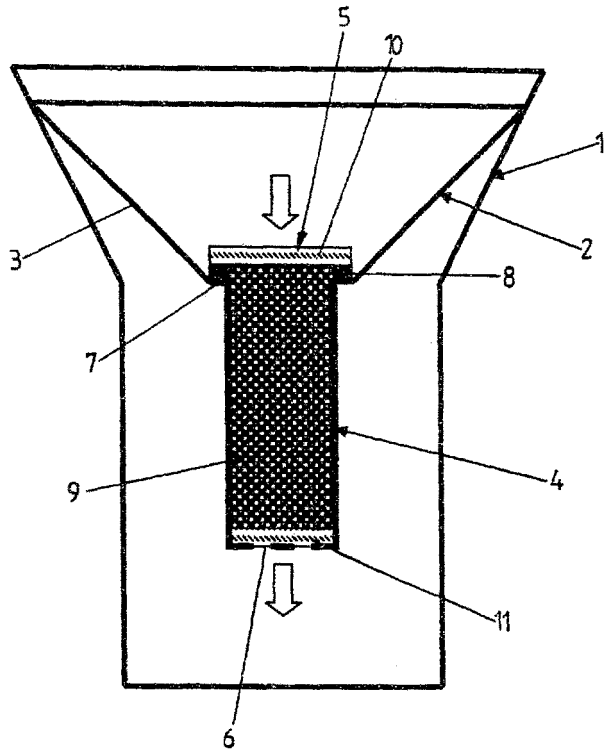


Fig. 1