

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 658**

51 Int. Cl.:

F22B 1/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2022** **E 22157010 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024** **EP 4230907**

54 Título: **Humidificador de vapor de electrodo y método para su funcionamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.12.2024

73 Titular/es:

HYGROMATIK GMBH (100.0%)
Lise-Meitner-Strasse 3
24558 Henstedt-Ulzburg, DE

72 Inventor/es:

LÜTKEMANN, MICHAEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 992 658 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

Humidificador de vapor de electrodo y método para su funcionamiento

La invención se refiere a un humidificador de vapor de electrodo y a un método para operar el mismo, así como a un producto de programa informático adecuado para ejecutar el método.

5 Los humidificadores de vapor de electrodos conocidos comprenden un cilindro de vapor con electrodos que sobresalen en el mismo. Si está suficientemente lleno de agua del grifo, una tensión eléctrica suficiente aplicada al electrodo conducirá a un flujo de corriente a través del agua que finalmente conducirá a hervir el agua, generando así vapor. La disminución del nivel de agua debida al vapor extraído se equilibra rellenando agua del grifo hasta un nivel prescrito, típicamente de una manera intermitente una vez que el nivel de agua ha disminuido hasta cierto punto. Aparte de un posible sensor de nivel de llenado máximo que limita la entrada de agua al nivel prescrito, el nivel de agua dentro del cilindro de vapor se regula generalmente en base a la energía eléctrica consumida por la generación de vapor.

Los humidificadores de vapor de electrodos con una entrada de agua son conocidos, p. ej., a partir de los documentos WO 2021/057292 A1, CN 101 216 199 A, CN 108 195 010 B.

15 Debido a que el vapor generado es puro y las sustancias minerales disueltas originalmente en el agua del grifo permanecen en el cilindro de vapor, aumenta la concentración de dichas sustancias minerales en el agua dentro del cilindro de vapor. Aunque las sustancias minerales disueltas son esenciales para que funcionen los humidificadores de vapor de electrodo, ya que proveen la conductividad requerida, el aumento de dicha concentración de mineral tiene algunas desventajas graves. Dado que el aumento de la concentración de mineral conduce a un aumento de la conductividad del agua, esto conduce a una corrosión aumentada de los electrodos y a una formación aumentada de incrustaciones de cal.

20 Para mantener estas desventajas bajo control y para garantizar la operabilidad de los humidificadores de vapor de electrodo, el cilindro de vapor tiene que drenarse completamente de manera regular para que el agua altamente salina se intercambie con agua del grifo fresca. Los residuos minerales que precipitan también deben eliminarse regularmente, p. ej., durante el proceso de drenaje o durante ciclos de mantenimiento regulares.

25 Es un objeto de la presente invención proveer un humidificador de vapor de electrodo, un método para operar un humidificador de vapor de electrodo y un producto de programa informático correspondiente, donde estas desventajas se mitigan al menos.

Este objeto se resuelve mediante un humidificador de vapor de electrodo, un método así como un producto de programa informático según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

30 La invención se refiere, por lo tanto, a un humidificador de vapor de electrodos que comprende un recipiente de vapor con una primera entrada de agua para agua mineralizada y al menos dos electrodos dispuestos para ser sumergidos al menos parcialmente en agua llenada por encima de un nivel de llenado mínimo, en donde los electrodos se suministran con una tensión eléctrica de modo que al menos uno de los electrodos tiene un potencial diferente del del otro(s) electrodo(s) para provocar un flujo de corriente eléctrica en el agua, en donde el recipiente de vapor comprende una segunda entrada de agua para agua desmineralizada y medios para evaluar la conductividad del agua contenida dentro del recipiente de vapor, en donde el flujo a través de ambas entradas de agua para rellenar el recipiente de vapor se controla mediante un controlador basado en la conductividad evaluada para obtener o mantener una conductividad deseada.

40 Además, la invención se refiere a un método para operar un humidificador de vapor de electrodo, en donde se evalúa la conductividad del agua dentro del recipiente de vapor del humidificador de vapor y se ajusta la conductividad del agua introducida en el recipiente de vapor para su reabastecimiento de modo que la mezcla de agua resultante en el recipiente de vapor tenga una conductividad deseada.

45 La invención también se refiere a un producto de programa informático que comprende partes de programa que están diseñadas, cuando se cargan en un controlador digital conectado a los sensores y accionadores requeridos de al menos un humidificador de vapor de electrodo, para ejecutar el método de la invención.

Antes de explicar la invención en detalle, se proveen algunas definiciones de términos usados en el contexto con la presente invención.

50 Los electrodos tienen "diferente potencial" si su potencial eléctrico no es general e intencionadamente el mismo, lo cual se explica por sí mismo para tensiones continuas que se aplican a los electrodos. En caso de aplicar una tensión alterna o multifase a los electrodos de un humidificador de vapor de electrodos, los electrodos se consideran todavía como potenciales diferentes, incluso si durante un ciclo el potencial eléctrico puede ser momentáneamente el mismo pero es diferente para la mayor parte del ciclo.

La presente invención ha reconocido que rellenar selectivamente agua con diferentes grados de pureza permite un cierto control sobre la conductividad del agua contenida dentro de un humidificador de vapor de electrodo, que, como resultado, puede hacerse funcionar con alta eficiencia durante ciclos de funcionamiento más largos de lo que es posible con un humidificador de vapor de electrodo conocido. En particular, los ciclos de mantenimiento de los humidificadores de vapor de electrodos según la invención pueden extenderse significativamente en comparación con lo que es común en el estado actual de la técnica, ya que la degradación de los electrodos, así como la precipitación de mineral, pueden reducirse significativamente manteniendo un nivel prescrito de mineralización del agua dentro del recipiente de vapor.

Para lograr esto, un controlador controla el flujo de entrada de agua mineralizada (como, por ejemplo, agua del grifo) y agua desmineralizada para garantizar que se obtenga o se mantenga una conductividad deseada del agua contenida dentro del recipiente de vapor al menos dentro de un cierto intervalo de tolerancia, para contrarrestar los efectos de las extracciones de vapor (generalmente aumentando la conductividad) y la precipitación de mineral (generalmente disminuyendo la conductividad). El flujo de entrada total, así como la relación de mezcla del flujo de entrada de agua mineralizada y desmineralizada, se basa en la conductividad, que se evalúa para el agua ya presente en el recipiente de vapor.

Se ha descubierto que la conductividad puede ser evaluada hasta un nivel suficientemente preciso observando la respuesta del sistema a ciertos cambios en el estado del sistema, teniendo en cuenta ciertas constantes del sistema y, si fuera necesario, ciertas presunciones. Para ello, se prefiere que los medios para evaluar la conductividad del agua contenida dentro del recipiente de vapor comprendan un módulo observador capaz de observar diversos parámetros de funcionamiento del humidificador de vapor de electrodo que sean suficientes para evaluar dicha conductividad. Dicho módulo observador puede estar integrado en el controlador.

Por ejemplo, si el recipiente de vapor se llena por primera vez con agua mineralizada solamente a través de la primera entrada de agua o una mezcla prescrita de agua mineralizada y desmineralizada a través de ambas entradas de agua hasta un nivel prescrito, la respuesta del sistema a la aplicación de una tensión eléctrica prescrita a los electrodos puede considerarse como la respuesta de referencia deseada.

La respuesta del sistema puede observarse midiendo las corrientes eléctricas resultantes de aplicar la tensión eléctrica prescrita. Con el tiempo, el sistema mostrará en primer lugar un aumento de la conductividad, visible como un aumento de las corrientes eléctricas mientras el agua se calienta hasta hervir. Posteriormente, debido a que el agua se evapora, el nivel de agua dentro del recipiente de vapor bajará lentamente, dando como resultado una reducción de las superficies de electrodo sumergidas en el agua y una disminución posterior de las corrientes eléctricas. El reabastecimiento del recipiente de vapor con agua con la conductividad inicial (p. ej., usando solo agua de la primera entrada o de ambas entradas en la relación de mezcla usada inicialmente) una vez que las corrientes eléctricas alcanzan un umbral inferior, dará como resultado un nuevo aumento de las corrientes eléctricas, dependiendo de la temperatura del agua entrante, primero posiblemente debido al rellenado, luego debido al aumento de temperatura posterior provocado por la corriente eléctrica que fluye a través del agua. Por supuesto, dependiendo de la selección del umbral inferior, el reabastecimiento de agua puede aproximarse a un flujo continuo de agua.

Dado que los cambios en la mineralización del agua dentro del recipiente de vapor y, por lo tanto, en su conductividad, durante el primer o los primeros pocos ciclos como se ha descrito, son despreciables, la respuesta del sistema en este primer o primeros pocos ciclos iniciales puede considerarse como una respuesta de referencia. Esta respuesta de referencia puede almacenarse, p. ej., digitalmente, como datos de respuesta de referencia y ser accesible por el controlador y/o el módulo observador.

Suponiendo que los parámetros ambientales y del sistema relevantes permanecen constantes, como, por ejemplo, la concentración de mineral en el agua mineralizada y desmineralizada en la primera y segunda entradas, así como la temperatura de cualquier agua entrante, cualquier desviación determinable de la respuesta de referencia durante la operación apunta a un cambio en la conductividad del agua dentro del recipiente de vapor.

En ese punto, la relación de mezcla de agua mineralizada y desmineralizada para rellenar el recipiente de vapor puede ajustarse sistemáticamente para mover la conductividad global del agua dentro del recipiente de vapor hacia la conductividad en la que se basa la respuesta de referencia. La modificación de la radio mixta puede estar prescrita, p. ej., por medio de una curva característica accesible para el controlador y/o módulo observador, p. ej., almacenada digitalmente, o por medio de ecuaciones matemáticas. También puede derivarse de una modelización del sistema.

Aunque, como se ha indicado, es posible determinar individualmente la respuesta de referencia para cada humidificador de vapor de electrodo en su entorno operativo previsto, es, por supuesto, también posible proveer al controlador y/o módulo observador datos de respuesta de referencia creados previamente. Los datos de respuesta de referencia para un humidificador de vapor de electrodo específico y/o su entorno operativo pueden calcularse o seleccionarse de un catálogo de datos de respuesta de referencia adecuado basado en ciertos parámetros, p. ej., el diseño estructural del humidificador de vapor de electrodo, especialmente con respecto al número y a la disposición de los electrodos, o la concentración de mineral del agua alimentada a través de la primera entrada de agua.

Además, también es posible que el controlador comprenda y/o que el algoritmo de aprendizaje automático del módulo observador determine, a lo largo del tiempo y, p. ej., comenzando con una curva característica prescrita para el ajuste de la relación de mezcla de agua mineralizada y desmineralizada, los ajustes de mezcla más adecuados en caso de desviaciones de la respuesta de referencia.

5 Aunque es posible, como se ha explicado, controlar la conductividad del agua dentro del recipiente de vapor únicamente evaluando las respuestas del sistema durante el funcionamiento con suficiente precisión, el control de conductividad puede mejorarse adicionalmente confiando en información adicional del sensor, reduciendo así la dependencia de valores determinados o supuestos indirectamente. Dicha información adicional del sensor puede ser alimentada al módulo observador y considerada cuando se evalúa cualquier respuesta actual del sistema en
10 comparación con una respuesta de referencia. Potencialmente, también es posible tener todos los parámetros relevantes para evaluar directamente la conductividad del agua contenida dentro del recipiente de vapor recogida por sensores adecuados. En este caso, el módulo observador puede omitirse y todos los valores medidos son procesados directamente por el controlador.

15 El humidificador de vapor de electrodo puede comprender preferiblemente un electrodo sensor que indica que el nivel de agua dentro del recipiente de vapor está en o por encima de un nivel prescrito. Para ello, la punta del electrodo sensor está dispuesta en el nivel prescrito, en donde el valor de detección del sensor depende de que la punta del sensor esté sumergida en el agua o por encima del nivel del agua. Tales electrodos sensores son generalmente conocidos en la técnica anterior y ya se usan, p. ej., como indicadores de nivel máximo de agua.

20 Cualquier conmutación entre estos dos estados de detección del electrodo sensor puede ser interpretada por el controlador como una señal de que el nivel de agua dentro del recipiente de vapor ha alcanzado o está en el nivel prescrito, o es menor que dicho nivel. Cualquier desviación de la respuesta de referencia esperada del sistema con este nivel de agua específico puede interpretarse entonces como causada por otros cambios en el sistema como, por ejemplo, un cambio en la conductividad del agua.

25 El electrodo sensor está configurado preferiblemente para detectar el nivel de agua al nivel al que se debe rellenar regularmente el recipiente de vapor, cuando se compensan las pérdidas de agua debidas a la generación de vapor. El electrodo sensor puede usarse entonces también como un indicador para detener cualquier flujo de entrada de agua a través de las entradas de agua, sin afectar su función descrita anteriormente.

30 Aunque el electrodo sensor funciona de manera fiable en la mayoría de los casos, la calidad del agua que se va a usar en el humidificador de vapor de electrodo, especialmente la calidad del agua mineralizada en la primera entrada de agua, en ciertas circunstancias puede dar como resultado la formación de espuma dentro del recipiente de vapor, especialmente durante el reabastecimiento o cuando el agua está hirviendo. Dado que la espuma puede conducir a lecturas incorrectas del electrodo sensor, se prefiere que además o como alternativa a un electrodo sensor, se pueda proveer un detector del nivel de agua que, preferiblemente, no sea o al menos sea menos susceptible a errores de lectura debidos a la espuma. Un detector de nivel de agua - en contraste con un electrodo sensor - no solo es capaz
35 de detectar si el nivel de agua está por debajo o por encima de un nivel prescrito, sino que es capaz de determinar cualquier nivel de agua dentro de su intervalo de medición. Puede ser uno o más contactos de lengüeta accionados por un cuerpo de flotación en un recipiente separado en comunicación con el vapor, o un sensor capacitivo del nivel del agua, p. ej., como se describe en el documento DE 20 2016 005 944 U1. Con el fin de evitar o al menos reducir cualquier posible interferencia de, p. ej., la formación de espuma en un detector de nivel de agua, dicho detector puede
40 estar situado en un recipiente separado del recipiente de vapor, en donde dichos recipientes forman recipientes de comunicación. En tal configuración, la formación de espuma o cualquier otro efecto que ocurra cuando se hierve agua que pueda afectar la precisión de medición de un sensor de nivel de agua generalmente se limita al recipiente de vapor y el sensor de nivel de agua ubicado en el recipiente separado no se ve afectado.

45 En una realización preferida, se puede proveer un sensor de conductividad en el recipiente de vapor o en un recipiente que se comunica con el mismo. El sensor está situado preferiblemente en una posición que está por debajo de los niveles de agua típicos durante el funcionamiento normal del humidificador de vapor de electrodo. Al proveer un sensor de conductividad, la conductividad del agua no necesita determinarse indirectamente midiendo las corrientes eléctricas resultantes de aplicar la tensión eléctrica prescrita a los electrodos, lo cual puede ser más susceptible a errores que una medición de conductividad directa, p. ej., desgaste de los electrodos.

50 De manera alternativa, o adicional, también se puede proveer un sensor de conductividad en una o ambas entradas de agua y/o en una posición, donde las dos entradas separadas se unen para proveer un flujo de entrada combinado de agua ya mezclada. Con un sensor de conductividad en el flujo de entrada, la calidad del agua mineralizada, del agua desmineralizada y/o la mezcla de las mismas puede ser observada y tenida en cuenta por el controlador, p. ej., ajustando el flujo de entrada a través de ambas entradas para obtener la conductividad deseada de la mezcla de agua.

55 Preferiblemente, los electrodos y/o sus números están optimizados para permitir que el humidificador de vapor de electrodo permita que la conductividad del agua sea lo más baja posible. Un número preferido de electrodos para una salida de vapor de hasta 15 kg/h es 3, para una salida de vapor de 20 a 65 kg/h se prefieren 6 electrodos. La superficie de los electrodos como una función de la corriente nominal es preferiblemente de entre 5 y 30 cm²/A, más preferiblemente de entre 10 y 20 cm²/A para electrodos de superficie completa, o preferiblemente de entre 5 y 25

5 cm²/A, más preferiblemente de entre 5 y 15 cm²/A para electrodos de malla, siendo preferidos, sin embargo, los electrodos de superficie completa. La distancia superficial entre dos electrodos adyacentes con potenciales diferentes es preferiblemente de entre 25 y 50 mm para una diferencia de potencial nominal máxima de 400 V (p. ej., que se produce con corrientes alternas), de entre 15 y 35 mm para una diferencia de potencial nominal máxima de 200 V, o de entre 50 y 80 mm para una diferencia de potencial nominal máxima de 690 V.

10 El humidificador de vapor de electrodo puede comprender válvulas motorizadas o solenoides en la primera y/o la segunda entradas de agua que son controlables por el controlador. Alternativamente, en caso de que el agua desmineralizada provenga de un dispositivo de tratamiento de agua externo, el humidificador de vapor de electrodo puede comprender una interfaz con el dispositivo de tratamiento de agua externo conectado a la segunda entrada de agua para controlar la salida de agua desmineralizada del dispositivo de tratamiento de agua.

15 Como ya se ha explicado, la aplicación de tensión eléctrica a los electrodos conducirá a corrientes eléctricas dentro del agua que calentarán el agua y cambiarán así su conductividad. Las corrientes eléctricas también se elevarán hasta que el agua esté hirviendo y se consiga un máximo en la producción de vapor. Una vez que hierve, se extrae vapor, que disminuye el nivel de agua en el recipiente de vapor y posteriormente disminuye la producción de vapor. Una vez que se ha rellenado el recipiente de vapor, el ciclo comienza de nuevo con un aumento en la producción de vapor hasta su máximo. Típicamente, en humidificadores de vapor de electrodos conocidos que dependen del diseño real, estas variaciones en la producción de vapor durante un ciclo de reabastecimiento completo pueden ser de hasta ±2,5 % o incluso ±10 % alrededor de un punto de ajuste dado, ya sea predefinido por la configuración estructural de los humidificadores de vapor de electrodos o predeterminado estableciendo varios parámetros de proceso, como
20 tensión, corrientes máximas y/o potencia.

Para reducir dichas variaciones, el controlador está configurado preferiblemente para controlar la producción de vapor del humidificador de vapor de electrodo de manera más fina.

25 Para ello, el controlador puede configurarse para regular la energía eléctrica que se conduce a través de los electrodos. Especialmente, el controlador puede limitar o mitigar el aumento de corriente eléctrica debido a un aumento de la conductividad del agua para regular la generación de vapor. De esta manera, se puede evitar o al menos reducir un exceso de generación de vapor cuando se hierve agua. Para regular la potencia eléctrica, puede usarse cualquier tecnología conocida como, por ejemplo, modulación por ancho de pulsos (PWM, por sus siglas en inglés), conversión de CA a CA, corte de borde delantero o corte de borde trasero.

30 En caso de que exista una detección del nivel de agua, el controlador también puede configurarse para controlar la producción de vapor en base al nivel de agua, que corresponde a la profundidad de inmersión de los electrodos. En comparación con un electrodo sensor, un detector de nivel de agua permite un reabastecimiento más preciso de agua para reducir la variación en el nivel de agua durante el funcionamiento. Una menor variación en el nivel de agua significa también una menor variación en la producción de vapor.

Para una explicación del método según la presente invención, se hace referencia en general a lo anterior.

35 En el método de la invención para operar un humidificador de vapor de electrodo, se evalúa la conductividad del agua dentro del recipiente de vapor del humidificador de vapor, en donde la evaluación puede basarse en observar respuestas del sistema, mediciones directas y/o indirectas. La conductividad del agua introducida en el recipiente de vapor para su reabastecimiento, como se requiere generalmente durante el funcionamiento de un humidificador de vapor de electrodo, se ajusta de modo que la mezcla de agua resultante en el recipiente de vapor tenga una
40 conductividad deseada. En otras palabras, si la conductividad en el agua dentro del recipiente de vapor está por encima del nivel deseado, se introduce menos agua conductora para el reabastecimiento, mientras que en caso de una conductividad por debajo del valor deseado, se usa agua con mayor conductividad para el reabastecimiento. La conductividad del agua utilizada para el reabastecimiento se puede ajustar mezclando agua de dos fuentes con diferente conductividad.

45 Preferiblemente, la evaluación de la conductividad del agua dentro del recipiente de vapor se basa en la observación de al menos una respuesta del sistema durante el funcionamiento normal del humidificador de vapor de electrodo. La observación de las respuestas del sistema del humidificador de vapor de electrodo generalmente permite que el método se aplique a los humidificadores de vapor de electrodo y diseños de humidificadores de vapor de electrodo ya existentes, sin requerir cambios estructurales. Con frecuencia, solo el controlador del humidificador de vapor de electrodo requiere actualización para permitir observar las respuestas del sistema y reaccionar a las mismas.
50

Aunque el método de la invención se implementa preferiblemente en un humidificador de vapor de electrodo de la invención, no se limita a esta realización específica. Más bien, el método de la invención también puede realizarse con un humidificador de vapor de electrodo conocido que comprenda una única entrada de agua y una fuente de agua conectada a la misma, en donde la fuente de agua sea controlable con respecto a la mineralización del agua provista
55 al humidificador de vapor de electrodo. Un ejemplo de una fuente de agua de este tipo es una unidad de ósmosis para purificar agua mineralizada con una derivación controlable para agua mineralizada.

En consecuencia, aunque es posible - y se prefiere - que el controlador del humidificador de vapor de electrodo ejecute el método de la invención, en donde una fuente de agua controlable externa puede controlarse a través de una interfaz adecuada, también es posible que un controlador separado ejecute el método de la invención. En este caso, dicho controlador separado debe estar provisto de todas las lecturas necesarias para ejecutar dicho método y estar configurado para controlar el humidificador de vapor de electrodo y todos los demás componentes posibles a través de interfaces adecuadas. En otras palabras, el controlador que ejecuta el producto de programa informático de la invención necesita conectarse a todos los sensores y accionadores requeridos del humidificador de vapor de electrodos y a todos los demás componentes posibles.

La invención se describirá ahora con más detalle con respecto a la figura anexa. Esta muestra:

Figura 1: un dibujo esquemático de una primera realización a modo de ejemplo de un humidificador de vapor de electrodos según la presente invención.

La Figura 1 representa esquemáticamente un humidificador 1 de vapor de electrodo según la presente invención. Elucidando dicho humidificador 1 de vapor de electrodo, no solo el aparato de la invención sino también el método de la invención se vuelven fácilmente evidentes.

El humidificador de vapor de electrodo comprende un recipiente 2 de vapor en forma de cilindro de vapor. El recipiente 2 de vapor comprende una abertura 3 de admisión así como una abertura 4 de drenaje con una bomba 4' de drenaje controlable en su parte inferior. En la parte superior, hay una salida 5 de vapor, que conduce a cualquier otro aparato que requiera vapor al menos temporalmente (no se muestra), p. ej., unidades de control climático.

Dentro del recipiente 2 de vapor están dispuestos seis electrodos 6 espaciados uniformemente alrededor de la circunferencia. Estos electrodos 6 están configurados para permitir hervir agua con conductividad limitada, teniendo así grandes superficies orientadas entre sí, en el presente caso de aproximadamente 20 cm²/A cada uno. Aunque los electrodos 6 se representan como electrodos de placa simples, pueden tener un diseño algo más elaborado, p. ej., en forma de V, lo cual da como resultado que las superficies de dos electrodos 6 adyacentes muestren una distancia constante en toda el área.

Los electrodos 6 están conectados eléctricamente de manera individual a una unidad 7 de distribución de energía conectada a una fuente de energía externa, p. ej., una red eléctrica (no se muestra), a través de una línea 8 de conexión. La unidad 7 de distribución de energía está configurada para suministrar al electrodo tensión directa o alterna de manera que el potencial de dos electrodos 6 adyacentes sea diferente. Además, la unidad 7 de distribución de energía mide la corriente eléctrica total que fluye entre los electrodos 6 y provee la facilidad de limitar el flujo de corriente - y, por lo tanto, la energía eléctrica consumida por los electrodos 6, suponiendo una tensión constante - a un punto de ajuste suministrado externamente.

A través de un conector 9 en Y, la abertura 3 de admisión se conecta a dos entradas 10, 11 de agua separadas, pudiendo controlarse el flujo a través de las mismas, en este ejemplo, mediante válvulas 12, 13 solenoides. La primera entrada 10 de agua está destinada al agua mineralizada, normalmente agua del grifo, mientras que la otra entrada 11 de agua está destinada al agua desmineralizada.

En la conexión entre el conector 9 en Y y la abertura 3 de admisión, se provee un sensor 14 de conductividad para medir la conductividad del agua que fluye a través de dicha conexión.

El recipiente 2 de vapor también está provisto de un electrodo 15 sensor, que sobresale en el mismo desde la parte superior en una longitud predeterminada. Dicho electrodo 15 sensor indica si su punta está sumergida o no en agua.

Paralelamente se provee un detector 16 de nivel del agua. El detector 16 de nivel de agua, que está conectado al recipiente 2 de vapor a través de tubos de comunicación, es un sensor capacitivo de nivel de agua, p. ej., como se describe en el documento DE 20 2016 005 944 U1, y permite determinar con precisión el nivel de agua dentro del recipiente 2 de vapor en un intervalo alrededor del nivel de agua prescrito por el electrodo 15 sensor. El rango está definido principalmente por la longitud del detector 16 de nivel de agua.

Todos los dispositivos sensores, es decir, el sensor 14 de conductividad, el electrodo 15 sensor, el detector 16 de nivel de agua y la unidad 7 de distribución de energía en su capacidad para medir la corriente eléctrica total, así como todos los dispositivos controlables, es decir, las diversas válvulas 12 y 13, la bomba 4' de drenaje así como la unidad 7 de distribución de energía con respecto a sus funcionalidades de limitación de energía, están conectados a un controlador 20, que también comprende un módulo 21 de observación.

Para el funcionamiento, el recipiente 2 de vapor se llena inicialmente con agua de una conductividad prescrita hasta el nivel de agua prescrito por el electrodo 15 sensor abriendo las dos válvulas 12, 13 solenoides de las dos entradas 10, 11 de agua, en donde el controlador 20 abre cada una de las válvulas 12, 13 en la medida requerida para lograr una mezcla con la conductividad deseada. A través del sensor 14 de conductividad se monitorea constantemente la conductividad prescrita del agua entrante durante el llenado. En caso de una desviación de la conductividad deseada, el controlador 20 está configurado para ajustar las válvulas 12, 13 y, por lo tanto, la mezcla de agua mineralizada y desmineralizada para alcanzar la conductividad deseada.

Una vez que el electrodo 15 sensor y/o el detector 16 de nivel de agua señalizan al controlador 20 que se ha alcanzado el nivel de agua prescrito, las válvulas 12, 13 se cierran.

5 Después del llenado inicial del recipiente 2 de vapor con agua, los electrodos 6 son energizados eléctricamente por la unidad 7 de distribución de energía de modo que los electrodos 6 adyacentes son, cada uno, de potencial diferente para provocar una corriente eléctrica en el agua debido a su conductividad. La corriente eléctrica total se mide por la unidad 7 de distribución de energía y se notifica al controlador 20.

10 Debido a la corriente eléctrica que circula a través del agua, el agua se calienta hasta ebullición, generando así vapor que se emite a través de la salida 5 de vapor. Mientras se calienta, la conductividad del agua aumenta, lo cual es registrable por la unidad 7 de distribución de energía y el controlador 20 por un aumento de las corrientes eléctricas a través de los electrodos 6.

15 Debido a la extracción de vapor, el nivel de agua dentro del recipiente 2 de vapor disminuye, lo cual es perceptible por el electrodo 15 sensor y/o el detector 16 de nivel de agua, y también conduce generalmente a una disminución de la corriente eléctrica. La disminución del nivel de agua es registrada por el controlador 20 por una combinación del electrodo 15 sensor que informa que el nivel de agua está por debajo de su punta y una disminución de las corrientes eléctricas en una cantidad predeterminada o por el detector 16 de nivel de agua y generalmente se contrarresta reabasteciendo el recipiente 2 de vapor con agua desde la primera y/o segunda entradas 10, 11 de agua.

20 Debido a que el vapor generado es generalmente puro, la concentración de mineral en el agua dentro del recipiente 2 de vapor generalmente - aunque lentamente - aumenta, lo cual al principio también contribuye a un aumento en la conductividad. Sin embargo, una mineralización aumentada también puede conducir a la precipitación del mineral, lo cual a su vez reduce la conductividad global del agua. Con la intención de mantener la conductividad del agua dentro del recipiente 2 de vapor en el nivel prescrito/inicial, el controlador 20 está configurado para ajustar de manera intencionada la conductividad del flujo de entrada de agua con el fin de controlar la conductividad de la mezcla de agua resultante dentro del recipiente 2 de vapor.

25 Para ello, el controlador 20 comprende un módulo 21 observador que está configurado para evaluar la conductividad del agua dentro del recipiente 2 de vapor.

30 Por ejemplo, el módulo 21 observador puede observar la corriente eléctrica máxima alcanzada cada vez después de que el recipiente 2 de vapor se haya rellenado con agua como se indica por el electrodo 15 sensor, que corriente eléctrica máxima alcanzó después de haber calentado el agua dentro del recipiente 2 de vapor a la temperatura de ebullición. Cualquier desviación de, p. ej., la corriente eléctrica medida durante un ciclo de calentamiento inicial (es preciso ver más arriba), que puede considerarse como una respuesta de referencia del sistema del humidificador 1 de vapor de electrodo, puede interpretarse como una desviación de la conductividad del agua dentro del recipiente 2 de vapor, que puede contrarrestarse por el controlador 20 ajustando la mezcla de agua mineralizada y desmineralizada usada para el reabastecimiento según una curva característica almacenada en el controlador 20.

35 De manera alternativa, o adicional, la conductividad del agua dentro del recipiente 2 de vapor también puede derivarse de las corrientes eléctricas medidas por la unidad 7 de distribución de energía y el nivel de agua detectado por el detector 16 de nivel de agua. Estos hallazgos pueden compararse con una respuesta estándar esperada del sistema almacenada dentro del controlador y cualquier desviación puede interpretarse en una desviación de la conductividad deseada del agua dentro del recipiente 2 de vapor. De nuevo, dicha desviación puede ser contrarrestada por el controlador 20 ajustando la mezcla de agua mineralizada y desmineralizada usada para el reabastecimiento según una curva característica almacenada en el controlador 20.

40 A medida que la mezcla de agua que fluye hacia el recipiente 2 de vapor se monitoriza con respecto a su conductividad por el sensor 14 de conductividad, el controlador 20 y/o el módulo 21 observador pueden aplicar un algoritmo de aprendizaje automático basado en dicha conductividad medida y los efectos sobre la conductividad evaluada para el agua en el recipiente 2 de vapor.

45 En cualquier caso, mediante el uso de solo uno o ambos métodos descritos anteriormente, es decir, basado en el electrodo 15 sensor y el detector 16 de nivel de agua, el controlador 20 generalmente logra un nivel constante de mineralización del agua dentro del recipiente 2 de vapor a lo largo del funcionamiento del humidificador 1 de vapor de electrodo.

50 Aunque debido a esto, los períodos entre un intercambio completo de agua en el recipiente 2 de vapor así como otros ciclos de mantenimiento pueden prolongarse, de vez en cuando, el recipiente 2 de vapor necesita ser lavado completamente para eliminar mediante lavado tantas acumulaciones de minerales precipitantes como sea posible. Para ello, el controlador 20 puede activar la bomba 4' de drenaje para extraer el agua del recipiente 2 de vapor a través de la abertura 4 de drenaje. Una vez que el recipiente 2 de vapor se vacía, dicha bomba 4' de drenaje se desactiva y el recipiente 2 de vapor se rellena con agua como se describió anteriormente.

55

El humidificador 1 de vapor de electrodo como se muestra en la Figura 1 puede proveer ventajas adicionales:

5 Mediante el uso de ambas técnicas descritas de evaluación del nivel de agua o al menos el cumplimiento de un nivel de agua prescrito, es decir, a través del electrodo 15 sensor y el detector 16 de nivel de agua, cualquier formación de espuma dentro del recipiente 2 de vapor puede detectarse ya que la espuma en el recipiente 2 de vapor normalmente
10 activará el electrodo 15 sensor antes de que el nivel de agua real como se detecta por el detector 16 de nivel de agua, que generalmente no se ve afectado por la formación de espuma en el recipiente 2 de vapor, haya alcanzado la punta del electrodo 15 sensor. La formación de espuma en el recipiente 2 de vapor puede indicar impurezas o baja calidad del agua, con frecuencia del agua mineralizada, que es típicamente agua del grifo, que puede requerir un mantenimiento y/o limpieza más frecuentes del humidificador 1 de vapor de electrodos y especialmente del recipiente
15 2 de vapor y de los electrodos 6 para garantizar largos tiempos de funcionamiento del humidificador 1 de vapor de electrodo.

Para reducir la variación en la producción de vapor, el controlador 20 también puede configurarse para mitigar el aumento de energía eléctrica que se conduce a través de los electrodos 6 enviando comandos de control adecuados a la unidad 7 de distribución de energía, así como utilizando el detector 16 de nivel de agua para mantener el nivel de
15 agua dentro del recipiente 2 de vapor lo más cerca posible del nivel de agua deseado como, p. ej., prescrito por el electrodo 15 sensor. Ambas medidas ayudan a mantener la producción de vapor del humidificador 1 de vapor de electrodo más constante.

REIVINDICACIONES

1. Humidificador (1) de vapor de electrodo que comprende un recipiente (2) de vapor con una primera entrada (10) de agua para agua mineralizada y al menos dos electrodos (6) dispuestos para estar al menos parcialmente sumergidos en agua rellena por encima de un nivel de llenado mínimo, en donde los electrodos (6) se alimentan con una tensión eléctrica de modo que al menos uno de los electrodos (6) tiene un potencial diferente del de los otros electrodos (6) para provocar una corriente eléctrica en el agua,
 5 caracterizado por que
 el recipiente (2) de vapor comprende una segunda entrada (11) de agua para agua desmineralizada y medios para evaluar la conductividad del agua contenida dentro del recipiente (2) de vapor,
 10 en donde el flujo a través de ambas entradas (10, 11) de agua para rellenar el recipiente (2) de vapor se controla mediante un controlador (20) en base a la conductividad evaluada para obtener o mantener una conductividad deseada.
2. Humidificador de vapor de electrodo según la reivindicación 1, en donde los medios para evaluar la conductividad del agua contenida dentro del recipiente (2) de vapor comprenden un módulo (21) observador capaz de observar al menos un parámetro de funcionamiento del humidificador (1) de vapor de electrodos suficiente para evaluar dicha conductividad.
 15
3. Humidificador de vapor de electrodo según la reivindicación 2, en donde el al menos un parámetro de funcionamiento comprende las corrientes eléctricas que fluyen a través de los electrodos (6).
4. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde
 20 se provee un electrodo (15) sensor que indica que el nivel de agua dentro del recipiente (2) de vapor está en o por encima de un nivel prescrito.
5. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se provee un detector (16) de nivel del agua, en donde dicho detector (16) de nivel del agua está dispuesto preferiblemente en un recipiente separado del recipiente (2) de vapor, en donde dichos recipientes forman recipientes de comunicación.
 25
6. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos un sensor (14) de conductividad se provee en el recipiente (2) de vapor, en un recipiente que se comunica con el recipiente (2) de vapor, en una o ambas entradas (10, 11) de agua y/o en una posición, donde las dos entradas (10, 11) separadas se unen para proveer un flujo de entrada combinado en el recipiente (2) de vapor de agua ya mezclada.
 30
7. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de cada uno de los electrodos (6) como una función de la corriente nominal está comprendida entre 5 y 30 cm²/A, preferiblemente entre 10 y 20 cm²/A para electrodos de superficie completa, o entre 5 y 25 cm²/A, más preferiblemente entre 5 y 15 cm²/A para electrodos de malla, y/o la distancia superficial entre dos electrodos (6) adyacentes con diferentes potenciales es de entre 25 y 50 mm para una diferencia de potencial nominal máxima de 400 V, de entre 15 y 35 mm para una diferencia de potencial nominal máxima de 200 V, o de entre 50 y 80 mm para una diferencia de potencial nominal máxima de 690 V.
 35
8. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una válvula (12, 13) solenoide se provee en la primera y/o la segunda entradas (10, 11) de agua que es controlable por el controlador (20).
 40
9. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el humidificador (1) de vapor de electrodo comprende una interfaz con el dispositivo externo de tratamiento de agua conectado a la segunda entrada (11) de agua para controlar la salida de agua desmineralizada del dispositivo de tratamiento de agua.
- 45 10. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el recipiente (2) de vapor es un cilindro de vapor.

11. Humidificador de vapor de electrodo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador (20) está configurado para regular la energía eléctrica que se conduce a través de los electrodos (6), preferiblemente para limitar o mitigar el aumento de corriente eléctrica debido a un aumento de la conductividad del agua dentro del recipiente (2) de vapor.
- 5 12. Humidificador de vapor de electrodos según una de las reivindicaciones 5 a 11, en donde el controlador (20) está configurado para controlar la primera y segunda entradas (11) de agua que dependen del detector (16) de nivel de agua para mantener constante el nivel de agua en el recipiente (2) de vapor durante el funcionamiento.
13. Método para hacer funcionar el humidificador (1) de vapor de electrodo de la reivindicación 1,
- 10 en donde se evalúa la conductividad del agua dentro del recipiente (2) de vapor del humidificador (1) de vapor de electrodo y la conductividad del agua introducida en el recipiente (2) de vapor para su reabastecimiento se ajusta de modo que la mezcla de agua resultante en el recipiente (2) de vapor tenga una conductividad deseada.
14. Método según la reivindicación 13, en donde la evaluación de la conductividad del agua dentro del recipiente (2) de vapor se basa en la observación de al menos una respuesta del sistema durante el funcionamiento normal del
- 15 humidificador de vapor de electrodo.
15. Producto de programa informático que comprende partes de programa que están diseñadas, cuando se cargan en un controlador digital conectado a los sensores y accionadores requeridos de al menos un humidificador (1) de vapor de electrodos, para ejecutar el método según cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14.

