

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 756**

51 Int. Cl.:

C23F 11/10 (2006.01)

C23F 11/14 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

F22B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2021** **PCT/JP2021/020691**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.12.2021** **WO21246367**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2021** **E 21731600 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 4158081**

54 Título: **Método para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado**

30 Prioridad:

01.06.2020 WO PCT/JP2020/021594

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.11.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JASPER JULIA;
DISCI DUYGU;
DE BACHE ANDRE y
URSCHEY MICHAEL

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 988 756 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado usando N-acilsarcosinas o una sal de las mismas en cantidades muy bajas.

- 10 La invención se refiere además a un método para determinar la concentración de una N-acilsarcosina en una emulsión o disolución acuosa.

Antecedentes de la invención

- 15 Los sistemas de agua-vapor, en particular los circuitos de agua-vapor y los generadores de vapor en general, por ejemplo, los generadores de vapor en centrales eléctricas, requieren el tratamiento del agua con el fin de prevenir el daño por corrosión de las superficies en contacto con el agua.

- 20 Los aditivos orgánicos para el agua basados en aminas formadoras de película (FFA) proporcionan una excelente protección frente a la corrosión a los sistemas de agua-vapor. Esto es cierto especialmente para las centrales que funcionan en modo de ciclo en las que se requiere conservación durante las paradas y debe mantenerse la protección de las partes tanto en contacto con el agua como en estado seco. Las aminas formadoras de película se caracterizan porque presentan al menos un grupo alquilo o alquénilo de cadena larga y tienen uno o más grupos amino. Las aminas formadoras de película forman una capa protectora entre las superficies de metal u óxido de metal y el medio corrosivo. Se supone que el grupo amino polar experimenta quimisorción a la superficie (de óxido) de metal y los grupos alquilo o alquénilo de cadena larga lipófilos hacen que la superficie no sea humectable por el agua, manteniendo de ese modo a las sustancias corrosivas a raya.

- 30 Sin embargo, desde el punto de vista de un fabricante u operario de la central, cualquier materia orgánica en el ciclo de vapor-agua conlleva el riesgo de efectos secundarios perjudiciales. Los posibles efectos secundarios incluyen productos de degradación corrosivos, interferencia con la monitorización de la conductividad catiónica, influencia sobre la ebullición y sobre la condensación, o ensuciamiento. Las aminas orgánicas, por ejemplo, producen productos de degradación ácidos volátiles que reducen el pH y, por tanto, fomentan la corrosión (aunque el grupo amino de las aminas intactas puede contrarrestar la acidez en cierta medida). Por tanto, es deseable restringir el uso general de aditivos orgánicos al mínimo posible.

Sin embargo, la concentración de las FFA no puede restringirse más allá de un determinado límite sin una pérdida inaceptable de la actividad.

- 40 Otra preocupación con las FFA es su toxicidad. Por ejemplo, la oleilamina se clasifica como un peligro para la salud y el medioambiente. Puede provocar daño a los órganos a través de una exposición prolongada o repetida y puede ser mortal si se ingiere o inhala. Además, es muy tóxica para la vida acuática con efectos de larga duración. Si bien este riesgo puede ser manejable, por ejemplo, en circuitos de vapor-agua cerrados en centrales eléctricas, resulta obvio que, para los ciclos de agua-vapor usados directa o indirectamente en el contexto del procesamiento de alimentos, cosméticos o productos farmacéuticos, es deseable evitar tales peligros. Pero también en los sistemas que no están en ningún contacto directo o indirecto con materiales cuya toxicidad no es aceptable, es deseable evitar el uso de materiales peligrosos, puesto que todas las aguas se liberan eventualmente al medioambiente. Esto es incluso más cierto para los sistemas geotérmicos, tales como centrales geotérmicas o unidades de calentamiento geotérmicas, en los que, después de la producción de energía/calentamiento, el agua se libera al medioambiente, a menudo al subsuelo profundo donde no pueden controlarse ni su movimiento adicional ni su influencia sobre, por ejemplo, las aguas subterráneas.

Las N-acilsarcosinas son las carboxamidas de ácidos carboxílicos con sarcosina (N-metilglicina). Se han descrito como componentes de composiciones inhibitorias de la corrosión.

- 55 El documento DE-A-1916628 describe una mezcla que contiene A) el 57-89,5 % en peso del producto de reacción de un sulfocloruro con amoníaco o una amina inferior primaria seguido de la reacción con un ácido carboxílico halogenado o el producto de reacción de un sulfocloruro con un ácido aminocarboxílico con 2-9 átomos de carbono en presencia de una base; o sales de estos productos de reacción; B) el 5-30 % en peso de un acilsarcosinato de ácido graso con un metal alcalino o un contracatión de amonio; C) el 5-10 % en peso de ciclohexilamina; y D) el 0,5-3 % en peso de benzotriazol y/o 2-mercaptobenzotriazol como agente anticorrosión. La mezcla se añade en una cantidad del 0,05-5 % en peso; correspondiente a una cantidad de al menos 25 ppm del sarcosinato. En los ejemplos, el sarcosinato se usa en una cantidad de 250-750 ppm cuando se usa en forma de la composición reivindicada. En un ejemplo comparativo, en el que se usa solo, la dosificación es de 5000 ppm. En los ejemplos, no se emplea ningún sistema presurizado.

El documento JP S57-185988 se refiere a una composición anticorrosiva que comprende poli(ácido maleico) o una sal del mismo y un compuesto de sarcosina $R-C(O)-N(CH_3)-CH_2-COOH$, en la que R es hidrocarbilo C_8-C_{22} . En los ejemplos, el compuesto de sarcosina se usa en una cantidad de 4-30 ppm cuando se usa en forma de la composición reivindicada. En los ejemplos comparativos, en los que se usa solo, la dosificación es de 40 ppm.

En los ejemplos, se hace girar una probeta de ensayo de acero dulce en agua de prueba a 50 °C o 90 °C durante 5 días. No se describe ni se emplea ningún sistema presurizado. El efecto anticorrosivo se somete a ensayo únicamente sobre la probeta de ensayo de acero en el agua de caldera y sobre las paredes del vaso de precipitados en el que se somete a ebullición el agua de prueba. No se somete a ensayo el comportamiento anticorrosión en vapor o condensado o partes en contacto con los mismos.

El documento EP-A-1092788 se refiere a una formulación inhibidora de la corrosión que contiene un acilaminoácido y un derivado de triazol. La definición del acilaminoácido abarca las N-acilsarcosinas. En los ejemplos, la formulación se usa en una cantidad global del 0,2 % en peso. Teniendo en cuenta las razones de mezclado de la N-acilsarcosina y el derivado de triazol que se proporcionan en la tabla 1 de esta referencia, la N-acilsarcosina se usa en una cantidad de aproximadamente el 0,09 al 0,13 % en peso (correspondiente a 900-1300 ppm).

En el documento JP S60 13084 A se describe el uso de un compuesto de N-acilsarcosina, incluyendo N-oleilsarcosina, N-lauroilsarcosina, N-miristoilsarcosina y sales de las mismas, para prevenir la corrosión de metales en sistemas de agua de caldera.

El documento JP S63 216985 A y el documento WO 2005/052213 A2 dan a conocer, cada uno, un método para proporcionar protección frente a la corrosión a un generador de vapor presurizado que funciona a alta presión.

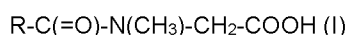
En el documento US 5397534 A se describe un método para controlar y minimizar la corrosión sobre la lado secundario de un generador de vapor de reactor de agua presurizado para garantizar la integridad a largo plazo de un generador de vapor en un reactor de agua presurizado.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención fue proporcionar un agente anticorrosión que permitiera la protección frente a la corrosión en sistemas de agua-vapor presurizados con cantidades claramente inferiores de agente activo. La protección frente a la corrosión debe proporcionarse también y especialmente a aquellas partes del sistema que entran en contacto con vapor y condensado, también cuando el agente se añadió únicamente al agua de alimentación. Además, el agente no debe ser tóxico o debe ser al menos claramente menos tóxico que las FFA. También debe poder obtenerse una protección frente a la corrosión eficaz con el agente usado solo o como máximo en combinación con una amina alcalinizante; es decir, no deben ser necesarias las parejas de mezclado de las composiciones de los documentos DE-A-1916628, JP S57-185988 y EP-A-1092788 para obtener estos efectos.

El objeto se logra mediante el uso de determinados N-acilsarcosinatos en cantidades (globales) de como máximo 10 ppm como agentes anticorrosión.

Por tanto, la invención se refiere a un método para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado, método que comprende la adición de un compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o de una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I)



en la que R es un grupo hidrocarbonado acíclico lineal o ramificado que tiene de 10 a 24 átomos de carbono, o de una sal de los mismos; en el que en caso de que se use una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I), en hasta el 30 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede ser un grupo hidrocarbonado acíclico lineal o ramificado que tiene de 4 a 9 átomos de carbono;

en el que el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del uno o más compuestos de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 10 mg/kg;

en el que la presión en el sistema de agua durante el funcionamiento es de al menos 1 MPa (10 bar); en el que, sin embargo, en el caso de que el sistema de agua-vapor sea un sistema geotérmico, la presión es de desde 0,2 hasta 6 MPa (desde 2 hasta 60 bar).

La invención se refiere además al uso de un compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos, tal como se definió anteriormente y a continuación, para

proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado en el que la presión en el sistema de agua durante el funcionamiento es de al menos 1 MPa (10 bar), en el que, sin embargo, en el caso de que el sistema de agua-vapor sea un sistema geotérmico, la presión es de desde 0,2 hasta 6 MPa (desde 2 hasta 60 bar);

en el que el uso comprende la adición del compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 10 mg/kg, preferiblemente en el intervalo de desde 0,01 hasta 8 mg/kg, más preferiblemente en el intervalo de desde 0,02 hasta 6 mg/kg, en particular en el intervalo de desde 0,02 hasta 5 mg/kg, más particularmente en el intervalo de desde 0,05 hasta 5 mg/kg, incluso más particularmente en el intervalo de desde 0,1 hasta 5 mg/kg, tal como de desde 0,5 hasta 5 mg/kg; específicamente en el intervalo de desde 0,1 hasta 3,5 mg/kg, más específicamente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3,5 mg/kg, incluso más específicamente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3 mg/kg, y muy específicamente en el intervalo de desde 0,8 hasta 2,5 mg/kg.

Otro objeto fue proporcionar un método para determinar la concentración del agente anticorrosión presente en los sistemas de agua-vapor presurizados. La larga experiencia con las FFA muestra que, a lo largo del tiempo, podría producirse un agotamiento de la concentración de agentes anticorrosión. Por tanto, la monitorización de la concentración es una herramienta importante para un control de la corrosión seguro y eficiente. El control de la eficacia del tratamiento se realiza generalmente mediante la medición del agente anticorrosión residual en la fase de agua del sistema de ciclo de agua-vapor, que se toma como prueba indirecta de la protección completa de las superficies.

Métodos concebibles para este propósito son, por ejemplo, valoración, voltamperometría, espectrofotometría, métodos basados en sensores, métodos de inyección de flujo o cromatografía. Si bien los métodos cromatográficos son muy sensibles y precisos, son demasiado complicados y costosos para la mayoría de los propósitos. Los métodos espectrofotométricos son un buen compromiso. Los métodos espectrofotométricos usados para determinar la concentración de sustancias que no absorben en el espectro de emisión del fotómetro generalmente usan la formación de complejos de las sustancias que van a someterse a prueba con compuestos que muestran una alta absorción en el intervalo deseado. Por ejemplo, en J. Surfact. Deterg. 2014, 17, 191-198, B. Wyrwas *et al.* describen la determinación de tensioactivos aniónicos, tales como dodecibencenosulfonato, en agua fluvial. Para este propósito, se mezcla agua que contiene dodecibencenosulfonato con azul de metileno y se extrae el complejo formado en una fase de cloroformo, que luego se examina espectrofotométricamente. Sin embargo, el cloroformo se clasifica como una sustancia peligrosa, para ser más precisos como tóxico cuando se inhala y como sospechoso de provocar cáncer y defectos genéticos. Por tanto, un objeto de la presente invención fue proporcionar un método que permitiera la determinación de compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) sin requerir el uso de disolventes peligrosos.

Por tanto, un aspecto adicional de la invención se refiere a un método para determinar la concentración de un compuesto de la fórmula (I), ya sea en su forma de ácido o su forma de sal, en una emulsión o disolución acuosa del compuesto de la fórmula (I) (o de su sal), que comprende las siguientes etapas:

i) añadir un colorante de fenotiazina catiónico a una cantidad definida de la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) o una sal del mismo;

ii) someter la mezcla de la etapa i) a una extracción con un extractante líquido, que comprende al menos el 95 % en peso de la cantidad total del extractante de un alcohol C₈-C₁₀, en particular 1-nonanol;

iii) separar el extractante líquido a partir de la fase acuosa; y

iv) determinar fotométricamente la concentración del colorante de fenotiazina en el extractante.

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 muestra un gráfico de Nyquist de una medición de impedancia electroquímica de un electrodo de acero dulce en agua desionizada, que contiene 50 ppm de oleilsarcosina (C-1) o de cocoilsarcosina (C-2); o que contiene 44,7 ppm de oleilamina (Cmp-1) (medido con el método de rosa de Bengala) a pH 9,0 en el 5º punto de medición de t = 100 min llevada a cabo según el ejemplo 2.

[Figura 2] La figura 2 muestra la curva de calibración para la determinación de la concentración de cocoilsarcosina (compuesto C-2) en ausencia de iones cloruro establecida por las mediciones fotométricas de absorción del complejo formado por azul de metileno con cinco concentraciones definidas de C-2 según el ejemplo 9. Las absorciones obtenidas con las cinco concentraciones de C-2 se representan gráficamente frente a la concentración [mg/l] de C-2 y se conectan por la línea de regresión A. La figura 2 muestra además las curvas de calibración para la determinación de cinco o seis concentraciones definidas de C-2 en presencia de diversas

cantidades definidas de cloruro según el ejemplo 10. Las absorciones obtenidas con las cinco concentraciones de C-2 se representan gráficamente frente a las concentraciones respectivas [mg/l] de C-2 y se conectan por las líneas de regresión B a F, en las que B es la línea de regresión para $\text{conc.}_{\text{Cl}^-} = 31 \text{ mg/l}$; C es la línea de regresión para $\text{conc.}_{\text{Cl}^-} = 62 \text{ mg/l}$; D es la línea de regresión para $\text{conc.}_{\text{Cl}^-} = 156 \text{ mg/l}$; E es la línea de regresión para $\text{conc.}_{\text{Cl}^-} = 218 \text{ mg/l}$; y F es la línea de regresión para $\text{conc.}_{\text{Cl}^-} = 311 \text{ mg/l}$.

[Figura 3] La figura 3 es un gráfico en el que los valores de absorción de las líneas A a F en la figura 2 a $\text{conc.}_{\text{C-2}} = 0 \text{ mg/l}$ se representan gráficamente frente a la absorción en el eje y (eje vertical); y se dibujó una línea de regresión.

Descripción detallada de la invención

Definiciones

A menos que se especifique lo contrario, las siguientes definiciones se refieren tanto a los métodos como al uso de la invención.

El método para proporcionar protección frente a la corrosión se denomina generalmente a continuación simplemente "método (de la invención)", en el que el método para determinar la concentración del compuesto de la fórmula (I) se denomina generalmente "método de determinación (de la invención)".

Si se usa una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sales de los mismos, se da por hecho que el intervalo de concentración de 0,01 a 10 mg/kg (así como los intervalos preferidos especificados anteriormente, a continuación y en las reivindicaciones) se refiere a la cantidad global de compuestos (I) y no a los compuestos (I) individuales contenidos en la mezcla.

Para el intervalo de concentración, el peso de los compuestos (I) se refiere a su forma de ácido.

"Concentración total promedio" se entiende como un promedio temporal de la concentración. A continuación se proporcionan detalles adicionales.

Los grupos hidrocarbonados acíclicos lineales o ramificados que tienen de 10 a 24 átomos de carbono en cuanto a la presente invención son grupos alifáticos lineales o ramificados que tienen de 10 a 24 átomos de carbono. Los grupos alifáticos pueden ser grupos alquilo saturados o grupos alquenoil o alquinoil insaturados. Generalmente, los grupos alifáticos insaturados son grupos alquenoil. Por tanto, en general, los grupos hidrocarbonados acíclicos lineales o ramificados que tienen de 10 a 24 átomos de carbono son alquilo $\text{C}_{10}\text{-C}_{24}$ o alquenoil $\text{C}_{10}\text{-C}_{24}$.

Alquilo $\text{C}_1\text{-C}_6$ es un radical hidrocarbonado alifático lineal o ramificado saturado que tiene de 1 a 6 átomos de carbono. Ejemplos del alquilo $\text{C}_1\text{-C}_6$ son metilo, etilo, propilo, isopropilo, n-butilo, 1-metilpropilo (sec-butilo), 2-metilpropilo (isobutilo), 1,1-dimetiletilo (terc-butilo), pentilo, 1-metilbutilo, 2-metilbutilo, 3-metilbutilo, 2,2-dimetilpropilo, 1-etilpropilo, 1,1-dimetilpropilo, 1,2-dimetilpropilo, hexilo, 1-metilpentilo, 2-metilpentilo, 3-metilpentilo, 4-metilpentilo, 1,1-dimetilbutilo, 1,2-dimetilbutilo, 1,3-dimetilbutilo, 2,2-dimetilbutilo, 2,3-dimetilbutilo, 3,3-dimetilbutilo, 1-etilbutilo, 2-etilbutilo, 1,1,2-trimetilpropilo, 1,2,2-trimetilpropilo, 1-etil-1-metilpropilo o 1-etil-2-metilpropilo.

Alquilo $\text{C}_{10}\text{-C}_{11}$ es un radical hidrocarbonado alifático lineal o ramificado saturado que tiene 10 u 11 átomos de carbono. Ejemplos del alquilo $\text{C}_{10}\text{-C}_{11}$ son n-decilo, n-undecilo e isómeros posicionales de los mismos, por ejemplo, 2-propilheptilo y similares. Alquilo $\text{C}_{12}\text{-C}_{18}$ es un radical hidrocarbonado alifático lineal o ramificado saturado que tiene de 12 a 18 átomos de carbono. Ejemplos del alquilo $\text{C}_{12}\text{-C}_{18}$ son n-dodecilo, n-tridecilo, n-tetradecilo, n-hexadecilo, n-heptadecilo, n-octadecilo e isómeros posicionales de los mismos. Alquilo $\text{C}_{12}\text{-C}_{20}$ es un radical hidrocarbonado alifático lineal o ramificado saturado que tiene de 12 a 20 átomos de carbono. Ejemplos del alquilo $\text{C}_{12}\text{-C}_{20}$ son n-dodecilo, n-tridecilo, n-tetradecilo, n-hexadecilo, n-heptadecilo, n-octadecilo, n-nonadecilo, n-eicosilo e isómeros posicionales de los mismos. Alquilo $\text{C}_{10}\text{-C}_{24}$ es un radical hidrocarbonado alifático lineal o ramificado saturado que tiene de 10 a 24 átomos de carbono. Ejemplos del alquilo $\text{C}_{10}\text{-C}_{24}$ son n-decilo, n-undecilo, n-dodecilo, n-tridecilo, n-tetradecilo, n-hexadecilo, n-heptadecilo, n-octadecilo, n-nonadecilo, n-eicosilo, n-heneicosilo, n-docosilo e isómeros posicionales de los mismos.

En sentido estricto, el término "alquenoil" indica radicales hidrocarbonados alifáticos de cadena lineal o ramificados monoinsaturados (es decir, que contienen un doble enlace C-C), en los que el doble enlace C-C puede estar en cualquier posición. Sin embargo, tal como se usa en la presente invención, el término también abarca grupos "alcapolienilo", es decir, radicales hidrocarbonados alifáticos de cadena lineal o ramificados que tienen dos o más dobles enlaces C-C conjugados o aislados, pero no acumulados.

Alquenoil $\text{C}_{10}\text{-C}_{11}$ es un radical hidrocarbonado alifático de cadena lineal o ramificado que tiene 10 u 11 átomos de carbono y uno o más, preferiblemente 1, 2 ó 3, dobles enlaces C-C conjugados o aislados, pero no

acumulados. Ejemplos del alquenilo C₁₀-C₁₁ en el sentido estricto (únicamente 1 doble enlace C-C) son 1-decenilo, 2-decenilo, 3-decenilo, 4-decenilo, 5-decenilo, 1-undecenilo, 2-undecenilo, 3-undecenilo, 4-undecenilo, 5-undecenilo e isómeros posicionales de los mismos. Ejemplos de los grupos alcapolienilo C₁₀-C₁₁ (es decir, "alquenilo" con 2 o más, preferiblemente 2 ó 3, dobles enlaces C-C) son n-deca-1,3-dienilo, n-deca-1,4-dienilo, n-deca-1,5-dienilo, n-deca-1,6-dienilo, n-deca-1,7-dienilo, n-deca-1,8-dienilo, n-deca-1,9-dienilo, n-deca-2,4-dienilo, n-deca-2,5-dienilo, n-deca-2,6-dienilo, n-deca-2,7-dienilo, n-deca-2,8-dienilo, n-deca-2,9-dienilo, n-deca-3,5-dienilo, n-deca-3,6-dienilo, n-deca-3,7-dienilo, n-deca-3,8-dienilo, n-deca-3,9-dienilo, n-deca-4,6-dienilo, n-deca-4,7-dienilo, n-deca-4,8-dienilo, n-deca-4,9-dienilo, n-deca-5,7-dienilo, n-deca-5,8-dienilo, n-deca-5,9-dienilo, n-deca-6,8-dienilo, n-deca-6,9-dienilo, n-deca-7,9-dienilo, n-undeca-1,3-dienilo, n-undeca-1,4-dienilo, n-undeca-1,5-dienilo, n-undeca-1,6-dienilo, n-undeca-1,7-dienilo, n-undeca-1,8-dienilo, n-undeca-1,9-dienilo, n-undeca-1,10-dienilo, n-undeca-2,4-dienilo, n-undeca-2,5-dienilo, n-undeca-2,6-dienilo, n-undeca-2,7-dienilo, n-undeca-2,8-dienilo, n-undeca-2,9-dienilo, n-undeca-2,10-dienilo, n-undeca-3,5-dienilo, n-undeca-3,6-dienilo, n-undeca-3,7-dienilo, n-undeca-3,8-dienilo, n-undeca-3,9-dienilo, n-undeca-3,10-dienilo, n-undeca-4,6-dienilo, n-undeca-4,7-dienilo, n-undeca-4,8-dienilo, n-undeca-4,9-dienilo, n-undeca-4,10-dienilo, n-undeca-5,7-dienilo, n-undeca-5,8-dienilo, n-undeca-5,9-dienilo, n-undeca-6,8-dienilo, n-undeca-6,9-dienilo, n-undeca-7,9-dienilo, n-undeca-7,10-dienilo, n-undeca-8,10-dienilo, n-deca-1,3,5-trienilo, n-deca-1,3,6-trienilo, n-deca-1,3,7-trienilo, n-deca-1,3,8-trienilo, n-deca-1,3,9-trienilo, n-deca-1,4,6-trienilo, n-deca-1,4,7-trienilo, n-deca-1,4,8-trienilo, n-deca-1,4,9-trienilo, n-deca-1,5,7-trienilo, n-deca-1,5,8-trienilo, n-deca-1,5,9-trienilo, n-deca-1,6,8-trienilo, n-deca-1,6,9-trienilo, n-deca-1,7,9-trienilo, n-deca-2,4,6-trienilo, n-deca-2,4,7-trienilo, n-deca-2,4,8-trienilo, n-deca-2,4,9-trienilo, n-deca-2,5,7-trienilo, n-deca-2,5,8-trienilo, n-deca-2,5,9-trienilo, n-deca-2,6,8-trienilo, n-deca-2,6,9-trienilo, n-deca-2,7,9-trienilo, n-deca-3,5,7-trienilo, n-deca-3,5,8-trienilo, n-deca-3,5,9-trienilo, n-deca-3,6,8-trienilo, n-deca-3,6,9-trienilo, n-deca-3,7,9-trienilo, n-deca-4,6,8-trienilo, n-deca-4,6,9-trienilo, n-deca-4,7,9-trienilo, n-deca-5,7,9-trienilo, n-undeca-1,3,5-trienilo, n-undeca-1,3,6-trienilo, n-undeca-1,3,7-trienilo, n-undeca-1,3,8-trienilo, n-undeca-1,3,9-trienilo, n-undeca-1,3,10-trienilo, n-undeca-1,4,6-trienilo, n-undeca-1,4,7-trienilo, n-undeca-1,4,8-trienilo, n-undeca-1,4,9-trienilo, n-undeca-1,4,10-trienilo, n-undeca-1,5,7-trienilo, n-undeca-1,5,8-trienilo, n-undeca-1,5,9-trienilo, n-undeca-1,5,10-trienilo, n-undeca-1,6,8-trienilo, n-undeca-1,6,9-trienilo, n-undeca-1,6,10-trienilo, n-undeca-1,7,9-trienilo, n-undeca-1,7,10-trienilo, n-undeca-1,8,10-trienilo, n-undeca-2,4,6-trienilo, n-undeca-2,4,7-trienilo, n-undeca-2,4,8-trienilo, n-undeca-2,4,9-trienilo, n-undeca-2,4,10-trienilo, n-undeca-2,5,7-trienilo, n-undeca-2,5,8-trienilo, n-undeca-2,5,9-trienilo, n-undeca-2,5,10-trienilo, n-undeca-2,6,8-trienilo, n-undeca-2,6,9-trienilo, n-undeca-2,6,10-trienilo, n-undeca-2,7,9-trienilo, n-undeca-2,7,10-trienilo, n-undeca-2,8,10-trienilo, n-undeca-3,5,7-trienilo, n-undeca-3,5,8-trienilo, n-undeca-3,5,9-trienilo, n-undeca-3,5,10-trienilo, n-undeca-3,6,8-trienilo, n-undeca-3,6,9-trienilo, n-undeca-3,6,10-trienilo, n-undeca-3,7,9-trienilo, n-undeca-3,7,10-trienilo, n-undeca-3,8,10-trienilo, n-undeca-4,6,8-trienilo, n-undeca-4,6,9-trienilo, n-undeca-4,6,10-trienilo, n-undeca-4,7,9-trienilo, n-undeca-4,7,10-trienilo, n-undeca-4,8,10-trienilo, n-undeca-5,7,9-trienilo, n-undeca-5,7,10-trienilo, n-undeca-5,8,10-trienilo e isómeros posicionales de los mismos.

Alquenilo C₁₂-C₁₈ es un radical hidrocarbonado alifático de cadena lineal o ramificado que tiene de 12 a 18 átomos de carbono y uno o más, preferiblemente 1, 2 ó 3, dobles enlaces C-C conjugados o aislados, pero no acumulados. Ejemplos del alquenilo C₁₂-C₁₈ en el sentido estricto (únicamente 1 doble enlace C-C) son 1-dodecenilo, 2-dodecenilo, 3-dodecenilo, 4-dodecenilo, 5-dodecenilo, 6-dodecenilo, 1-tridecenilo, 2-tridecenilo, 3-tridecenilo, 4-tridecenilo, 5-tridecenilo, 6-tridecenilo, 1-tetradecenilo, 2-tetradecenilo, 3-tetradecenilo, 4-tetradecenilo, 5-tetradecenilo, 6-tetradecenilo, 7-tetradecenilo, 1-pentadecenilo, 2-pentadecenilo, 3-pentadecenilo, 4-pentadecenilo, 5-pentadecenilo, 6-pentadecenilo, 7-pentadecenilo, 1-hexadecenilo, 2-hexadecenilo, 3-hexadecenilo, 4-hexadecenilo, 5-hexadecenilo, 6-hexadecenilo, 7-hexadecenilo, 8-hexadecenilo, 1-heptadecenilo, 2-heptadecenilo, 3-heptadecenilo, 4-heptadecenilo, 5-heptadecenilo, 6-heptadecenilo, 7-heptadecenilo, 8-heptadecenilo, 1-octadecenilo, 2-octadecenilo, 3-octadecenilo, 4-octadecenilo, 5-octadecenilo, 6-octadecenilo, 7-octadecenilo, 8-octadecenilo e isómeros posicionales de los mismos. Algunos ejemplos seleccionados de los grupos alcapolienilo C₁₂-C₂₀ (es decir, "alquenilo" con 2 o más, preferiblemente 2 ó 3, dobles enlaces C-C) son n-octa-9,12-dienilo, n-octa-9,12,15-trienilo, y similares.

Alquenilo C₁₂-C₂₀ es un radical hidrocarbonado alifático de cadena lineal o ramificado que tiene de 12 a 20 átomos de carbono y uno o más, preferiblemente 1, 2 ó 3, dobles enlaces C-C conjugados o aislados, pero no acumulados. Ejemplos del alquenilo C₁₂-C₂₀ en el sentido estricto (únicamente 1 doble enlace C-C) son, además de los enumerados para el alquenilo C₁₂-C₁₈, 9-octadecenilo, 1-nonadecenilo, 2-nonadecenilo, 3-nonadecenilo, 4-nonadecenilo, 5-nonadecenilo, 6-nonadecenilo, 7-nonadecenilo, 8-nonadecenilo, 9-nonadecenilo, 1-eicosadecenilo, 2-eicosadecenilo, 3-eicosadecenilo, 4-eicosadecenilo, 5-eicosadecenilo, 6-eicosadecenilo, 7-eicosadecenilo, 8-eicosadecenilo, 9-eicosadecenilo e isómeros posicionales de los mismos. Algunos ejemplos seleccionados de los grupos alcapolienilo C₁₂-C₂₀ (es decir, "alquenilo" con 2 o más, preferiblemente 2 ó 3, dobles enlaces C-C) son n-octa-9,12-dienilo, n-octa-9,12,15-trienilo, y similares.

Alquenilo C₁₀-C₂₄ es un radical hidrocarbonado alifático de cadena lineal o ramificado que tiene de 10 a 24 átomos de carbono y uno o más, preferiblemente 1, 2 ó 3, dobles enlaces C-C conjugados o aislados, pero no acumulados. Ejemplos del alquenilo C₁₀-C₂₄ son los enumerados anteriormente para el alquenilo C₁₀-C₁₁ y el alquenilo C₁₂-C₂₀, y adicionalmente también tricosilo, tetracosilo e isómeros posicionales de los mismos.

Los dobles enlaces C-C en los grupos alquenoilo pueden estar sustituidos en cis o trans. Cuando los radicales alquenoilo se derivan de ácidos grasos naturales, los dobles enlaces C-C son generalmente cis.

Hidroxiálquilo C₁-C₆ es un grupo alquilo C₁-C₆, tal como se definió anteriormente, en el que un átomo de hidrógeno se reemplaza por un grupo hidroxilo. Ejemplos del hidroxiálquilo C₁-C₆ son hidroximetilo, 1-hidroxietilo, 2-hidroxietilo, 1-hidroxiprop-1-ilo, 1-hidroxiprop-2-ilo, 2-hidroxiprop-1-ilo, 2-hidroxiprop-2-ilo, 3-hidroxiprop-1-ilo, 1-hidroxibut-1-ilo, 1-hidroxibut-2-ilo, 1-hidroxibut-3-ilo, 2-hidroxibut-1-ilo, 2-hidroxibut-2-ilo, 2-hidroxibut-3-ilo, 3-hidroxibut-1-ilo, 4-hidroxibut-1-ilo, 1-hidroxi-2-metil-prop-1-ilo, 2-hidroxi-2-metil-prop-1-ilo, 3-hidroxi-2-metil-prop-1-ilo o 2-(hidroximetil)-2-metil-et-1-ilo.

Alcoxilo C₁-C₆ es un grupo alquilo C₁-C₆, tal como se definió anteriormente, unido a través de un átomo de oxígeno. Ejemplos del alcoxilo C₁-C₆ son metoxilo, etoxilo, n-propoxilo, 1-metiletoxilo (isopropoxilo), butoxilo, 1-metilpropoxilo (sec-butoxilo), 2-metilpropoxilo (isobutoxilo), 1,1-dimetiletoxilo (terc-butoxilo), pentoxilo, 1-metilbutoxilo, 2-metilbutoxilo, 3-metilbutoxilo, 1,1-dimetilpropoxilo, 1,2-dimetilpropoxilo, 2,2-dimetilpropoxilo, 1-etilpropoxilo, hexoxilo, 1-metilpentoxilo, 2-metilpentoxilo, 3-metilpentoxilo, 4-metilpentoxilo, 1,1-dimetilbutoxilo, 1,2-dimetilbutoxilo, 1,3-dimetilbutoxilo, 2,2-dimetilbutoxilo, 2,3-dimetilbutoxilo, 3,3-dimetilbutoxilo, 1-etilbutoxilo, 2-etilbutoxilo, 1,1,2-trimetilpropoxilo, 1,2,2-trimetilpropoxilo, 1-etil-1-metilpropoxi o 1-etil-2-metilpropoxilo.

Alcohol C₈-C₁₀ es un grupo alquilo C₈-C₁₀ lineal o ramificado, tal como se definió anteriormente, sustituido con un grupo hidroxilo en cualquier posición. Ejemplos son n-octanol, n-nonanol, n-decanol, 2-etilhexanol, neononanol, 2-propilheptanol, neodecanol y otros isómeros posicionales de los mismos.

Si se usa una mezcla de diferentes compuestos I, los compuestos difieren generalmente en su definición de R.

A menos que se especifique lo contrario, cuando las cantidades o concentraciones de los componentes se proporcionan como "ppm", esto corresponde a 1 g de componente por 1.000.000 g de sustancia de referencia (o 1 mg/kg). Si se usa la unidad "ppm" para definir la concentración de un componente en agua, dada la densidad del agua tan próxima a 1 g/l, 1 ppm también puede entenderse como 1 g del componente por 1 m³ de agua (o 1 mg/l).

Realizaciones de la invención

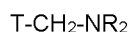
A menos que se especifique lo contrario, la siguiente descripción de realizaciones generales y preferidas de la invención se refiere tanto al método como al uso de la invención.

En una realización particular, en el método y el uso de la invención no se añade poli(ácido maleico) o una sal del mismo (por ejemplo, tal como contienen las formulaciones del documento JP S57-185988) al agua que va a usarse o está presente en el sistema de agua-vapor presurizado.

En una realización particular, en el método y el uso de la invención al agua que va a usarse o presente en el sistema de agua-vapor presurizado no se añade ningún producto de reacción de un sulfocloruro de un hidrocarburo aromático, alquilaromático, alifático o cicloalifático con 12-24 átomos de carbono y amoniaco o una amina alifática primaria seguido de la reacción de la sulfamida resultante con un ácido carboxílico halogenado con 2-9 átomos de carbono ni ningún producto de reacción de un sulfocloruro con un ácido aminocarboxílico con 2-9 átomos de carbono en presencia de una base ni ninguna sal de estos productos de reacción (componente A) del documento DE 1916628).

En una realización particular, en el método y el uso de la invención al agua que va a usarse o presente en el sistema de agua-vapor presurizado no se añade ningún poli(ácido maleico) o una sal del mismo ni ningún producto de reacción de un sulfocloruro de un hidrocarburo aromático, alquilaromático, alifático o cicloalifático con 12-24 átomos de carbono y amoniaco o una amina alifática primaria seguido de la reacción de la sulfamida resultante con un ácido carboxílico halogenado con 2-9 átomos de carbono ni ningún producto de reacción de un sulfocloruro con un ácido aminocarboxílico con 2-9 átomos de carbono en presencia de una base y ni ninguna sal de estos productos de reacción (componente A) del documento DE 1916628).

En otra realización particular, en el método y el uso de la invención al agua que va a usarse o presente en el sistema de agua-vapor presurizado no se añade ningún derivado de aminometiltrialzol N,N'-disustituido de la siguiente fórmula:



en la que T es un grupo 1,2,3-benzotiazol opcionalmente sustituido o un grupo 1,2,4-triazol opcionalmente sustituido y R es un grupo hidroxiálquilo (componente b) del documento EP 1092788 A2).

En una realización muy particular, al agua que va a usarse o presente en el sistema de agua-vapor presurizado no se añade ninguno de los poli(ácidos maleicos) mencionados anteriormente o sales de los mismos ni ninguno

de los productos de reacción mencionados anteriormente de un sulfocloruro de un hidrocarburo aromático, alquilaromático, alifático o cicloalifático con 12-24 átomos de carbono y amoniaco o una amina alifática primaria seguido de la reacción de la sulfamida resultante con un ácido carboxílico halogenado con 2-9 átomos de carbono ni ninguno de los productos de reacción mencionados anteriormente de un sulfocloruro con un ácido aminocarboxílico con 2-9 átomos de carbono en presencia de una base; ni sales de estos productos de reacción; ni ninguno de los derivados de triazol mencionados anteriormente.

Compuestos de N-acilsarcosina (I)

Si se usa una mezcla de diferentes compuestos I, los compuestos difieren en su definición de R. Tales mezclas pueden obtenerse mezclando diferentes N-acilsarcosinas (I) o sometiendo mezclas de diferentes ácidos carboxílicos $R-C(=O)OH$ a una reacción de amidación con sarcosina o sometiendo mezclas de diferentes ácidos carboxílicos $R-C(=O)OH$ a una reacción de amidación con metilamina y luego haciendo reaccionar la amida resultante con formaldehído. Pueden obtenerse mezclas de diferentes ácidos carboxílicos mezclando diferentes ácidos carboxílicos, pero se obtienen más convenientemente a partir de la hidrólisis de grasas o aceites naturales. Las grasas o los aceites naturales son generalmente una mezcla de diferentes triglicéridos, en la que las moléculas de triglicéridos individuales pueden derivarse de diferentes ácidos grasos. La hidrólisis de tales triglicéridos naturales y la posterior amidación de la mezcla de ácidos grasos obtenida con sarcosina da como resultado, por supuesto, mezclas de compuestos I con diferentes radicales R.

Ejemplos de los aceites naturales (aceites vegetales) a partir de los cuales pueden derivarse las mezclas de diferentes compuestos (I) son aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choco), aceite de oliva, aceite de cacahuete, aceite de semilla de algodón, aceite de linaza, aceite de sésamo, aceite de cártamo y similares. Un ejemplo de la grasa natural a partir de la cual pueden derivarse las mezclas de diferentes compuestos (I) es la grasa de sebo.

R en la fórmula (I) se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en alquilo $C_{12}-C_{20}$ y alqueno $C_{12}-C_{20}$ que tienen 1, 2 ó 3 dobles enlaces $C=C$; en el que en caso de que se use una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I), en hasta el 25 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede ser alquilo C_5-C_9 ; y en hasta el 55 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede seleccionarse del grupo que consiste en alquilo $C_{10}-C_{11}$ y alqueno $C_{10}-C_{11}$ que tienen 1 doble enlace $C=C$.

Preferiblemente, R en la fórmula (I) tiene en promedio de 12 a 18 átomos de carbono.

En una realización particular, se usa un compuesto I individual (es decir, no una mezcla de compuestos I), y en este compuesto R es preferiblemente alquilo $C_{12}-C_{18}$ o alqueno $C_{12}-C_{18}$ que tiene 1 doble enlace $C=C$; en el que R es más preferiblemente alqueno $C_{14}-C_{18}$ que tiene 1 doble enlace $C=C$ y es en particular alqueno $C_{16}-C_{18}$ que tiene 1 doble enlace $C=C$. En una realización específica, R se deriva de ácido oleico (ácido (9Z)-octadecenoico); es decir, R es (8Z)-heptadecenoilo.

En otra realización particular, se usa una mezcla de diferentes compuestos I, en la que R tiene diferentes significados. En esta mezcla, R se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en alquilo $C_{12}-C_{20}$ y alqueno $C_{12}-C_{20}$ que tienen 1, 2 ó 3 dobles enlaces $C=C$; en la que, en hasta el 25 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede ser alquilo C_5-C_9 ; y en hasta el 55 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede seleccionarse del grupo que consiste en alquilo $C_{10}-C_{11}$ y alqueno $C_{10}-C_{11}$ que tienen 1 doble enlace $C=C$. Dicho de otro modo, en una mezcla de este tipo, en al menos el 20 % en peso de los compuestos I presentes en la mezcla, basándose en el peso total de la mezcla, R se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en alquilo $C_{12}-C_{20}$ y alqueno $C_{12}-C_{20}$ que tienen 1, 2 ó 3 dobles enlaces $C=C$.

Preferiblemente, si se usa una mezcla de diferentes compuestos (I), el grupo $R-C(=O)$ en la acilsarcosina (I) se deriva de grasas o aceites naturales, en particular de aceites vegetales. Ejemplos de los aceites vegetales adecuados son aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choco), aceite de oliva, aceite de cacahuete, aceite de semilla de algodón, aceite de linaza, aceite de sésamo y aceite de cártamo. Entre estos, se da preferencia a aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choco) y aceite de oliva. Un ejemplo específico es el aceite de coco. Por tanto, un ejemplo específico de una mezcla de diferentes compuestos I es una mezcla que puede obtenerse (formalmente) por la hidrólisis de aceite de coco y la posterior amidación de los ácidos grasos obtenidos a partir de la hidrólisis con sarcosina.

Entre el uso de compuestos (I) individuales y mezclas de diferentes compuestos (I), se da preferencia al uso de mezclas de diferentes compuestos (I). Entre las mezclas de diferentes compuestos (I), se da preferencia a las mezclas derivadas de aceites vegetales, tales como aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choco), aceite de oliva, aceite de

cacahuete, aceite de semilla de algodón, aceite de linaza, aceite de sésamo o aceite de cártamo, preferiblemente de aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choclo) o aceite de oliva, y especialmente de aceite de coco, para ser más precisos de mezclas que pueden obtenerse por la hidrólisis de aceites vegetales, tales como aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choclo), aceite de oliva, aceite de cacahuete, aceite de semilla de algodón, aceite de linaza, aceite de sésamo o aceite de cártamo, preferiblemente de aceite de girasol, aceite de colza, aceite de semilla de soja, aceite de coco, aceite de palma, aceite de palmiste, aceite de maíz (aceite de choclo) o aceite de oliva, y específicamente de aceite de coco, y la posterior amidación de los ácidos grasos obtenidos a partir de la hidrólisis con sarcosina.

Los compuestos de N-acilsarcosina (I) se conocen y están disponibles comercialmente. Pueden obtenerse mediante métodos conocidos en la técnica, tales como amidación de un ácido carboxílico $R-C(=O)OH$ o un derivado más reactivo del mismo, tal como un haluro, en particular un cloruro, o un anhídrido o un éster del mismo con sarcosina o una sal de la misma. Otro enfoque es la reacción de una amida $R-C(=O)-NHCH_3$ con formaldehído para dar $R-C(=O)-N(CH_3)-CH_2OH$ y la posterior carbonilación con CO usando un catalizador de carbonilación adecuado.

El compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 10 mg/kg, es decir, en el intervalo de 0,01 a 10 mg de la totalidad de compuestos (I) (calculada como la forma de ácido) por kg de agua contenida en el sistema de agua-vapor. En una realización preferida, el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 8 mg/kg, más preferiblemente en el intervalo de desde 0,02 hasta 6 mg/kg, en particular en el intervalo de desde 0,02 hasta 5 mg/kg, más particularmente en el intervalo de desde 0,05 hasta 5 mg/kg, incluso más particularmente en el intervalo de desde 0,1 hasta 5 mg/kg, tal como en el intervalo de desde 0,5 hasta 5 mg/kg; específicamente en el intervalo de desde 0,1 hasta 3,5 mg/kg, más específicamente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3,5 mg/kg, incluso más específicamente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3 mg/kg, y muy específicamente en el intervalo de desde 0,8 hasta 2,5 mg/kg.

En este contexto, el término "concentración total promedio" se entiende como un promedio temporal de la concentración, lo que significa que, durante el tiempo de funcionamiento del sistema de agua-vapor, la concentración global de la totalidad de compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en el agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor está en promedio dentro de los intervalos anteriores. De hecho, la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en el agua no tiene por qué estar en el intervalo anterior en cada punto de tiempo cuando se hace funcionar el sistema de agua-vapor. Más bien, es posible que la concentración pueda estar fuera de los intervalos anteriores durante un determinado periodo de tiempo. Sin embargo, cualquier periodo en el que la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales esté fuera de los intervalos anteriores no superará habitualmente 4 h, en particular 2 h. Además, durante estos periodos, la concentración no superará habitualmente el doble del límite superior proporcionado anteriormente y no disminuirá o sólo disminuirá brevemente, preferiblemente durante no más de 4 h, hasta cero.

Los intervalos de concentración proporcionados anteriormente se refieren a la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en aquellas partes del sistema de agua-vapor en las que el agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor está en estado líquido. Un experto también entenderá que la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en el agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor puede variar dentro del sistema de agua-vapor hasta cierto punto y no será la misma en todos y cada uno de los puntos del sistema de agua-vapor. Sin embargo, la desviación no será muy alta y generalmente se mantienen los intervalos de concentración promedio proporcionados anteriormente en cualquier parte del sistema de agua-vapor en la que el agua esté en estado líquido.

Con el fin de monitorizar la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales y mantenerla en los intervalos anteriores, la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales se determina habitualmente de manera periódica o continua en al menos un punto del sistema de agua-vapor, en particular en al menos dos puntos del sistema de agua-vapor. Por ejemplo, si el sistema de agua-vapor es un circuito de agua-vapor, se hace referencia al punto 8.2 del documento de guía técnica de IAPWS 8 16(2016) y a las referencias citadas en el mismo. Puntos adecuados para determinar la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales son en particular aquellos en los que el agua está en estado líquido. Los puntos preferidos para controlar la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales incluyen, por ejemplo,

- el agua de alimentación, es decir, el agua que se alimenta desde el tanque de alimentación al circuito de agua-vapor;

- el agua del condensado; y

- el agua del tambor de vapor, es decir, el agua contenida en la parte de generación de vapor de la caldera.

Para monitorizar la concentración real de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales, habitualmente se toma una muestra y se determina la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en la muestra mediante un método convencional para determinar la concentración de tensioactivos aniónicos, tal como los métodos descritos, por ejemplo, por S. Chitikela *et al.*, Analyst, julio de 1995, 120, 2001-2004 o por B. Wyrwas *et al.*, J. Surfact. Deterg. 2014, 17, 191-198 o por las referencias citadas en los mismos. Sin embargo, preferiblemente, la determinación de la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales se lleva a cabo mediante el nuevo método de determinación de la presente invención que se describe a continuación con más detalle. Por supuesto, también es posible determinar la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales mediante mediciones en línea, por ejemplo, haciendo pasar una porción del agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor a través de una derivación que tiene un sensor de flujo continuo o una celda de medición de flujo continuo, por ejemplo, mediante el método de B. Wyrwas *et al.*, J. Surfact. Deterg. 2014, 17, 191-198 o de manera análoga al método de M. Lendi *et al.* Power Plant Chemistry 2015, 17(1), págs. 8-13. A este respecto, se hace referencia además al punto 8.4 del documento de guía técnica de IAPWS 8 16(2016) y a las referencias citadas en el mismo.

Alternativamente, la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales puede calcularse a partir de la cantidad añadida y el contenido de agua total del sistema. Este es un método muy práctico para sistemas en los que los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales se añaden de una sola vez, pero también para sistemas en los que los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales se añaden de manera periódica o continua para compensar las pérdidas inherentes al sistema, siendo posibles tales cálculos cuando puede determinarse, calcularse o estimarse la cantidad perdida.

Con el fin de mantener la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en los intervalos anteriores, cualquier compuesto de N-acilsarcosina (I) o sal del mismo que se consuma se repondrá en cantidades de manera que el compuesto (I) esté presente en los intervalos de concentración proporcionados anteriormente. Para ello, el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o su sal se dosifica al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que, al menos durante el funcionamiento del sistema de agua-vapor, se logren las concentraciones anteriores.

Para mantener una concentración apropiada de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales en el agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor, los compuestos pueden añadirse en porciones o de manera continua. La cantidad o velocidad de adición dependerá, por supuesto, de la concentración de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales determinada en las mediciones de control. En caso de que el sistema de agua-vapor se hiciera funcionar previamente sin ningún compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal del mismo, se prefiere que la cantidad del compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o su sal que se añade inicialmente dé como resultado únicamente una baja concentración que se aproxima al límite inferior proporcionado anteriormente y que se realicen adiciones adicionales con el fin de lograr un intervalo de concentración preferido. En particular, debe evitarse una dosificación excesiva inicial.

Para ello, los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales pueden añadirse principalmente en cualquier punto del sistema de agua-vapor, en particular en un punto en el que el agua esté presente en forma líquida. Los puntos adecuados para la adición de los compuestos de N-acilsarcosina son principalmente los mismos que para las aminas formadoras de película o para otros aditivos anticorrosión y son principalmente conocidos por un experto; en el caso de circuitos de agua-vapor, por ejemplo, a partir de A. Bursik *et al.*, Power Plant Chemistry 2015, 17(6), págs. 342-353 y a partir del punto 8.5 del documento de guía técnica de IAPWS 8 16(2016) y las referencias citadas en los mismos. Los puntos adecuados incluyen cualquier punto entre el tanque de agua de alimentación y la caldera, tal como la entrada de la bomba de agua de alimentación de la caldera, el calentador de desaieración (desaierador), en particular la salida del desaierador, el economizador, en particular las entradas de bombas de alimentación de los circuitos de economizador de baja presión o alta presión, el condensador y en el interior de la tubería hasta un condensador enfriado con aire, tambor y/o bomba de extracción de condensado. Aunque puede ser útil añadir al menos una porción de los compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sus sales al condensado, en particular a la bomba de descarga de condensado, también es posible añadirlos a través del agua de alimentación únicamente, por ejemplo, al tanque de agua de alimentación o a la entrada de la bomba de agua de alimentación de la caldera.

Los presentes inventores han observado que la razón de distribución vapor/agua de los compuestos (I) es de manera que la volatilidad es suficientemente alta como para permitir el transporte a la fase de vapor y posteriormente también al condensado, pero permanece una parte suficiente y proporciona protección a esa

parte. En una realización preferida, el método y el uso de la invención sirven para proporcionar (también) protección frente a la corrosión a aquellas partes del sistema de agua-vapor presurizado que están en contacto con vapor y/o con el condensado. Debido a la favorable razón de distribución vapor/agua, este efecto protector también se logra cuando los compuestos (I) se introducen al sistema a través del agua de alimentación únicamente.

En una realización, el compuesto de la fórmula (I) o la mezcla del mismo se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en su forma de ácido.

En otra realización, el compuesto de la fórmula (I) o la mezcla del mismo se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en forma de sal. Sales adecuadas son las sales con cationes de metales alcalinos, tales como las sales de Li, Na o K, y las sales de amonio (NH_4^+) o amonio sustituido. Se da preferencia a las sales de amonio y amonio sustituido. Cationes de amonio sustituido adecuados son los cationes de fórmula $[\text{NHR}^1\text{R}^2\text{R}^3]^+$, en la que R^1 , R^2 y R^3 , independientemente unos de otros, se seleccionan del grupo que consiste en hidrógeno, alquilo $\text{C}_1\text{-C}_6$, hidroxialquilo $\text{C}_1\text{-C}_6$ y alcoxilo $\text{C}_1\text{-C}_6$, con la condición de que al menos uno de R^1 , R^2 y R^3 no sea hidrógeno; o R^1 y R^2 forman junto con el N un anillo de 5 a 10 miembros monocíclico o bicíclico que puede contener heteroátomos adicionales seleccionados de O y N como miembros de anillo y R^3 se selecciona del grupo que consiste en hidrógeno, alquilo $\text{C}_1\text{-C}_6$, hidroxialquilo $\text{C}_1\text{-C}_6$ y alcoxilo $\text{C}_1\text{-C}_6$. Ejemplos de las aminas a partir de las cuales se derivan los cationes de amonio sustituido (por adición de H^+) son dimetilamina, trimetilamina, etilamina, dietilamina, monoetanolamina (= 2-aminoetanol), dietilhidroxilamina, N,N-dimetil-2-aminoetanol, N,N-dietil-2-aminoetanol (= dietiletanolamina; DEAE), 2-amino-2-metilpropanol, metoxipropilamina, isopropoxipropilamina, 3-metoxipropilamina, 5-aminopentanol, dimetilaminoetilpropanol, 1,2-diaminoetano y morfolina. Aminas particulares son monoetanolamina (= 2-aminoetanol), N,N-dimetil-2-aminoetanol, N,N-dietil-2-aminoetanol (= dietiletanolamina), metoxipropilamina y 2-amino-2-metilpropanol. Una amina específica es N,N-dietil-2-aminoetanol.

En una realización específica, el compuesto de la fórmula (I) o la mezcla del mismo se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en su forma de ácido.

En otra realización específica, el compuesto de la fórmula (I) o la mezcla del mismo se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en forma de su sal, en particular de su sal de amonio o amonio sustituido.

En una realización específica, el compuesto de la fórmula (I), usado ya sea en forma de ácido o en forma de sal, se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en forma de una emulsión o disolución acuosa de la forma de ácido del compuesto de la fórmula (I) o en la forma de sal del mismo, en el que la sal es preferiblemente una sal de amonio o amonio sustituido. Preferiblemente, la concentración del compuesto de la fórmula (I) en la emulsión o disolución acuosa está en el intervalo de desde el 0,5 hasta el 10 % en peso, calculada como la forma de ácido del compuesto de fórmula (I) y basándose en el peso total de la emulsión o disolución acuosa. Preferiblemente, la emulsión o disolución acuosa consiste en al menos el 99,9 % de una mezcla que consiste en el compuesto de fórmula (I), agua y opcionalmente también amoniaco y/o al menos una amina orgánica. El amoniaco y/o la al menos una amina orgánica están presentes si el compuesto de fórmula (I) va a añadirse al menos parcialmente en forma de una sal de amonio o amonio sustituido.

Sistema de agua-vapor presurizado

Sistema de agua-vapor "presurizado" significa que el sistema se hace funcionar a presiones superiores a la presión ambiental. La presión en el sistema de agua-vapor durante el funcionamiento es de al menos 10 bar (1 MPa), en particular de al menos 20 bar (2 MPa), específicamente de al menos 30 bar (3 MPa). Generalmente, la presión es de desde 10 hasta 200 bar (desde 1 hasta 20 MPa), preferiblemente de desde 20 hasta 150 bar (desde 2 hasta 15 MPa) y específicamente de desde 30 hasta 100 bar (desde 3 hasta 10 MPa), por ejemplo, desde 30 hasta 70 bar (desde 3 hasta 7 MPa) o desde 30 hasta 50 bar (desde 3 hasta 5 MPa). Sin embargo, la presión en algunas partes del sistema de agua-vapor puede ser más baja, por ejemplo, en tanques de agua de alimentación o sistemas de pretratamiento, si están presentes.

Los sistemas de agua-vapor en el sentido de la presente invención son cualquier sistema en el que se produzca vapor y que contenga superficies internas principalmente propensas a la corrosión. Las "superficies internas" son superficies del sistema de agua-vapor que entran en contacto con agua o vapor que pasa a través de o circula en el sistema de agua-vapor y, por tanto, son sometidas principalmente a condiciones que pueden provocar corrosión. Ejemplos de las partes susceptibles en tales sistemas son calderas (= generadores de vapor), líneas de vapor, más generalmente tuberías que conectan diferentes componentes, condensadores, refrigeradores, turbinas, palas de turbina, tanques de agua de alimentación, calentadores de desaireación, economizadores, tanques de evaporación instantánea, sistemas de pretratamiento, etc., realizados de o que contienen materiales ferrosos y no ferrosos principalmente propensos a la corrosión, tales como acero, aluminio y aleaciones del mismo o cobre y aleaciones del mismo. El sistema puede ser o comprender un circuito en el que el vapor se condensa, se recircula y vuelve a evaporarse, tal como en circuitos de vapor-agua (WSC); o puede ser un

sistema no cíclico en el que el vapor no se recircula. El sistema de agua-vapor puede tener dimensiones industriales, por ejemplo, como parte de una central industrial, por ejemplo, de una central, incluyendo centrales de combustibles fósiles, tales como centrales de carbón y centrales de turbinas de gas, de centrales de biogás, de centrales nucleares, de unidades geotérmicas, de centrales que comprenden generadores de vapor de recuperación de calor (HRSG) o generadores de vapor de dilución, y similares; o puede tener un tamaño utilitario. El sistema de agua-vapor comprende generalmente al menos una caldera/generador de vapor, por ejemplo, una caldera de tambores o un generador de vapor de paso único. Excepciones pueden ser las centrales geotérmicas que usan vapor formado por la liberación de presión de agua altamente presurizada procedente de una fuente geotérmica.

En una realización preferida, el sistema de agua-vapor es un circuito de agua-vapor. Tal como se mencionó anteriormente, el sistema de agua-vapor puede formar parte de una central, incluyendo centrales de combustibles fósiles, tales como centrales de carbón y centrales de turbinas de gas, de centrales de biogás, de centrales nucleares, de centrales que comprenden generadores de vapor de recuperación de calor (HRSG) o generadores de vapor de dilución, y similares. El método de la presente invención no sólo es adecuado para centrales que funcionan en modo continuo, sino que también es adecuado para cumplir las altas demandas de los circuitos de agua-vapor que forman parte de una central que funciona en modo cíclico. A diferencia del modo continuo, el modo cíclico se entiende como un funcionamiento discontinuo con periodos de espera breves y frecuentes (periodos de desconexión). En una central, el modo cíclico se entiende de manera similar y significa el funcionamiento de unidades de generación eléctricas a niveles de carga (demanda de potencia) variables, incluyendo variaciones de carga baja y encendido/apagado, en respuesta a cambios en los requisitos de carga (demanda) del sistema. El método de la invención permite una protección frente a la corrosión eficiente y económica en estas condiciones desafiantes.

Ventajosamente, las N-acilsarcosinas (I) y sus sales tal como se usan en la presente invención son prácticamente no tóxicas. Por tanto, son adecuadas para usarse en sistemas de agua-vapor que están en contexto directo o indirecto con el procesamiento de bienes sensibles, tales como producción, purificación, esterilización, incluyendo pasteurización, envasado o almacenamiento de, por ejemplo, alimentos (incluyendo aditivos alimentarios, bebidas y piensos para animales), cosméticos o productos farmacéuticos. Por consiguiente, en una realización particular, el método y el uso de la invención sirven para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado usado para generar vapor para el procesamiento directo o indirecto de alimentos (incluyendo aditivos alimentarios, bebidas y piensos para animales), cosméticos o productos farmacéuticos.

"Procesamiento" significa cualquier etapa desde el centro de producción hasta el usuario/consumidor de los bienes, tal como producción, purificación, esterilización, pasteurización, limpieza, acondicionamiento, envasado, almacenamiento y suministro de los bienes.

"Procesamiento directo" significa que el vapor entra en contacto directo con los bienes o componentes de los mismos en alguna etapa desde el centro de producción hasta el usuario/consumidor. "Procesamiento indirecto" significa que no hay contacto directo del vapor con los bienes o componentes de los mismos. Por ejemplo, el vapor entra en contacto directo con bienes sensibles o componentes de los mismos en procedimientos de extracción, destilación, secado, esterilización o pasteurización durante la producción, la purificación, el acondicionamiento, el envasado o el almacenamiento de tales productos. Contacto indirecto significa que el vapor no entra en contacto directo con bienes sensibles o componentes de los mismos, sino con otros bienes, materiales o superficies que luego entran en contacto con dichos bienes o componentes de los mismos. Ejemplos son el contacto del vapor con material de envasado o con superficies, zonas, espacios, aparatos o materiales sobre, en o con los que se procesan, por ejemplo, se producen, purifican, esterilizan, pasteurizan, limpian, acondicionan, envasan o almacenan, bienes sensibles o componentes de los mismos. El contacto directo o indirecto del vapor con bienes sensibles o componentes de los mismos se produce, por ejemplo, en procedimientos de extracción o destilación en la producción de alimentos, aditivos alimentarios, bebidas, piensos, cosméticos o productos farmacéuticos, en la conservación de alimentos a alta presión, en el envasado de alimentos, aditivos alimentarios, bebidas, piensos, cosméticos o productos farmacéuticos, en la limpieza o esterilización de zonas, espacios, superficies, aparatos o materiales de trabajo en panaderías, plantas de productos lácteos, plantas en las que se produce o procesa azúcar, conserveras, cerveceras, carnicerías, centros de producción y envasado de productos farmacéuticos o cosméticos, etc.

Sólo para ilustrar el contacto directo con alimentos, el vapor, por ejemplo, entra en contacto directo con alimentos durante el sellado de latas, la cocción de mejillones, durante el procesamiento de carne y aves de corral, por ejemplo, desplume (de pollos, patos, gansos, pavos, etc.) o retirada de las cerdas del cerdo y similares; durante el blanqueo, la descongelación o la cocción.

Un ejemplo de un contacto indirecto es un circuito de agua-vapor usado en máquinas de papel usadas para la producción de papel adecuado para el contacto con alimentos, piensos, cosméticos o productos farmacéuticos, por ejemplo, papel para envolver. Por tanto, en una realización preferida, el sistema de agua-vapor es un circuito de agua-vapor usado en máquinas de papel, especialmente en máquinas de papel usadas para la producción de

papel adecuado para el contacto con alimentos, piensos, cosméticos o productos farmacéuticos, por ejemplo, papel para envolver. Otro ejemplo de un contacto indirecto es el vapor usado en la purificación y/o esterilización de materiales de envasado tales como botellas o latas en cervceras (por ejemplo, pasteurizadores de túnel) o en otras industrias de bebidas (zumos, refrescos, agua mineral, jarabes, etc.) o en conserveras.

En una realización alternativa, el compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al pozo de producción, al pozo de inyección, a intercambiadores de calor, a separadores de vapor, a tuberías terrestres y subterráneas y a similares de una central geotérmica, tales como centrales de vapor seco, centrales de evaporación instantánea o centrales de ciclo binario, o una unidad de calentamiento geotérmico, por ejemplo, unidades de calentamiento de distrito geotérmico. Resulta evidente que, después del ciclo de producción de potencia/calentamiento, no es deseable liberar agua que contiene componentes susceptibles al medioambiente.

El compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos puede usarse en combinación con sustancias normalmente usadas en tales instalaciones, por ejemplo, ácidos fosfónicos, aditivos poliméricos o quelantes. Ejemplos de ácidos fosfónicos adecuados son EDTMP [ácido etilendiaminotetra(metilenfosfónico)], ATMP [ácido aminotris(metilenfosfónico)], PBTC (ácido fosfonobutanotricarboxílico), TDTMP [ácido tetrametilendiaminotetra(metilenfosfónico)], HDTMP [ácido hexametildiaminotetra(metilenfosfónico)], ácido etidróico, HEDP (ácido 1-hidroxietiliden-1,1-difosfónico), DMMP (dimetilmetilfosfonato), ácido vinilfosfónico, AMP [ácido aminotris(metilenfosfónico)], HPAA (ácido 2-hidroxifosfonocarboxílico) o CEPA (ácido 2-carboxietilfosfónico). Ejemplos de aditivos poliméricos adecuados son homopolímeros, copolímeros y terpolímeros del ácido acrílico, ácidos fosfinopolicarboxílicos, copolímeros de acrilato/acrilamida, homopolímeros, copolímeros y terpolímeros de acrilamidas y sus sales, polietilenglicol, copolímeros y terpolímeros basados en ácido acrílico y ácido 2-acrilamido-2-metilpropanosulfónico (AMPS), copolímeros y terpolímeros basados en ácido (met)acrílico y alil éter, y similares.

La presión de tales sistemas geotérmicos puede variar entre 2 y 60 bar (entre 0,2 y 6 MPa). Dependiendo del sistema, las temperaturas pueden variar entre 55 y 300 °C. Los valores de pH están normalmente en el intervalo de desde 4 hasta 10.

En otra realización, el compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade a un generador de vapor de dilución (DSG). Los generadores de vapor de dilución son calderas de baja presión habitualmente usadas en plantas de etileno en las que suministran el vapor de dilución para el procedimiento de craqueo. En la mayoría de los casos, el sistema de agua es un bucle cerrado que se hace circular desde el horno de craqueo hasta la unidad de extinción de aceite seguida de la unidad de extinción de agua, el separador de aceite/agua y el separador hasta el DSG y de vuelta al horno. El desafío del tratamiento de DSG es en muchos casos la alta concentración de ácidos carboxílicos C₁-C₄ (principalmente ácidos fórmico y acético). Por tanto, los principales problemas son la protección frente a la corrosión de la caldera y las líneas de vapor de dilución.

Sólo para evitar cualquier duda, los compuestos de N-acilsarcosina, sus mezclas y sales son, por supuesto, adecuados para su uso en cualquier sistema de agua-vapor presurizado. Los sistemas específicamente mencionados anteriormente (sistemas de agua-vapor en contexto directo o indirecto con el procesamiento de bienes sensibles, centrales geotérmicas/unidades de calentamiento y DSG) sólo destacan los aspectos en los que se evidencian particularmente las ventajas de los compuestos de N-acilsarcosina, sus mezclas y sales.

Condiciones de funcionamiento

Tal como se explicó anteriormente, el sistema se hace funcionar a presiones superiores a la presión ambiental. La presión en el sistema de agua-vapor durante el funcionamiento es de al menos 10 bar (1 MPa), en particular de al menos 20 bar (2 MPa), específicamente de al menos 30 bar (3 MPa). Generalmente, la presión es de desde 2 hasta 300 bar (desde 0,2 hasta 30 MPa), preferiblemente de desde 10 hasta 200 bar (desde 1 hasta 20 MPa), más preferiblemente de desde 20 hasta 150 bar (desde 2 hasta 15 MPa) y específicamente de desde 30 hasta 100 bar (desde 3 hasta 10 MPa), por ejemplo, desde 30 hasta 70 bar (desde 3 hasta 7 MPa) o desde 30 hasta 50 bar (desde 3 hasta 5 MPa). Sin embargo, la presión en algunas partes del sistema de agua-vapor puede ser más baja, por ejemplo, en tanques de agua de alimentación o sistemas de pretratamiento, si están presentes.

Preferiblemente, la temperatura en el sistema de agua-vapor durante el funcionamiento es de al menos 100 °C, preferiblemente de desde 150 hasta 570 °C, en particular de desde 200 hasta 400 °C y específicamente de desde 200 hasta 350 °C. Sin embargo, la temperatura en algunas partes del sistema de agua-vapor puede ser más baja, por ejemplo, en un condensador, un tanque de agua de alimentación o un sistema de pretratamiento, si está presente.

Durante el funcionamiento del sistema de agua-vapor, el pH es preferiblemente al menos neutro (es decir, al menos pH 7, por ejemplo, de 7 a 14 o de 7 a 12 o de 7 a 10). Los niveles de pH óptimos dependen del sistema

de agua-vapor específico, de los materiales contenidos en el mismo que entran en contacto con agua o vapor y del modo de funcionamiento. Como regla, los sistemas en funcionamiento continuo son menos susceptibles a la corrosión debido a un pH demasiado bajo o demasiado alto que los sistemas que funcionan de manera discontinua (por ejemplo, funcionamiento en modo cíclico) o los sistemas durante la parada. Los sistemas que contienen componentes de aluminio o aleaciones de aluminio que entran en contacto con agua o vapor se hacen funcionar generalmente a un pH más bajo que los de acero; al menos en un modo de funcionamiento no continuo. Sin embargo, las centrales geotérmicas o las unidades de calentamiento también pueden hacerse funcionar a un pH inferior a 7, pero preferiblemente el pH es de al menos 4, más preferiblemente de al menos 5, en particular de al menos 6 y más particularmente de al menos 7, por ejemplo, de 4 a 10 o de 5 a 10 o de 6 a 9,5 o de 7 a 9. Por tanto, en resumen, el pH en el sistema de agua-vapor está normalmente en el intervalo de desde 4 hasta 14, preferiblemente desde 5 hasta 12, más preferiblemente desde 6 hasta 12, por ejemplo, desde 7 hasta 12 o desde 7 hasta 11 o desde 7,5 hasta 11, o desde 8,0 hasta 10 o desde 8,5 hasta 10. Los valores de pH se refieren a valores determinados a 20 °C.

En caso de que el sistema de agua-vapor sea un circuito de agua-vapor, se mantiene un valor de pH del agua preferiblemente en el intervalo de pH de 7,5 a 12, más preferiblemente en el intervalo de 8,0 a 11, en particular en el intervalo de pH de 8,5 a 10, más particularmente en el intervalo de pH de 8,7 a 10, específicamente en el intervalo de pH de 9,0 a 10 y muy específicamente en el intervalo de pH de 9,2 a 10, tal como se determina a 20 °C. Esto se logrará generalmente mediante la adición de una base adecuada. Bases adecuadas son, por ejemplo, hidróxidos de metales alcalinos tales como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o hidróxido de litio, fosfatos tales como fosfato de sodio, amoniaco y aminas alcalinizantes. Las aminas alcalinizantes son aminas volátiles, en particular aminas $NR^1R^2R^3$, en la que R^1 , R^2 y R^3 , independientemente unos de otros, se seleccionan del grupo que consiste en hidrógeno, alquilo C_1-C_6 , hidroxialquilo C_1-C_6 y alcóxilo C_1-C_6 , con la condición de que al menos uno de R^1 , R^2 y R^3 no sea hidrógeno; o R^1 y R^2 forman junto con el N un anillo de 5 a 10 miembros monocíclico o bicíclico que puede contener heteroátomos adicionales seleccionados de O y N como miembros de anillo y R^3 se selecciona del grupo que consiste en hidrógeno, alquilo C_1-C_6 , hidroxialquilo C_1-C_6 y alcóxilo C_1-C_6 . Ejemplos de las aminas $NR^1R^2R^3$ adecuadas son dimetilamina, trimetilamina, etilamina, dietilamina, monoetanolamina (= 2-aminoetanol), dietilhidroxilamina, N,N-dimetil-2-aminoetanol, N,N-dietil-2-aminoetanol (= dietiletanolamina; DEAE), 2-amino-2-metilpropanol, metoxipropilamina, isopropoxipropilamina, 3-metoxipropilamina, 5-aminopentanol, dimetilaminoetilpropanol, 1,2-diaminoetano, morfina y mezclas de los mismos. Aminas particulares son monoetanolamina (= 2-aminoetanol), N,N-dimetil-2-aminoetanol, N,N-dietil-2-aminoetanol (= dietiletanolamina), metoxipropilamina y 2-amino-2-metilpropanol. Una amina específica es N,N-dietil-2-aminoetanol.

Durante el tiempo de funcionamiento del circuito de agua-vapor, el valor de pH del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor está en promedio dentro de los intervalos anteriores. De hecho, el valor de pH del agua no tiene por qué estar en el intervalo anterior en cada punto de tiempo cuando se hace funcionar el circuito de agua-vapor. Más bien, es posible que el valor de pH pueda estar fuera de los intervalos anteriores durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo, cualquier periodo en el que el nivel de pH esté fuera de los intervalos anteriores no superará habitualmente 1 h, en particular 30 min, para evitar un aumento de la corrosión. Además, durante estos periodos, el nivel de pH no se desviará habitualmente en más de 0,2 unidades de pH, en particular no más de 0,1 unidades de pH, de los límites proporcionados anteriormente.

Un experto también entenderá que el nivel de pH del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor puede variar dentro del circuito de agua-vapor hasta cierto punto y no será el mismo en todos y cada uno de los puntos del circuito de agua-vapor. Sin embargo, la desviación no será muy alta y generalmente se mantienen los niveles de pH promedio anteriores en cualquier parte del circuito de agua-vapor en la que el agua está en estado líquido.

Con el fin de monitorizar el nivel de pH del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor y mantenerlo en los intervalos anteriores, el nivel de pH se determina habitualmente de manera periódica o continua en al menos un punto del circuito de agua-vapor, en particular en al menos dos puntos del circuito de agua-vapor. Puntos adecuados para determinar el nivel de pH son en particular aquellos en los que el agua está en estado líquido. Los puntos preferidos para controlar el nivel de pH incluyen, por ejemplo,

- el agua de alimentación, es decir, el agua que se alimenta desde el tanque de alimentación al circuito de agua-vapor;
- el agua del condensado; y
- el agua del tambor de vapor, es decir, el agua contenida en la parte de generación de vapor de la caldera.

Para monitorizar el nivel de pH real del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor, puede tomarse una muestra y se determina el pH de la muestra según un procedimiento convencional tal como se describió anteriormente, por ejemplo, según el procedimiento descrito en la norma DIN EN ISO 10253:2012-04 u otros métodos conocidos en la técnica. Por supuesto, también es posible determinar el valor de pH mediante

mediciones en línea, por ejemplo, haciendo pasar una porción del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor a través de una derivación que tiene una celda de medición de flujo continuo equipada con un medidor de pH.

- 5 La base usada para ajustar o mantener el pH deseado puede añadirse principalmente en cualquier punto del circuito de agua-vapor, en particular en un punto en el que el agua está presente en forma líquida. Puntos adecuados para la adición de la base son los mencionados anteriormente para la adición de la N-acilsarcosina o su sal e incluyen, por ejemplo, el tanque de agua de alimentación, cualquier punto entre el tanque de agua de alimentación y la caldera, tal como la entrada de la bomba de agua de alimentación de la caldera, el calentador de desaireación (desaireador), en particular la salida del desaireador, el economizador, en particular las entradas de bombas de alimentación de los circuitos de economizador de baja presión o alta presión, el condensador y en el interior de la tubería hasta un condensador enfriado con aire, tambor y/o bomba de extracción de condensado.

- 10 Para mantener un nivel de pH apropiado del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor, la base adicional puede añadirse en porciones o de manera continua. La cantidad o velocidad de adición dependerá, por supuesto, del resultado de las mediciones de pH.

- En caso de que el sistema de agua-vapor sea un circuito de agua-vapor, se ha hallado además que es beneficioso mantener la conductividad del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor a un nivel de como máximo 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en particular de como máximo 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o de como máximo 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores de conductividad proporcionados en este caso se refieren a la conductividad específica de una muestra del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor tal como se determina a 22 °C. La conductividad puede determinarse mediante procedimientos convencionales tal como se describe, por ejemplo, en la norma DIN EN 27888:1993-11. Resulta evidente para un experto que, en algunos casos, puede no ser posible medir la conductividad a 22 °C. Sin embargo, no es necesario medir la conductividad a 22 °C porque un experto está familiarizado con la dependencia de temperatura de la conductividad. Por tanto, es posible medir la conductividad a una temperatura distinta de 22 °C y realizar correcciones apropiadas. Los medidores de conductividad modernos tienen habitualmente medios de compensación de temperatura. Con frecuencia, la conductividad se mide en muestras que tienen una temperatura en el intervalo de desde 20 hasta 27 °C con el fin de minimizar los efectos de la temperatura.

- 20 Durante el tiempo de funcionamiento del circuito de agua-vapor, la conductividad del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor es en promedio inferior a los límites anteriores. De hecho, la conductividad del agua no tiene por qué ser inferior a los límites anteriores en cada punto de tiempo cuando se hace funcionar el circuito de agua-vapor. Más bien, es posible que la conductividad pueda ser ligeramente más alta que los límites anteriores durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo, cualquier periodo en el que la conductividad sea más alta que los límites anteriores no superará habitualmente 4 h, en particular 2 h. Además, durante estos periodos, la conductividad no superará habitualmente 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en particular no superará 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- 35 Un experto también entenderá que la conductividad del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor puede variar dentro del circuito de agua-vapor hasta cierto punto y no será la misma en todos y cada uno de los puntos del circuito de agua-vapor. Sin embargo, la desviación no será muy alta y generalmente se mantienen los límites de conductividad anteriores en cualquier parte del circuito de agua-vapor en la que el agua está en estado líquido.

- 40 Con el fin de monitorizar la conductividad del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor y para mantenerla en los intervalos anteriores, la conductividad se determina habitualmente de manera periódica o continua en al menos un punto del circuito de agua-vapor, en particular en al menos dos puntos del circuito de agua-vapor. Puntos adecuados para determinar la conductividad del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor son aquellos en los que el agua está en estado líquido. Los puntos preferidos para controlar el nivel de pH incluyen, por ejemplo,

- el agua de alimentación, es decir, el agua que se alimenta desde el tanque de alimentación al circuito de agua-vapor;
- el agua del condensado; y
- el agua del tambor de vapor, es decir, el agua contenida en la parte de generación de vapor de la caldera.

- 50 Para monitorizar la conductividad real del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor, puede tomarse una muestra y se determina la conductividad de la muestra según un procedimiento convencional, en particular según el procedimiento descrito en la norma DIN EN 27888:1993-11. Por supuesto, también es posible determinar el valor de conductividad mediante mediciones en línea, por ejemplo, haciendo pasar una porción del agua usada para hacer funcionar el circuito de agua-vapor a través de una derivación que tiene una celda de medición de flujo continuo equipada con un medidor de conductividad.

Con el fin de mantener la conductividad por debajo de los límites anteriores, puede ser necesario retirar del agua los iones que provocan la conductividad. Para ello, el agua que circula en el circuito de agua-vapor puede conducirse a través de un lecho de una resina de intercambio iónico, en particular un lecho mixto de una resina de intercambio catiónico y una resina de intercambio aniónico para retirar cualquier impureza iónica. Estas unidades también se denominan unidades de pulido. Preferiblemente, el condensado se conduce a través de la unidad de pulido.

Los compuestos de N-acilsarcosina (I) son útiles para conferir protección frente a la corrosión a diversos metales, especialmente a materiales ferrosos y aleaciones de los mismos (tales como diversos tipos de aceros), pero también a metales y aleaciones no ferrosos, tales como cobre, aleaciones de cobre, aluminio o aleaciones de aluminio.

Si bien las turbinas y los generadores de vapor se realizan frecuentemente de materiales ferrosos, generalmente acero, otros componentes, tales como condensadores o refrigeradores y tuberías, y otros sistemas de agua/vapor pueden realizarse de o comprender materiales no ferrosos, tales como cobre, aleaciones de cobre, aluminio o aleaciones de aluminio.

El tipo de acero o metal/aleación no ferroso dependerá del tipo de componente y de las demandas de construcción del mismo. Los tipos de aceros frecuentemente usados para la construcción de componentes de circuitos de agua-vapor pueden ser aceros de alta aleación o aceros de baja aleación e incluyen, pero no se limitan a, por ejemplo, aceros martensíticos, en particular aceros martensíticos que tienen un contenido de cromo del 9-14 %, tales como los aceros martensíticos T/P92 y VM12/VM12-SHC, aceros austeníticos y aceros ferríticos, por ejemplo, aceros ferríticos de baja aleación tales como T/P24, pero también aleaciones a base de níquel.

Los materiales de aluminio típicos incluyen en particular aluminio puro que tiene un contenido de aluminio > 99 % y aleaciones de aluminio tales como aleaciones de aluminio-magnesio, aleaciones de aluminio-magnesio-silicio y aleaciones de aluminio-zinc.

Los materiales de cobre típicos incluyen cobre puro y latones.

En particular, los compuestos de N-acilsarcosina (I) son útiles para conferir protección frente a la corrosión al acero, al cobre y a aleaciones de los mismos, particularmente al acero y al cobre, y específicamente al acero.

Además de los compuestos (I) o las sales de los mismos y las bases opcionales descritas anteriormente en contexto con las sales de compuestos (I) y con el ajuste del pH, pueden añadirse aditivos adicionales al agua en el sistema de vapor-agua. Estos incluyen aditivos poliméricos como dispersantes o antiincrustantes, o eliminadores de oxígeno.

Ejemplos de los aditivos poliméricos son homopolímeros, copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de ácido (met)acrílico, tal como poli(ácido acrílico), poli(ácido metacrílico), copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de ácido (met)acrílico y (met)acrilatos, copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de ácido acrílico y ácido 2-acrilamido-2-metilpropanosulfónico (AMPS), copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de ácido (met)acrílico y alil éter; homopolímeros, copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de (met)acrilatos diferentes de los mencionados anteriormente, tales como copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de acrilatos y acrilamidas, homopolímeros, copolímeros y terpolímeros o polímeros superiores de acrilamidas distintas de las mencionadas anteriormente, ácidos fosfinopolicarboxílicos y polietilenglicol.

Ejemplos de los eliminadores de oxígeno son hidrazina, carbohidrazida, dietilhidroxilamina, ácido ascórbico y sales del mismo, sulfitos y bisulfitos.

La invención se refiere además a un método para determinar la concentración del compuesto de la fórmula (I) en una emulsión o disolución acuosa del compuesto de la fórmula (I), que comprende las siguientes etapas:

i) añadir un colorante de fenotiazina catiónico a una cantidad definida de la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) o una sal del mismo;

ii) someter la mezcla de la etapa i) a una extracción con un extractante líquido, que comprende al menos el 95 % en peso de la cantidad total del extractante de un alcohol C₈-C₁₀, en particular 1-nonanol;

iii) separar el extractante líquido a partir de la fase acuosa; y

iv) determinar fotométricamente la concentración del colorante de fenotiazina en el extractante.

El método de determinación se basa en el hecho de que los compuestos de la fórmula (I), cuando están presentes como sales, forman asociados (complejos) iónicos con los colorantes de fenotiazina (catiónicos). Estos

complejos se disuelven mejor en alcoholes C₈-C₁₀ que en agua y, por tanto, pueden extraerse en la fase orgánica formada por estos disolventes. Entonces se determina fotométricamente la absorción de este complejo, para ser más precisos de la parte de colorante de fenotiazina del mismo. La absorción es una medida de la concentración del colorante. Mediante mediciones en serie de la absorbancia de los complejos formados por concentraciones definidas de los compuestos de la fórmula (I) y los colorantes de fenotiazina, pueden prepararse curvas de calibración, que entonces permiten la correlación de la absorción con la concentración del colorante de fenotiazina y en última instancia con la concentración del compuesto (I).

Los compuestos (I) son ácidos débiles con una pK_a aproximadamente en el intervalo de 3 a 5 y, por tanto, pueden formar sistemas tampón con su anión correspondiente en agua. Están predominantemente presentes como sales únicamente muy por encima de los intervalos de pH en los que forman sistemas tampón. Este es generalmente el caso por encima de pH 9. Sin embargo, dada la formación del complejo con el colorante de fenotiazina y su extracción en la fase orgánica, este desplaza el equilibrio ácido/sal hacia la sal incluso a valores de pH claramente inferiores. Por tanto, se observó que un pH de 6 o incluso inferior es suficiente para desplazar el equilibrio ácido/sal en la etapas i) y ii) hacia la sal hasta tal punto que se permite la extracción esencialmente completa de los compuestos (I) en forma del asociado de colorante de fenotiazina en la fase orgánica. Por tanto, antes, durante o poco después de llevar a cabo la etapa i), y en cualquier caso antes de llevar a cabo la etapa ii), la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) se ajusta a un pH preferiblemente de al menos 6 si la emulsión o disolución tiene un pH inferior a este valor. Más preferiblemente, la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) se ajusta a un pH de al menos 6,5 si la emulsión o disolución tiene un pH inferior a este límite. Preferiblemente, el ajuste del pH se lleva a cabo antes de añadir el colorante de fenotiazina. Preferiblemente, la emulsión o disolución acuosa se ajusta a un pH de desde 6,5 hasta 7,5, en particular de desde 6,9 hasta 7,1 y específicamente a un pH de 7,0, tal como se mide a 20 °C.

Si el pH de la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) o una sal del mismo está en el intervalo básico desde el inicio, generalmente no es necesario realizar ningún ajuste del pH. Por seguridad u otros motivos, no obstante puede ser deseable llevar a cabo la medición en torno a pH neutro. Por tanto, también en este caso, la emulsión o disolución acuosa puede ajustarse a un pH preferiblemente de desde 6,5 hasta 7,5, en particular de desde 6,9 hasta 7,1 y específicamente a un pH de 7,0, tal como se mide a 20 °C.

Si bien el ajuste del pH puede llevarse a cabo principalmente con cualquier base miscible en agua (si el pH de la emulsión o disolución acuosa inicial está en el intervalo ácido) o ácido miscible en agua (si el pH de la emulsión o disolución acuosa inicial está en el intervalo básico), se prefiere usar un tampón. Tampones adecuados son todos aquellos que tienen una buena capacidad tampón en torno a pH neutro, tales como tampón fosfato, tampón bicarbonato o tampones fosfato/ácido cítrico. En particular, se usa un tampón fosfato, por ejemplo, un tampón que contiene una sal de dihidrogenofosfato y una sal de hidrogenofosfato, por ejemplo, dihidrogenofosfato de potasio e hidrogenofosfato de dipotasio o dihidrogenofosfato de sodio e hidrogenofosfato de disodio o dihidrogenofosfato e hidrogenofosfato de potasio y sodio, tal como dihidrogenofosfato de potasio e hidrogenofosfato de disodio.

La base, el ácido o el tampón se añade habitualmente en forma de una disolución acuosa.

Preferiblemente, se añade un tampón a la muestra que va a someterse a prueba independientemente de si el pH está o no en el intervalo requerido.

Colorantes de fenotiazina adecuados son azul de metileno (cloruro de N,N,N',N'-tetrametilfotiazina), azul de metileno nuevo (cloruro de 3,7-bis(etilamino)-2,8-dimetilfenotiazin-5-ilo) y azul de toluidina (cloruro de N',N',2'-trimetilfenotiazin-3,7-diamino). Preferiblemente, se usa azul de metileno.

Preferiblemente, el colorante de fenotiazina se usa en la etapa i) en una concentración de manera que su cantidad (molar) es igual a o supera la cantidad (molar) máxima de compuesto (I) esperada en la muestra de agua (es decir, en la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) o una sal del mismo). Preferiblemente, el colorante de fenotiazina se añade en la etapa i) en una cantidad que supera la cantidad (molar) máxima de compuesto (I) esperada en la muestra de agua. Más preferiblemente, el colorante de fenotiazina se usa en un exceso molar de al menos 1,05, más preferiblemente en un exceso molar de al menos 1,1 y especialmente en un exceso molar de al menos 1,5, con respecto a 1 mol de compuesto (I) esperado en la muestra de agua. La cantidad de colorante de fenotiazina puede superar con creces la cantidad de compuesto (I) sin alterar el método de determinación. Sin embargo, por motivos prácticos, la cantidad molar en exceso generalmente no superior a 300 ó 200 veces la cantidad molar de compuesto (I) esperada en la muestra de agua. En particular, el colorante de fenotiazina se añade en la etapa i) en una cantidad que es con un factor (molar) de desde 1,05 hasta 200, más particularmente con un factor (molar) de desde 1,1 hasta 150, superior a la cantidad máxima de compuesto (I) esperada en la muestra de agua, específicamente con un factor (molar) de desde 3 hasta 100 superior a la cantidad máxima de compuesto (I) esperada en la muestra de agua. La cantidad máxima esperada de compuesto (I) en la muestra de agua puede calcularse o estimarse fácilmente a partir de la cantidad añadida al sistema y la cantidad de agua presente en el sistema. En casos en los que se desconoce la cantidad añadida, puede determinarse la cantidad aproximada mediante pruebas preliminares.

El colorante de fenotiazina se añade generalmente como disolución acuosa.

5 El volumen final de la disolución acuosa obtenida antes de llevar a cabo la etapa ii) (que contiene el compuesto (I), el colorante de fenotiazina y, si está presente, la base o preferiblemente el tampón) se determina o calcula si se han usado cantidades predeterminadas de disolución de colorante de fenotiazina y disolución tampón.

10 En la etapa i), la temperatura generalmente no debe superar 70 °C. Preferiblemente, la temperatura es de desde 15 hasta 35 °C, en particular de desde 20 hasta 25 °C.

10 El extractante de la etapa ii) contiene al menos el 95 % en peso de un alcohol C₈-C₁₀, con respecto al peso total del extractante.

15 Entre los alcoholes C₈-C₁₀ adecuados como extractantes líquidos, se da preferencia a 1-nonanol.

La extracción puede llevarse a cabo una vez o varias veces, por ejemplo, 1, 2 ó 3 veces, pero generalmente es suficiente una única extracción. Por tanto, en una realización específica, la fase acuosa se extrae una sola vez con el alcohol.

20 El alcohol C₈-C₁₀ se usa en una cantidad de manera que la razón en volumen de muestra de agua con respecto a alcohol es preferiblemente de desde 3:1 hasta 1:3, más preferiblemente de desde 2:1 hasta 1:2, en particular de desde 1,5:1 hasta 1:1,5 y específicamente de desde 1,5:1 hasta 1:1. Esta cantidad se refiere a una única etapa de extracción. En caso de múltiples extracciones, la cantidad global de alcohol usada para la extracción generalmente es más alta. En este caso, resulta conveniente concentrar la fase orgánica obtenida después de la separación de fases, por ejemplo, mediante la retirada de una parte del alcohol, por ejemplo, por destilación, si se desea a presión reducida.

En cualquier caso, la cantidad de alcohol usada es una cantidad definida.

30 Extracción se efectúa generalmente mediante el contacto íntimo del alcohol y la fase acuosa, por ejemplo, mediante agitación vigorosa o mezclado durante un tiempo mínimo, por ejemplo, durante al menos 5 s o preferiblemente durante al menos 10 s, por ejemplo, durante de 5 s a 1 min o preferiblemente durante de 10 a 40 s.

35 La separación de fases (etapa iii) de las fases orgánica y acuosa puede llevarse a cabo mediante medios habituales, por ejemplo, mediante un embudo de separación o mediante la retirada de una parte de la fase orgánica (superior) con una pipeta o una jeringa.

40 En la etapa iii), se somete entonces una cantidad definida de la fase orgánica a una determinación fotométrica de la concentración de la fenotiazina en el complejo formado por el colorante de fenotiazina y el compuesto (I). A partir de la concentración de la misma puede determinarse entonces la concentración del compuesto (I).

45 La concentración de la fenotiazina puede determinarse mediante la medición de absorbancia en un fotómetro. Se conocen bien fotómetros adecuados. Como ejemplo específico, puede mencionarse el espectrofotómetro DR3900 de Hach Lange GmbH, Alemania.

50 En un fotómetro típico, una fuente de luz convencional constante emite luz que se hace pasar a través de una cubeta que contiene la muestra líquida. Dependiendo de la concentración de la sustancia absorbente de luz en la muestra, se absorbe una parte de la luz y se mide la luz que pasa con una fotocelda. La luz que pasa puede correlacionarse con la concentración de la sustancia absorbente mediante su comparación con curvas o tablas de correlación preparadas de antemano con una serie de concentraciones definidas de dicha sustancia determinadas en condiciones definidas que corresponden estrictamente a las aplicadas en el examen de muestras de concentraciones desconocidas.

55 La determinación de la concentración del colorante de fenotiazina en la fase orgánica se basa en la ley de Lambert-Beer. La absorción (esta puede expresarse alternativamente como extinción) se define mediante la siguiente ecuación:

$$A_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} \cdot c \cdot d$$

60 en la que

A_{λ} es la absorción a una determina longitud de onda λ ;

65 ϵ_{λ} es el coeficiente de extinción espectral a esa misma longitud de onda λ ;

c es la concentración de la sustancia absorbente (en este caso el colorante de fenotiazina), por ejemplo en mol/m³; y

- 5 d es la longitud de paso óptico de la cubeta que contiene la disolución de la sustancia absorbente, por ejemplo en m.

Por tanto, la concentración puede calcularse resolviendo la ecuación para c:

10
$$c = A_{\lambda} / (\epsilon_{\lambda} \cdot d)$$

El coeficiente de extinción es específico de sustancia y también depende del disolvente, del pH y de la longitud de onda emitida. Por tanto, debe determinarse para las condiciones específicas mediante mediciones de extinción a concentraciones definidas de la sustancia que va a someterse a prueba en un disolvente dado a un pH dado y a una longitud de paso definida.

La absorción se determina como el logaritmo (con base 10) de la razón de la intensidad de la luz irradiada (emitida) y la luz transmitida:

20
$$A = \log_{10} (I_0/I_t)$$

en la que

25 I_0 es la intensidad de la luz irradiada, por ejemplo en W/m²; y

I_t es la intensidad de la luz transmitida, por ejemplo en W/m².

La longitud de onda λ de la luz emitida debe estar, por supuesto, en el intervalo de absorción del colorante de fenotiazina usado. Normalmente, λ está en el intervalo de desde 550 hasta 700 nm, preferiblemente de desde 600 hasta 680 nm y en particular de desde 610 hasta 660 nm, por ejemplo 610 nm o 650 nm o 660 nm. En una realización específica, se usa luz con una λ de 660 nm.

La absorción o extinción generalmente no debe superar 1,6. Si se observa una absorción > 1, es aconsejable diluir la muestra de agua con una cantidad definida de agua antes o durante o después de llevar a cabo la etapa i) y en cualquier caso antes de llevar a cabo la etapa ii).

La muestra sometida a la determinación fotométrica en la etapa iii) tiene una temperatura en el intervalo de desde 10 hasta 35 °C, preferiblemente de desde 15 hasta 30 °C y en particular de desde 20 hasta 25 °C.

40 En la práctica, la concentración del compuesto (I) se determina comparando la absorción con curvas de calibración de absorción establecidas mediante mediciones de disoluciones de compuestos (I) de determinadas concentraciones. Puesto que la absorción depende no sólo de la concentración de los compuestos sometidos a prueba, sino también de factores adicionales tales como el compuesto específico usado, el colorante con el que el compuesto forma un complejo, el extractante, el pH de la disolución inicial, la longitud de onda de la luz emitida, la longitud de paso de la luz a través de la muestra (y, por tanto, la dimensión de la cubeta) y el fotómetro usado, las curvas de calibración deben establecerse en las mismas condiciones que la prueba para determinar la concentración desconocida de compuestos (I) para obtener resultados fiables. Las curvas de calibración deben establecerse para compuestos (I) específicos o mezclas específicas de los mismos llevando a cabo mediciones de la absorción del complejo de compuesto I (mezcla)-colorante específico en un intervalo de concentraciones definidas del compuesto I (mezcla). Si la curva de calibración [absorción frente a concentración de compuesto I (mezcla)] muestra que la dependencia de la absorción y la concentración es lineal, la concentración puede determinarse más fácilmente mediante cálculos matemáticos: En caso de una dependencia lineal entre la absorción y la concentración, los valores de absorción (eje y) pueden representarse gráficamente en un gráfico frente a las concentraciones correspondientes de los compuestos (I) usadas para la calibración (eje x), dando como resultado una línea (de regresión) de pendiente "a" y una ordenada en el origen (x = 0) "b". b o bien se determina experimentalmente (absorción sin compuestos (I), pero con todos los demás componentes) o bien mediante extrapolación de la línea de regresión hasta x = 0. La absorción puede expresarse como producto de la pendiente y la concentración más la ordenada en el origen:

60
$$\text{absorción} = a \times \text{conc.}(\text{compuesto I}) + b \quad (1)$$

La resolución de la ecuación para la concentración conduce a la siguiente ecuación a través de la cual puede calcularse la concentración del compuesto (I) sometido a prueba mediante la determinación de la absorción (en las mismas condiciones que la calibración):

65

$$\text{conc. (compuesto I)} = (\text{absorción} - b) : a \quad (2)$$

Se ha hallado que, para los compuestos (I), la dependencia de la absorción y la concentración es lineal al menos entre 0,1 y 2 mg/l, que es un intervalo relevante para determinar la concentración de compuestos (I). En caso de

- 5 concentraciones más altas en las que la dependencia deja de ser lineal o no se sabe si es lineal, si se desea, puede diluirse la muestra en un factor definido para llegar a una concentración en la que se proporciona linealidad. De lo contrario, la absorción obtenida se correlaciona con la concentración comparando simplemente con la curva de calibración.
- 10 Se ha hallado que concentraciones más altas de iones cloruro pueden falsear la determinación de la concentración de compuestos (I). Por tanto, si la muestra contiene cloruro en una concentración que supera 30 mg/l, debe determinarse la concentración de cloruro y deben ajustarse los resultados de absorción. La concentración de cloruro puede determinarse mediante medios habituales, por ejemplo, a través de valoración (por ejemplo, diversas valoraciones argentométricas) o con kits de prueba comerciales, por ejemplo, tiras
- 15 reactivas de Hach Lange GmbH, Alemania, que permiten la determinación de la concentración de cloruro en un intervalo de 30 a 300 mg/l. Para ajustar los resultados de absorción, por ejemplo, se establecen curvas de calibración de diversas concentraciones de cloruro conocidas llevando a cabo mediciones de la absorción del complejo de cloruro-colorante en un intervalo de concentraciones definidas de cloruro. Si la curva de calibración (absorción frente a concentración de cloruro) muestra que la dependencia de la absorción y la concentración es
- 20 lineal, los valores de absorción (eje y) pueden representarse gráficamente en un gráfico frente a las concentraciones correspondientes de cloruro usadas para la calibración (eje x), dando como resultado una línea (de regresión) de pendiente "d" y una ordenada en el origen (x = 0) "b". b o bien se determina experimentalmente (absorción sin compuestos (I), pero con todos los demás componentes) o bien mediante extrapolación de la línea de regresión hasta x = 0. Teóricamente, b en este caso debe ser idéntica a b en la ecuación (1) o (2). La
- 25 absorción puede expresarse como producto de la pendiente y la concentración más la ordenada en el origen:

$$\text{absorción} = d \times \text{conc. (cloruro)} + b \quad (3)$$

La resolución de la ecuación para la concentración conduce a la siguiente ecuación (4):

30

$$\text{conc. (cloruro)} = (\text{absorción} - b) : d \quad (4)$$

La combinación de las ecuaciones (2) y (4) conduce a la ecuación (5) que permite la determinación de la concentración de compuesto (I) teniendo en cuenta la alteración por los iones cloruro:

35

$$\text{conc. (compuesto I)} = (\text{absorción} - d \times \text{conc. (cloruro)} - b) : a \quad (5)$$

Fuera de la linealidad, deben usarse curvas de calibración de diferentes concentraciones de compuestos (I) en presencia de diferentes concentraciones de iones cloruro.

- 40 Además, se ha hallado que concentraciones más altas de iones hidrogenocarbonato pueden falsear la determinación de la concentración de compuestos (I). Por tanto, si la muestra contiene hidrogenocarbonato en una concentración que supera 1,4 mmol/l, debe determinarse la concentración de hidrogenocarbonato y deben ajustarse los resultados de absorción. La concentración de hidrogenocarbonato puede determinarse mediante
- 45 medios habituales, por ejemplo, a través de valoración o con kits de prueba comerciales, por ejemplo, tiras reactivas de Hach Lange GmbH, Alemania, o Macherey Nagel GmbH & Co. KG, Alemania. Dado que la mayoría de tiras reactivas están diseñadas para la determinación de carbonato de calcio, por motivos prácticos, la concentración de hidrogenocarbonato se determina como carbonato de calcio, que puede recalcularse para el contenido de hidrogenocarbonato dependiendo del pH de la muestra. Las tiras reactivas permiten la
- 50 determinación de la concentración de carbonato en un intervalo de 0 a 240 mg/l. Para ajustar los resultados de absorción, por ejemplo, se establecen curvas de calibración de diversas concentraciones definidas de carbonato llevando a cabo mediciones de la absorción del complejo de carbonato-colorante en un intervalo de concentraciones definidas de carbonato.

- 55 Si la curva de calibración (absorción frente a concentración de carbonato) muestra que la dependencia de la absorción y la concentración es lineal, los valores de absorción (eje y) pueden representarse gráficamente en un gráfico frente a las concentraciones correspondientes de carbonato usadas para la calibración (eje x), dando como resultado una línea (de regresión) de pendiente "d" y una ordenada en el origen (x = 0) "b". b o bien se determina experimentalmente (absorción sin compuestos (I), pero con todos los demás componentes) o bien
- 60 mediante extrapolación de la línea de regresión hasta x = 0. La absorción puede expresarse como producto de la pendiente y la concentración más la ordenada en el origen tal como se representó anteriormente para el cloruro.

Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones, los aniones hidrogenocarbonato apenas se producen en ausencia de iones cloruro y, por tanto, la determinación de la concentración de compuestos (I) debe tener en

cuenta ambas especies alteradoras. Por tanto, la absorción en este caso se expresa como la combinación lineal de tres líneas.

Fuera de la linealidad, deben usarse curvas de calibración de diferentes concentraciones de compuestos (I) en presencia de diferentes concentraciones de iones hidrogenocarbonato y cloruro.

También es posible aplicar el presente método de determinación a mediciones en línea, por ejemplo, haciendo pasar una porción del agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor a través de una derivación que tiene un sensor de flujo continuo o una celda de medición de flujo continuo, por ejemplo, de manera análoga al método de B. Wyrwas *et al.*, J. Surfact. Deterg. 2014, 17, 191-198 o de manera análoga al método de M. Lendi *et al.* Power Plant Chemistry 2015, 17(1), págs. 8-13.

El presente método de determinación es adecuado para muestras [emulsiones o disoluciones acuosas del compuesto de la fórmula (I)] que contienen el compuesto de la fórmula (I) en una concentración global de al menos 0,01 mg/kg, preferiblemente de al menos 0,05 mg/kg, más preferiblemente de al menos 0,1 mg/kg, calculada como la forma de ácido del compuesto de fórmula (I) y basándose en el peso total de la emulsión o disolución acuosa. El método funciona bien hasta una concentración global de 2 mg/kg o incluso algo más alta. En caso de concentraciones más altas, por ejemplo, si la absorción es superior a 1,6, es aconsejable diluir la muestra de un modo definido.

El presente método usa los alcoholes C₈-C₁₀ relativamente inoocuos como extractantes y evita el cloroformo claramente más peligroso usado en los métodos de la técnica anterior para determinar la concentración de tensioactivos aniónicos tales como dodecilsulfonato.

La invención se ilustra con más detalle en los ejemplos y las figuras siguientes.

Ejemplos

Productos y aparato usados

Se usaron los siguientes productos en los procedimientos de prueba:

C-1: Crodasinic™ O: oleilsarcosina; de Croda

C-2: Crodasinic™ C: cocoilsarcosina; sarcosinamida de los ácidos grasos de aceite de coco; de Croda

Cmp-1: Armeen™ OD: oleilamina; de Nouryon

Cmp-2: Duomeen™ O: oleilpropilendiamina; de Nouryon

P-1: composición que contiene el 2,0 % en peso de C-1, el 27,0 % en peso de dietiletanolamina y el 71 % en peso de agua desionizada

P-2: composición que contiene el 2,0 % en peso de C-2, el 27,0 % en peso de dietiletanolamina y el 71 % en peso de agua desionizada

Cmp-P-1: composición que contiene el 2,0 % en peso de Cmp-1, el 27,0 % en peso de dietiletanolamina, el 0,6 % en peso de ácido caprílico y el 70,4 % en peso de agua desionizada

Nota: Cmp-P-1 contiene ácido caprílico para la estabilización. Este no se requiere para P-1 y P-2.

Se usó el siguiente sistema de caldera piloto:

Caldera piloto de 1,5 l con circulación natural, configurada de manera que es posible tomar muestras del vapor y también de la fase de agua durante todo el ensayo.

Cabe destacar que, en un sistema de agua-vapor presurizado a escala industrial, son necesarias concentraciones claramente inferiores a las usadas en los siguientes experimentos en caldera piloto. Un motivo es que el tiempo de retención, es decir, el tiempo en el que el vapor ha pasado completamente una vez a través de una sección definida del sistema, es generalmente más largo en sistemas industriales que en la presente caldera piloto.

Como ejemplo, los tiempos de retención en una central de CCGT (turbina de gas de ciclo combinado) de triple presión se comparan con los de la caldera piloto usada en el presente documento:

Tabla 1a

Partes de la central/caldera	Central de CCGT	Caldera piloto
Tambor de HP (T / p / V) Tiempo de retención [s]	(324 °C / 11,9 MPa / 55 m ³) 4,6	(311 °C / 10 MPa / 2,04×10 ⁻³ m ³) 0,962
Evaporador de LP (T / p / V) Tiempo de retención [s]	(156 °C / 0,57 MPa / 10,7 m ³) 1,3	(180 °C / 1 MPa / 13,7×10 ⁻⁶ m ³) 0,004
Tambor de LP (T / p / V) Tiempo de retención [s]	(156 °C / 0,57 MPa / 33 m ³) 4,1	(180 °C / 1 MPa / 2,04×10 ⁻³ m ³) 0,958

HP = alta presión; LP = baja presión

- 5 Tal como puede observarse, el tiempo de retención en la caldera piloto es claramente más corto. Un tiempo de retención más corto significa que las N-acilsarcosinas disponen de menos tiempo para desplegar su acción anticorrosiva, requiriendo de ese modo concentraciones más altas para obtener el mismo efecto que en un sistema con un tiempo de retención más largo.
- 10 Además, en muchas centrales de escala industrial, los agentes anticorrosivos se dosifican de manera continua o periódica. Esto también disminuye la concentración requerida para obtener el grado de protección frente a la corrosión deseado en comparación con la caldera piloto, donde el agente anticorrosivo se dosifica en una porción al comienzo del experimento.
- 15 Ejemplo 1: Determinación de la razón de distribución

La razón de distribución (DR) muestra cómo se distribuye una sustancia entre la fase de agua y la fase de vapor. Un valor superior a 1 indica que se acumula una concentración más alta en la fase de vapor que en la fase de agua, mientras que un valor < 1 muestra una concentración más alta de la sustancia en el agua que en el vapor.

- 20 La razón de distribución se calcula de la siguiente manera:

$$DR \text{ (razón de distribución)} = c \text{ (sustancia en vapor)} : c \text{ (sustancia en agua)}$$

- 25 La razón de distribución se determinó a 20-60 bar (2-6 MPa) (213-277 °C) en el sistema de caldera piloto. La concentración de cada sustancia se determinó como valor de DQO (demanda química de oxígeno) en mg de O₂/l con pruebas de cubeta de Hach Lange GmbH, Alemania (LCK314).

- 30 Se llenó la caldera con 1,5 l de agua ultrapura (18,2 mΩ). Se cerraron todas las válvulas, se establecieron la velocidad de agitación en 150 rpm y la temperatura interna en 60 °C. Se purgó todo el sistema con nitrógeno a aproximadamente 5 bar (0,5 MPa). Después de mantener a 60 °C durante 15 min, se añadieron 300 mg del material que va a someterse a prueba (concentración en la caldera: 200 mg/l). Luego se estableció la temperatura interna en 213 °C. Después de que la temperatura y la presión establecidas habían sido constantes durante al menos 6 horas, se tomaron muestras. Luego se estableció la temperatura interna en 252 °C. Después de que la temperatura y la presión establecidas habían sido constantes durante al menos 6 horas, se tomaron muestras. Luego se estableció la temperatura interna en 276 °C. Después de que la temperatura y la presión establecidas habían sido constantes durante al menos 6 horas, se tomaron muestras. Se determinó la concentración de cada sustancia como valor de DQO (demanda química de oxígeno) en mg de O₂/l con pruebas de cubeta de Hach Lange GmbH, Alemania (LCK314). Los resultados se resumen en las tablas 1b, 2 y 3

- 40 Tabla 1b

Tabla 1b: Tasa de distribución de C-1 (oleilsarcosina; 200 mg/l)

Temperatura (°C)	Presión [bar (MPa)]	DQO (mg de O ₂ /l) en fase de agua	DQO (mg de O ₂ /l) en fase de vapor	DR
213	20 (2)	248	137	0,55
252	40 (4)	253	119	0,47
276	60 (6)	198	131	0,66

- 45

Tabla 2

Tabla 2: Tasa de distribución de C-2 (cocoilsarcosina; 200 mg/l)

Temperatura (°C)	Presión [bar (MPa)]	DQO (mg de O ₂ /l) en fase de agua	DQO (mg de O ₂ /l) en fase de vapor	DR
213	20 (2)	419	81,9	0,20
252	40 (4)	147	79	0,53
276	60 (6)	167	92,8	0,56

Tabla 3

Tabla 3: Tasa de distribución de Cmp-1 (oleilamina; 200 mg/l)

Temperatura (°C)	Presión [bar (MPa)]	DQO (mg de O ₂ /l) en fase de agua	DQO (mg de O ₂ /l) en fase de vapor	DR
213	20 (2)	359,0	83,1	0,23
252	40 (4)	156,0	76	0,48
276	60 (6)	106	72	0,68

Tal como puede observarse, C-1 y C-2 tienen razones de distribución adecuadas para el propósito deseado y comparables a las de Cmp-1.

En estos experimentos, las N-acilsarcosinas (así como la oleilamina) se usaron en concentraciones más altas que las proporcionadas para el método de la invención. Concentraciones más altas permiten un análisis más preciso de la tasa de distribución que las más bajas, donde los errores de medición tienen más impacto. El propósito de estos experimentos es simplemente para mostrar que las presentes N-acilsarcosinas tienen una distribución en agua/vapor similar a la oleilamina bien establecida. Puede esperarse el mismo comportamiento (relativo) cuando se usan concentraciones más bajas.

Ejemplo 2: Inhibición de la corrosión usando los productos no formulados C-1, C-2 y Cmp-1 medida con espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) (no es según la invención)

Se usaron mediciones de EIS como método para mostrar el comportamiento de protección frente a la corrosión de los compuestos de prueba.

Para las mediciones de impedancia electroquímica se usó el siguiente equipo:

- Disco giratorio Hach EDI 101 con unidad de control de velocidad CTV101 (500 rpm);
- Potenciómetro Autolab PG Stat 12 controlado mediante el software Nova 1.11 (Methrom);
- Electrodo de trabajo: puntas de electrodo de acero dulce de Orignalys que tienen un diámetro de 5 mm y una superficie de punta de 0,196 cm²;
- Contraelectrodo: platino de radiómetro;
- Electrodo de referencia de Ag/AgCl de Orignalys;
- Vaso de precipitados de 600 ml;
- Placa calefactora;
- Medidor de pH Knick Portamess con unidad de compensación de temperatura y un electrodo SE102N;
- Termómetro Pt 100 para el control de temperatura al comienzo y al final del experimento.

Se prepararon los electrodos de trabajo lijando la punta de electrodo de acero dulce a 150 rpm usando una lijadora y papel de lija de carburo de silicio con una granalla de P1200, P2500 y P4000 hasta lograr una superficie plana.

Se disolvieron 0,2 g de NaCl en 1 l de agua ultrapura (18,2 mΩ) en un vaso de precipitados y se añadieron las

sustancias que iban a someterse a prueba (C-1, C-2 y Cmp-1) para dar una concentración de 50 mg/l. Se ajustó el pH con amoníaco (dilución al 1 %) a 9,0 (+/- 0,05). Las mediciones de EIS se llevaron a cabo tal como se describe a continuación.

5 Mediciones de EIS

Se llenó un vaso de precipitados de 600 ml con 400 ml del agua de prueba. Se colocaron el electrodo de trabajo de disco giratorio con la punta de electrodo de acero dulce, el electrodo de referencia de Pt y el electrodo de referencia de Ag/AgCl en la disolución de la siguiente manera: yendo desde la punta de electrodo en la parte central: se colocó el contraelectrodo 0,03 cm a la izquierda y se colocó el electrodo de referencia 4,5 cm a la derecha. Se colocó la punta de electrodo a una profundidad de aproximadamente el 90 % en la disolución y se colocaron los demás electrodos aproximadamente a la misma altura en la disolución.

Se inició la prueba en el plazo de 2 minutos después de haber lijado la punta de electrodo para evitar cualquier oxidación en la superficie y para garantizar la reproducibilidad de la prueba. Se inició la unidad de control de velocidad del disco giratorio con una velocidad de rotación de 500 rpm.

Se inició la medición con un potencial de circuito abierto (OCP). Para ello, se midió la tensión del electrodo de trabajo frente a un electrodo de referencia con el fin de establecer un potencial inicial para la medición real. Se llevó a cabo la medición potenciostática real mediante un barrido de frecuencia con un analizador de respuesta de frecuencia (FRA). A continuación se mencionan todos los parámetros clave del OCP y del FRA.

Prueba - parámetros:

- Intervalo de corriente: 1 mA,
- Determinación del OCP: máx. 120 s,
- Límite de detección: 10^{-6} ,
- Amplitud: 0,01,
- Logarítmico,
- Frecuencias: de 65000 Hz a 0,005 Hz (72 frecuencias en total),
- Tiempo de integración: 0,125 s,
- Intervalo de corriente automático: desde 100 nA hasta 100 mA,
- Tipo de onda: seno individual.

Se realizaron 5 mediciones cada 20 min (desde 0 min hasta 100 min).

A partir de los parámetros observados (frecuencia ω , señal de excitación E_t , señal de respuesta I_t y desplazamiento de fase ϕ), se calculó la impedancia $Z(\phi)$, que es un número complejo que tiene una parte real Z' y una parte imaginaria Z'' que se muestran como gráfico de Nyquist: $-Z''$ frente a Z' o gráfico de Bode. Además, se hace referencia a C. Foret *et al.*, Power Plant Chemistry 2014, 16(5), págs. 284-292, en particular a las ecuaciones (1) a (4) en la página 364. La evaluación de los datos o bien puede realizarse gráficamente o bien puede calcularse mediante el software Nova o Excel. Los resultados de las mediciones se convierten con el valor de superficie de metal de 0,196 cm² con el fin de conseguir los resultados reales en Z'' frente a Z' ($\Omega \cdot \text{cm}^2$). A partir del gráfico de Nyquist, puede calcularse la resistencia a la polarización R_p a partir de la ordenada en el origen del gráfico de Nyquist con el eje X a baja frecuencia $Z'(\omega \rightarrow 0)$ y la ordenada en el origen a alta frecuencia $Z'(\omega \rightarrow \infty)$ según la siguiente ecuación $R_p = Z'(\omega \rightarrow 0) - Z'(\omega \rightarrow \infty)$. Se realizan posibles ajustes para determinar la resistencia a la polarización R_p mediante el software Nova. Cuanto más alta es la resistencia a la polarización R_p , mejor es la resistencia a la corrosión. Por motivos prácticos, es suficiente calcular la resistencia a la polarización R_p mediante la siguiente ecuación:

$$R_p = Z'(\omega = 0,32 \text{ Hz}) - Z'(\omega = 63 \text{ kHz}).$$

El gráfico de Nyquist de la medición a $t = 100$ min se muestra en la figura 1. Estos resultados son representativos de los resultados obtenidos en los otros 4 puntos de medición que mostraron todos ellos un comportamiento análogo. Para interpretar el gráfico, cabe destacar que cuanto más grande es ΔZ ($\Omega \cdot \text{cm}^2$) (-> eje x) en el gráfico de Nyquist de izquierda a derecha, mejor es la protección frente a la corrosión en el acero dulce.

Tal como muestra el gráfico, los compuestos C-1 y C-2 muestran una mejor inhibición de la corrosión en comparación con Cmp-1.

Ejemplo 3: Pruebas de corrosión a 252 °C (40 bar:4 MPa) en superficies de acero al carbono usando los productos no formulados C-1, C-2 y Cmp-1

Se suspendieron dos probetas de acero dulce C1010 (acero St 37) de 16,6 cm² en la fase de vapor de una caldera piloto. Se añadió la sustancia que iba a someterse a prueba a 1,7 l de agua ultrapura (18,2 mΩ) para dar una concentración de 10 mg/l, 5 mg/l, 2,5 mg/l o 1 mg/l (esta última concentración sólo para C-2). Cmp-1 se sometió a prueba únicamente a 10 mg/l. Para las pruebas comparativas, no se añadió sustancia. Se estableció el pH en cada caso con amoníaco (al 24,5 %) en 9,2 (+/- 0,05). Se retiraron 200 ml del agua de prueba para su análisis independiente y se llenó la caldera con los 1,5 l restantes. Se cerraron todas las válvulas, se estableció la velocidad de agitación en 150 rpm y se calentó el agua de prueba en la caldera hasta 252 °C y se mantuvo a esta temperatura y a una presión resultante de 40 bar (4 MPa) durante 24 h. Se tomaron muestras de la fase de vapor cuando se logró la temperatura deseada y luego después de 2 h, 20 h, 22 h y 24 h. Se tomó una última muestra del recipiente de caldera después de la parada (es decir, después de la liberación de presión y el enfriamiento).

Se determinó el contenido de hierro total en las muestras con FAAS (espectroscopía de absorción atómica de llama). Para este propósito, se agitó la muestra y se transfirieron 10 ml a un vial de 15 ml. Se añadieron 0,5 ml de HCl (al 32 %) y luego se calentaron los viales hasta 170 °C durante 30 min. Después del enfriamiento, se midió la concentración de hierro mediante FAAS. El límite de detección de este método es de 0,1 mg de Fe/l. Los resultados se resumen en la tabla 4.

Tabla 4

Tabla 4: Contenido de hierro total en el vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 252 °C y 40 bar (4 MPa)

Fe [mg/l]	a	b	c	d	e	f	g
C-1 [10 ppm]	n.d.	<0,1	<0,1	0,3	0,23	0,18	<0,1
C-2 [10 ppm]	n.d.	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cmp-1 [10 ppm]	n.d.	n.d.	<0,1	2,8	7,1	6,2	3,3
C-1 [5 ppm]	<0,1	<0,1	<0,1	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1
C-2 [5 ppm]	<0,1	<0,1	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C-1 [2,5 ppm]	<0,1	<0,1	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C-2 [2,5 ppm]	<0,1	<0,1	<0,1	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1
C-2 [1 ppm]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,1	n.d.	0,1
Agua DI*	<0,1	<0,1	n.d.	1,5	6,8	7,9	4,6

a Concentración de Fe [mg/l] en disolución antes del tratamiento térmico

b Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de alcanzar 252 °C

c Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 2 h

d Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 20 h

e Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 22 h

f Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 24 h

g Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de la parada

* Agua desionizada; alcalinizada hasta pH 9,2

n.d. no determinado Tal como puede observarse, la concentración de Fe en el vapor producido a partir del agua tratada con las N-acilsarcosinas C-1 y C-2 es claramente inferior a la del agua no tratada así como a la del agua tratada con oleilamina.

Se determinó la tasa de corrosión de las probetas de acero de la siguiente manera: después de la parada, se retiraron las probetas de la caldera y se retiraron más o menos los depósitos y productos de corrosión con agua y un cepillo suave. Luego se limpiaron las probetas durante 3 minutos con una disolución de decapado (compuesta por 230 ml de HCl (al 37 %), 5 ml de Korantin™ PP (que contiene alcohol propargílico propoxilado; de BASF SE) y 765 ml de agua desionizada), se aclararon cuidadosamente en primer lugar con agua desionizada y luego con etanol, se secaron a 105 °C y se pesaron. Cabe destacar que la pérdida promedio de las probetas de acero por decapado es de 0,45 mg por minuto de tiempo de decapado. Se calculó la tasa de corrosión CR en mm/a a partir de la pérdida de peso (d_{peso} [mg]) usando la siguiente fórmula:

10 **Fórmula 1**

$$CR \text{ [mm/a]} = f \times \frac{d_{\text{peso}} \text{ [mg]}}{\text{número de días de pruebas}}$$

f para acero St 37 es de 0,028.

15

Los resultados se resumen en la tabla 5.

Tabla 5

20 Tabla 5: Tasas de corrosión de probetas colocadas en la fase de vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 252 °C y 40 bar (4 MPa)

Probeta	Peso antes del tratamiento [g]	Peso después del decapado [g]	Tasa de corrosión [mm/a]
11a	8,6965	8,6942	0,0644
11b	8,5974	8,5967	0,0196
21a	8,7002	8,6996	0,0168
21b	8,6941	8,6928	0,0364
Cmp-11a	8,7005	8,6839	0,4648
Cmp-11b	8,5397	8,5281	0,3248
12a	8,5994	8,5973	0,0588
12b	8,6110	8,6091	0,0532
22a	8,6120	8,6100	0,0560
22b	8,6260	8,6242	0,0504
13a	8,6004	8,5984	0,056
13b	8,6034	8,6013	0,0588
23a	8,6960	8,6939	0,0588
23b	8,5505	8,5488	0,0476
24a	8,5655	8,5637	0,0504
24b	8,6200	8,6174	0,0728
DI-1a	8,5380	8,5163	0,6076
DI-1b	8,6082	8,5862	0,6160

Números de probeta:

25

11, 12 y 13 indican tratamiento con C-1 a 10 ppm (11), 5 ppm (12) y 2,5 ppm (13). 21, 22, 23 y 24 indican tratamiento con C-2 a 10 ppm (21), 5 ppm (22), 2,5 ppm (23) y 1 ppm (24). Cmp-11 indica tratamiento con Cmp-1 a 10 ppm. DI indica sin tratamiento (pero, al igual que el agua tratada, alcalinizada hasta pH 9,2).

30 En detalle:

11a/b, 12a/b y 13a/b designan probetas colocadas en vapor; tratamiento de agua con 10 ppm (11), 5 ppm (12) y

2,5 ppm (13) de C-1, respectivamente.

21a/b, 22a/b, 23a/b y 24a/b designan probetas colocadas en vapor; tratamiento de agua con 10 ppm (21), 5 ppm (22), 2,5 ppm (23) y 1 ppm (24) de C-2, respectivamente. Cmp-11a/b designa probetas colocadas en vapor; tratamiento de agua con 10 ppm de Cmp-1.

DI-1a/b designan probetas colocadas en vapor; sin tratamiento de agua.

Tal como puede observarse, la tasa de corrosión de probetas colocadas en vapor producido a partir de agua tratada con las N-acilsarcosinas C-1 y C-2 es claramente inferior a la del agua no tratada así como a la del agua tratada con oleilamina.

Ejemplo 4: Pruebas de corrosión a 252 °C (40 bar:4 MPa) en superficies de acero al carbono usando las composiciones P-1 y P-2

Se instalaron dos probetas de acero dulce C1010 (acero St 37) de 16,6 cm² en el recipiente de caldera (fase de agua) y se suspendieron dos probetas adicionales en la fase de vapor. Se añadió la composición que iba a someterse a prueba a 1,7 l de agua ultrapura (18,2 mΩ) para dar una concentración de 500 mg/l (= 10 mg/l de compuesto activo C-1 o C-2). Se retiraron 200 ml del agua de prueba para su análisis independiente y se llenó la caldera con los 1,5 l restantes. Se cerraron todas las válvulas, se estableció la velocidad de agitación en 150 rpm y se calentó el agua de prueba en la caldera hasta 252 °C y se mantuvo a esta temperatura y a una presión resultante de 40 bar (4 MPa) durante 96 h. Se tomaron muestras de la fase de agua y de la fase de vapor después de 2 h, 48 h, 72 h y 96 h. Se tomó una última muestra del recipiente de caldera después de la parada (es decir, después de la liberación de presión y el enfriamiento).

Se determinó el contenido de hierro total en las muestras con FAAS (espectroscopía de absorción atómica de llama). Para este propósito, se agitó la muestra y se transfirieron 10 ml a un vial de 15 ml. Se añadieron 0,5 ml de HCl (al 32 %) y luego se calentaron los viales hasta 170 °C durante 30 min. Después del enfriamiento, se midió la concentración de hierro mediante FAAS. El límite de detección de este método es de 0,1 mg de Fe/l. Los resultados se resumen en la tabla 6.

Tabla 6

Tabla 6: Contenido de hierro total en el vapor y el agua de la caldera piloto que se hizo funcionar a 252 °C y 40 bar (4 MPa)

Fe [mg/l]	h1	h2	j1	j2	k1	k2	l1	l2	m
P-1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,21	<0,1	<0,1
P-2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,57	<0,1	0,61	<0,1	<0,1

h1 Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 2 h

h2 Concentración de Fe [mg/l] en agua después de 2 h

j1 Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 48 h

j2 Concentración de Fe [mg/l] en agua después de 48 h

k1 Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 72 h

k2 Concentración de Fe [mg/l] en agua después de 72 h

l1 Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 96 h

l2 Concentración de Fe [mg/l] en agua después de 96 h

m Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de la parada

Se determinó la tasa de corrosión de las probetas de acero de la siguiente manera: después de la parada, se retiraron las probetas de la caldera y se retiraron más o menos los depósitos y productos de corrosión con agua y un cepillo suave. Luego se limpiaron las probetas durante 3 minutos con una disolución de decapado (compuesta por 230 ml de HCl (al 37 %), 5 ml de Korantin™ PP (que contiene alcohol propargílico propoxilado; de BASF SE) y 765 ml de agua desionizada), se aclararon cuidadosamente en primer lugar con agua desionizada y luego con etanol, se secaron a 105 °C y se pesaron. Cabe destacar que la pérdida promedio de las probetas de acero por decapado es de 0,45 mg por minuto de tiempo de decapado. Se calculó la tasa de corrosión CR en mm/a a partir de la pérdida de peso (d_{peso} [mg]) usando la siguiente fórmula:

Fórmula 2

$$CR [mm/a] = f \times \frac{d_{\text{peso}} [mg]}{\text{número de días de pruebas}}$$

5

f para acero St 37 es de 0,028.

Los resultados se resumen en la tabla 7.

10 Tabla 7

Tabla 7: Tasas de corrosión de probetas colocadas en la fase de vapor y en la fase de agua de la caldera piloto que se hizo funcionar a 252 °C y 40 bar (4 MPa)

Probeta	Peso antes del tratamiento [g]	Peso después del decapado [g]	Tasa de corrosión [mm/a]
S-P-11a	8,7074	8,6954	0,0672
S-P-11b	8,6865	8,6756	0,0610
W-P-11a	8,6941	8,6911	0,0168
W-P-11b	8,6999	8,6935	0,0358
S-P-21a	8,2342	8,2197	0,0812
S-P-21b	8,6888	8,6773	0,0644
W-P-21a	8,5963	8,5919	0,0246
W-P-21b	8,7038	8,7002	0,0202

15

Números de probeta:

S designa probetas colocadas en vapor, W designa probetas colocadas en agua. 11 indica tratamiento con P-1. 21 indica tratamiento con P-2.

20

En detalle:

S-P-11a y S-P-11b designan las dos probetas (a y b) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 500 ppm de P-1.

25

W-P-11a y W-P-11b designan las dos probetas (a y b) colocadas en agua; tratamiento de agua con 500 ppm de P-1.

30

S-P-21a y S-P-21b designan las dos probetas (a y b) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 500 ppm de P-2.

W-P-21a y W-P-21b designan las dos probetas (a y b) colocadas en agua; tratamiento de agua con 500 ppm de P-2.

35

Ejemplo 5: Pruebas de corrosión a 277 °C (60 bar:6 MPa) en superficies de acero al carbono usando la composición P-2

40

Se suspendieron dos probetas de acero dulce C1010 (acero St 37) de 16,6 cm² en la fase de vapor de una caldera piloto. Se añadió la composición P-2 a 1,7 l de agua ultrapura (18,2 mΩ) para dar una concentración de 500 mg/l (= 10 mg/l de compuesto activo C-2). Para las pruebas comparativas, se usó agua desionizada alcalinizada con 135 ppm de dietiletanolamina. Se retiraron 200 ml del agua de prueba para su análisis independiente y se llenó la caldera con los 1,5 l restantes. Se cerraron todas las válvulas, se estableció la velocidad de agitación en 150 rpm y se calentó el agua de prueba en la caldera hasta 277 °C y se mantuvo a esta temperatura y a una presión resultante de 60 bar (6 MPa) durante 72 h. Se tomaron muestras de la fase de agua y de la fase de vapor después de 2 h, 24 h, 48 h y 72 h. Se tomó una última muestra del recipiente de caldera después de la parada (es decir, después de la liberación de presión y el enfriamiento).

45

Se determinó el contenido de hierro total en las muestras con FAAS (espectroscopía de absorción atómica de llama). Para este propósito, se agitó la muestra y se transfirieron 10 ml a un vial de 15 ml. Se añadieron 0,5 ml de

HCl (al 32 %) y luego se calentaron los viales hasta 170 °C durante 30 min. Después del enfriamiento, se midió la concentración de hierro mediante FAAS. El límite de detección de este método es de 0,1 mg de Fe/l. Los resultados se resumen en la tabla 8.

5 Tabla 8

Tabla 8: Contenido de hierro total en el vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 277 °C y 60 bar (6 MPa)

Fe [mg/l]	n	o	p	q	r
P-2	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	0,17
Agua DI*	n.d.	3,7	16	9,7	0,99

10 n Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 2 h

o Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 24 h

p Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 48 h

15

q Concentración de Fe [mg/ml] en vapor después de 72 h

r Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de la parada

20 * Agua desionizada; alcalinizada con 135 ppm de dietiletanolamina

Se determinó la tasa de corrosión de las probetas de acero de la siguiente manera: después de la parada, se retiraron las probetas de la caldera y se retiraron más o menos los depósitos y productos de corrosión con agua y un cepillo suave. Luego se limpiaron las probetas durante 3 minutos con una disolución de decapado (compuesta por 230 ml de HCl (al 37 %), 5 ml de Korantin™ PP (que contiene alcohol propargílico propoxilado; de BASF SE) y 765 ml de agua desionizada), se aclararon cuidadosamente en primer lugar con agua desionizada y luego con etanol, se secaron a 105 °C y se pesaron. Cabe destacar que la pérdida promedio de las probetas de acero por decapado es de 0,45 mg por minuto de tiempo de decapado.

25

Se calculó la tasa de corrosión CR en mm/a a partir de la pérdida de peso (d_{peso} [mg]) usando la siguiente fórmula:

30

Fórmula 3

$$CR \text{ [mm/a]} = f \times \frac{d_{\text{peso}} \text{ [mg]}}{\text{número de días de pruebas}}$$

35

f para acero St 37 es de 0,028.

Los resultados se resumen en la tabla 9.

40 Tabla 9

Tabla 9: Tasas de corrosión de probetas colocadas en la fase de vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 277 °C y 60 bar (6 MPa)

Probeta	Peso antes del tratamiento [g]	Peso después del decapado [g]	Tasa de corrosión [mm/a]
P-21c	8,6067	8,6061	0,0056
P-21d	8,5912	8,5902	0,0093
DI-1c	8,6761	8,6548	0,1988
DI-1d	8,7009	8,6791	0,2035

45

Números de probeta:

21 indica tratamiento con P-2. DI indica sin tratamiento (pero alcalinizada con 135 ppm de dietiletanolamina).

En detalle:

P-21c y P-21d designan las dos probetas (c y d) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 500 ppm de P-2.

5 DI-1c y DI-1d designan las dos probetas (c y d) colocadas en vapor; sin tratamiento de agua.

Ejemplo 6: Pruebas de corrosión a 252 °C (40 bar:4 MPa) en superficies de cobre usando las composiciones P-1, P-2 y Cmp-P-1

10 Se suspendieron dos probetas de cobre (cobre SF-Cu; CDA 110; 99,9 % en peso de Cu, 0,04 % en peso de O) en la fase de vapor de una caldera piloto. Se añadió la composición que iba a someterse a prueba a 1,7 l de agua ultrapura (18,2 mΩ) para dar una concentración de 500 mg/l (= 10 mg/l de Cmp-1) o 125 mg/l (= 2,5 mg/l de compuesto activo C-1 o C-2). Para las pruebas comparativas, se usó agua desionizada alcalinizada con 135 ppm de dietiletilanolamina. Se retiraron 200 ml del agua de prueba para su análisis independiente y se llenó la caldera con los 1,5 l restantes. Se cerraron todas las válvulas, se estableció la velocidad de agitación en 150 rpm y se calentó el agua de prueba en la caldera hasta 252 °C y se mantuvo a esta temperatura y a una presión resultante de 40 bar (4 MPa) durante 72 h. Se tomaron muestras de la fase de vapor después de 2 h, 24 h, 48 h y 72 h. Se tomó una última muestra del recipiente de caldera después de la parada (es decir, después de la liberación de presión y el enfriamiento).

20 Se determinó el contenido de cobre total en las muestras con FAAS (espectroscopía de absorción atómica de llama). Para este propósito, se agitó la muestra y se transfirieron 10 ml a un vial de 15 ml. Se añadieron 0,5 ml de HCl (al 32 %) y luego se calentaron los viales hasta 170 °C durante 30 min. Después del enfriamiento, se midió la concentración de Cu mediante FAAS. El límite de detección de este método es de 0,1 mg de Cu/l. Los resultados se resumen en la tabla 10.

Tabla 10

30 Tabla 10: Contenido de cobre total en el vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 252 °C y 40 bar (4 MPa)

Cu [mg/l]	s	t	u	v	w
P-1 [125 ppm]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
P-2 [125 ppm]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,10
Cmp-P-1 [500 ppm]	<0,1	0,54	0,25	0,13	0,27
Agua DI*	n.d.	0,5	0,51	0,46	0,54

s Concentración de Cu [mg/l] en vapor después de 2 h

t Concentración de Cu [mg/l] en vapor después de 24 h

u Concentración de Cu [mg/l] en vapor después de 48 h

v Concentración de Cu [mg/l] en vapor después de 72 h

w Concentración de Cu [mg/l] en agua de caldera después de la parada

* Agua desionizada; alcalinizada con 135 ppm de dietiletilanolamina

Se determinó la tasa de corrosión de las probetas de cobre de la siguiente manera: después de la parada, se retiraron las probetas de la caldera y se retiraron más o menos los depósitos y productos de corrosión con agua y un cepillo suave. Luego se limpiaron las probetas durante 3 minutos con una disolución de decapado (compuesta por 100 g Ferrolin[®] 8621 de Kurita (que contiene ácido amidosulfúrico) y 900 g de agua desionizada), se aclararon cuidadosamente en primer lugar con agua desionizada y luego con etanol, se secaron a 105 °C y se pesaron. Cabe destacar que la pérdida promedio de las probetas de cobre por decapado es de 0,12 mg por minuto de tiempo de decapado.

Se calculó la tasa de corrosión CR en mm/a a partir de la pérdida de peso (d_{peso} [mg]) usando la siguiente fórmula:

Fórmula 4

$$CR [mm/a] = f \times \frac{d_{\text{peso}} [mg]}{\text{número de días de pruebas}}$$

f para cobre SF-Cu es de 0,024.

- 5 Los resultados se resumen en la tabla 11.

Tabla 11

- 10 Tabla 11: Tasas de corrosión de probetas colocadas en la fase de vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 252 °C y 40 bar (4 MPa)

Probeta	Peso antes del tratamiento [g]	Peso después del decapado [g]	Tasa de corrosión [mm/a]
P-11e	9,5444	9,5430	0,0112
P-11f	9,5687	9,5674	0,0104
P-22e	9,5722	9,5710	0,0096
P-22f	9,5554	9,5542	0,0096
Cmp-P-11e	9,5244	9,5215	0,0232
Cmp-P-11f	9,4922	9,4896	0,0208
DI-1e	9,5132	9,5097	0,0280
DI-1f	9,5601	9,5573	0,0224

Números de probeta:

- 15 11 indica tratamiento con 125 ppm de P-1. 22 indica tratamiento con 125 ppm de P-2. Cmp-P-11 indica tratamiento con 500 ppm de Cmp-P-1. DI indica sin tratamiento (pero alcalinizada con 135 ppm de dietiletanolamina).

En detalle:

- 20 P-11e y P-11f designan las dos probetas (e y f) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 125 ppm de P-1.
- P-22e y P-22f designan las dos probetas (e y f) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 125 ppm de P-2.
- 25 Cmp-P-11e y Cmp-P-11f designan las dos probetas (e y f) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 500 ppm de Cmp-P-1.
- DI-1e y DI-1f designan las dos probetas (e y f) colocadas en vapor; sin tratamiento de agua.

- 30 Ejemplo 7: Pruebas de corrosión a 311 °C (100 bar:10 MPa) en superficies de acero al carbono usando los productos no formulados C-2 y Cmp-2

- 35 Se suspendieron dos probetas de acero dulce C1010 (acero St 37) de 16,6 cm² en la fase de vapor de una caldera piloto. Se añadió la sustancia que iba a someterse a prueba a 1,7 l de agua ultrapura (18,2 mΩ) para dar una concentración de 2,5 mg/l. Se estableció el pH en cada caso con amoníaco (al 24,5 %) en 9,2 (+/- 0,05). Se retiraron 200 ml del agua de prueba para su análisis independiente y se llenó la caldera con los 1,5 l restantes. Se cerraron todas las válvulas, se estableció la velocidad de agitación en 150 rpm y se calentó el agua de prueba en la caldera hasta 311 °C y se mantuvo a esta temperatura y a una presión resultante de 100 bar (10 MPa) durante 24 h. Se tomaron muestras de la fase de vapor y de la fase de agua de caldera cuando se logró la
- 40 temperatura deseada y luego después de 2 h, 4 h y 24 h. Se tomó una última muestra del recipiente de caldera después de la parada (es decir, después de la liberación de presión y el enfriamiento).

Se determinó el contenido de hierro total en las muestras con FAAS (espectroscopía de absorción atómica de llama). Para este propósito, se agitó la muestra y se transfirieron 10 ml a un vial de 15 ml. Se añadieron 0,5 ml de

HCl (al 32 %) y luego se calentaron los viales hasta 170 °C durante 30 min. Después del enfriamiento, se midió la concentración de hierro mediante FAAS. El límite de detección de este método es de 0,1 mg de Fe/l. Los resultados se resumen en la tabla 12.

5 Tabla 12

Tabla 12: Contenido de hierro total en vapor de la caldera piloto que se hizo funcionar a 311 °C y 100 bar (10 MPa)

Fe [mg/l]	C-2 [2,5 ppm]	Cmp-2 [2,5 ppm]	Agua DI*
aa	<0,1	<0,1	<0,1
bb	<0,1	0,12	<0,1
cc	<0,1	<0,1	<0,1
dd	<0,1	0,25	0,96
ee	<0,1	<0,1	<0,1
ff	<0,1	0,37	1,9
gg	<0,1	<0,1	<0,1
hh	0,24	1,00	14,9
ii	<0,1	<0,1	<0,1
jj	<0,1	0,15	6,4

10 aa Concentración de Fe [mg/l] en disolución antes del tratamiento térmico

bb Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de alcanzar 311 °C

cc Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de alcanzar 311 °C

15 dd Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 2 h

ee Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de 2 h

20 ff Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 4 h

gg Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de 4 h

hh Concentración de Fe [mg/l] en vapor después de 24 h

25 ii Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de 24 h

jj Concentración de Fe [mg/l] en agua de caldera después de la parada

30 * Agua desionizada; alcalinizada hasta pH 9,2

Tal como puede observarse, la concentración de Fe en el vapor producido a partir de agua tratada con la N-acilsarcosina C-2 es claramente inferior a la del vapor producido a partir de agua no tratada y también inferior a la del vapor producido a partir de agua tratada con oleilpropilendiamina.

35 Se determinó la tasa de corrosión de las probetas de acero de la siguiente manera: después de la parada, se retiraron las probetas de la caldera y se retiraron más o menos los depósitos y productos de corrosión con agua y un cepillo suave. Luego se limpiaron las probetas durante 3 minutos con una disolución de decapado (compuesta por 230 ml de HCl (al 37 %), 5 ml de Korantin™ PP (que contiene alcohol propargílico propoxilado; de BASF SE) y 765 ml de agua desionizada), se aclararon cuidadosamente en primer lugar con agua desionizada y luego con etanol, se secaron a 105 °C y se pesaron. Cabe destacar que la pérdida promedio de las probetas de acero por decapado es de 0,45 mg por minuto de tiempo de decapado. Se calculó la tasa de corrosión CR en mm/a a partir de la pérdida de peso (d_{peso} [mg]) usando la siguiente fórmula:

45 Fórmula 5

$$CR \text{ [mm/a]} = f \times \frac{d_{\text{peso}} \text{ [mg]}}{\text{número de días de pruebas}}$$

f para acero St 37 es de 0,028.

Los resultados se resumen en la tabla 13.

Tabla 13

Tabla 13: Tasas de corrosión de probetas colocadas en el vapor y la fase de agua de la caldera piloto que se hizo funcionar a 311 °C y 100 bar (10 MPa)

Probeta	Peso antes del tratamiento [g]	Peso después del decapado [g]	Tasa de corrosión [mm/a]	Tasa de corrosión promedio [mm/a]
S-25a	8,6896	8,6862	0,0952	0,0896
S-25b	8,7335	8,7305	0,0840	
W-25a	8,7086	8,7051	0,0980	0,0952
W-25b	8,7328	8,7295	0,0924	
Cmp-S-25a	8,7315	8,7249	0,1848	0,1946
Cmp-S-25b	8,7116	8,7043	0,2044	
Cmp-W-25a	8,7278	8,7221	0,1596	0,1582
Cmp-W-25b	8,6897	8,6841	0,1568	
S-DI-a	8,6818	8,6602	0,6048	0,5908
S-DI-b	8,7247	8,7041	0,5768	
W-DI-a	8,6882	8,6818	0,1792	0,1806
W-DI-b	8,7004	8,6939	0,1820	

Números de probeta:

S designa probetas colocadas en vapor, W designa probetas colocadas en agua. 25 indica tratamiento con C-2 a 2,5 ppm. Cmp-25 indica tratamiento con Cmp-2 a 2,5 ppm. DI indica sin tratamiento (pero, al igual que el agua tratada, alcalinizada hasta pH 9,2).

En detalle:

S-25a y S-25b designan las dos probetas (a y b) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 2,5 ppm de C-2, respectivamente.

W-25a y W-25b designan las dos probetas (a y b) colocadas en agua; tratamiento de agua con 2,5 ppm de C-2, respectivamente.

Cmp-S-25a y Cmp-S-25b designan las dos probetas (a y b) colocadas en vapor; tratamiento de agua con 2,5 ppm de Cmp-2, respectivamente.

Cmp-W-25a y Cmp-W-25b designan las dos probetas (a y b) colocadas en agua; tratamiento de agua con 2,5 ppm de Cmp-2, respectivamente.

S-DI-a y S-DI-b designan las dos probetas (a y b) colocadas en vapor; sin tratamiento de agua.

W-DI-a y W-DI-b designan las dos probetas (a y b) colocadas en agua; sin tratamiento de agua.

Tal como puede observarse, la tasa de corrosión de las probetas colocadas en agua así como en vapor producido a partir de agua tratada con la N-acilsarcosina C-2 es claramente inferior a la del agua no tratada así como a la del agua tratada con oleilpropilendiamina.

Ejemplo 8: Pruebas de corrosión en una central usando C-2 y Cmp-2

La prueba se llevó a cabo en una caldera con carcasa con una presión de diseño de 15 bar (1,5 MPa), que se hizo funcionar habitualmente a 10 bar (1 MPa) en condiciones de baja carga. Al comienzo de la prueba, la caldera había estado en funcionamiento establecido normal durante varios años, usando agua dosificada de manera continua con oleilpropilendiamina (Cmp-2), un agente anticorrosión convencional que proporciona buena

protección frente a la corrosión. Entre el 10 de enero de 2020 y el 28 de julio de 2020, se determinó semanalmente la concentración de Fe en el condensado de vapor como medida de la corrosión. Durante este tiempo, la bomba se hizo funcionar a una carrera de la bomba del 60 % (velocidad de dosificación de 1,5 l/h).

- 5 El 28 de julio de 2020 se inició el tratamiento con C-2 interrumpiendo la adición de Cmp-2 y, en su lugar, añadiendo de manera continua C-2 al agua de alimentación en la misma cantidad que se había añadido Cmp-2 de antemano. El 16 de septiembre de 2020, Cmp-2 se había reemplazado completamente por C-2. El periodo entre el 28 de julio de 2020 y el 16 de septiembre de 2020 se denomina "periodo de transición" en lo sucesivo. Durante este periodo de transición, se monitorizó además semanalmente la concentración de Fe en el condensado de vapor. Durante este tiempo, la bomba se hizo funcionar a una carrera de la bomba del 30 % (velocidad de dosificación de 0,8 l/h).

- 15 El 16 de septiembre de 2020 se considera como el punto inicial del tratamiento con C-2. Los presentes resultados se obtuvieron hasta el 14 de abril de 2021. La cantidad de C-2 en el agua de alimentación (= condensado devuelto más agua nueva para compensar la pérdida de agua) y el condensado de vapor se determinó el 14 de abril de 2021, usando el método descrito en el siguiente ejemplo 10. La concentración de C-2 en el agua de alimentación fue de 0,16 mg/l (0,16 ppm) (promedio de dos determinaciones que muestran 0,15 y 0,17 mg/l), y la concentración de C-2 en el condensado de vapor fue de <0,1 mg/l (<0,1 ppm; por debajo del límite de detección) (dos determinaciones).

- 20 Cada semana se determinó la concentración de Fe en el condensado de vapor como medida de la corrosión. Durante la parte más larga del tratamiento con C-2 observado (hasta el 13 de febrero de 2021), la bomba se hizo funcionar a una carrera de la bomba del 30 %; luego se aumentó hasta el 60 %.

- 25 Para determinar la concentración de Fe, se tomaron muestras semanalmente por parte de un operario. Para este propósito, se abrió la válvula de muestra y se sometió el líquido inicial a evaporación instantánea a lo largo de 1 min para tener una muestra representativa. Se lavaron los viales de muestra dos veces con agua de muestra con el fin de saturar la superficie del vial con el agente anticorrosión y, por tanto, minimizar la absorción del agente anticorrosión a la superficie del vial en la muestra que iba a examinarse. Se determinó la concentración de Fe usando almohadillas de polvo de reactivo de hierro FerroVer™ de Hach Lange GmbH, Alemania.

La siguiente tabla resume el promedio semanal de la concentración de Fe en el condensado de vapor bajo tratamiento con Cmp-2, durante el periodo de transición y bajo tratamiento con C-2.

35 Tabla 14

Tratamiento	Concentración media de Fe [mg/l] en el condensado de vapor	Desviación estándar
Cmp-2	2,85	3,23
- (periodo de transición)	6,35	4,15
C-2	2,17	1,51

- 40 Las mayores concentraciones de Fe durante el periodo de transición se deben supuestamente a los procedimientos de desorción y adsorción químicas en la superficie de la planta durante los cuales Cmp-2 se reemplazó escalonadamente por C-2.

- 45 Sorprendentemente, C-2 mostró un mejor efecto anticorrosivo que Cmp-2, y esto a pesar del hecho de que, durante la parte más larga del tratamiento con C-2 observado, la bomba se hizo funcionar a una carrera de la bomba de tan sólo el 30 %, es decir, la mitad de la carrera de la bomba del 60 % aplicada durante el tratamiento con Cmp-2 observado. Una carrera de la bomba reducida significa una velocidad disminuida con la que se mueve el agente anticorrosivo a través del sistema y, por tanto, una posibilidad reducida de desplegar su efecto anticorrosivo. Por tanto, a una carrera de la bomba del 60 %, puede esperarse que la acción anticorrosiva de C-2 sea incluso mejor.

- 50 Además, tal como puede observarse, la desviación estándar de la concentración de Fe es claramente inferior en el caso del tratamiento con C-2 en comparación con el tratamiento con Cmp-2, lo que significa que C-2 proporciona una protección frente a la corrosión más fiable que Cmp-2.

Ejemplo 9: Determinación de la concentración de C-2 en una muestra de agua sin interferencia de cloruro

- 55 9.1 Preparación de la curva de calibración

- 60 Se prepararon cinco muestras de prueba cada una con un volumen de muestra de 10,0 ml que contenían (1.) 0,1 mg/l, (2.) 0,2 mg/l, (3.) 0,5 mg/l, (4.) 1 mg/l y (5.) 2 mg/l de C-2 (usado como composición que contenía el 2 % en peso de C-2, el 20 % en peso de DEAE y el 78 % en peso de agua) en agua desionizada. Se proporcionó una

muestra de blanco con un volumen de muestra de 10,0 ml que contenía agua desionizada únicamente. Cada muestra de prueba y la muestra de blanco se trataron tal como se describe a continuación:

Se llenó una cubeta de 1 pulgada (1 pulgada = 25,4 milímetros) de 25 ml con la muestra. Se añadieron 2 ml de disolución tampón pH 7,00 ± 0,02 (20 °C) (compuesta por dihidrogenofosfato de potasio, hidrogenofosfato de disodio y agua; de VWR chemicals) y luego 0,2 ml de una disolución de azul de metileno (al 0,05 % en agua) y se mezcló cuidadosamente la disolución. Se llenó la cubeta con 1-nonanol hasta la marca de 20 ml (correspondiente a 7,8 ml de 1-nonanol) y se agitó la cubeta vigorosamente durante 10 s. Después de 7-9 min, la fase orgánica se había separado de la fase de agua. Se retiraron cuidadosamente aproximadamente 5 ml de la fase orgánica con una pipeta de Pasteur y se transfirieron a una cubeta de 1 pulgada. En primer lugar, se sometió la cubeta que contenía el extracto orgánico procedente de la muestra de blanco a una medición fotométrica en un fotómetro DR3900 de Hach Lange GmbH, Alemania, a 660 nm para servir como calibración; por consiguiente, se estableció el valor obtenido en "0" para extraerse de los resultados de las muestras de prueba. Luego se sometieron las cubetas que contenían los extractos orgánicos procedentes de las muestras de prueba a la medición fotométrica calibrada con el blanco a 660 nm.

Se representaron gráficamente las absorciones obtenidas con las cinco concentraciones en un gráfico con la concentración [mg/l] en el eje x (eje horizontal) y la absorción en el eje y (eje vertical) y se dibujó una línea de regresión. La línea de regresión se representa como línea A en la figura 2.

Se determinó que la pendiente de la línea era 0,40540 y se determinó que la absorción extrapolada a 0 mg/l era 0,0615. Esto conduce a la ecuación (6):

$$\text{absorción} = 0,40540 \times \text{concentración}_{C-2} + 0,0615 \quad (6)$$

A partir de esta, puede determinarse una concentración desconocida de C-2 mediante la resolución de la ecuación (6) para la concentración:

$$\text{concentración}_{C-2} = (\text{absorción} - 0,0615) / 0,40540 \quad (7)$$

9.2 Determinación de una concentración desconocida de C-2

Se llenó una cubeta de 1 pulgada de 25 ml con 10,0 ml de la muestra de prueba de agua que contenía C-2. Se llenó otra cubeta de 1 pulgada de 25 ml con 10,0 ml de agua desionizada para usarse como prueba de valor de blanco. Las siguientes etapas se llevaron a cabo tanto con la muestra de prueba como con el blanco. Se añadieron 2 ml de disolución tampón pH 7,00 ± 0,02 (20 °C) (compuesta por dihidrogenofosfato de potasio, hidrogenofosfato de disodio y agua; de VWR chemicals) y luego 0,2 ml de una disolución de azul de metileno (al 0,05 % en agua) y se mezcló cuidadosamente la disolución. Se llenó la cubeta con 1-nonanol hasta la marca de 20 ml (correspondiente a 7,8 ml de 1-nonanol) y se agitó la cubeta vigorosamente durante 10 s. Después de 7-9 min, la fase orgánica se había separado de la fase de agua. Se retiraron cuidadosamente aproximadamente 5 ml de la fase orgánica con una pipeta de Pasteur y se transfirieron a una cubeta de 1 pulgada. En primer lugar, se sometió la cubeta que contenía el extracto orgánico procedente del blanco a una medición fotométrica en un fotómetro DR3900 de Hach Lange GmbH, Alemania, a 660 nm para servir como calibración; por consiguiente, se estableció el valor obtenido en "0" para extraerse del resultado de la muestra de prueba. Luego se sometió la cubeta que contenía el extracto orgánico procedente de la muestra de prueba que contenía C-2 a la medición fotométrica calibrada con el blanco a 660 nm.

La concentración de C-2 se determinó insertando el valor de absorción observado en la ecuación (7):

$$\text{concentración}_{C-2} = (\text{absorción} - 0,0615) / 0,40540 \quad (7)$$

Ejemplo 10: Determinación de la concentración de C-2 en una muestra de agua con interferencia de cloruro

10.1 Preparación de las curvas de calibración

Se prepararon 24 muestras de prueba cada una con un volumen de muestra de 10,0 ml que contenían iones cloruro (añadidos como HCl) y C-2 (usado como composición que contenía el 2 % en peso de C-2, el 20 % en peso de DEAE y el 78 % en peso de agua) en las cantidades enumeradas en la tabla a continuación en agua desionizada y se llenó una cubeta de 1 pulgada de 25 ml. Se llenó otra cubeta de 1 pulgada de 25 ml con 10,0 ml de agua desionizada que iba a usarse para la prueba de valor de blanco.

Tabla 15

N.º	Conc. de Cl ⁻ [mg/l]	Conc. de C-2 [mg/l]	N.º	Conc. de Cl ⁻ [mg/l]	Conc. de C-2 [mg/l]
-----	---------------------------------	---------------------	-----	---------------------------------	---------------------

1	31	0
2	62	0
3	156	0
4	218	0
5	311	0
6	0	0,2
7	31	0,2
8	62	0,2
9	156	0,2
10	218	0,2
11	311	0,2
12	0	0,5

13	31	0,5
14	62	0,5
15	156	0,5
16	218	0,5
17	311	0,5
18	0	1,0
19	31	1,0
20	62	1,0
21	156	1,0
22	218	1,0
23	311	1,0
24	0	2,0

Cada muestra de prueba y la muestra de blanco se trató tal como se describe a continuación. Se llenó una cubeta de 1 pulgada de 25 ml con la muestra. Se añadieron 2 ml de disolución tampón pH $7,00 \pm 0,02$ (20 °C) (compuesta por dihidrogenofosfato de potasio, hidrogenofosfato de disodio y agua; de VWR chemicals) y luego 0,2 ml de una disolución de azul de metileno (al 0,05 % en agua) y se mezcló cuidadosamente la disolución. Se llenó la cubeta con 1-nonanol hasta la marca de 20 ml (correspondiente a 7,8 ml de 1-nonanol) y se agitó la cubeta vigorosamente durante 10 s. Después de 7-9 min, la fase orgánica se había separado de la fase de agua. Se retiraron cuidadosamente aproximadamente 5 ml de la fase orgánica con una pipeta de Pasteur y se transfirieron a una cubeta de 1 pulgada. En primer lugar, se sometió la cubeta que contenía el extracto orgánico procedente de la muestra de blanco a una medición fotométrica en un fotómetro DR3900 de Hach Lange GmbH, Alemania, a 660 nm para servir como calibración; por consiguiente, se estableció el valor obtenido en "0" para extraerse del resultado de la muestra de prueba. Luego se sometieron las cubetas que contenían los extractos orgánicos procedentes de las muestras de prueba a la medición fotométrica calibrada con el blanco a 660 nm.

Se representaron gráficamente las absorciones obtenidas con las cinco o seis concentraciones de Cl^- en un gráfico con la concentración de C-2 [mg/l] en el eje x (eje horizontal) y la absorción en el eje y (eje vertical); se dibujaron las líneas de regresión.

La línea de regresión para $\text{conc. Cl}^- = 31 \text{ mg/l}$ se representa como línea B en la figura 2.

La línea de regresión para $\text{conc. Cl}^- = 62 \text{ mg/l}$ se representa como línea C en la figura 2.

La línea de regresión para $\text{conc. Cl}^- = 156 \text{ mg/l}$ se representa como línea D en la figura 2.

La línea de regresión para $\text{conc. Cl}^- = 218 \text{ mg/l}$ se representa como línea E en la figura 2.

La línea de regresión para $\text{conc. Cl}^- = 311 \text{ mg/l}$ se representa como línea F en la figura 2.

Se representaron gráficamente los valores de absorción de las líneas A a F en la figura 2 a $\text{conc. C-2} = 0 \text{ mg/l}$ en un gráfico con la concentración de Cl^- [mg/l] en el eje x (eje horizontal) y la absorción en el eje y (eje vertical); y se dibujó una línea de regresión; véase la figura 3.

Se determinó que la pendiente de esta línea era 0,00107 y se determinó que la absorción extrapolada a 0 mg/l era 0,0727. Esto conduce a la ecuación (8):

$$\text{absorción} = 0,00107 \times \text{concentración}_{\text{Cl}^-} + 0,0727 \quad (8)$$

La combinación de las ecuaciones (7) y (8) conduce a la ecuación (9) (nota: como ordenada en el origen = absorción extrapolada a 0 mg/l, se usó el valor de la ecuación (8) (0,0727) porque se determinó con más puntos de datos que el valor usado en la ecuación (7) y, por tanto, se considera más exacto):

$$\text{absorción} = 0,40540 \times \text{concentración}_{\text{C-2}} + 0,00107 \times \text{concentración}_{\text{Cl}^-} + 0,072 \quad (9)$$

La resolución de la ecuación (9) para la concentración de C-2 conduce a la siguiente ecuación (10):

Fórmula 6

$$\text{conc. (C-2) [mg/l]} = \frac{\text{absorción}}{0,40540} - (0,00264 \times \text{conc. (cloruro) [mg/l]}) - 0,17933$$

(10)

5 10.2 Determinación de una concentración desconocida de C-2 en agua que contiene cloruro

Se determinó la concentración de iones cloruro en el agua que iba a someterse a prueba con tiras reactivas comerciales de Hach Lange GmbH, Alemania. Se llenó una cubeta de 1 pulgada de 25 ml con 10,0 ml de la muestra de prueba de agua que contenía C-2 e iones cloruro. Se llenó otra cubeta de 1 pulgada de 25 ml con 10,0 ml de agua desionizada que iba a usarse para la prueba de valor de blanco. Las siguientes etapas se llevaron a cabo tanto con la muestra de prueba como con el blanco. Se añadieron 2 ml de disolución tampón pH $7,00 \pm 0,02$ (20 °C) (compuesta por dihidrogenofosfato de potasio, hidrogenofosfato de disodio y agua; de VWR chemicals) y luego 0,2 ml de una disolución de azul de metileno (al 0,05 % en agua) y se mezcló cuidadosamente la disolución. Se llenó la cubeta con 1-nonanol hasta la marca de 20 ml (correspondiente a 7,8 ml de 1-nonanol) y se agitó la cubeta vigorosamente durante 10 s. Después de 7-9 min, la fase orgánica se había separado de la fase de agua. Se retiraron cuidadosamente aproximadamente 5 ml de la fase orgánica con una pipeta de Pasteur y se transfirieron a una cubeta de 1 pulgada. En primer lugar, se sometió la cubeta que contenía el extracto orgánico procedente del blanco a una medición fotométrica en un fotómetro DR3900 de Hach Lange GmbH, Alemania, a 660 nm para servir como calibración; por consiguiente, se estableció el valor obtenido en "0" para extraerse del resultado de la muestra de prueba. Luego se sometió la cubeta que contenía el extracto orgánico procedente de la muestra de prueba que contenía C-2 a la medición fotométrica calibrada con el blanco a 660 nm.

La concentración de C-2 se determinó insertando el valor de absorción observado en la siguiente ecuación (11):

Fórmula 7

$$\text{conc. (C-2) [mg/l]} = \frac{\text{absorción}}{0,40540} - (0,00264 \times \text{conc. (cloruro) [mg/l]}) - 0,17933$$

(11)

30 conc. = concentración

Ejemplo 11: Determinación de la concentración de C-2 en una muestra de agua con interferencia de cloruro e hidrogenocarbonato

35 Se prepararon curvas de calibración de manera análoga al ejemplo 10.1. La combinación lineal dio como resultado la siguiente ecuación (12):

Fórmula 8

$$C_{C-2} [\text{mg/l}] = \left(\frac{\text{absorción}}{0,446269} \right) - (0,002375 \times c_{\text{cloruro}}) - (0,00042 \times c_{\text{CaCO}_3}) - 0,19961$$

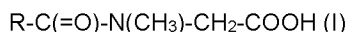
(12)

40

c = concentración

REIVINDICACIONES

1. Método para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado, método que comprende la adición de un compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o de una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I)



en la que R es un grupo hidrocarbonado acíclico lineal o ramificado que tiene de 10 a 24 átomos de carbono, o de una sal de los mismos; en el que en caso de que se use una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I), en hasta el 30 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede ser un grupo hidrocarbonado acíclico lineal o ramificado que tiene de 4 a 9 átomos de carbono;

en el que el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 10 mg/kg;

en el que la presión en el sistema de agua-vapor durante el funcionamiento es de al menos 1 MPa (10 bar); en el que, sin embargo, en caso de que el sistema de agua-vapor sea un sistema geotérmico, la presión es de desde 0,2 hasta 6 MPa (desde 2 hasta 60 bar).

2. Método según la reivindicación 1, en el que el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 8 mg/kg, en particular en el intervalo de desde 0,02 hasta 6 mg/kg.

3. Método según la reivindicación 2, en el que el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,05 hasta 5 mg/kg, preferiblemente en el intervalo de desde 0,1 hasta 5 mg/kg, en particular en el intervalo de desde 0,5 hasta 5 mg/kg y más particularmente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3,5 mg/kg.

4. Método según la reivindicación 3, en el que el compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I), una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,5 hasta 3 mg/kg, en particular en el intervalo de desde 0,8 hasta 2,5 mg/kg.

5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para proporcionar protección frente a la corrosión a aquellas partes del sistema de agua-vapor presurizado que están en contacto con vapor y/o con el condensado; en particular con el vapor y opcionalmente también con el condensado.

6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de agua-vapor presurizado contiene superficies internas realizadas de o que comprenden materiales ferrosos, en particular acero; cobre, aleaciones de cobre, aluminio, aleaciones de aluminio o dos o más de estos materiales, en particular acero, cobre o tanto acero como cobre.

7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que R en la fórmula (I) se selecciona del grupo que consiste en alquilo $C_{12}-C_{20}$ y alqueniilo $C_{12}-C_{20}$ que tienen 1, 2 ó 3 dobles enlaces $C=C$, en el que en caso de que se use una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I), en hasta el 25 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede ser alquilo C_5-C_9 ; y en hasta el 55 % en peso de los compuestos de N-acilsarcosina (I), basándose en el peso total de la mezcla, R también puede seleccionarse del grupo que consiste en alquilo $C_{10}-C_{11}$ y alqueniilo $C_{10}-C_{11}$ que tienen 1 doble enlace $C=C$.

8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que R en la fórmula (I) tiene en promedio de 12 a 18 átomos de carbono.

9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la adición de un compuesto de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal del mismo en el que R se deriva de ácido oleico, o que comprende la adición de una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o sales de los mismos, en el que la mezcla se deriva de aceite de coco.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el compuesto de la fórmula (I) se añade al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en forma de una emulsión o disolución acuosa de la forma de ácido del compuesto de la fórmula (I) o de una sal de amonio o amonio sustituido del mismo;
- 5 en el que preferiblemente la concentración del compuesto de la fórmula (I) en la emulsión o disolución acuosa está en el intervalo de desde el 0,5 hasta el 10 % en peso, calculada como la forma de ácido del compuesto de fórmula (I) y basándose en el peso total de la emulsión o disolución acuosa; y/o
- 10 en el que preferiblemente la emulsión o disolución acuosa consiste en al menos el 99,9 % de una mezcla que consiste en el compuesto de fórmula (I), agua y opcionalmente también amoniaco y/o al menos una amina orgánica.
- 15 11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión en el sistema de agua-vapor durante el funcionamiento es de al menos 2 MPa (20 bar), preferiblemente de al menos 3 MPa (30 bar).
12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de agua-vapor es un circuito de agua-vapor.
- 20 13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de agua-vapor comprende una caldera, en particular una caldera de tambores o un generador de vapor de paso único;
- en el que preferiblemente el sistema de agua-vapor es un circuito de agua-vapor en el que, durante el funcionamiento del circuito de agua-vapor, se mantiene un valor de pH del agua en el intervalo de pH de 7,5 a 12, preferiblemente en el intervalo de 8,0 a 11, en particular en el intervalo de pH de 8,5 a 10, tal como se determina a 20 °C; y/o
- 25 en el que preferiblemente el sistema de agua-vapor es un circuito de agua-vapor en el que, durante el funcionamiento del circuito de agua-vapor, el agua contenida en el ciclo de agua-vapor tiene una conductividad de como máximo 30 μ S/cm tal como se determina a 22 °C.
- 30 14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado usado para generar vapor para el procesamiento directo o indirecto de alimentos, cosméticos o productos farmacéuticos.
- 35 15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos se añade al pozo de producción de una central geotérmica.
- 40 16. Uso de un compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 7 a 9, para proporcionar protección frente a la corrosión a un sistema de agua-vapor presurizado en el que la presión en el sistema de agua-vapor durante el funcionamiento es de al menos 1 MPa (10 bar), en el que, sin embargo, en caso de que el sistema de agua-vapor sea un sistema geotérmico, la presión es de desde 0,2 hasta 6 MPa (desde 2 hasta 60 bar); en el que el uso comprende la adición del compuesto de N-acilsarcosina o una mezcla de diferentes compuestos de N-acilsarcosina de la fórmula (I) o una sal de los mismos al agua usada para hacer funcionar el sistema de agua-vapor en una cantidad de manera que la concentración total promedio del compuesto de fórmula (I) en el agua contenida en el sistema de agua-vapor está en el intervalo de desde 0,01 hasta 10 mg/kg, preferiblemente en el intervalo de desde 0,01 hasta 8 mg/kg, más preferiblemente en el intervalo de desde 0,02 hasta 6 mg/kg, incluso más preferiblemente en el intervalo de desde 0,02 hasta 5 mg/kg, en particular en el intervalo de desde 0,05 hasta 5 mg/kg, más particularmente en el intervalo de desde 0,1 hasta 5 mg/kg, incluso más particularmente en el intervalo de desde 0,5 hasta 5 mg/kg, muy particularmente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3,5 mg/kg, específicamente en el intervalo de desde 0,5 hasta 3 mg/kg, y más específicamente en el intervalo de desde 0,8 hasta 2,5 mg/kg.
- 50 17. Método para determinar la concentración de un compuesto de la fórmula (I) según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 7 ó 9 en una emulsión o disolución acuosa del compuesto de la fórmula (I), que comprende las siguientes etapas:
- 60 i) añadir un colorante de fenotiazina catiónico a una cantidad definida de la emulsión o disolución acuosa que contiene el compuesto de la fórmula (I) o una sal del mismo;
- ii) someter la mezcla de la etapa i) a una extracción con un extractante líquido, que comprende al menos el 95 % en peso de la cantidad total del extractante de un alcohol C₈-C₁₀, en particular 1-nonanol;
- 65

iii) separar el extractante líquido a partir de la fase acuosa; y

iv) determinar fotométricamente la concentración del colorante de fenotiazina en el extractante.

- 5 18. Método según la reivindicación 17, en el que se aplican una, dos, tres o las cuatro de las siguientes condiciones a), b), c) y/o d):

a) antes de la extracción, el pH de la emulsión o disolución acuosa del compuesto de la fórmula (I) se ajusta a un pH en el intervalo de 6,5 a 7,5, en particular en el intervalo de 6,9 a 7,1, tal como se determina a 20 °C;

10

b) antes de la extracción, el pH de la emulsión o disolución acuosa del compuesto de la fórmula (I) se ajusta a un pH en el intervalo de 6,5 a 7,5, en particular en el intervalo de 6,9 a 7,1, tal como se determina a 20 °C, con un tampón inorgánico;

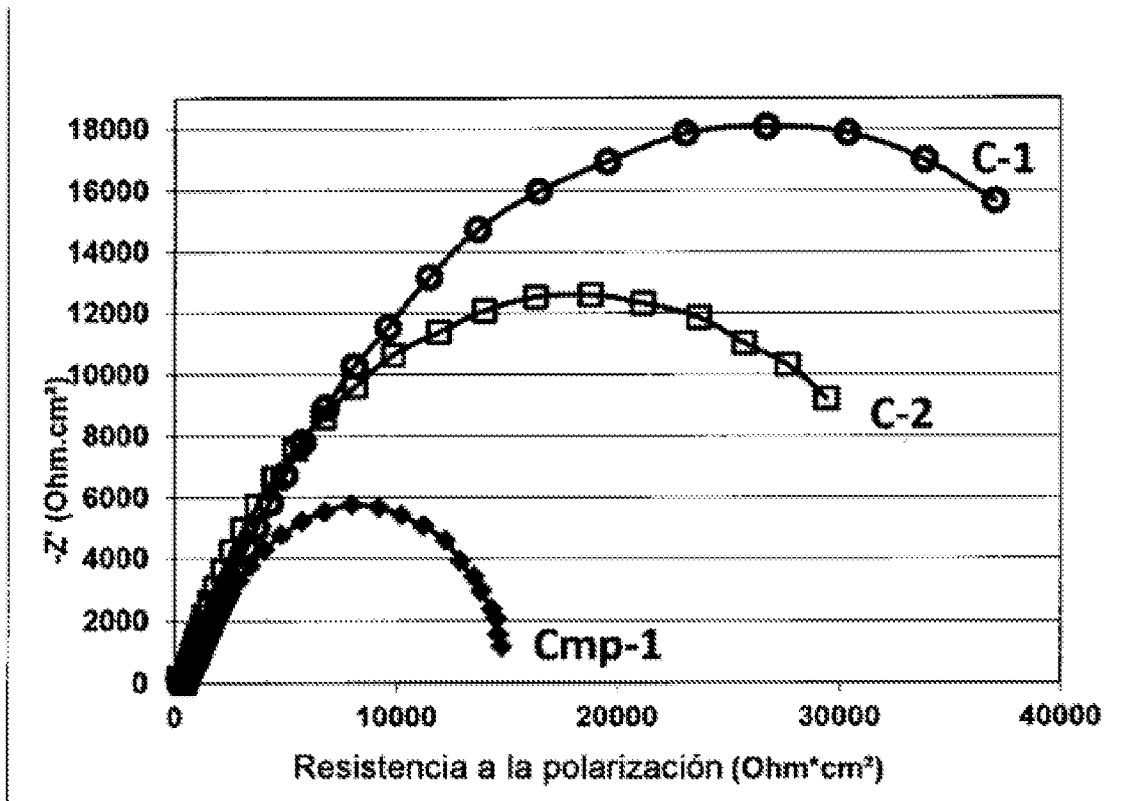
- 15 c) el colorante de fenotiazina catiónico es azul de metileno; y/o

d) la emulsión o disolución acuosa del compuesto de la fórmula (I) que va a analizarse tiene una concentración del compuesto de la fórmula (I) de al menos 0,01 mg/kg, preferiblemente de al menos 0,05 mg/kg, en particular de al menos 0,1 mg/kg, calculada como la forma de ácido del compuesto de fórmula (I) y basándose en el peso total de la emulsión o disolución acuosa.

20

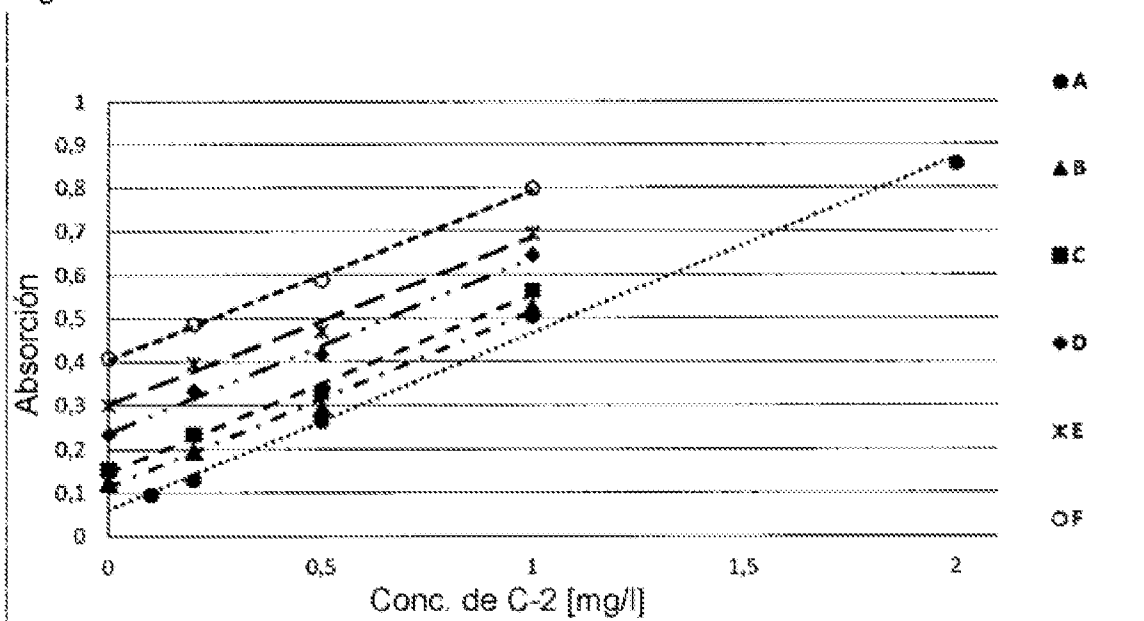
[Fig. 1]

Figura 1



[Fig. 2]

Figura 2



[Fig. 3]

Figura 3

