

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 535**

51 Int. Cl.:

**C23F 11/10** (2006.01)

**C23F 11/14** (2006.01)

**C02F 1/00** (2006.01)

**C02F 5/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.09.2010 PCT/EP2010/005364**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011 WO11144230**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2010 E 10765362 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 2572017**

54 Título: **Medio para la mejora de la transferencia de calor en instalaciones de generación de vapor**

30 Prioridad:

**18.05.2010 DE 102010020717**

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

**17.03.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HATER, WOLFGANG;  
ZUM KOLK, CHRISTIAN y  
DE BACHE, ANDRE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 812 535 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

Medio para la mejora de la transferencia de calor en instalaciones de generación de vapor

La presente invención se refiere a un medio en forma de una mezcla acuosa para la mejora del coeficiente de transferencia de calor y a su empleo en la técnica de centrales eléctricas, en especial en instalaciones de generación de vapor.

Para el manejo de instalaciones de generación de vapor se requiere siempre agua. En cualquier lugar donde se emplee agua, sea como agua de refrigeración o como medio de transferencia de calor, se debe tratar con medios de acondicionamiento de agua. Las aguas de proceso para el manejo de instalaciones de generación de vapor pueden contener siempre sales, sobre todo cationes de metales alcalinos y alcalinotérreos en forma disuelta, por ejemplo como hidrogenocarbonatos, que pueden precipitar como sedimentos en la superficie de la caldera y los tubos de instalaciones de transferencia de calor como depósito calcáreo en el transcurso de la concentración a través del agua que se evapora. De este modo se reduce la transferencia de calor de las instalaciones, se pueden producir sobrecalentamientos. No obstante, también existe el peligro de corrosión de tubos y materiales de la caldera.

Por motivos económicos y de seguridad, los operarios de tales instalaciones deben evitar, o bien prevenir las precipitaciones y la corrosión mediante un correspondiente concepto de acondicionamiento de agua para no poner en peligro las funciones de las instalaciones.

Mediante la eliminación completa de sales minerales del agua, por ejemplo a través de intercambiadores iónicos u ósmosis inversa, se puede evitar la formación de sedimentos mediante precipitación de sales insolubles como carbonato de calcio con costes aceptables desde el punto de vista económico.

Otro método para evitar la corrosión es la alcalinización del circuito de agua-vapor, por ejemplo mediante adición de agentes de acondicionamiento alcalinizantes que evita la disolución de hierro a altas temperaturas a partir de piezas del aparato mediante aumento del valor de pH. Estos medios pueden ser compuestos inorgánicos, como por ejemplo fosfatos, pero también medios de acondicionamiento orgánicos.

En el estado de la técnica se ha descrito frecuentemente el empleo de aminas filmógenas para la inhibición de la corrosión.

De este modo, en el documento EP 0 134 365 B1 se describe un medio para la inhibición de la corrosión en generadores de vapor y para el acondicionamiento de agua de alimentación de calderas en centrales eléctricas. El medio está constituido por una mezcla de poliaminas alifáticas con 12 a 22 átomos de C en el resto alifático, amina alcalinizante, por ejemplo la ciclohexilamina, y un aminoetanol. Cada una de las publicaciones EP 0 807 696 A1, EP 1 045 045 A1, US 3 860 430 A, EP 0 716 045 A1, da a conocer el uso de una amina filmógena con la fórmula general  $R-(NH-(CH_2)_m)_n-NH_2$ , siendo R C12-C22, siendo m 1-8, siendo n 0-7, en cantidades hasta 15 % en peso, en una instalación generadora de vapor.

En el documento EP 0 184 558 B1 se ha dado a conocer un procedimiento para la prevención de depósitos calcáreos, en el que se añade al agua a tratar una mezcla de acción sinérgica constituida por sales de polímeros de ácidos carboxílicos con insaturación etilénica y poliaminas alifáticas.

El documento EP 0 463 714 A1 describe una composición ternaria constituida por dihidroxiacetona, cantidades catalíticas de hidroquinona y aminas volátiles para la eliminación de oxígeno a partir de las aguas de alimentación y la prevención de la corrosión. En esta composición también pueden estar contenidas las denominadas "aminas filmógenas".

El documento EP 0774 017 B1 describe un inhibidor de corrosión constituido por un ácido polisulfónico, que contiene adicionalmente poliaminas, en especial y un medio dispersante en forma de poliaminas oxialquiladas.

Además de la corrosión y la formación de depósitos calcáreos, la transferencia de calor segura en la ebullición de agua en generadores de vapor es un problema muy importante, que cobra de nuevo actualidad constantemente. En este caso, un problema especial es el comienzo eventual del efecto de desgaste I, es decir, una inversión de ebullición por nucleación a una ebullición pelicular debido al elevado número de centros de formación de burbujas de vapor, pero también un desgaste III, es decir, una crisis de ebullición debida a la supresión de centros de formación de burbujas de ebullición de vapor activables. Se esperaba una influencia negativa de medios de acondicionamiento tanto orgánicos como también inorgánicos. El aumento de la seguridad en la transferencia de calor es una tarea no resuelta de manera satisfactoria hasta el momento, sobre todo no mediante los medios conocidos anteriormente en el estado de la técnica, que no han investigado esta problemática.

Aunque los medios de acondicionamiento orgánicos, que contienen también aminas filmógenas para el combate de la corrosión y también la prevención de depósitos calcáreos, eran conocidos, no se sospechaba la acción de aminas en el circuito de vapor de agua para la mejora de la transferencia de calor, aunque ya hubo también investigaciones de 2003 a tal efecto.

5 En la publicación VGB Power Tech, 9/2003 con el título: "Sind Amine eine Alternative zu herkömmlichen Konditionierungsmitteln für Wasser-Dampf-Kreisläufe?" del Profesor Steinbrecht se pudo determinar en el aparato modelo que ni  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ni las aminas influyen negativamente sobre la transferencia de calor, sobre todo en el intervalo interesante técnicamente de densidades de corriente térmica realizadas en calderas pirotubulares  $< 500 \text{ kW/m}^2$ . Los medios investigados en este caso con los nombres comerciales "Helamin" y "Odacon" son, o bien contienen aminas orgánicas.

En este contexto, el aparato modelo desarrollado por el Profesor Steinbrecht parecía ser apropiado para investigar la mezcla desarrollada en este caso según la invención respecto a su aptitud y acción en calderas de vapor en la transferencia de calor.

10 Debido a la estructura similar, se esperaba que el empleo del nuevo agente no presentaría diferencias esenciales respecto a los productos conocidos.

No obstante, en estas investigaciones, los inventores han determinado sorprendentemente que el empleo del medio según la reivindicación 1, conducía a una enorme mejora de la transferencia de calor, un resultado que se podía cuantificar con la medición del coeficiente de transferencia de calor del agua.

15 En la termodinámica técnica, el coeficiente de transferencia de calor o el valor de K se calcula según el algoritmo representado en la Figura 1.

El coeficiente de transferencia de calor total se compone de diferentes proporciones:

- 1) El coeficiente de transferencia de calor del gas de combustión al tubo ( $K_{FG}$ ),
- 2) La conductividad térmica del tubo ( $K_{acero}$ ) y
- 20 3) El coeficiente de transferencia de calor del tubo a la fase de vapor/acuosa ( $K_{meas}$ ). A tal efecto véase el siguiente croquis:

25 Los inventores han determinado una clara mejora de  $K_{meas}$ , y precisamente en tubos descubiertos -  $\delta_{L} = 0$  (L es el grosor de la capa sobre el tubo) – hasta estado estacionario térmicamente  $\delta_{L} > 0$ .  $K_{acero}$  es constante durante el tiempo de ensayo. La calefacción del tubo, y con esta del lado de gas de combustión ( $K_{FG}$ ) se efectuó eléctricamente, y por lo tanto se puede considerar asimismo constante.

En este caso se debe subrayar que el efecto medido de mejora de  $K_{meas}$  no se puede atribuir a la conocida mejora indirecta mediante prevención de depósitos inorgánicos de sustancias de contenido de agua, por ejemplo carbonato de calcio. Este se aseguró mediante empleo de agua completamente desalinizada como agua de alimentación.

La invención se especifica ahora más detalladamente por medio de las reivindicaciones:

30 1. Uso de un medio para la mejora del coeficiente de transferencia de calor del tubo a la fase de vapor/acuosa en instalaciones generadoras de vapor, que contiene al menos una amina filmógena (componente a) con la fórmula general

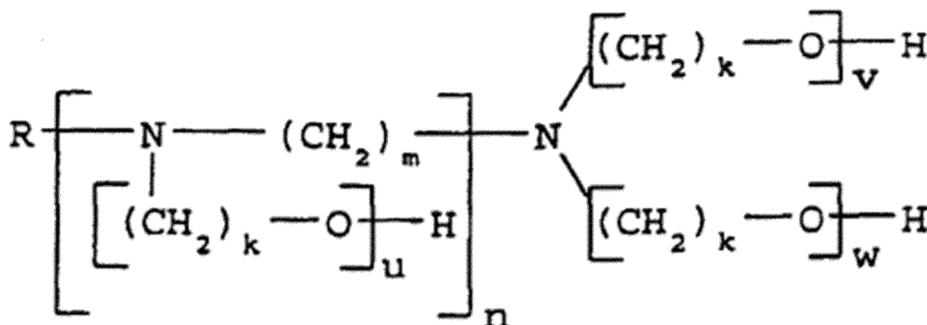
35 a.  $\text{R}-(\text{NH}-(\text{CH}_2)_m)_n-\text{NH}_2$ , siendo R un resto hidrocarburo alifático con una longitud de cadena entre 12 y 22 y m un número entero entre 1 y 8 y n un número entero entre 0 y 7, en cantidades hasta 15 %, ascendiendo la concentración de amina filmógena (componente a) en el condensado a 0,05-2 ppm.

2. Uso del medio según la reivindicación 1, ascendiendo la concentración de amina filmógena (componente a) en el condensado a 0,1-1 ppm.

40 3. Uso del medio para la mejora del coeficiente de transferencia de calor en instalaciones generadoras de vapor según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, además de la amina filmógena, contiene aún uno o varios componentes b a d:

b. uno o varios aminoalcoholes alcalinizantes de la fórmula  $\text{ZO-Z}'\text{-NR}'\text{R}''$ , representando Z y Z' un grupo alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_6$  de cadena lineal o ramificado o hidrógeno y pudiendo estos ser iguales o diferentes, y representando R' y R'' un grupo alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_4$  o hidrógeno y pudiendo ser estos iguales o diferentes, en cantidades hasta 50 %,

45 c. uno o varios medios dispersantes seleccionados a partir de compuestos con la fórmula estructural general en una cantidad hasta 5 % en peso,



5 significando R un grupo alquilo alifático con una longitud de cadena de C<sub>6</sub> a C<sub>22</sub>, k un número entre 2 y 3, significando los parámetros u, v y w números enteros, moviéndose la suma de v + w + (nu) entre 2 y 22 y/o un compuesto con la fórmula R<sup>3</sup>-C-O-((CH<sub>2</sub>)<sub>o</sub>-O)<sub>p</sub>-Z', representando R<sup>3</sup> un grupo alquilo alifático (saturado o insaturado) con una longitud de cadena entre C<sub>6</sub> y C<sub>22</sub>, definiéndose Z' como anteriormente, siendo o un número entero entre 1 y 4 (límites incluidos), siendo p un número entero entre 2 y 22 (límites incluidos),

d. agua hasta completar a 100 % en peso.

4. Uso del medio según la reivindicación 1 a 3, caracterizado por que como amina filmógena (componente a) se utiliza preferentemente el compuesto octadecenilpropan-1,3-diamina en cantidades de 0,5 a 5 % en peso.

10 5. Uso del medio según la reivindicación 1 a 4, caracterizado por que como componente b se utiliza amoníaco y/o ciclohexilamina y/o morfolina y/o dietilaminoetanol y/o aminometilpropanol, preferentemente en cantidades hasta 30 %,

6. Uso del medio según la reivindicación 1 a 5, caracterizado por que como componente c se utiliza el compuesto amina de sebo etoxilada con 15 a 20 unidades EO, preferentemente en cantidades de 0,5 a 1 % en peso.

15 No es objeto del empleo inventivo el aparato modelo, o bien la instalación de medición concebida especialmente para la medición de la transferencia de calor, que se reproduce esquemáticamente en la Figura 2 en este caso.

#### Realización del ensayo:

20 Una disposición de ensayo concebida especialmente para la investigación de la transferencia de calor en la ebullición en contenedor permitió la determinación experimental del coeficiente de transmisión térmica k y la caracterización de efectos superficiales, ya que se influye decisivamente sobre el comportamiento de ebullición de las superficies de calefacción de muestra a través de sus propiedades (micro) geométricas (grosor, porosidad/rugosidad).

25 El objetivo de la medición era la determinación de líneas características de ebullición dependientes de presión y tiempo de sistemas de calderas en función de la densidad de corriente térmica aplicada q a escala de ensayo. El objetivo de las investigaciones era mostrar además la aptitud especialmente sorprendente del medio según la reivindicación 1 en comparación con medios según el estado de la técnica.

La instalación de ensayo para la simulación de condiciones próximas a las de la caldera está constituida por dos recipientes de presión separados herméticamente entre sí de construcción idéntica. De este modo son posibles simultáneamente investigaciones de dos tratamientos de agua diferentes.

30 Una superficie de calefacción tubular sumergida en el aparato bajo el nivel de agua libre genera vapor de saturación de la correspondiente etapa de presión. Este tubo de acero de precisión recambiable introducido herméticamente en el proceso, estirado en frío, de dimensiones (6x1) mm se calienta por resistencia directamente con ayuda de un transformador de alta potencia a través de las alimentaciones de corriente. De la Figura 2 se puede extraer la representación esquemática de la estructura de ensayo total.

#### Tratamiento previo de los tubos

35 Para garantizar una reproducibilidad lo mejor posible del ensayo individual, las muestras tubulares se purifican químicamente y se activan tras soldadura en las alimentaciones de corriente. Este proceso se efectúa bajo uso de una disolución decapante ácida, que elimina productos superficiales, así como impurezas, que entrarían en contacto con los tubos de precisión en la producción, almacenamiento o transporte de estos. El tratamiento se efectúa como sigue:

1. Eliminación de impurezas orgánicas con acetona

40 2. Activación de la superficie del tubo con una disolución decapante ácida (25 % de HCl, 5 % de HNO<sub>3</sub>, agua completamente desalinizada) en procedimiento de inmersión durante un tiempo de 6 min

3. Lavado con agua corriente (1 - 2 min)
  4. Neutralización en disolución de sosa al 10 % en procedimiento de inmersión
  5. Lavado con agua completamente desalinizada (1 - 2 min)
  6. Lavado con isopropanol y subsiguiente secado a 105°C en armario de secado (durante 20 min)
- 5 El tubo de ebullición desecado se fotografía y se introduce en estado caliente en el recipiente de ensayo – aislado eléctricamente de este –. Se montan las líneas eléctricas, se posiciona el sensor para la temperatura interna del tubo (aislado mediante un tubo de cerámica) de modo que se encuentre centrado geométricamente en el tubo, y se carga el contenedor con agua acondicionada (aproximadamente 4,2 l).

Programa de ensayo

- 10 El programa de ensayo comprende los siguientes puntos durante el tratamiento prolongado a una presión de saturación de  $p_s = 15$  bar y determinación recurrente del coeficiente de transmisión térmica a diferentes etapas de presión (2, 15 bar).
1. Tratamiento de referencia de tubos metálicos descubiertos con fosfato trisódico hasta estacionariedad de la capa de óxido comprobada mediante técnica de medición
  - 15 2. Tratamiento de cuerpos de ensayo metálicos descubiertos con el medio (EGM) hasta estacionariedad
  3. Cambio de tratamiento de fosfato trisódico a EGM, tratamiento ulterior con el producto orgánico hasta estacionariedad comprobable de los coeficientes de transmisión térmica.

Las condiciones iniciales para el tratamiento de referencia con fosfato trisódico, así como el trabajo con el medio (EGM) se reúnen en la siguiente Tabla 1.

20 En este ensayo, el EGM contiene los siguientes componentes:

- a. 2 % en peso de oleilpropilendiamina
- b. 7 % en peso de ciclohexilamina
- c. 18 % en peso de monoetanolamina
- d. 0,5 % en peso de agente tensioactivo no iónico
- 25 e. Resto agua a 100 %

No obstante, el medio no está limitado a esta composición, este es únicamente una variante ejemplar.

Tabla 1: propiedades del agua de caldera al comienzo del tratamiento de agua

Agente de acondicionamiento	Concentración en ppm	Valor de pH Agua de caldera (25°C)	Valor de pH Condensado (25°C)	Conductividad en mS/cm
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	15 - 25	10,0 – 10,5	7 – 7,5	100 – 140
Medio EGM	0,5 - 1,0	> 8	> 9	60 - 80

Garantía de las condiciones de funcionamiento

30 Para asegurar las condiciones en la caldera presentadas en la Tabla 1 se determina regularmente la concentración de los aditivos de caldera aplicados, para dosificar posteriormente, o bien contrarrestar una concentración demasiado elevada de modo correspondiente.

35 En el régimen inorgánico se considera magnitud de regulación el valor de pH del agua de la caldera, que se debía situar en el intervalo  $10,0 \leq \text{pH} \leq 10,5$ . Ya que el valor de pH en el funcionamiento por lotes se determina de manera discontinua, la adaptación al valor nominal se efectúa igualmente de manera discontinua. A tal efecto, tras toma de muestras (aproximadamente 50 ml) se extrae un volumen de aproximadamente 1 l de agua de caldera al no sobrepasar el valor límite de pH inferior, y se sustituye por un equivalente acondicionado correspondientemente, y a continuación se desgasifica varias veces. Si el valor de pH es suficiente no se adoptan medidas para intervenir lo menor posible en la formación de la capa de óxido.

40 El intercambio de un volumen de agua reducido asegura que el cuerpo de ensayo tubular permanezca sumergido de manera permanente bajo el nivel de agua libre. Ya que la operación de ajuste trae consigo una concentración de

## ES 2 812 535 T3

componentes no volátiles durante el tiempo de tratamiento, que se descargan solo ocasionalmente en el intercambio de agua planteado, resultan contenidos en fosfato (hasta 50 ppm) y conductividades eléctricas (hasta 180 mS/cm) parcialmente elevados al final del tiempo de ejecución de hasta  $\tau = 1000 h$ .

5 En el tratamiento de agua con el medio, la magnitud de referencia es la concentración de amina filmógena libre (fA) en el condensado. Para la determinación se extrae respectivamente una muestra a partir del líquido y el condensado. Un ensayo fotométrico calibrado da información sobre la cantidad de amina filmógena obtenida. Si el valor real se encuentra por debajo de la ventana de valor nominal de  $0,5 ppm < [fA] < 1,0 ppm$ , se regula posteriormente mediante la adición de la formulación a través de un sistema de dosificación de sobrepresión de N<sub>2</sub>. A mayores volúmenes se emplea, en caso dado, una bomba de dosificación. Según concentración determinada en la caldera se dosifican posteriormente hasta 230 µl de formulación. En este caso no se efectúa un intercambio de agua análogamente al funcionamiento con fosfato.

10 Si se detecta un exceso, este se contrarresta asimismo mediante intercambio de un volumen de 1 l de agua completamente desalinizada.

15 Mediante escapes inevitables en asientos de válvula y uniones de tubos, el sistema pierde agua, o bien fundamentalmente vapor de agua, y por consiguiente componentes volátiles durante el tiempo de tratamiento. Por lo tanto, la dosificación posterior se dimensiona de modo que se presente brevemente el valor límite superior (aproximadamente 1 ppm) de amina filmógena en el condensado tras adaptación. El intervalo de concentración citado anteriormente se puede mantener en el medio en cada momento mediante control regular.

Registro de valores de medición

20 Para la elaboración de una línea característica de ebullición se analizan hasta nueve densidades de corriente térmica por etapa de presión.

25 Debido a la entrada de calor en el agua de caldera resulta una cierta inestacionariedad del punto de funcionamiento con densidades de corriente térmica reducidas, o bien muy grandes. Es decir, a presiones de saturación elevadas con pérdidas de calor correspondientemente elevadas y densidad de corriente térmica reducida, la temperatura de saturación está sujeta a una tendencia negativa. Para presiones de saturación reducidas y densidades de corriente térmica elevadas se considera el caso inverso. Este fenómeno se contrarresta mediante calentamiento con la calefacción auxiliar (solo en la zona de ebullición por nucleación).

30 Otra medida consiste en el "paso" del verdadero punto de funcionamiento debido al enfriamiento/calentamiento del sistema. Un posterior cálculo del promedio de los valores de medición (que presentan una desviación de temperatura máxima de 0,5°K respecto a la temperatura de saturación deseada) garantiza el procesamiento de valores de medición representativos.

El citado cálculo de promedio y la corrección de errores de medición sistemáticos de la medición de temperatura, o bien corriente, se efectúa – así como la determinación del coeficiente de transmisión térmica – dentro de una rutina de valoración electrónica bajo Matlab®.

35

Tabla 2 (estado de la técnica)

Tratamiento	Tiempo de tratamiento en h	P <sub>s</sub> = 2 bar		p <sub>s</sub> = 15 bar	
		Densidad de flujo térmico en W/m <sup>2</sup>	Coefficiente de transferencia de calor en W/m <sup>2</sup> K)	Densidad de flujo térmico en W/m <sup>2</sup>	Coefficiente de transferencia de calor en W/m <sup>2</sup> K)
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0	40000	5419,0	40000	11634,6
		50000	6418,3	50000	13401,4
		60000	7370,2	60000	15042,3
		70000	8284,4	70000	16585,6
		80000	9167,4	80000	18049,8
		80000	10024,1	80000	19448,3
		100000	10858,1	100000	20790,8
		200000	18368,9	200000	32254,8
		300000	24983,3	300000	41702,3

ES 2 812 535 T3

		400000	31075,3	400000	50040,0
		500000	36806,3	500000	57638,9
		600000	42265,0	600000	64696,8
	300	40000	4141,9	40000	8039,5
		50000	4905,6	50000	9260,4
		60000	5633,2	60000	10394,3
		70000	6331,9	70000	11460,7
		80000	7006,8	80000	12472,5
		90000	7661,6	90000	13438,9
		100000	8299,0	100000	1436,6
		200000	14039,7	200000	22288,2
		300000	19095,1	300000	28816,5
		400000	23751,4	400000	34577,9
		500000	28131,6	500000	39828,8
		600000	32303,8	600000	44705,8

Tabla 3 Invención

Tratamiento con	Tiempo de tratamiento en h	p <sub>s</sub> = 2 bar		p <sub>s</sub> = 15 bar	
		Densidad de flujo térmico en W/m <sup>2</sup>	Coefficiente de transferencia de calor en W/m <sup>2</sup> K)	Densidad de flujo térmico en W/m <sup>2</sup>	Coefficiente de transferencia de calor en W/m <sup>2</sup> K)
EGM	0	40000	7254,0	40000	23994,3
		50000	8575,0	50000	26754,4
		60000	9830,9	60000	29243,7
		70000	11035,3	70000	31528,3
		80000	12197,2	80000	33651,1
		90000	13323,2	90000	35641,8
		100000	14418,3	100000	37522,2
		200000	24243,4	200000	52623,7
		300000	32855,6	300000	64136,9
		400000	40763,9	400000	73803,0
		500000	48186,8	500000	82293,1
		<u>600000</u>	55244,7	<u>600000</u>	89950,0
	300	40000	5913,8	40000	18695,8
		50000	6990,7	50000	20846,5
		60000	8014,6	60000	22786,2
		70000	8996,5	70000	24566,3

ES 2 812 535 T3

		80000	9943,8	80000	26220,3
		90000	10861,7	90000	27771,4
		100000	11754,5	100000	29236,6
		200000	19764,4	200000	41003,4
		300000	26785,5	300000	49974,3
		400000	33232,7	400000	57506,0
		500000	39284,3	500000	64121,2
		600000	45038,1	600000	70087,4

En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados de la investigación con el producto del estado de la técnica y con el producto (EGM). Se identifica inmediatamente que el coeficiente de transferencia de calor  $W/m^2$  ha mejorado, o bien aumentado claramente frente al producto según el estado de la técnica. Es decir, cuanto más elevado es el coeficiente, tanto mejor es la transferencia de calor.

- 5 El efecto de mejora del coeficiente de transferencia de calor del EGM se mantiene también si los tubos se tratan en primer lugar según el estado de la técnica ( $Na_3PO_4$ ) hasta la consecución de estacionariedad y después se emplea el EGM para el acondicionamiento.

Tabla 4:

Tratamiento con	Tiempo de tratamiento en h	$p_s = 2 \text{ bar}$		$p_s = 15 \text{ bar}$			
		Densidad de flujo térmico en $W/m^2$	Coefficiente de transferencia de calor en $W/m^2K$	Densidad de flujo térmico en $W/m^2$	Coefficiente de transferencia de calor en $W/m^2K$		
EGM tras $Na_3PO_4$	0	40000	6187,0	40000	17048,1		
		50000	7176,6	50000	18995,4		
		60000	8101,5	60000	20750,5		
		70000	8975,9	70000	22360,3		
		80000	9809,3	80000	23855,4		
		90000	10608,4	90000	25257,0		
		100000	11378,2	100000	26580,4		
		200000	18039,8	200000	37194,0		
		300000	23622,0	300000	45271,6		
		400000	28601,6	400000	52045,7		
		500000	33176,2	500000	57990,7		
		600000	37452,0	600000	63348,8		
		450	450	40000	5599,2	40000	14549,2
				50000	6494,7	50000	16211,1
60000	7331,8			60000	17708,9		
70000	8123,1			70000	19082,8		
80000	8877,3			80000	20358,8		

ES 2 812 535 T3

		90000	9600,5	90000	21554,9
		100000	10297,2	100000	22684,3
		200000	16325,9	200000	31742,2
		300000	21377,7	300000	38635,8
		400000	25884,2	400000	44417,0
		500000	30024,1	500000	49490,6
		600000	33893,7	600000	54063,3

REIVINDICACIONES

1.- Uso de un medio para la mejora del coeficiente de transferencia de calor del tubo a la fase de vapor/acuosa en instalaciones generadoras de vapor, que contiene al menos una amina filmógena (componente a) con la fórmula general

5 a.  $R-(NH-(CH_2)_m)_n-NH_2$ , siendo R un resto hidrocarburo alifático con una longitud de cadena entre 12 y 22 y siendo m un número entero entre 1 y 8 y siendo n un número entero entre 0 y 7, en cantidades hasta 15 % en peso, ascendiendo la concentración de amina filmógena (componente a) en el condensado a de 0,05 a 2 ppm.

2.- Uso del medio según la reivindicación 1, ascendiendo la concentración de amina filmógena (componente a) en el condensado a de 0,1 a 1 ppm.

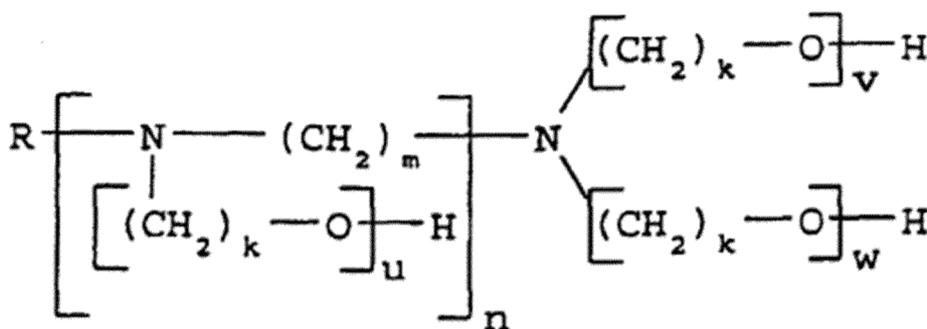
10 3.- Uso del medio según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, además de la amina filmógena, están contenidos aún uno o varios componentes b a d:

b. uno o varios aminoalcoholes alcalinizantes de la fórmula  $ZO-Z'-NR'R''$ , representando Z y Z' un grupo alquilo  $C_1-C_6$  de cadena lineal o ramificado o hidrógeno

y pudiendo estos ser iguales o diferentes,

15 y representando R' y R'' un grupo alquilo  $C_1-C_4$  o hidrógeno y pudiendo ser estos iguales o diferentes, en cantidades hasta 50 % en peso,

c. uno o varios medios dispersantes seleccionados a partir de compuestos con la fórmula estructural general en una cantidad hasta 5 % en peso,



20 significando R un grupo alquilo alifático con una longitud de cadena de  $C_6$  a  $C_{22}$ , k un número entre 2 y 3, significando los parámetros u, v y w números enteros, moviéndose la suma de  $v+w+(nu)$  entre 2 y 22 y/o compuestos con la fórmula  $R^3-C-O-((CH_2)_o-O)_p-Z'$ , representando  $R^3$  un grupo alquilo alifático (saturado o insaturado) con una longitud de cadena entre  $C_6$  y  $C_{22}$ , y definiéndose Z' como anteriormente, siendo o un número entero entre 1 y 4, límites incluidos, siendo p un número entero entre 2 y 22, límites incluidos,

25 d. agua hasta completar a 100 % en peso.

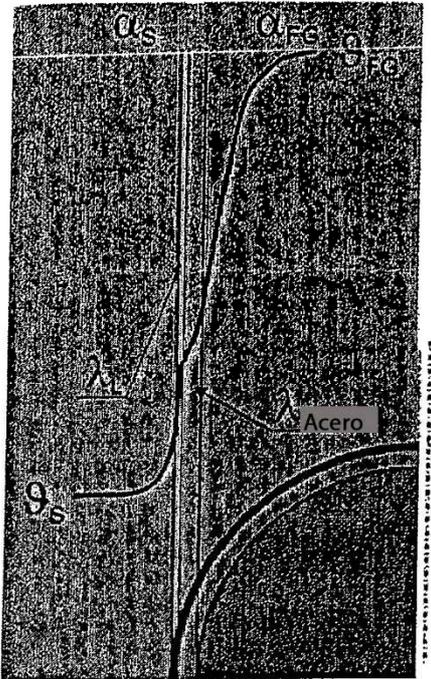
4.- Uso del medio según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que como amina filmógena (componente a) se utiliza preferentemente el compuesto octadecenilpropan-1,3-diamina en cantidades de 0,5 a 5 % en peso.

30 5.- Uso del medio según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que como componente b se utiliza amoniaco y/o ciclohexilamina y/o morfolina y/o dietilaminoetanol y/o aminometilpropanol en cantidades hasta 30 % en peso.

6.- Uso del medio según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que como componente c se utiliza el compuesto amina de sebo etoxilada con 15 a 20 unidades EO en cantidades de 0,5 a 1 % en peso.

Figura 1

Influencia de los valores de K mejorados en calderas de tubo de fuego



Coefficiente de transferencia de calor total

$$\frac{1}{k_{total}} = \sum_i \left( \frac{1}{k_i} \right)$$

Suposición: pared lisa

$$\frac{1}{k_{total}} = \underbrace{\frac{1}{\alpha_s}}_{1/k_{meas}} + \frac{\delta_L}{\lambda_{Acero}} + \underbrace{\frac{d}{\lambda_{Acero}}}_{1/k_{Acero}} + \underbrace{\frac{1}{\alpha_{FG}}}_{1/k_{FG}}$$

Desarrollo de temperatura radial (no fiel en escala)

Figura 2

