

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 515**

51 Int. Cl.:  
**C23C 30/00** (2006.01)  
**C23C 8/18** (2006.01)  
**C21D 1/72** (2006.01)  
**C22C 38/38** (2006.01)  
**C22C 38/58** (2006.01)  
**C23C 8/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **01966865 .6**  
96 Fecha de presentación: **20.08.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1322800**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2003**

54 Título: **Superficie sobre acero inoxidable**

30 Prioridad:  
**12.09.2000 US 659361**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.06.2012**

73 Titular/es:  
**NOVA CHEMICALS (INTERNATIONAL) S.A.  
2, CHEMIN DES MAZOTS  
1700 FRIBOURG, CH**

72 Inventor/es:  
**BENUM, Leslie Wilfred;  
OBALLA, Michael C.;  
PETRONE, Sabino Steven Anth y  
CHEN, Weixing**

74 Agente/Representante:  
**Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 383 515 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).

## DESCRIPCION

Superficie sobre acero inoxidable

**Campo de la invención**

5 [0001] La presente invención se refiere a una superficie externa de acero, en especial de acero inoxidable, que tiene un alto contenido de cromo. La presente invención proporciona una superficie externa a aceros cuya superficie proporciona una protección mejorada de los materiales (por ejemplo, protege el sustrato o matriz). La superficie reduce la coquización en aplicaciones en las que el acero está expuesto a un entorno de hidrocarburos a temperaturas elevadas. Este acero inoxidable se puede utilizar en una serie de aplicaciones, particularmente en el  
10 procesamiento de hidrocarburos y, en particular en procesos de pirólisis tales como la deshidrogenación de alcanos a olefinas (por ejemplo etano a etileno); tubos de reactor de craqueo de hidrocarburos, o tubos de reactor de craqueo o reformado con vapor.

**Antecedentes de la invención**

15 [0002] Ya se conoce desde algún tiempo que la composición de la superficie de una aleación de metal puede tener un impacto significativo sobre su utilidad. Ya se conoce tratar acero para producir una capa de óxido de hierro que se elimina fácilmente. Ya se conoce también tratar acero para mejorar su resistencia al desgaste. El uso de los aceros inoxidables ha contado hasta ahora con la protección (por ejemplo, contra la corrosión y otras formas de degradación del material) proporcionada por una superficie de cromo. Hasta donde saben los solicitantes no existen muchas técnicas de tratamiento de aceros para reducir significativamente la coquización en el procesamiento de  
20 hidrocarburos. Aún hay menos conocimientos sobre los tipos de superficie que reducen significativamente la coquización en el procesamiento de hidrocarburos.

[0003] Ha habido trabajo experimental relacionado con la industria nuclear que muestra que las espinelas similares a las de la presente invención pueden ser generadas en las superficies de acero. Sin embargo, estas espinelas son termo-mecánicamente inestables y tienden a deslaminarse. Esta es una limitación que tiende a enseñar contra el  
25 uso de tales superficies comercialmente. Estas superficies han sido evaluadas para su uso en la industria nuclear, pero los solicitantes no son conocedores de que se hayan utilizado comercialmente.

[0004] En la industria petroquímica, se cree, debido a sus limitaciones termo-mecánicas, que las espinelas similares a las de la presente invención dan en general menos protección que la cromia. También se cree que hacer espinelas de perspectivas similares a las de la presente invención a partir de un coque no se consideran que sean más catalíticamente inertes que la cromia. Debido a estas enseñanzas, hasta donde han podido saber los solicitantes, estas espinelas no se han producido para su uso en la industria petroquímica.

[0005] La patente americana N ° 3.864.093 concedida el 4 de febrero 1975 a Wolfla (cedida a Union Carbide Corporation) divulga la aplicación de un revestimiento de óxidos de diferentes metales a un sustrato de acero. Los óxidos se incorporan en una matriz que comprende al menos 40% en peso de un metal seleccionado del grupo que  
35 consiste en hierro, cobalto y níquel y de 10 a 40 % en peso de aluminio, silicio y cromo. El equilibrio de la matriz se obtiene con uno o más metales convencionales utilizados para impartir resistencia mecánica y / o resistencia a la corrosión. Los óxidos pueden ser simples o complejos, tales como espinelas. La patente describe que los óxidos no deben estar presentes en la matriz en una fracción de volumen mayor que aproximadamente 50%, o de lo contrario la superficie presentará una ductilidad, resistencia al impacto y resistencia a la fatiga térmica insuficientes. La  
40 superficie externa de la presente invención cubre al menos el 55% del acero inoxidable (por ejemplo, al menos el 55% de la superficie exterior o más externa del acero inoxidable tiene la composición de la presente invención).

[0006] La patente americana N ° 5.536.338 concedida el 16 de julio 1996 a Metivier et al. (Asignada a Ascometal SA) enseña a recocer aceros al carbono ricos en cromo y manganeso en un ambiente rico en oxígeno. Los resultados del tratamiento en una capa a escala superficial de óxidos de hierro ligeramente enriquecida en cromo.  
45 Esta capa puede ser fácilmente eliminada por decapado. Curiosamente, se produce una tercera capa de sub-escala compuesta de espinelas de Fe, Cr y Mn. Esto es opuesto a la materia objeto de la presente solicitud de patente.

[0007] La patente americana N ° 4.078.949 concedida el 14 de marzo 1978 a Boggs et al. (Cedida a U.S. Steel) es similar a la Patente US N° 5.536.338 en que la superficie final que se busca producir es una espinela a base de hierro. Esta superficie es fácilmente objeto de decapado y eliminación de astillas, costras y otros defectos  
50 superficiales. De nuevo este documento del estado de la técnica se aleja de la materia objeto de la presente invención.

[0008] La patente americana N ° 5.630.887 concedida el 20 de mayo 1997 a Benum et al. (Cedida a Novacor Chemicals Ltd. (actualmente NOVA Chemicals Corporation)) divulga el tratamiento de acero inoxidable para producir una capa superficial con un espesor total de aproximadamente 20 a 45 micras, que comprende de 15 a 25% en peso  
55 de manganeso y de aproximadamente 60 a 75% en peso de cromo. Es evidente que la patente requiere la presencia

de manganeso y cromo en la capa superficial pero no habla de espinelas. La presente invención requiere una superficie predominantemente de una espinela de fórmula  $Mn_xCr_{3-x}O_4$  donde x va de 0,5 a 2. La referencia no enseña la composición de superficie de la presente invención.

- 5 **[0009]** La presente invención pretende proporcionar una superficie extremadamente inerte (en relación con producción de coque) y suficiente estabilidad termo-mecánica para ser útil en aplicaciones comerciales. La presente invención también pretende proporcionar una superficie externa en aceros cuya superficie proporcione una protección mejorada de materiales (por ejemplo, protege el sustrato o matriz).

### **Descripción de la invención**

- 10 **[0010]** La presente invención proporciona una superficie externa que cubre al menos 55% de acero inoxidable (por ejemplo un sustrato de acero inoxidable), teniendo dicha superficie un espesor desde 0.1 a 15 micras y que comprende sustancialmente una espinela de fórmula  $Mn_xCr_{3-x}O_4$  en la que x va de 0.5 a 2.

- 15 **[0011]** La presente invención proporciona además tuberías o tubos de acero inoxidable (por ejemplo tubos de horno para el craqueo de hidrocarburos y, en particular el craqueo de etano, propano, butano, nafta, gasóleos y, o sus mezclas), intercambiadores de calor que tienen una superficie interna o una superficie de enfriamiento y reactores que tienen una superficie interna tal como se ha descrito anteriormente.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

- [0012]** la figura. 1 muestra un perfil de caída de presión en función del tiempo de funcionamiento de los tubos de horno que tiene una superficie de acuerdo con la presente invención y los tubos convencionales sometidos a pruebas de NOVA Chemicals Technical Scale Pyrolysis Unit.
- 20 **[0013]** la figura. La figura 2 muestra un perfil de caída de presión e función del tiempo de funcionamiento de hornos que utilizan bobinas que tienen una superficie de acuerdo con la presente invención y las bobinas convencionales como se demuestra en cracqueadores de etileno comerciales.

### **DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCION**

- 25 **[0014]** En la industria de los horno de etileno los tubos del horno puede ser un solo tubo o tubos y accesorios soldados entre sí para formar un serpentín.

- [0015]** El acero inoxidable, preferentemente de acero inoxidable resistente al calor que puede ser utilizado de acuerdo con la presente invención comprende típicamente de 13 a 50, preferentemente de 20 a 38 % en peso de cromo y al menos 0,2% en peso, hasta 3% en peso preferentemente no más de 2% en peso de Mn. El acero inoxidable adicional puede comprender de 20 a 50, preferentemente de 25 a 48,% en peso de Ni, desde 0,3 a 2, preferentemente de 0,5 a 1,5% en peso de Si; menos de 5, típicamente menos de 3,% en peso de titanio, niobio y todos los otros metales de traza; y carbono en una cantidad de menos de 0,75 de % en peso. El equilibrio del acero inoxidable es sustancialmente hierro.
- 30

- [0016]** La superficie externa del acero inoxidable tiene un espesor de 0,1 a 15, preferentemente de 0,1 a 10, micras y es una espinela de fórmula  $Mn_xCr_{3-x}O_4$  donde x va de 0,5 a 2. En general, esta superficie externa de espinela cubre al menos el 55%, preferentemente no inferior al 60%, más preferentemente no inferior al 80%, deseablemente no inferior al 95% del acero inoxidable.
- 35

**[0017]** La espinela tiene la fórmula  $Mn_xCr_{3-x}O_4$  donde x va de 0,5 a 2. X puede ir de 0,8 a 1,2. Más preferentemente X es 1 y la espinela tiene la fórmula  $Mn_xCr_2O_4$ .

- 40 **[0018]** Un procedimiento para producir la superficie de la presente invención es por tratamiento del acero inoxidable con forma (es decir, parcial). El acero inoxidable es tratado en presencia de una atmósfera que tenga una presión parcial de oxígeno de menos de  $10^{-18}$  atmósferas que comprende:

i) el aumento de la temperatura del acero inoxidable desde la temperatura ambiente a una velocidad de 20 ° C a 100 ° C. C por hora hasta que el acero inoxidable está a una temperatura de 550 ° C a 750 °

C.

- 45 ii) sujetar el acero inoxidable a una temperatura de 550 ° C a 750 ° C durante de 20 a 40 horas;

iii) el aumento de la temperatura del acero inoxidable a una velocidad de 20 ° C a 100 ° C por hora hasta que el acero inoxidable está a una temperatura de 800 ° C a 1100 ° C; y

iv) mantener el acero inoxidable a una temperatura de 800 ° C a. 1100 ° C durante de 5 a 50 horas.

**[0019]** El tratamiento térmico puede ser caracterizado como un proceso de calor / remojo-calentar / remojo. La pieza de acero inoxidable se calienta a una velocidad especificada a una temperatura de mantenimiento o "remojo" durante un período de tiempo especificado y después se calienta a una velocidad especificada a una temperatura final de remojo durante un período de tiempo especificado.

- 5 **[0020]** En el proceso la velocidad de calentamiento en las etapas (i) y (ii) puede ser de 20 ° C a 100 ° C por hora, preferentemente de 60 ° C a 100 ° C por hora. El primer tratamiento de "remojo" es a una temperatura de 550 ° C a 750 ° C durante 20 a 40 horas, preferentemente a una temperatura de 600 ° C a 700 ° C durante 4 a 10 horas. El segundo tratamiento de "remojo" es a una temperatura de 800 ° C a 1100 ° C durante 5 a 50 horas, preferentemente a una temperatura de 800 ° C a 1000 ° C durante 20 a 40 horas.
- 10 **[0021]** El ambiente para el tratamiento del acero debe ser una atmósfera muy poco oxidante. Esta atmósfera tiene generalmente una presión parcial de oxígeno de  $10^{-18}$  atmósferas o menos, preferentemente de  $10^{-20}$  atmósferas o menos. En una realización, la atmósfera puede consistir esencialmente en de 0,5 a 1,5 % en peso de vapor, de 10 a 99,5, preferentemente de 10 a 25 % en peso de uno o más gases seleccionados del grupo constituido por hidrógeno, CO y CO<sub>2</sub> y 0 a 89,5, preferentemente desde 73,5 a 89,5 % en peso de un gas inerte. El gas inerte se
- 15 puede seleccionar de entre el grupo formado por nitrógeno, argón y helio. La selección de otras atmósferas que proporcionan un ambiente poco oxidante será evidente para los expertos en la técnica.

**[0022]** Otros métodos para proporcionar la superficie de la presente invención serán evidentes para los expertos en la materia. Por ejemplo, el acero inoxidable puede ser tratado, con un proceso de revestimiento adecuado, por ejemplo tal como se describe en la Patente americana N ° 3.864.093.

- 20 **[0023]** Se sabe que hay tiende a haber una capa de escala intermedia entre la superficie de un acero inoxidable tratado y la matriz. Por ejemplo, esto se discute brevemente en la Patente americana N ° 5.536.338. Sin querer estar vinculado a teoría alguna se cree que puede haber una o más capas de escala (s) intermedia entre la superficie externa de la presente invención y la matriz de acero inoxidable. También sin estar limitado por la teoría, se cree que una de estas capas puede ser rica en óxidos de cromo, más probablemente cromia.
- 25 **[0024]** El acero inoxidable se fabrica en una pieza y luego se trata la superficie adecuada. El acero puede ser forjado, laminado o moldeado. En una realización de la invención, el acero tiene forma de tubos o tuberías. Los tubos tienen una superficie interna de acuerdo con la presente invención. Estos tubos pueden ser utilizados en procesos petroquímicos, tales como craqueo de hidrocarburos y, en particular el craqueo de etano, propano, butano, nafta y aceite de gas, o mezclas de los mismos. El acero inoxidable puede estar en forma de un reactor o recipiente
- 30 que tiene una superficie interior de conformidad con la presente invención. El acero inoxidable puede estar en forma de un intercambiador de calor en el que una o ambas de las superficies interna y / o externa están en conformidad con la presente invención. Estos intercambiadores de calor pueden ser utilizados para controlar la entalpía de un fluido que pasa en o sobre el intercambiador de calor.

- [0025]** Una aplicación particularmente útil para las superficies de la presente invención se encuentra en tubos de
- 35 horno o tuberías utilizadas para el craqueo de alcanos (por ejemplo, etano, propano, butano, nafta y aceite de gas, o mezclas de los mismos) a olefinas (etileno, por ejemplo, propileno, buteno, etc.) Generalmente, en estas aplicaciones una materia prima (por ejemplo, etano) es suministrada en forma gaseosa a un tubo, tubo o serpentín que tiene típicamente un diámetro exterior que va desde 1,5 a 8 pulgadas (por ejemplo, algunos diámetros exteriores típicos son de 2 pulgadas, aproximadamente 5 cm; 3 pulgadas, aproximadamente 7,6 cm, 3,5 pulgadas,
- 40 aproximadamente 8,9 cm, 6 pulgadas, alrededor de 15,2 cm y 7 pulgadas, aproximadamente 17,8 cm). El tubo o tubería corre a través de un horno mantenido en general a una temperatura de aproximadamente 900 ° C a 1050 ° C y el gas de salida tiene generalmente una temperatura de aproximadamente 800 ° C a 900 ° C. A medida que el material de alimentación pasa a través del horno libera hidrógeno (y otros subproductos) y se convierte en insaturado (por ejemplo, etileno). Las condiciones típicas de operación tales como temperatura, presión y caudales
- 45 de tales procesos son bien conocidos por los expertos en la técnica.

- [0026]** La presente invención se ilustrará ahora mediante los siguientes ejemplos no limitativos. Para ambos ejemplos 1 y 2, la superficie externa analizada utilizando SEMIEDX era típicamente de menos de 5 micras de espesor. La identificación y asignación de la estructura de fase de las especies de superficie externa se llevó a cabo
- 50 utilizando una combinación de difracción de rayos X y espectroscopia de rayos X (XPS). La unidad de difracción de rayos X fue un modelo Siemens 5000 con DIFFRAC AT software y el acceso a una base de datos de archivos de difracción en polvo (JCPDS-PDF). La unidad XPS era una Surface Science Laboratories Model SSX-100. En los ejemplos, a menos que se indique lo contrario, las partes son partes en peso (por ejemplo gramos) y en por ciento en peso.

**EJEMPLOS**Ejemplo 1

- 5 [0027] Un reactor de pirólisis de craqueo a vapor que utiliza unos serpentines fabricados con aleaciones cuya composición es analizada por energía dispersiva de rayos X (EDX) (normalizada para el contenido de metales) se indica en la tabla siguiente como nuevo. El hierro, el níquel y sus compuestos, que están presentes en cantidades razonables son conocidos por ser catalíticamente activos en la fabricación de coque, denominándose por lo tanto "catalizadores de coque". Por lo tanto el contenido de Ni y Fe en la aleación especialmente en la superficie es indicativo de la propensión de la aleación para catalizar la producción de coque. Los cupones se cortaron de la aleación y se pretrataron con hidrógeno y vapor de agua tal como se ha descrito anteriormente. Se analizó la superficie de los cupones y los resultados se muestran en la tabla 1. El contenido de hierro y níquel de la superficie de la probeta se redujo considerablemente mientras que el contenido de cromo y manganeso aumentó en gran medida tal como se muestra a continuación en la Tabla 1.

**TABLA 1**

Tipo de metal	Aleación 1 nueva no tratada	Aleación 1 tratada
	Contenido de metales en superficie (% en peso)	Contenido de metales en superficie (% en peso)
Si		
Cr	33,4	65,9
Mn	1,1	30,2
Fe	18,5	1,7
Ni	43,6	1,3
Nb		

15 Ejemplo 2

[0028] Unos cupones de otra aleación de una composición diferente a la del Ejemplo 1 se trataron también en presencia de hidrógeno y vapor de agua tal como se ha descrito anteriormente. Se analizó la superficie del cupón y los resultados se muestran en la Tabla 2. Es importante tener en cuenta que es posible mediante la aplicación del procedimiento descrito anteriormente crear una superficie que es deficiente en hierro y níquel.

20 **TABLA 2**

Tipo de metal	Aleación 2 nueva no tratada	Aleación 2 tratada
	Contenido de metales en superficie (% en peso)	Contenido de metales en superficie (% en peso)
Si		
Cr	45,1	89
Mn	1,1	10,1
Fe	7,9	0,2
Ni	44,1	0,7
Nb		

Ejemplo 3

- 25 [0029] Después de completarse los ensayos de cupones, se utilizó un tubo con una superficie interna tratada de acuerdo con la presente invención en el craqueos experimentales en una unidad técnica de pirólisis. En este ejemplo, se utilizó etano. El craqueo con vapor de etano se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones:

Relación de dilución vapor = 0,3 p / p

Caudal de etano = 3 kg / h

Presión = 20 psig

Bobina de salida Temperatura de gas a la salida de serpentín = 800 [grados]C.

- 5 **[0030]** La unidad utiliza un serpentín de 2 pulgadas (diámetro exterior) con algunas modificaciones internas para dar un flujo que está fuera del régimen de flujo laminar. La longitud de ejecución es normalmente de 50 a 60 horas antes de que el tubo necesite ser limpiado de coque. Un tubo que tiene una superficie interna tratada de acuerdo con la presente invención funcionó continuamente durante 200 horas según la figura. 1, después de lo cual la unidad no se cerró a causa de taponamiento del serpentín por coque o por caída de presión, si no debido a que el tubo había superado el doble del tiempo de ejecución esperado. El coque producido en el serpentín se redujo por completo y se esperaba que durase un período mucho más largo (es decir, que la caída de presión fuera una línea plana).

#### Ejemplo 4

- 15 **[0031]** Los resultados en plantas comerciales fueron tan buenos como y, a veces incluso mejores, que las longitudes de ejecución de Technical Scale Pyrolysis Unit. Los resultados de ejecuciones en plantas comerciales se basaron en la misma gama de aleaciones aquí descrita. Las condiciones en el comienzo de una ejecución son típicamente una presión de entrada de serpentín de 55 psi y una presión de salida o de entrada del intercambiador de enfriamiento de 15 psi. El final de una ejecución se alcanza cuando la presión de entrada de serpentín ha aumentado a aproximadamente 77 psi. Normalmente, la presión de entrada del intercambiador de enfriamiento será de unos 20 psi a final de la ejecución. Por lo tanto, el final de ejecución se da cuando se ha depositado tanto coque en el serpentín que debe pararse la ejecución y el coque se elimina a través de descoquificación con vapor de agua y aire. Los tubos o serpentines que tienen una superficie tal como se describe aquí han demostrado funcionar durante periodos de al menos 100 días y muchos de ellos han superado un año. Ejemplos de serpentines de horno que tienen una superficie interna de acuerdo con la presente invención: H-141 en planta de etileno # 2 en Joffre, Alberta tuvo un tiempo de ejecución de 413 días sin decoqueado, H-148 funcionó durante 153 días sin decoqueado; 20 y H- 142 duró 409 días sin decoqueado. Un tiempo de ejecución normal, a tasas similares o conversiones / etc. de tubos de los hornos que no tienen la superficie interna de la presente invención es de aproximadamente 40 días.

- 30 **[0032]** La figura. 2 muestra los perfiles de ejecución de los tubos de horno que tienen una superficie interna de acuerdo con la presente invención frente a un serpentín de una unidad comercial sin la superficie de la presente invención y demuestra las ventajas inherentes de esta invención. Las roturas en las ejecuciones convencionales se produjeron cuando los serpentines tuvieron que ser descoqueados. Los serpentines con una superficie interna de acuerdo con la presente invención no tienen que ser descoqueados.

**[0033]** La presente invención implica tecnología para reducir significativamente la propensión a producirse coque sobre en ambientes con carbono tales como el craqueo con etano o etileno.

**REIVINDICACIONES**

1. Superficie externa que cubre al menos 55% de acero inoxidable que comprende de 20 a 50 % en peso de cromo, 25 a 50 % en peso de níquel, de 0.2 a 3 % en peso de manganeso, 0.3 a 1.5 % en peso de sílice, menos de 5 % en peso de titanio, niobio y cualquier otro elemento en el estado de traza y carbono en una cantidad menor que 0.75 % en peso, teniendo dicha superficie un espesor desde 0.1 a 15 micras y que comprende sustancialmente una espinela de fórmula  $Mn_xCr_{3-x}O_4$  en la que x va de 0.5 a 2.
2. La superficie según la reivindicación 1, en la que el acero inoxidable comprende desde 20 a 38 % en peso de Cr y 0.5 a 2.0 % en peso Mn.
3. La superficie según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que cubre al menos 60% del acero inoxidable.
- 10 4. La superficie según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que cubre al menos 80% del acero inoxidable.
5. La superficie según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que cubre al menos 95% del acero inoxidable.
6. La superficie según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la capa de superficie es una espinela de fórmula  $Mn_xCr_{3-x}O_4$  en la que x va de 0.5 a 2 y tiene un espesor desde 0.1 a 10 micras.
7. Tubería o tubo de acero inoxidable que tiene una superficie interna según la reivindicación 6.
- 15 8. Reactor de acero inoxidable que tiene una superficie interna según la reivindicación 6.
9. Intercambiador de calor de acero inoxidable que tiene una superficie interna según la reivindicación 6.
10. Intercambiador de calor que tiene una superficie de enfriamiento que comprende acero inoxidable según la reivindicación 6.
- 20 11. Proceso de craqueo térmico de un hidrocarburo que comprende hacer pasar dicho hidrocarburo a elevadas temperaturas a través de tuberías, tubos o serpentines de acero inoxidable según la reivindicación 7.
12. Proceso para alterar la entalpía de un fluido que comprende hacer pasar el fluido a través de un intercambiador de calor según la reivindicación 9.
13. Proceso para alterar la entalpía de un fluido que comprende hacer pasar el fluido a través de un intercambiador de calor según la reivindicación 10.

25

Figura 1

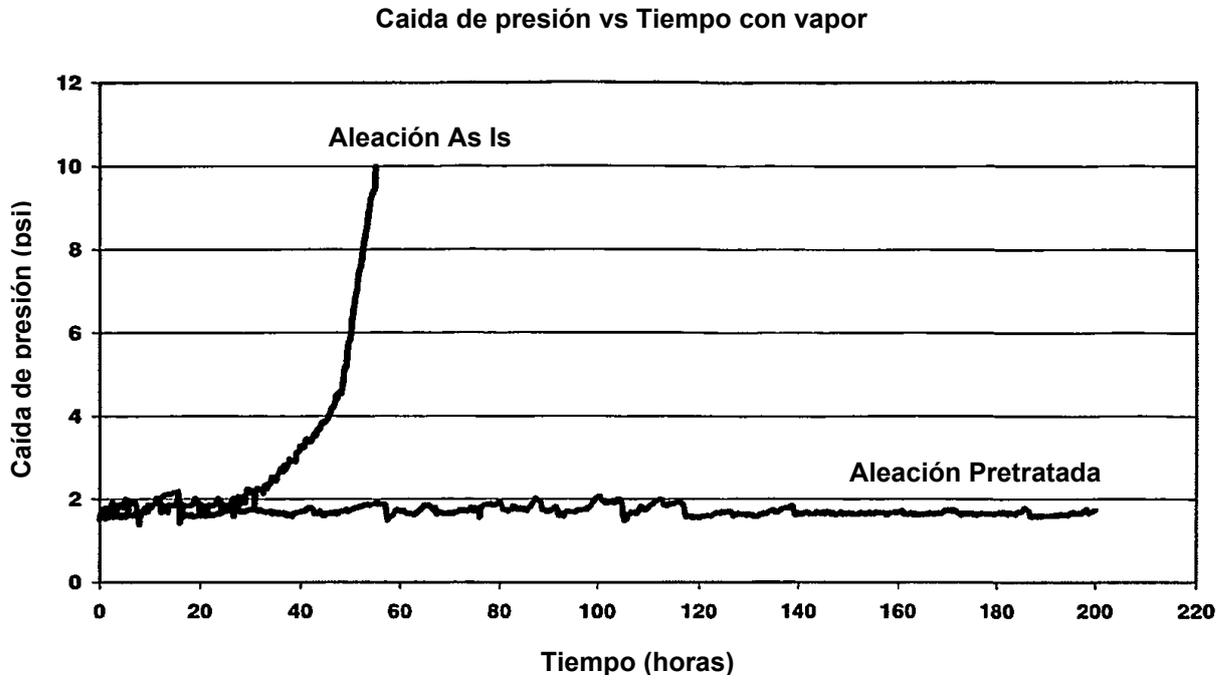


Figura 2

