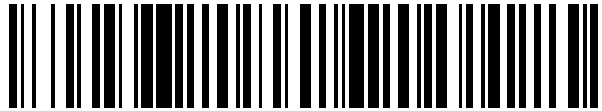


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 292**

51 Int. Cl.:

F28F 13/12 (2006.01)

F28G 1/06 (2006.01)

F28F 19/00 (2006.01)

F28F 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2002 E 02290183 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 1227292**

54 Título: **Dispositivo reductor de incrustación de un intercambiador de calor tubular**

30 Prioridad:

30.01.2001 FR 0101218

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

05.06.2015

73 Titular/es:

**TOTAL RAFFINAGE FRANCE (100.0%)
2 place Jean Millier, La Défense
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

BAUDELET, CLAUDE

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 537 292 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

Dispositivo reductor de incrustación de un intercambiador de calor tubular

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a los dispositivos reductores de incrustación de los intercambiadores de calor tubulares.

10 Encuentra aplicación en la industria del petróleo, la petroquímica, que ponen en práctica intercambiadores de calor tubulares en los que circulan fluidos corrosivos.

Estado de la técnica anterior

15 Se describen intercambiadores de calor tubulares equipados con dispositivos reductores de incrustación en la patente EP 0 174 254 del 09.11.86.

20 Según este documento, los reductores de incrustación montados en el interior de los tubos de los intercambiadores comprenden un elemento generador de turbulencias, móvil, que comprende un devanado metálico en forma de solenoide indeformable, mantenido en su posición por un sistema de enganche tal que el elemento generador de turbulencias pueda accionarse en rotación por el fluido que circula en el intercambiador.

Para que los elementos móviles sean indeformables, se realizan generalmente de acero del tipo para cuerdas de piano, también denominado acero para muelles.

25 Cuando estos elementos generadores de turbulencias están en contacto con fluidos corrosivos, como es el caso por ejemplo en los intercambiadores tubulares usados para calentar el petróleo crudo en las unidades de destilación atmosférica en las refinerías de petróleo, son objeto de diferentes tipos de corrosión, que conducen a su destrucción.

30 En estos intercambiadores, el petróleo crudo que circula en los tubos está débilmente cargado de agua y contiene sales minerales, entre ellas cloruros, compuestos sulfurados, tales como el sulfuro de hidrógeno o mercaptanos y ácidos nafténicos, lo que le confiere las propiedades de un medio particularmente corrosivo.

35 Por debajo de 150°C, un ataque del acero para muelles por los iones hidrógeno conduce a una rápida fragilización intergranular que conlleva una ruptura de los elementos generadores de turbulencias.

Por encima de 220°C, tras el paso del petróleo crudo al desalador, la tasa de cloruros presentes todavía es del 0,1 al 0,2%. La presencia de ácido clorhídrico procedente de la hidrólisis de los cloruros todavía presentes conduce a una lenta corrosión de los elementos móviles.

40 A partir de 250°C, los ácidos nafténicos también conducen a una lenta corrosión de los elementos generadores de turbulencias.

45 El sulfuro de hidrógeno, proveniente de la combinación del hidrógeno con el azufre orgánico contenido en la carga de hidrocarburos, favorece la ruptura por fragilización de los elementos generadores de turbulencias. La presencia de mercaptanos en la carga de hidrocarburos acelera la corrosión.

Se describen otros reductores de incrustación para intercambiadores de calor tubulares en la patente FR 2 479 964 del 8 de abril de 1980.

50 Según este documento, los reductores de incrustación montados en el interior de los tubos de los intercambiadores comprenden cada uno un elemento generador de turbulencias que comprende un devanado metálico en forma de solenoide elástico que se extiende por toda la longitud de los tubos, que se pone en agitación por el fluido que circula en el intercambiador.

55 Estos elementos móviles elásticos se obtienen generalmente mediante estirado de un muelle realizado con cuerda para piano.

60 Al igual que los elementos móviles descritos en el documento EP 0 174 254, estos se fragilizan por la corrosión, pero al estar bajo tensión, presentan un riesgo adicional de corrosión bajo tensión, concretamente cuando están en presencia de cloruros, incluso presentes en bajos contenidos del orden de 30 mg por litro en el líquido en circulación en el interior de los tubos de los intercambiadores.

Una solución conocida, para disminuir los riesgos de corrosión, consiste en realizar los elementos móviles y sus sistemas de enganche de titanio forjado en frío.

65 No obstante, este metal presenta el inconveniente de tener una resistencia a la tracción insuficiente para conferir a

los elementos móviles la rigidez necesaria para su buen funcionamiento.

Otros reductores conocidos de incrustación de los tubos de un intercambiador de calor tubular, que comprenden al menos un elemento generador de turbulencias, fijo, alojado en el interior de uno de los tubos, presentan los mismos inconvenientes.

Exposición de la invención

La presente invención pretende remediar estos inconvenientes y concretamente proporcionar dispositivos reductores de incrustación para intercambiadores de calor tubulares, que resistan la corrosión.

Para ello, la presente invención propone un dispositivo reductor de incrustación de los tubos de un intercambiador de calor tubular del tipo que comprende al menos un elemento generador de turbulencias alojado en el interior de uno de los tubos de dicho intercambiador y previsto, durante su uso, para estar en contacto con un medio que comprende hidrocarburos, concretamente petróleo crudo, caracterizado porque dicho elemento destinado a estar en contacto con los hidrocarburos se realiza de una aleación metálica cuya composición se precisa en la reivindicación 1, que tiene un contenido de níquel superior al 50% en peso y que comprende además al menos un metal elegido del grupo constituido por el cromo y el molibdeno, para mejorar su resistencia a la corrosión.

Según otra característica del elemento generador de turbulencias del dispositivo de la invención, con el fin de que el mismo resista la corrosión bajo tensión, la aleación metálica de la que se realiza tiene contenidos de cromo, TCr, y de molibdeno, TMo, expresados en % en peso de la aleación, tales que se cumpla la siguiente relación:

$$TCr + 3,3 \times TMo > 36\% \text{ en peso de la aleación metálica.}$$

Según otra característica de este elemento del dispositivo de la invención, la aleación metálica de la que se realiza comprende los siguientes metales, en los intervalos de contenido indicados:

- níquel: del 55 al 65% en peso,
- cromo: del 20 al 25% en peso,
- molibdeno: del 5 al 10% en peso,
- niobio: del 2,5 al 4% en peso,
- hierro: el resto hasta el 100%.

Descripción detallada de la invención

De manera general, el dispositivo de la invención se usa para reducir la incrustación de los intercambiadores de calor tubulares en los que circulan fluidos corrosivos.

Es el caso concretamente de los intercambiadores de calor usados para calentar el petróleo crudo en las unidades de destilación atmosférica de las plantas de procesamiento de petróleo crudo.

Este petróleo crudo contiene agua en pequeña cantidad, sales minerales y compuestos azufrados, lo que hace que sea particularmente corrosivo.

Según la invención, los reductores de incrustación de estos intercambiadores se realizan de una aleación metálica constituida por los siguientes materiales (en % en peso):

- níquel: 64,9,
- cromo: 22,16,
- molibdeno: 8,75,
- niobio: 3,62,
- hierro: 0,19,
- titanio: 0,18,
- aluminio: 0,089,
- silicio: 0,057,
- magnesio: 0,022,
- carbono: 0,012,
- cobre: 0,010,
- cobalto: 0,005,
- fósforo: 0,003,
- azufre: 0,002.

Con esta aleación, la expresión $TCr + 3,3TMo$, en la que TCr representa el contenido de cromo y TMo el contenido de molibdeno, equivale a $22,16 + 3,3 \times 8,75$, es decir el 51,03% en peso.

La relación $TCr + 3,3TMo > 36\%$ en peso se cumple por tanto.

Gracias a esta aleación, el dispositivo reductor de incrustación resiste la corrosión de tipo intergranular y la corrosión bajo tensión.

5 Además, esta aleación presenta una resistencia a la tracción de 1.650 MPa, muy superior a la del titanio, que es del orden de 700 MPa, y más que suficiente para que los dispositivos reductores de incrustación funcionen correctamente.

10 La presente invención no se limita a los intercambiadores en los que circula petróleo crudo, también encuentra aplicación para los intercambiadores de unidades petroquímicas en los que circulan otros hidrocarburos corrosivos.

Ejemplo

15 Este ejemplo se refiere a dispositivos reductores de incrustación de intercambiadores de calor usados para calentar petróleo crudo de tipo árabe ligero, en una unidad de destilación atmosférica de una planta de procesamiento de petróleo crudo que no está equipada con un dispositivo de desalación.

20 Cada intercambiador comprende una carcasa, en el interior de la cual están montados 564 tubos de diámetro interior igual a 20,2 mm y de longitud de aproximadamente 6.100 mm. En el lado de la carcasa circula residuo de destilación atmosférica procedente del fondo de la columna de destilación atmosférica, que calienta a una temperatura de 260°C el petróleo crudo no desalado que circula en el interior de los tubos. En el interior de estos tubos están montados dispositivos reductores de incrustación del tipo de los descritos en la patente FR 2 479 964.

25 Estos dispositivos reductores de incrustación se presentan en forma de solenoides realizados a partir de un alambre de una aleación metálica de diámetro igual a 1,2 mm, que contiene el 64,9% de níquel y el 8,75% de molibdeno, tal como se definió anteriormente.

30 Cuando el petróleo crudo circula por los tubos, los reductores de incrustación se estiran y presentan entonces un diámetro exterior de aproximadamente 15 mm.

El petróleo crudo que circula en los tubos de los intercambiadores tiene un contenido medio de agua del 0,8%, expresado en volumen, un contenido medio de cloruro de sodio de 30 mg por litro y un contenido medio de productos azufrados del 1,8% en peso, expresado en azufre total.

35 En estas condiciones, la vida útil de los dispositivos reductores de incrustación realizados según la invención es de aproximadamente 2 años, mientras que es sólo de 12 meses para reductores de incrustación realizados de acero para muelles.

40 Los dispositivos reductores de incrustación de intercambiadores de calor según el ejemplo, colocados en intercambiadores de una unidad petroquímica de craqueo con vapor, también muestran una prolongación significativa de su vida útil.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo reductor de incrustación de los tubos de un intercambiador de calor tubular del tipo que comprende al menos un elemento generador de turbulencias alojado en el interior de uno de los tubos de dicho intercambiador y previsto, durante su uso, para estar en contacto con un medio que comprende hidrocarburos, concretamente petróleo crudo, **caracterizado por que** dicho elemento, destinado a estar en contacto con los hidrocarburos, se realiza de una aleación metálica que tiene un contenido de níquel superior al 50% en peso y que comprende además al menos un metal elegido del grupo constituido por el cromo y el molibdeno, para mejorar su resistencia a la corrosión, estando dicha aleación constituida por los siguientes materiales (en % en peso):
- níquel: 64,9,
 - cromo: 22,16,
 - molibdeno: 8,75,
 - niobio: 3,62,
 - hierro: 0,19,
 - titanio: 0,18,
 - aluminio: 0,089,
 - silicio: 0,057,
 - magnesio: 0,022,
 - carbono: 0,012,
 - cobre: 0,010,
 - cobalto: 0,005,
 - fósforo: 0,003,
 - azufre: 0,002.