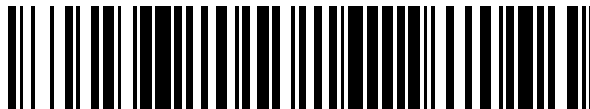


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 027**

21 Número de solicitud: 201590100

51 Int. Cl.:

F28F 21/08 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 38/08 (2006.01)

C22C 38/18 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

06.03.2014

30 Prioridad:

07.03.2013 US 61/774,421

43 Fecha de publicación de la solicitud:

01.02.2016

71 Solicitantes:

**FOSTER WHEELER USA CORPORATION
(100.0%)
585 North Dairy Ashford Road
77079 HOUSTON TX Texas US**

72 Inventor/es:

**YOUNG, Bruce T. y
MYSZKA, Ronald T.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **MÉTODO Y SISTEMA PARA PROLONGAR LA DURACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN HORNO UTILIZANDO MATERIALES CON DIFERENTES PROPIEDADES TÉRMICAS**

57 Resumen:

En un aspecto, la presente invención se refiere a un horno que tiene una parte calentada dispuesta adyacente a una parte no calentada. Una pluralidad de tubos rectos están formados de un primer material y están dispuestos al menos parcialmente en la parte calentada. Una pluralidad de recodos de retorno están acoplados de manera operativa a la pluralidad de tubos rectos. La pluralidad de recodos de retorno están formados de un segundo material y están dispuestos al menos parcialmente en la parte no calentada. El primer material presenta una temperatura máxima mayor que el segundo material facilitando así un aumento del tiempo de funcionamiento del horno. El segundo material presenta propiedades de resistencia al desgaste mayores que el primer material facilitando así la resistencia al desgaste del horno.

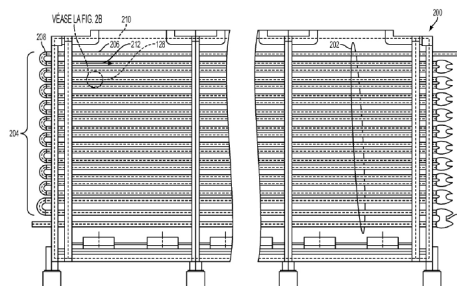


FIG. 2A

DESCRIPCIÓN

MÉTODO Y SISTEMA PARA PROLONGAR LA DURACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN HORNO UTILIZANDO MATERIALES CON DIFERENTES PROPIEDADES TÉRMICAS

5

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de, e incorpora como referencia para cualquier fin, toda la descripción de la solicitud de patente provisional estadounidense n.º 61/774.421, presentada el 7 de marzo de 2013.

10

Antecedentes

Campo de la invención

15

La presente invención se refiere en general a un aparato para operaciones de refinación, y más particularmente, pero no de manera limitativa, a operaciones de coquización retardada que utilizan un serpentín calentador que tiene tubos rectos construidos de un primer material y recodos de retorno construidos de un segundo material, en el que el primer material y el segundo material presentan diferentes propiedades térmicas, en particular, pero no de manera limitativa, temperaturas de metal de tubo máximas de diseño.

20

Antecedentes de la técnica relacionada

La coquización retardada se refiere a un proceso de refinación que incluye calentar una alimentación de petróleo residual, compuesta por moléculas de hidrocarburo pesadas, de cadena larga, hasta una temperatura de craqueo en un horno.

25

Normalmente, los hornos usados en el proceso de coquización retardada incluyen una pluralidad de tubos dispuestos en una configuración de paso múltiple. El calentamiento de la alimentación de petróleo residual craquea las moléculas de hidrocarburo pesadas, de cadena larga produciendo gas, productos ligeros y coque sólido. El gas y los productos ligeros se refinan adicionalmente para dar diversos combustibles líquidos y combustibles gaseosos. Posteriormente se machaca el coque sólido y se vende como fuente de combustible.

35

Durante el proceso de coquización retardada, se forma coque sólido en una superficie interior de la pluralidad de tubos. Este fenómeno se conoce como “incrustación”. El coque sólido es un aislante y hace que la temperatura de un material que forma la pluralidad de tubos (denominada en el presente documento “temperatura de metal de tubo”) aumente gradualmente durante el funcionamiento. Por ejemplo, un tubo limpio puede requerir una temperatura de metal de tubo de, por ejemplo, 945°F para calentar la alimentación de petróleo residual hasta 900°F. Por el contrario, un tubo con incrustaciones podría requerir una temperatura de metal de tubo sustancialmente superior para calentar la alimentación de petróleo residual hasta 900°F. Durante un periodo de uso, la pluralidad de tubos alcanzan finalmente una temperatura de metal de tubo máxima de diseño. Tal como se usa en el presente documento, el término “temperatura de metal de tubo máxima de diseño” se refiere a una temperatura máxima de funcionamiento seguro de la pluralidad de tubos. Por encima de la temperatura de metal de tubo máxima de diseño, los esfuerzos térmicos pueden contribuir al desgaste y la fatiga de la pluralidad de tubos, haciendo así que el funcionamiento del horno sea inseguro. Tras alcanzar la temperatura de metal de tubo máxima de diseño, deben limpiarse la pluralidad de tubos para retirar el coque sólido. La limpieza devuelve a la pluralidad de tubos a las condiciones de temperatura de metal de tubo asociadas con un tubo limpio.

La limpieza de la pluralidad de tubos implica normalmente al menos uno de limpieza mecánica, decoquizado con vapor-aire, limpieza con taco o desconchado en línea. El desconchado en línea implica poner fuera de servicio un paso con incrustaciones que incluye una pluralidad de tubos y someter la pluralidad de tubos a choque térmico. La pluralidad de tubos se calientan (se expanden) y se enfrían (contraen) rápidamente durante un periodo de tiempo establecido. Durante el enfriamiento, el tubo con incrustaciones se contrae haciendo que se suelte una parte del coque sólido acumulado en el mismo. El coque sólido se retira mediante enjuague del tubo con incrustaciones y se procesa en un tambor de coque. La ventaja del desconchado en línea es que cada vez sólo se desconcha un paso permitiendo que el resto de pasos funcionen normalmente. Sin embargo, cada vez que se realiza, puede disminuir la eficacia del desconchado en línea.

La limpieza con taco implica pasar un “taco” de plástico o espuma que tiene salientes de metal y arena a través del tubo. A medida que el taco pasa a través del tubo con incrustaciones, el taco rota y arranca el coque sólido de la superficie interior del tubo con incrustaciones. El decoquizado con vapor-aire implica hacer circular una mezcla de vapor-aire a través de la pluralidad de tubos a temperaturas elevadas. El aire procedente de la

mezcla de vapor-aire se usa para quemar el coque sólido retirándolo de la superficie interior de la pluralidad de tubos mientras que el vapor procedente de la mezcla de vapor-aire garantiza que las temperaturas de combustión no superan la temperatura de metal de tubo máxima de diseño.

5

En la mayoría de los casos, durante la limpieza, debe retirarse al menos un paso de la pluralidad de tubos de la alimentación de petróleo residual. En algunos casos, todo el horno tiene que ponerse fuera de servicio. Esto da como resultado una reducción de la productividad y una pérdida de beneficios. Por tanto, es de gran importancia diseñar el

10 horno para maximizar el periodo de tiempo entre limpiezas.

La patente estadounidense n.º 7.670.462, cedida a Great Southern Independent L.L.C., se refiere a un sistema y a un método para la limpieza en línea de tubos de calentador de petróleo en bruto y tubos de calentador de coquizador retardado. Se inyecta una carga de

15 agua a alta presión a través de los tubos de calentador durante las operaciones de proceso normales para evitar incrustaciones y una interrupción del funcionamiento del tubo de calentador. La carga de agua se somete a una ebullición intensa y una evaporación. La ebullición intensa provoca una acción de depuración dentro de los tubos de calentador. Además, se provoca una acción de choque mediante la expansión y contracción de los

20 tubos de calentador que resulta del flujo de la carga de agua a través de los tubos de calentador seguido por el flujo de un fluido de proceso más caliente a través de los tubos de calentador.

La publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2007/0158240, cedida a D-COK, LP se refiere a un sistema y a un método para el desconchado en línea de un coquizador. Una tubería de calentador fuera de línea se añade a tuberías de calentador de coquizador en línea. Cuando debe desconcharse una tubería en línea, el flujo se desvía a la tubería fuera de línea permitiendo así el pleno funcionamiento del calentador de coquizador.

30 **Sumario**

La presente invención se refiere en general a operaciones de refinación. En un aspecto, la presente invención se refiere a un horno que tiene una parte calentada dispuesta adyacente a una parte no calentada. Una pluralidad de tubos rectos están formados de un primer

35 material y están dispuestos al menos parcialmente en la parte calentada. Una pluralidad de recodos de retorno están acoplados de manera operativa a la pluralidad de tubos rectos. La

pluralidad de recodos de retorno están formados de un segundo material y están dispuestos al menos parcialmente en la parte no calentada. El primer material presenta una temperatura de metal de tubo máxima de diseño mayor que el segundo material facilitando así un aumento del tiempo de funcionamiento del horno. El segundo material presenta propiedades de resistencia al desgaste mayores que el primer material facilitando así la resistencia al desgaste del horno.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método de fabricación de un serpentín de proceso calentador. El método incluye formar una pluralidad de tubos rectos a partir de un primer material y formar una pluralidad de recodos de retorno a partir de un segundo material. La pluralidad de tubos rectos se unen a la pluralidad de recodos de retorno. La pluralidad de tubos rectos y la pluralidad de recodos de retorno se orientan dentro de un horno de modo que la pluralidad de tubos rectos se disponen al menos parcialmente dentro de una parte calentada y la pluralidad de cabezales de obturación se disponen al menos parcialmente dentro de una parte no calentada. El primer material presenta una temperatura de metal de tubo máxima de diseño mayor que el segundo material facilitando así un aumento del tiempo de funcionamiento del horno. El segundo material presenta propiedades de resistencia al desgaste mayores que el primer material facilitando así la resistencia al desgaste del horno.

20

Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse una comprensión más completa del método y del sistema de la presente invención haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se tome junto con los dibujos adjuntos, en los que:

25

la figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de refinación según una realización a modo de ejemplo;

30 la figura 2A es una vista en planta de un horno según una realización a modo de ejemplo;

la figura 2B es una vista en sección transversal de un tubo de horno que muestra una acumulación de coque sólido en el mismo; y

35 la figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento para fabricar un serpentín calentador según una realización a modo de ejemplo.

Descripción detallada

A continuación se describirán más completamente diversas realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la invención puede implementarse de muchas formas diferentes y no deberá interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, las realizaciones se proporcionan de modo que esta descripción será minuciosa y completa y comunicará completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de refinación según una realización a modo de ejemplo. Un sistema 100 de refinación incluye una unidad 102 de destilación atmosférica, una unidad 104 de destilación al vacío y una unidad 106 de coquización retardada. En una realización típica, la unidad 102 de destilación atmosférica recibe una carga 120 de crudo. Normalmente el agua y otros contaminantes se retiran de la carga 120 de crudo antes de que la carga 120 de crudo entre en la unidad 102 de destilación atmosférica. La carga 120 de crudo se calienta a presión atmosférica hasta un intervalo de temperatura de, por ejemplo, entre aproximadamente 650°F y aproximadamente 700°F. Los materiales 122 ligeros que bullen por debajo de aproximadamente 650°F-700°F se captan y procesan en otro lugar para producir, por ejemplo, gas combustible, nafta, gasolina, combustible de reacción y combustible diésel. Los materiales 123 más pesados que bullen por encima de aproximadamente 650°F-700°F (que a veces se denomina "residuo atmosférico") se retiran de un fondo de la unidad 102 de destilación atmosférica y se transportan a la unidad 104 de destilación al vacío.

Con referencia todavía a la figura 1, los materiales 123 más pesados entran en la unidad 104 de destilación al vacío y se calientan a una presión muy baja hasta un intervalo de temperatura de, por ejemplo, entre aproximadamente 700°F y aproximadamente 800°F. Los componentes 125 ligeros que bullen por debajo de aproximadamente 700°F-800°F se captan y procesan en otro lugar para producir, por ejemplo, gasolina y asfalto. Una alimentación 126 de petróleo residual que bulle por encima de aproximadamente 700°F-800°F (que a veces se denomina "residuo de vacío") se retira de un fondo de la unidad 104 de destilación al vacío y se transporta a la unidad 106 de coquización retardada.

Con referencia todavía a la figura 1, según realizaciones a modo de ejemplo, la unidad 106 de coquización retardada incluye un horno 108 y un tambor 110 de coque. La alimentación

126 de petróleo residual se precalienta y alimenta al horno 108, en el que la alimentación 126 de petróleo residual se calienta hasta un intervalo de temperatura de, por ejemplo, entre aproximadamente 900°F y aproximadamente 940°F. Tras el calentamiento, la alimentación 126 de petróleo residual se alimenta al interior del tambor 110 de coque. La alimentación 5 126 de petróleo residual se mantiene en un intervalo de presión de, por ejemplo, entre aproximadamente 25 psi y aproximadamente 75 psi durante un tiempo de ciclo predeterminado hasta que la alimentación 126 de petróleo residual se separa en vapores de hidrocarburos y coque 128 sólido. En una realización típica, el tiempo de ciclo predeterminado es de aproximadamente 10 horas a aproximadamente 24 horas. La 10 separación de la alimentación 126 de petróleo residual se conoce como “craqueo”. El coque 128 sólido se acumula empezando en el fondo 130 del tambor 110 de coque.

Con referencia todavía a la figura 1, según realizaciones a modo de ejemplo, después de que el coque 128 sólido alcanza un nivel predeterminado en el tambor 110 de coque, el 15 coque 128 sólido debe retirarse del tambor 110 de coque mediante, por ejemplo, métodos mecánicos o hidráulicos. La retirada del coque 128 sólido del tambor 110 de coque se conoce como, por ejemplo, “corte”, “corte de coque” o “decoquizado”. El flujo de la alimentación 126 de petróleo residual se desvía desde el tambor 110 de coque a al menos un segundo tambor 112 de coque. A continuación se aplica vapor al tambor 110 de coque 20 para eliminar los hidrocarburos no craqueados restantes. Después de enfriar el tambor 110 de coque mediante, por ejemplo, inyección de agua, se retira el coque 128 sólido a través de, por ejemplo, métodos mecánicos o hidráulicos. El coque 128 sólido cae a través del fondo 130 del tambor 110 de coque y se recupera en un foso 114 de coque. El coque 128 sólido se envía entonces desde la refinería para su suministro al mercado de coque. En 25 diversas realizaciones, el flujo de la alimentación 126 de petróleo residual puede desviarse hacia el al menos un segundo tambor 112 de coque durante el decoquizado del tambor 110 de coque manteniendo así el funcionamiento continuo del sistema 100 de refinación.

Mientras que el craqueo de la alimentación 126 de petróleo residual tiene lugar 30 principalmente dentro del tambor 110 de coque, a menudo se produce un craqueo prematuro dentro de partes del horno 108. El craqueo prematuro lleva a incrustaciones en el horno 108, siendo por tanto necesaria una limpieza periódica del horno 108. Tasas de alimentación aumentadas asociadas comúnmente con muchas operaciones de refinación presentan la posibilidad de que rápidamente se formen incrustaciones en el horno 108. En 35 muchos casos, cualquier aumento en la productividad del horno 108 da como resultado un aumento en la producción en todo el sistema 100 de refinación.

Con este fin, se han hecho esfuerzos para construir el horno 108 a partir de materiales que tienen temperaturas de metal de tubo máximas de diseño superiores. Por ejemplo, los materiales austeníticos tales como, por ejemplo, TP347H tienen una temperatura de metal de tubo máxima de diseño aproximadamente 200°F superior a los materiales ferríticos comúnmente usados tales como, por ejemplo, 9Cr-1Mo; sin embargo, los materiales austeníticos son considerablemente más blandos que los materiales ferríticos y a menudo experimentan un desgaste y erosión excesivos. Tal desgaste y erosión pueden llevar a un fallo prematuro del horno 108 dando como resultado una pérdida de producción y reparaciones costosas. Por tanto es necesario un diseño del horno 108 que utilice materiales de resistencia suficiente para evitar un desgaste prematuro del horno 108 pero permita un tiempo de funcionamiento más largo entre limpiezas sucesivas.

La figura 2A es una vista en planta de un horno según una realización a modo de ejemplo. La figura 2B es una vista en sección transversal de un tubo de horno que muestra una acumulación de coque sólido en el mismo. Con referencia a las figuras 2A y 2B, un horno 200 incluye un serpentín 202 de proceso calentador dispuesto en una pluralidad de pasos 204 de flujo. En diversas realizaciones, el horno 200 puede ser, por ejemplo, un calentador de coquizador retardado, un calentador de crudo, un calentador de vacío, un calentador de viscorreducción o cualquier otro dispositivo apropiado para calentar fluido en una operación de refinación. La pluralidad de pasos 204 de flujo incluyen una pluralidad de tubos 206 rectos conectados a una pluralidad de recodos 208 de retorno y una pluralidad de cabezales 209 de obturación. En una realización típica, la pluralidad de recodos 208 de retorno son recodos de 180° forjados o de fundición con una pared trasera pesada que conectan, en un extremo, dos tubos rectos de la pluralidad de tubos 206 rectos. En algunas realizaciones, los hornos que utilizan los principios de la invención pueden incluir recodos de retorno en ambos extremos de los tubos 206 rectos. La pluralidad de cabezales 209 de obturación son de fundición y se disponen en un extremo opuesto de la pluralidad de tubos 206 rectos y conectan dos tubos rectos de la pluralidad de tubos 209 rectos. La pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación se disponen fuera de una parte 210 calentada del horno 200. Por tanto, en una realización típica, la temperatura de metal de tubo de la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación no superará la temperatura de un fluido 212 contenido en los mismos. La pluralidad de tubos 206 rectos se ubican dentro de la parte 210 calentada del horno 200. Por tanto, la temperatura de metal de tubo de la pluralidad de tubos 206 rectos será superior a la temperatura del fluido 212 contenido en los mismos debido al efecto aislante del coque 128

sólido acumulado en los mismos. En una realización típica, la temperatura máxima de metal de tubo de un tubo 206 recto limpio es de aproximadamente 1030°F.

5 Con referencia todavía a las figuras 2A y 2B, durante el funcionamiento del horno 200, la temperatura de metal de tubo de la pluralidad de tubos 206 rectos aumenta a una tasa de aproximadamente 1,5°F por día debido a la acumulación de coque sólido en los mismos. Para tubos 206 rectos construidos de material ferrítico tal como, por ejemplo, 9Cr-1Mo, un proceso de desconchado en línea comienza cuando la temperatura de metal de tubo de la pluralidad de tubos 206 rectos alcanza, por ejemplo, aproximadamente 1250°F o más. Como
10 se comentó anteriormente, el desconchado en línea requiere poner al menos un paso de flujo de la pluralidad de pasos 204 de flujo fuera de funcionamiento. El uso de materiales austeníticos tales como, por ejemplo, TP347H en la pluralidad de tubos 206 rectos permite un aumento de temperatura adicional de 200°F. Este aumento de temperatura adicional es igual a aproximadamente 130 días de funcionamiento adicionales entre limpiezas
15 aumentando así la productividad y el beneficio. Sin embargo, debido a la blandura relativa del material austenítico, la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación son particularmente vulnerables al desgaste y erosión excesivos durante el desconchado. Esto da como resultado un fallo prematuro de la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación.

20 Con referencia todavía a las figuras 2A y 2B, en una realización típica, el serpentín 202 de proceso calentador incluye la pluralidad de tubos 206 rectos construidos de un material austenítico tal como, por ejemplo, TP347H y la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación construidos de un material ferrítico tal como, por
25 ejemplo, 9Cr-1Mo. La pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación se conectan a la pluralidad de tubos 206 rectos a través de un procedimiento de conexión tal como, por ejemplo, soldadura. Como se mencionó anteriormente, la pluralidad de tubos 206 rectos, construidos del material austenítico, se ubican dentro de la parte 210 calentada del horno 200 y la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad
30 de cabezales 209 de obturación, construidos del material ferrítico, se ubican fuera de la parte 210 calentada del horno 200. Colocando la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación fuera de la parte 210 calentada, es menos probable que la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación alcancen la temperatura de metal de tubo máxima de diseño asociada con el
35 material ferrítico. Debido a que el material ferrítico es más duro que el material austenítico, tal configuración permite el beneficio de tiempos de funcionamiento más largos sin los

problemas asociados con el fallo prematuro de la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación.

5 Las ventajas de tal disposición resultarán evidentes para un experto en la técnica. Por ejemplo, al construir la pluralidad de tubos 206 rectos del material austenítico, el horno 200 puede funcionar durante aproximadamente 130 días adicionales entre limpiezas aumentando así la productividad y el beneficio. Además, la construcción de la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación a partir del material ferrítico reduce el desgaste y la erosión de la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación. Sin embargo, al colocar la pluralidad de recodos 208 de retorno y la pluralidad de cabezales 209 de obturación fuera de la parte 210 calentada, el funcionamiento del horno 200 no está limitado por la temperatura de metal de tubo máxima de diseño inferior asociada con el material ferrítico.

15 La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento para fabricar un serpentín de proceso calentador según una realización a modo de ejemplo. El procedimiento 300 comienza en la etapa 302. En la etapa 304, se forma una pluralidad de tubos rectos de un material austenítico. En la etapa 306, se forma una pluralidad de recodos de retorno y una pluralidad de cabezales de obturación de un material ferrítico. En la etapa 308, se unen entre sí la pluralidad de tubos rectos, la pluralidad de recodos de retorno y la pluralidad de cabezales de obturación extremo con extremo a través de un procedimiento de conexión tal como, por ejemplo, soldadura. Según una realización a modo de ejemplo, debe tenerse cuidado de utilizar un material de soldadura que sea compatible con el material ferrítico, el material austenítico, y cualquier fluido que pueda estar dispuesto en el mismo. Es decir, el material de soldadura no puede provocar corrosión ni del material ferrítico ni del material austenítico. Además, el material de soldadura debe permitir una diferencia de expansión térmica entre el material ferrítico y el material austenítico.

30 Con referencia todavía a la figura 3, en la etapa 310, el serpentín de proceso calentador se sujeta en un horno de modo que la pluralidad de tubos rectos se sujetan dentro de una parte calentada del horno y la pluralidad de recodos de retorno y la pluralidad de cabezales de obturación se disponen fuera de la parte calentada. El procedimiento 300 termina en la etapa 312. Tal disposición permite un mayor tiempo de funcionamiento del serpentín calentador entre limpiezas sucesivas mientras que, al mismo tiempo, protege a la pluralidad de recodos de retorno frente a un desgaste o fallo prematuro.

Aunque en los dibujos adjuntos se han ilustrado diversas realizaciones del método y del sistema de la presente invención y se han descrito en la descripción detallada anterior, se entenderá que la invención no está limitada a las realizaciones dadas a conocer, sino que permite numerosas reestructuraciones, modificaciones y sustituciones sin apartarse del espíritu de la invención tal como se expone en el presente documento.

5

REIVINDICACIONES

1. Horno que comprende:

5 una parte calentada;

una parte no calentada dispuesta adyacente a la parte calentada;

una pluralidad de tubos rectos formados de un primer material y dispuestos al menos
10 parcialmente en la parte calentada;

una pluralidad de recodos de retorno acoplados de manera operativa a la pluralidad de
tubos rectos, estando formada la pluralidad de recodos de retorno de un segundo material y
estando dispuesta al menos parcialmente en la parte no calentada;

15

en el que el primer material presenta una temperatura de metal de tubo máxima de diseño
mayor que el segundo material facilitando así un aumento del tiempo de funcionamiento del
horno; y

20 en el que el segundo material presenta propiedades de resistencia al desgaste mayores que
el primer material facilitando la resistencia al desgaste del horno.

2. Horno según la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de cabezales de
obturación acoplados a la pluralidad de tubos rectos, estando formada la pluralidad de
25 cabezales de obturación del segundo material.

3. Horno según la reivindicación 2, en el que la pluralidad de cabezales de obturación están
dispuestos al menos parcialmente en la parte no calentada.

30 4. Horno según la reivindicación 1, en el que el primer material es un material austenítico.

5. Horno según la reivindicación 1, en el que el segundo material es un material ferrítico.

6. Horno según la reivindicación 1, en el que el primer material es TP347H.

35

7. Horno según la reivindicación 1, en el que el segundo material es 9Cr-1Mo.

8. Horno según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de recodos de retorno son recodos de 180 grados.

5 9. Método de fabricación de un serpentín de proceso calentador, comprendiendo el método:

formar una pluralidad de tubos rectos a partir de un primer material;

formar una pluralidad de recodos de retorno a partir de un segundo material;

10

unir la pluralidad de tubos rectos a la pluralidad de recodos de retorno;

orientar la pluralidad de tubos rectos y la pluralidad de recodos de retorno dentro de un horno de modo que la pluralidad de tubos rectos se disponen al menos parcialmente dentro de una parte calentada y la pluralidad de cabezales de obturación se disponen al menos

15

en el que el primer material presenta una temperatura máxima mayor que el segundo material facilitando así un aumento del tiempo de funcionamiento del horno; y

20

en el que el segundo material presenta propiedades de resistencia al desgaste mayores que el primer material facilitando la resistencia al desgaste del horno.

10. Método según la reivindicación 9, que comprende formar una pluralidad de cabezales de obturación a partir del segundo material.

25

11. Método según la reivindicación 9, en el que la unión comprende unir extremos opuestos de la pluralidad de tubos rectos a la pluralidad de recodos de retorno.

12. Método según la reivindicación 9, en el que la formación de la pluralidad de recodos de retorno comprende formar una pluralidad de recodos de 180 grados.

30

13. Método según la reivindicación 9, en el que el primer material es un material austenítico.

14. Método según la reivindicación 9, en el que el segundo material es un material ferrítico.

35

15. Método según la reivindicación 9, en el que el primer material es TP347H.

16. Método según la reivindicación 9, en el que el segundo material es 9Cr-1Mo.

- 5 17. Método según la reivindicación 9, en el que la formación de la pluralidad de recodos de retorno y la pluralidad de cabezales de obturación a partir del segundo material refuerza la pluralidad de recodos de retorno y la pluralidad de cabezales de obturación frente a un desgaste prematuro.

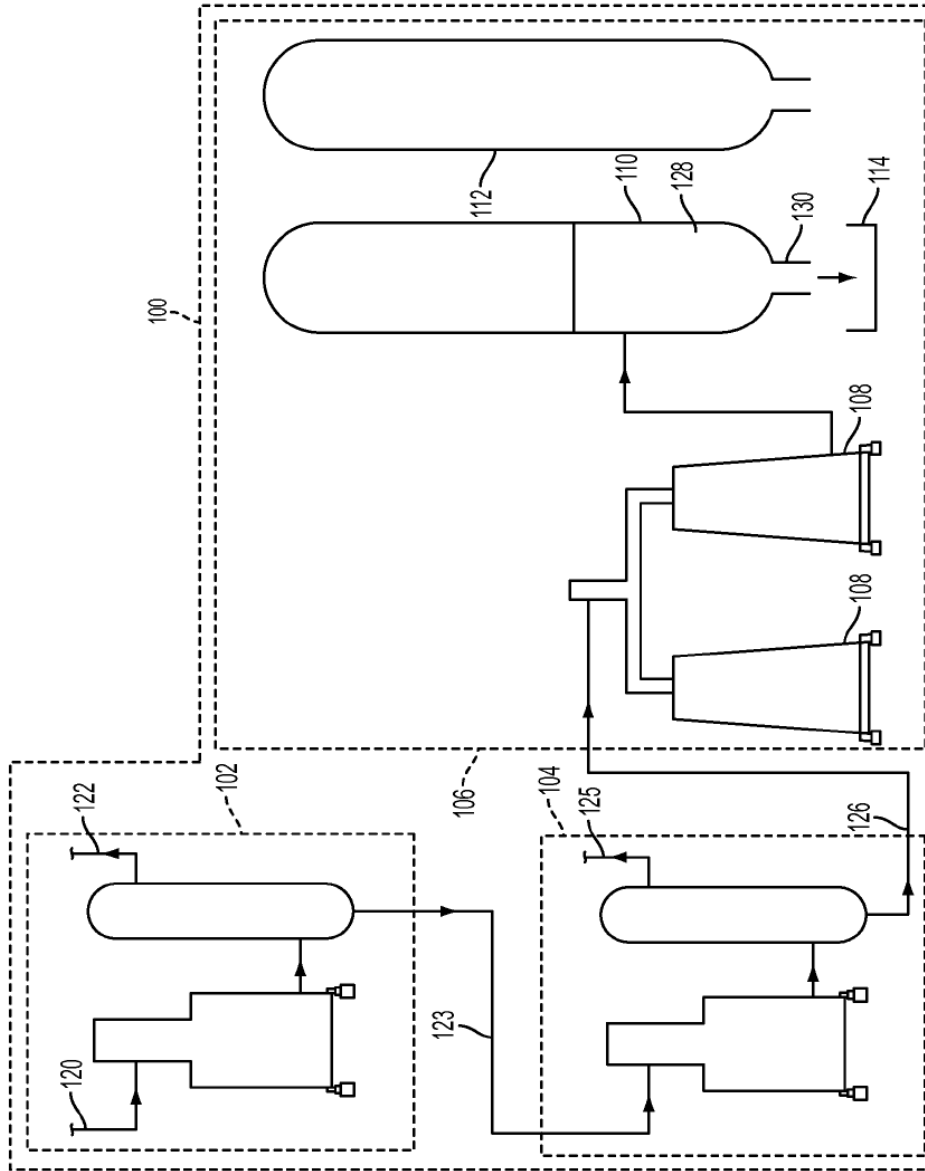


FIG. 1

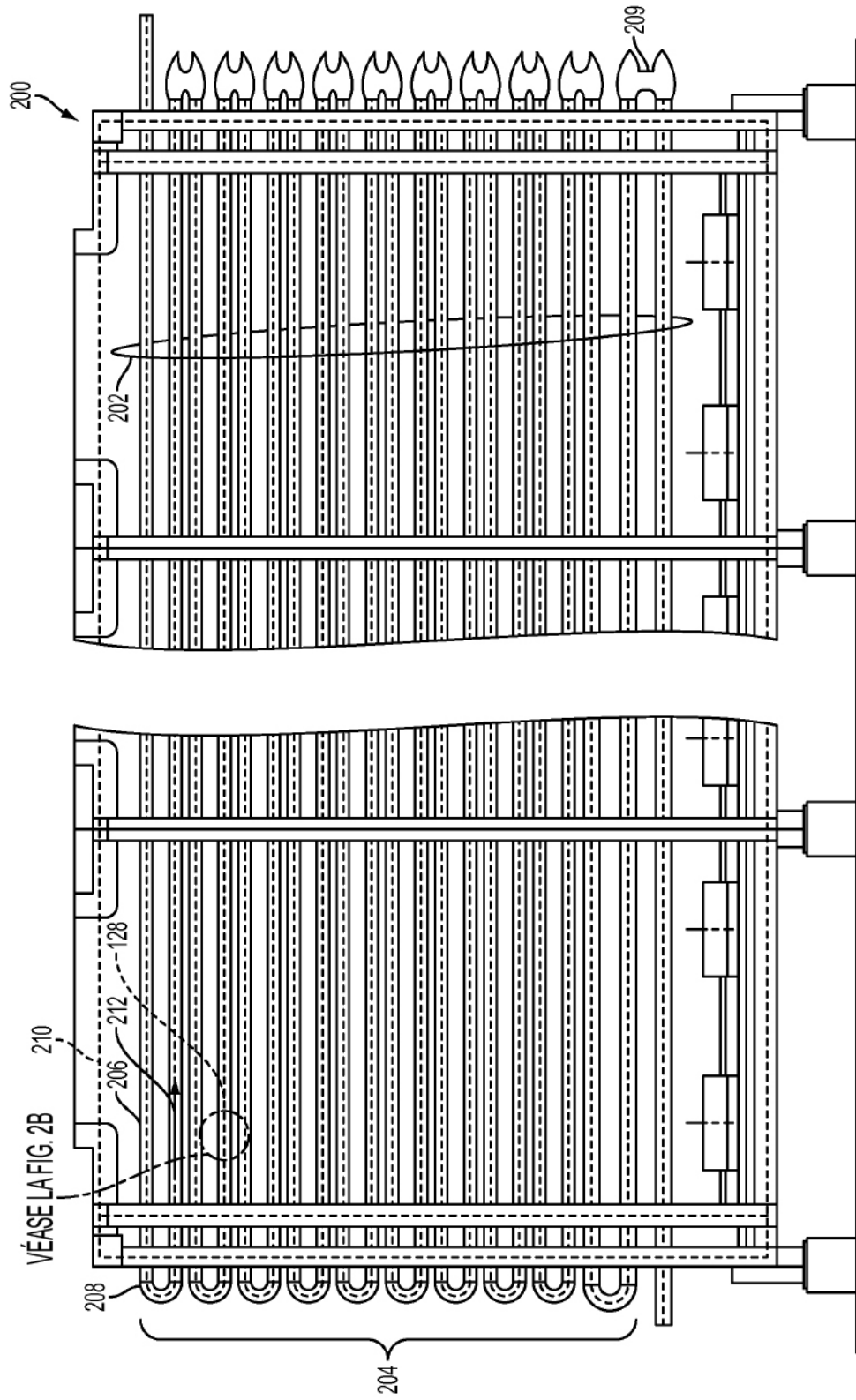


FIG. 2A

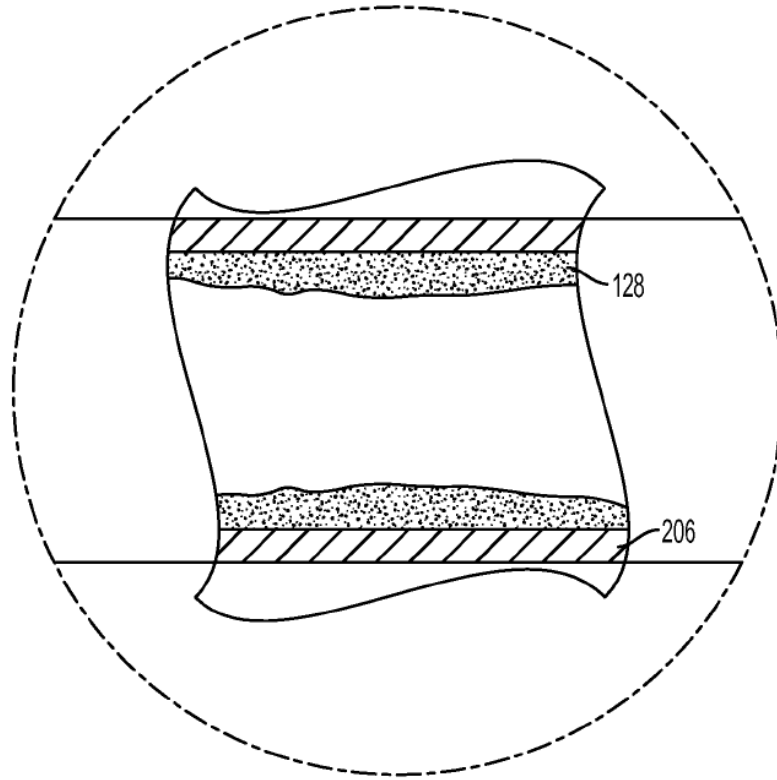


FIG. 2B

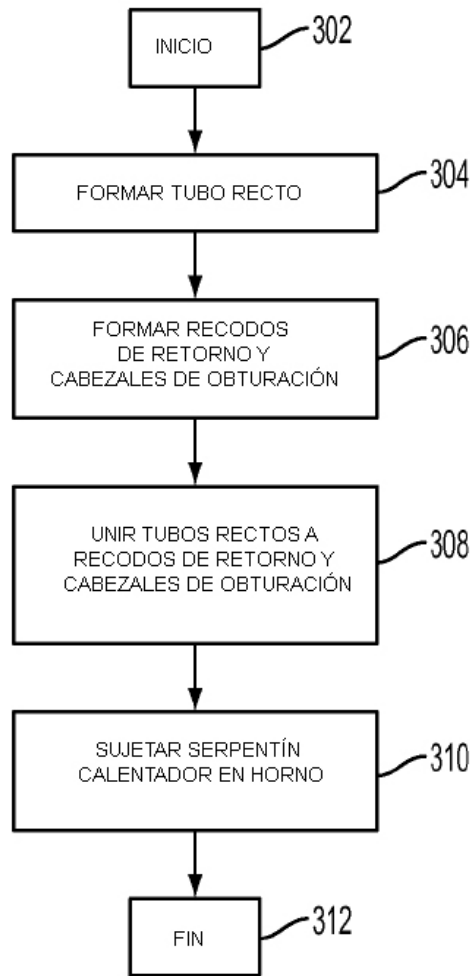


FIG. 3