(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 473 891**

(51) Int. Cl.:

F28D 7/10	(2006.01)
F28D 7/16	(2006.01)
F28D 7/12	(2006.01)
C10G 9/00	(2006.01)
F16L 13/02	(2006.01)
F16L 39/00	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2010** **E 10005936 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014** **EP 2278248**

(54) Título: **Intercambiador de calor para refrigerar gas de craqueo**

(30) Prioridad:

17.06.2009 DE 102009025624

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2014

(73) Titular/es:

BORSIG GMBH (100.0%)
Egellsstrasse 21
13507 Berlin, DE

(72) Inventor/es:

BIRK, CARSTEN;
VOGT, MICHAEL y
EISENHAWER, DAVID TODD

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 473 891 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

Intercambiador de calor para refrigerar gas de craqueo.

El invento trata de un intercambiador de calor para refrigerar gas de craqueo con un racor de tubería entre un tubo refrigerado y uno no refrigerado con las características del término genérico de la reivindicación 1.

Un intercambiador de calor de este tipo para refrigerar gas de craqueo, con un racor de tubería se conoce por el documento US 2007/0193729 y DE 195 31 330 C2. El gas de craqueo se produce por una descomposición térmica de hidrocarburos en un horno de craqueo. Tales hornos están provistos de un número de tubos de craqueo calentados externamente, a través de los cuales los hidrocarburos utilizados son conducidos bajo la adición de vapor de agua. El gas de craqueo producido sale de los tubos de craqueo a una temperatura de hasta 900°C y debe ser refrigerado muy rápidamente con el fin de estabilizar su composición molecular. La refrigeración rápida del gas de craqueo se lleva a cavo en refrigeradores de gas de craqueo a través de una transferencia de calor a partir de gas de craqueo a vapor de agua, bajo agua sometida a alta presión.

En el racor de tubería conocido por el documento DE 195 31 330 C2, el extremo del tubo no refrigerado está provisto de un cabezal de entrada que se ensancha en forma de tenedor y un segmento de tubo interior y exterior. El espacio intermedio entre los dos segmentos de tubo está rellenado con un material de aislamiento térmico. El segmento de tubo exterior está soldado al tubo envolvente del tubo doble refrigerado. El segmento de tubo interior está opuesto al tubo interior del tubo doble en una distancia axial, estando dispuesto entre los lados frontales del segmento de tubo interior y el tubo interior un anillo (C, O, U o en forma de V) conformado como junta para evitar la penetración del gas de craqueo en el material de aislamiento térmico.

Un cabezal de entrada en forma de tenedor, rellenado con material de aislamiento térmico para la unión de un tubo no refrigerado con un tubo refrigerado se utiliza también en el intercambiador de calor conocido por el documento EP 810 414 B1 para refrigerar el gas de craqueo. En el intercambiador de calor conocido, el tubo refrigerado se compone de un tubo interior que está rodeado por un tubo envolvente en una distancia radial. Una cámara de agua para el suministro de un medio de refrigeración rodea el extremo de entrada del tubo refrigerado. La cámara de agua está compuesta de una pieza cuadrada compacta en la que está practicado un rebaje circular en sección transversal. El rebaje aloja sólo un tubo refrigerado, estando el tubo interior del tubo refrigerado soldado en la parte inferior del rebaje y el tubo envolvente está soldado a la cámara de agua. El segmento de tubo exterior del cabezal de entrada está soldado a la cámara de agua en el lado opuesto al tubo envolvente, mientras que el segmento de tubo interior del cabezal de entrada está dispuesto opuesto al tubo interior del tubo refrigerado en una distancia axial.

Debido a la holgura axial entre el tubo interior y el segmento de tubo interior, los cabezales de entrada conocidos permiten una elongación ilimitada condicionada térmicamente. El aislamiento térmico incorporado ocasiona que el segmento de tubo exterior del cabezal de entrada, que está conectado de forma fija a la pared del tubo refrigerado, adquiera una temperatura de pared que está por debajo de la temperatura del gas que fluye a través del tubo de gas no refrigerado. Las temperaturas de pared que alcanzan los tubos en el punto de unión, se igualan de esta manera entre sí, de manera que las tensiones térmicas en el punto de unión se minimizan. El anillo de sellado (C, O, U o en forma de V) entre el segmento de tubo interior y el tubo interior, impide la entrada de gas de craqueo en el material de aislamiento térmico del cabezal de entrada. Por encima de 550° C puede surgir carbono del gas de craqueo y condensarse en el anillo de sellado. Como resultado, el anillo de sellado puede perder su capacidad de sellado, de manera que el gas de craqueo puede penetrar en el material de aislamiento térmico. Como consecuencia, el carbono surgido de la corriente de fuga del gas de craqueo puede depositarse en el material de aislamiento térmico, lo que conduce a tensiones de pandeo en el segmento de tubo interior y a tensiones anulares en el segmento de tubo exterior del cabezal de entrada.

El invento se basa en el objeto de conformar el intercambiador de calor genérico con un racor de tubería entre un tubo no refrigerado y un tubo refrigerado, de tal manera que al emerger carbono mejore el sellado contra el gas de craqueo.

El objeto se consigue en un intercambiador de calor genérico con un racor de tubería entre un tubo refrigerado y uno no refrigerado de acuerdo con el invento según las características de la reivindicación 1. Las configuraciones favorables del invento son objeto de las subreivindicaciones.

En el intercambiador de calor según el invento con un racor de tubería entre un tubo refrigerado y uno no refrigerado, el anillo de sellado conformado como un anillo en U asume la tarea de un primer sello hasta alcanzar una temperatura de 500 a 600°C. Si por encima de 550°C comienza a emerger carbono del gas de craqueo, la elongación condicionada a la temperatura del segmento de tubo interior está tan avanzada, que el espacio vacío entre el área marginal sobresaliente del segmento de tubo interior dispuesto radialmente en el interior delante del anillo de sellado y el tubo interior está franqueado, de modo que se produce un contacto de metal a metal. Un contacto de este tipo impide una penetración de gas de craqueo en la dirección del anillo de sellado y del espacio intermedio

entre el segmento de tubo interior y exterior del cabezal de entrada y actúa como un segundo sello. En otra configuración del invento, la membrana flexible que sella el espacio intermedio rellenado con material de aislamiento térmico mantiene alejado completamente al gas de craqueo que todavía pudiera haber penetrado en el material de aislamiento térmico. Con ello, la membrana flexible actúa como el tercer sello.

Varios ejemplos de fabricación del invento se ilustran en los dibujos y se explican con más detalle a continuación. Se muestra en la:

figura 1, una sección longitudinal a través de la parte inferior de un intercambiador de calor con un racor de tubería según el invento;
figura 2, el detalle Z según la figura 1 ó 3 y
figura 3, un segmento longitudinal a través de la parte inferior de un intercambiador de calor con otro racor de tubería según el invento.

En un horno de craqueo se produce un gas de craqueo convirtiendo hidrocarburos con vapor de agua. El horno de craqueo está provisto de tubos de craqueo 1, que se calientan desde el exterior y a través de los cuales fluye la materia prima. El gas de craqueo que sale de los tubos de craqueo a una temperatura de hasta 900°C entra directamente en un refrigerador de gas que está dispuesto en la proximidad inmediata encima del horno de craqueo. En el refrigerador de gas de craqueo se estabiliza la composición molecular del gas de craqueo a través de un enfriamiento brusco en el intercambio de calor con agua en evaporación sometida a una alta presión.

El refrigerador de gas de craqueo comprende una pluralidad de tubos de refrigeración 2, que están dispuestos en una fila uno junto a otro, de modo que cada tubo de refrigeración 2 está asociado a uno de los tubos de craqueo 1 no refrigerado y que está dispuesto en la extensión axial. Cada tubo de refrigeración 2 se compone de un tubo interior refrigerado 3, que con la formación de un espacio anular atravesado por el refrigerante está rodeado de un tubo envolvente 4. El diámetro interior del tubo de craqueo 1 y del tubo interior 3, como se muestra, son generalmente de similar dimensión.

El suministro y la descarga del refrigerante en cada caso se realizan a través de una cámara de agua 5, que rodea el extremo inferior mostrado y el extremo superior del tubo de refrigeración 2 no mostrado. La cámara de agua 5 está fabricada de una pieza cuadrada compacta, en la que está practicado en sección transversal un rebaje circular 6, estando cada rebaje 6 asociado a un tubo de refrigeración 2. El tubo envolvente 4 está soldado a la cámara de agua 5 en el lado opuesto del tubo de craqueo 1. En este caso, en el punto de soldadura conincide el diámetro interior del tubo envolvente 4 con el diámetro del rebaje 6.

El rebaje 6 está practicado tan profundo en la pieza que conforma la cámara de agua 5, de modo que permanece un piso anular 7 con un reducido espesor de pared residual. La superficie del piso anular 7 está limitada por el diámetro exterior del tubo interior 3 y por el diámetro del rebaje 6.

En cada rebaje 6 desemboca en su interior un taladro 8 a la altura del piso 7, preferentemente de forma tangencial. Los taladros 8 están unidos a través de un racor de unión 9 a un conducto de suministro 10 para el medio refrigerante. El medio refrigerante pasa a través del taladro 8 a una alta velocidad en el rebaje 6, y genera un flujo de rotación alrededor del tubo interior 3. Este flujo proporciona una buena refrigeración del piso 7 del rebaje 6 y también evita la deposición de partículas en el piso 7, lo que conduciría a un sobrecalentamiento local perjudicial.

El extremo por el lado de salida del tubo de craqueo 1 está ensanchado en forma de tenedor por el lado de salida y conforma un cabezal de entrada 11. El cabezal de entrada 11 se compone de un segmento de tubo 12 que conforma la extensión del tubo de craqueo 1 y de un segmento de tubo exterior 13, estando ambos unidos entre sí en un extremo. El segmento de tubo exterior 13 está soldado al piso de la cámara de agua 5. El segmento de tubo interior 12 del cabezal de entrada 11 está contrapuesto al tubo interior 3 en una distancia axial.

En el espacio intermedio anular entre el segmento de tubo interior 12 y el segmento de tubo exterior 13 del cabezal de entrada 11 está dispuesto un aislamiento térmico. El aislamiento térmico se compone de múltiples capas de material de aislamiento térmico, dispuestas en dirección axial una detrás de otra. En el caso ilustrado, están dispuestas tres capas, a saber, una primera capa 14, una segunda capa 15 y una tercera capa 16. Las capas 14, 15, 16 difieren en su conductividad térmica. En este caso, las capas 14, 15, 16 se introducen en el espacio intermedio, de modo que la primera capa 14 orientada hacia el tubo interior 3 presenta el menor coeficiente de conductividad térmica y la tercera capa 16 orientada hacia el tubo de craqueo 1 presenta el más alto coeficiente de conductividad térmica. La capa intermedia 15 presenta un coeficiente medio de conductividad térmica. Por lo tanto, el efecto aislante de las capas 14, 15, 16, aumenta en dirección al tubo interior 3 o bien disminuye en dirección al tubo de craqueo 1. Los diferentes coeficientes de conductividad térmica pueden variar según la elección de los materiales, la densidad o el espesor de las capas 14, 15, 16. La altura de las capas individuales 14, 15, 16 en la dirección axial puede ser diferente y se determina según el cambio deseado del efecto aislante.

Las diferencias en el coeficiente de conductividad térmica fluctúan entre 10 W / m * K, en el lado orientado hacia el tubo de craqueo 1, y entre 0,2 y 0,6 W / m * K en el lado orientado hacia el tubo interior 3. El aislamiento térmico puede consistir en un mineral o un material fibroso y puede introducirse en el espacio intermedio como masa fundida y endurecible o en forma de un molde.

El diámetro interior del segmento de tubo interior 12 es igual al diámetro interior del tubo interior 3. Como se puede apreciar en la figura 2, el lado frontal del segmento de tubo interior 12, presenta un área marginal sobresaliente 17 a partir del diámetro interior. Radialmente fuera del área marginal sobresaliente 17, la superficie frontal del segmento de tubo interior 12 está provista de una cavidad anular 18. En la cavidad 18 está insertado un anillo de sellado conformado como anillo en forma de U 19. Los brazos del anillo en forma de U 19 se apoyan contra la parte inferior de la cavidad 18 y en el lado frontal del tubo interior 3. El anillo en forma de U 19 sirve como un primer sello que a bajas temperaturas impide el escape de gas de craqueo hacia el espacio intermedio dentro del cabezal de entrada 11 y del material aislante colocado allí.

La distancia axial seleccionada del área marginal interior 17 del segmento de tubo interior 12 desde el lado frontal del tubo interior 3 es menor que la extensión longitudinal máxima del cabezal de entrada 11 condicionada térmicamente debido a la dimensión del cabezal de entrada 11. Al alcanzar una temperatura predeterminada con la extensión longitudinal progresiva, la distancia entre el cabezal de entrada 11 y el tubo interior 3 es franqueada, de manera que se produce un contacto de metal a metal entre el segmento marginal sobresaliente 17 del segmento de tubo interior 12 y el tubo interior 3. Este contacto metal a metal actúa como un segundo sello y evita en caso de altas temperaturas la penetración de gas de craqueo en dirección hacia el anillo en forma de U 19 y el espacio intermedio dentro del cabezal de entrada 11, o al menos limita en gran parte dicha penetración.

El espacio interior dentro del cabezal de entrada 11 que aloja el material de aislamiento térmico está cerrado por medio de una membrana elástica anular 20 e impermeable al gas. La membrana 20 está fijada firmemente en el interior y exterior del segmento de tubo interior 12, 13. La membrana 20 es preferentemente corrugada. Sirve como un tercer sello e impide que el gas de craqueo que eventualmente haya traspasado el anillo en forma de U 19 alcance el material de aislamiento térmico.
En lugar de la cámara de agua 5 antes mencionada, el cabezal de entrada 11 también puede ser soldado a un colector diseñado de manera diferente para suministrar el refrigerante al tubo refrigerado.

El cabezal de entrada 11 también puede estar unido directamente al tubo refrigerado compuesto por el tubo interior 3 y el tubo envolvente 4, como se muestra en la figura 3, estando soldado exteriormente el segmento de tubo exterior 13 del cabezal de entrada 11 al tubo refrigerado. El segmento de tubo interior 12 del cabezal de entrada 11 está conformado como se describe más arriba, y está dispuesto en frente del extremo cerrado del tubo refrigerado, estando previsto radialmente en el exterior un anillo en forma de U 19 como un anillo de sellado en la cavidad 18 del lado frontal del segmento de tubo interior 12 delante del área marginal sobresaliente 17 y estando cerrado el espacio intermedio entre el segmento de tubo interior y exterior 12, 13 del cabezal de entrada 11 mediante la membrana impermeable al gas 20.

REIVINDICACIONES

1. Intercambiador de calor para refrigerar gas de craqueo con un racor de tubería entre un tubo refrigerado y uno no refrigerado, estando conformado el tubo refrigerado de un tubo interior refrigerado (3) y un tubo envolvente (4), estando el tubo interior (3) rodeado por el tubo envolvente (4), y estando el tubo refrigerado en contacto con el tubo caliente no refrigerado a través de un cabezal de entrada (11) en forma de tenedor en sección transversal unido al tubo no refrigerado, que presenta un segmento de tubo exterior (13) y un segmento de tubo interior (12), entre los que se encuentra un espacio intermedio rellenado con un material de aislamiento térmico, estando el segmento de tubo exterior (13) unido al tubo envolvente (4) y estando el segmento de tubo interior (12) opuesto al tubo interior (3) en una pequeña distancia axial y estando dispuesta una junta entre las superficies frontales del tubo interior (3) y el segmento de tubo interior (12), caracterizado porque la junta está conformada en forma de un anillo en forma U (19) y está dispuesta en una cavidad (18) en la cara frontal del segmento de tubo interior (12) del cabezal de entrada (11), porque la cavidad (18) está conformada radialmente en el exterior delante de un área marginal (17) sobresaliente del segmento de tubo interior (12) opuesto al tubo interior (3) en una pequeña distancia axial y porque la pequeña distancia axial entre el área marginal (17) del segmento de tubo interior (12) del cabezal de entrada (11) y el tubo interior (3) es igual o menor que la expansión térmica máxima del cabezal de entrada (11).

2. Un intercambiador de calor según la reivindicación 1, caracterizado porque por encima del espacio intermedio del cabezal de entrada (11) que aloja el material de aislamiento térmico está dispuesta una membrana flexible (20) impermeable al gas, que está soldada herméticamente al segmento de tubo interior y exterior (12, 13) del cabezal de entrada (11).

3. Intercambiador de calor según la reivindicación 2, caracterizado porque la membrana impermeable al gas (20) es corrugada.

4. Intercambiador de calor según la reivindicación 1, caracterizado porque el segmento de tubo exterior (13) del cabezal de entrada (11) y el tubo envolvente (4) están unidos en sus respectivos lados opuestos a una cámara de agua (5), estando la cámara de agua (5) compuesta de un pieza compacta en forma de tira, en la que están practicados los rebajes circulares (6) que rodean un único tubo interior (3) respectivamente, que está soldada en un piso delgado (7) del rebaje (6), y correspondiendo el diámetro del rebaje (6) al diámetro interno del tubo envolvente (4).

5. Intercambiador de calor según la reivindicación 4, caracterizado porque el segmento exterior de tubo (13) del cabezal de entrada (11) está unido directamente al tubo envolvente (4).

6. Intercambiador de calor según la reivindicación 1, caracterizado porque el material de aislamiento térmico está fabricado de una pluralidad de capas sucesivas en dirección axial (14, 15, 16), cuyos coeficientes de conductividad térmica se incrementan proporcionalmente con la distancia del tubo interior (3).

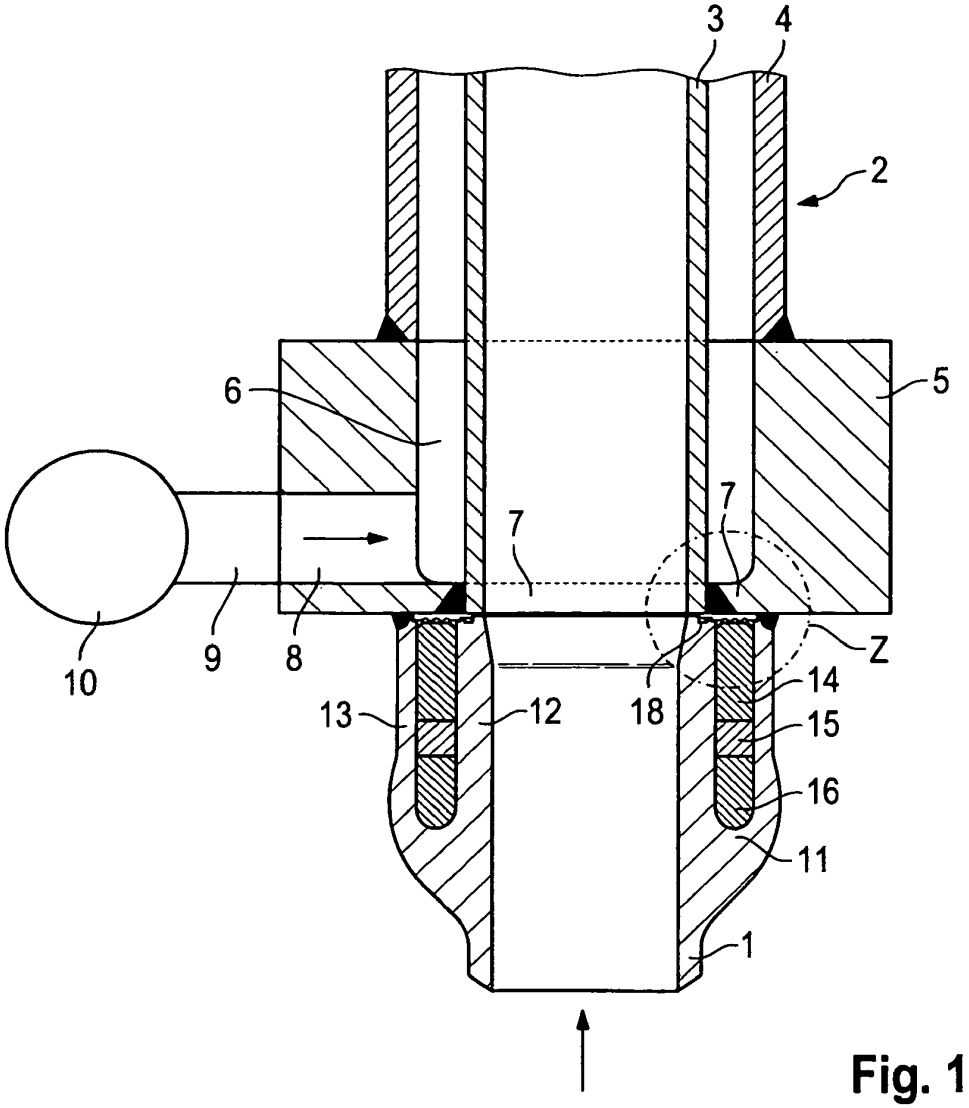

Fig. 1

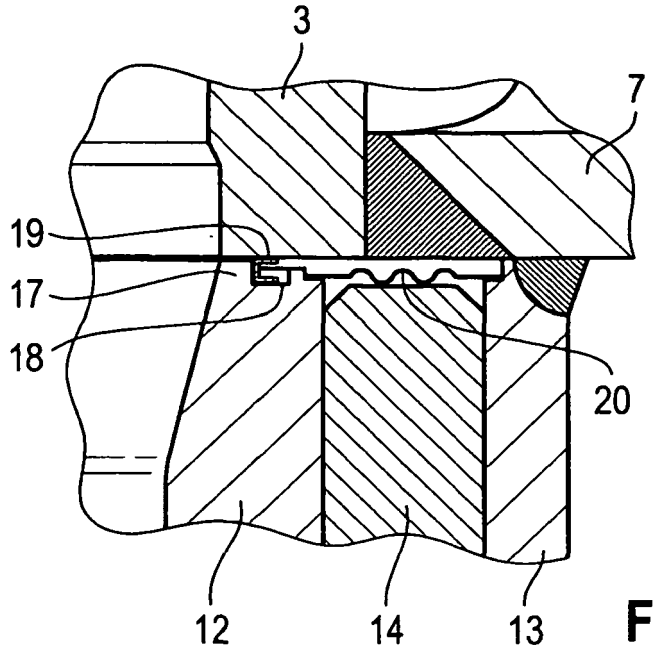

Fig. 2

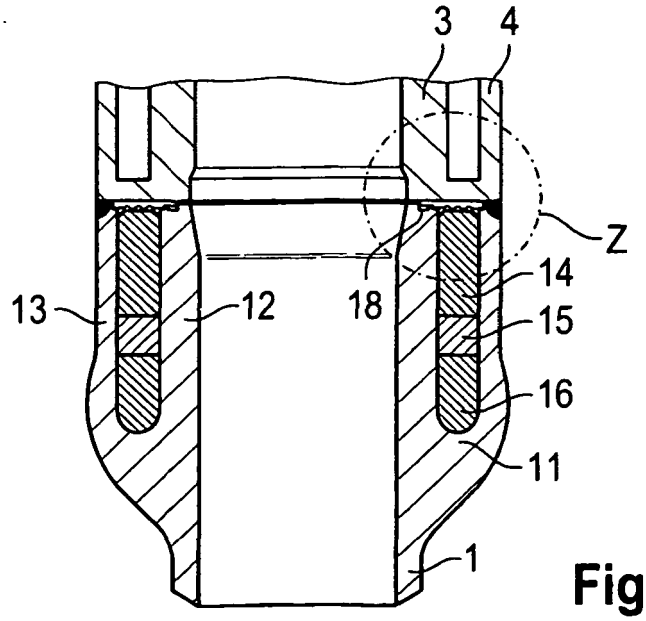

Fig. 3