(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 527 067**

(51) Int. Cl.:

F28D 7/02 (2006.01)

C10G 9/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2011** **E 11802446 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014** **EP 2659214**

(54) Título: **Intercambiador de calor para el enfriamiento de gases calientes y sistema de intercambio de calor**

(30) Prioridad:

29.12.2010 IT MI20102445

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.01.2015

(73) Titular/es:

ENI S.P.A. (100.0%)
Piazzale E. Mattei 1
00144 Rome, IT

(72) Inventor/es:

WILHELM, ALFRED JOACHIM y
BASINI, LUCA EUGENIO

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 527 067 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 el enfriamiento de gases calientes y sistema de intercambio de calor

La presente invención se refiere a un intercambiador de calor con fluido de refrigeración para el enfriamiento de un gas caliente y la producción simultánea de vapor según el preámbulo de la reivindicación 1, y al uso de tal intercambiador de calor en un proceso de oxidación parcial catalítica. Se conocen intercambiadores de este tipo a partir del documento WO2005/018105 A1. Más específicamente, se refiere a un intercambiador de calor para el enfriamiento de un gas caliente que proviene de un proceso de oxidación parcial catalítica y con la producción simultánea de vapor en una corriente separada.

Un problema de primordial importancia en los procesos que generan gases a alta temperatura es el enfriamiento rápido de los gases calientes producidos y la consiguiente recuperación del calor contenido en los mismos.

Una planta en un proceso que produce gas a alta temperatura comprende normalmente:

- un reactor que genera gases calientes consistente en material refractario,
- una línea de transferencia de los gases calientes hacia el intercambiador de calor consistiendo ambos en material refractario.

La parte inferior y la placa tubular del intercambiador están compuestas por material refractario. El intercambiador de calor funciona generalmente con agua y durante el enfriamiento genera vapor. El exceso de vapor se utiliza con fines externos al proceso de intercambio de calor. Una de las partes más sometidas a daños durante el funcionamiento de esas plantas está constituida por las zonas refractarias, las cuales deben estar diseñadas y realizadas de manera precisa. Esas zonas, durante el funcionamiento, pueden estar sujetas a fracturas, tanto cuando la planta está operando bajo condiciones estacionarias como también, y sobre todo, durante los períodos de puesta en marcha y apagado transitorios de la planta.

Los defectos de colocación y desgaste del material refractario pueden acelerar la formación de grietas durante el funcionamiento industrial, principalmente en las partes donde existe una expansión térmica diferencial entre las partes refractarias y de acero. Esto ocurre particularmente en los puntos en que el gas caliente producido es transferido a la sección de enfriamiento y generación de vapor. Las grietas pueden llevar a los gases calientes a entrar en contacto con las paredes metálicas del reactor, con la línea de transferencia y con el intercambiador de calor, y causar un sobrecalentamiento de las paredes metálicas de la cubierta que opera a presiones elevadas. Con el fin de monitorizar esos eventos, las paredes metálicas deben ser recubiertas con una pintura termocromática que cambia de color en caso de sobrecalentamiento, y en algunos puntos críticos es conveniente adherir un poco de “forro” que se termoacopla con las superficies metálicas a efectos de medir los valores de temperatura alcanzados. El sobrecalentamiento de las paredes metálicas puede causar un exceso de las temperaturas admisibles y requerir el apagado de la planta además de la reconstrucción de la parte refractaria dañada.

La solicitante ha encontrado una innovadora solución técnica para resolver los aspectos críticos descritos con anterioridad. La solución técnica propuesta por la solicitante es la sustitución de parte del material refractario presente en la línea de transferencia, en la parte inferior del intercambiador de calor y en la placa tubular, por un intercambiador de calor con circulación de un fluido de refrigeración, tal como por ejemplo agua.

Las ventajas ofrecidas por la presente invención son generalmente una reducción en cuanto a las intervenciones de mantenimiento, un incremento de la seguridad operativa, eficiencia energética, operatividad y disponibilidad en el funcionamiento de las plantas industriales.

La solución técnica propuesta puede ser aplicada ventajosamente en procesos de Oxidación Parcial Catalítica que generan gas de síntesis a alta temperatura.

En esos casos, el fluido de refrigeración utilizado puede estar integrado en la circulación interna del proceso o proceder de una corriente secundaria.

La Patente US 7.552.701 divulga un intercambiador que produce vapor sobrecalentado por enfriamiento de un gas caliente con agua. Dicha caldera es un contenedor vertical único que tiene una entrada para los gases calientes en la parte del lado inferior. El intercambiador contiene al menos dos conductos en espiral paralelos compuestos por una parte vertical que se desarrolla en torno al eje del contenedor, y una parte horizontal que sobresale lateralmente en la zona inferior del contenedor. Los conductos en espiral se desarrollan a lo largo de la totalidad del recipiente y durante una cierta longitud están sumergidos en el baño de agua hirviente, mientras que desde un determinado punto hacia delante se desarrollan en la parte superior del contenedor en la que se recoge el gas saturado. En el espacio de recogida del vapor saturado, los conductos tienen una camisa en la que circula el vapor saturado, el cual enfría además los gases calientes produciendo el vapor sobrecalentado. Una bajante está insertada axialmente en la parte vertical de la caldera cerca de la entrada de agua fresca con el fin de permitir la circulación descendente del agua en su interior. El agua circula hacia arriba por fuera de la bajante. El conducto en espiral da vueltas en torno a la bajante. Según una realización preferida, el intercambiador está conectado en comunicación de fluido con un

reactor de oxidación parcial, en particular la salida del reactor está en comunicación de fluido con la entrada del intercambiador. La patente no indica la presencia de material refractario en la zona de entrada del gas caliente del intercambiador, pero resulta razonable pensar que en el sistema de reactor-intercambiador acoplados, la sección del tubo que sale del reactor, por la que circulan los gases calientes, consiste en material refractario como el resto del reactor. La parte de conexión entre el reactor y el intercambiador sigue siendo por tanto un punto crítico, desde un punto de vista mecánico, dado que está sometida a altas temperaturas que pueden provocar la formación de grietas.

La Patente US 4.029.054 divulga un intercambiador para el enfriamiento, por medio de un fluido frío, de gases muy calientes, tal como por ejemplo gas de síntesis puro, con el fin de recuperar la energía térmica contenida en dichos gases. El intercambiador comprende dos cámaras distintas separadas por medio de una placa separadora (plana o esférica), pero conectadas entre sí a través de tubos de paso de los gases calientes. La cámara inferior es la zona de alimentación de los gases calientes y está recubierta de un material refractario. La cámara superior es la zona de enfriamiento de los gases calientes y comprende al menos una línea principal para el fluido frío. Las líneas de paso del gas caliente pasan a través de la placa de separación y están encamisadas con fluido frío que circula a través de un circuito secundario de fluido frío. Dicho circuito secundario es necesario puesto que constituye el punto en que el gas tiene su temperatura más alta, asegurando una refrigeración óptima de una zona crítica. Para apoyar esto, la parte inferior de la placa de separación consiste en material refractario. Las líneas de paso del gas caliente están conectadas a las líneas de descarga situadas en la cabecera de la cámara superior por medio de tubos de refrigeración helicoidales arrollados en torno a un tubo axial central. Con el fin de obtener un intercambio de calor extraordinariamente bueno, el fluido frío es obligado a circular en sentido descendente en la zona central de dicho tubo y en sentido ascendente en el espacio anular exterior al tubo a continuación de un movimiento rotacional con el fin de favorecer un intercambio de calor más efectivo.

La Patente US 4.488.513 divulga un intercambiador para enfriar un gas caliente, en particular un gas de síntesis procedente de procesos de oxidación parcial, recuperando de ese modo el calor sensible y produciendo al mismo tiempo vapor sobrecalentado. El intercambiador comprende dos zonas superpuestas separadas y distintas, conectadas entre sí por medio de una serie de líneas de paso de los gases calientes encamisadas adecuadamente. La parte superior comprende un recipiente vertical presurizado, cilíndrico y cerrado, que tiene una salida en la parte superior para el vapor sobrecalentado. Este recipiente está parcialmente lleno de agua hirviente que forma la primera zona de enfriamiento de los gases calientes, mientras que la parte superior está libre y saturada con vapor sobrecalentado formando la segunda zona de enfriamiento. Haces de tubos helicoidales están dispuestos uniforme y radialmente en torno a un eje central, en los que una hélice es ascendente y una descendente. El baño de agua hirviente llena el recipiente hasta el fondo del recipiente y está conectado con el suministro de agua. La parte inferior está recubierta con un material refractario y es la zona de alimentación de gas caliente. En esa área, el gas caliente se divide en una serie de tubos de paso encamisados conectados a los haces de tubos helicoidales de la zona superior. Las camisas de los tubos de paso impiden los daños debidos a las altas temperaturas.

La Patente 4.462.339 divulga un intercambiador para el enfriamiento de gases calientes por medio de agua, tal como los procedentes de oxidaciones parciales, recuperando de ese modo el calor sensible y produciendo al mismo tiempo vapor saturado y/o sobrecalentado. El intercambiador comprende dos partes separadas y distintas, conectadas entre sí por medio de pasos anulares encamisados por los que circula agua. La parte inferior está recubierta con material refractario y forma la cámara de alimentación de los gases calientes. La parte superior es un recipiente cerrado, cilíndrico vertical y presurizado, que contiene una cámara cilíndrica central cerrada por el fondo y abierta por la cabecera, que contiene al menos un haz de tubos helicoidales, una salida central en la cabecera para el gas saturado, varios haces de tubos helicoidales que se extienden por la zona anular entre la cámara central y la pared del recipiente. La salida de los tubos helicoidales de la zona anular está conectada a la entrada de los tubos helicoidales de la cámara central. El agua circula por la zona anular evaporándose y produciendo vapor saturado. El vapor saturado puede ser descargado o sobrecalentado en la cámara central a través de una abertura de descarga situada en el fondo de la cámara. La zona en la que está presente el agua es la parte inferior del recipiente vertical superior, y está dividida en dos zonas por medio de un tabique horizontal: la situada entre el fondo del recipiente y el tabique a través del cual están los tubos de paso encamisados del paso de gas, y la que está por debajo de la cámara central y por encima del tabique en la que circula el agua hirviente. Los tubos están encamisados a efectos de evitar los daños debidos a las altas temperaturas de los gases entrantes.

- en una realización, la presente invención se refiere a un intercambiador de calor para el enfriamiento de gases calientes por medio de un fluido refrigerante, con preferencia agua, comprendiendo dicho intercambiador: al menos un tanque orientado verticalmente, que contiene un baño de fluido de refrigeración y que tiene un espacio de recogida de la fase vapor generada por encima de dicho baño de fluido de refrigeración,

- al menos un elemento tubular vertical insertado en el interior de dicho tanque, abierto por los extremos y coaxial con dicho tanque,

- al menos un conducto en espiral que da vueltas en torno al eje del tanque, insertado en el citado elemento tubular coaxial,

- al menos una salida para la fase vapor generada en la cabecera de dicho tanque,

estando dicho intercambiador caracterizado porque se ha insertado al menos una línea de transferencia en la parte inferior del tanque vertical para alimentar los gases calientes a dicho tanque, estando dicha línea de transferencia abierta por los dos extremos, de los que uno está conectado al tanque vertical y el otro está libre y por fuera de dicho tanque,

siendo dicha línea de transferencia tubular y sobresaliendo lateralmente por fuera de dicho intercambiador,

conteniendo dicha línea de transferencia al menos un conducto central interno que tiene una camisa externa por la que circula un fluido de refrigeración,

estando dicho conducto central interno en conexión de fluido con el conducto en espiral y desarrollándose verticalmente a lo largo del elemento tubular insertado en el tanque vertical.

La presente invención permite ventajosamente que el material refractario que recubre la línea de transferencia de los gases calientes y la totalidad de la parte inferior de los intercambiadores usados en procesos que generan gases a alta temperatura y en particular en procesos de Oxidación Parcial Catalítica tradicionales, sea eliminado por completo. La única unidad operativa en la que se mantiene material refractario es el aparato de reacción. Además, la configuración mecánica de la presente invención permite que los productos gaseosos a alta temperatura sean separados de las paredes metálicas del intercambiador que está bajo presión, por medio de al menos dos conductos metálicos, de los que cada uno de ellos tiene al menos un circuito refrigerante con una doble circulación de fluido de refrigeración (por ejemplo, agua). Con este recurso, ventajosamente, se garantiza que las paredes metálicas de la línea de transferencia y de la parte inferior del intercambiador, todas partes presurizadas, nunca excedan de la temperatura del fluido de refrigeración, agua, creando de ese modo una seguridad intrínseca pasiva. De esta manera, se incrementa la seguridad intrínseca del propio proceso de intercambio de calor. El sistema en su conjunto se ve favorecido por un incremento de la producción de vapor (si el fluido de refrigeración es agua) puesto que ello incrementa la superficie de intercambio de calor disponible.

Finalmente, la sustitución de parte del material refractario por el sistema de circulación de fluido de refrigeración, facilita el escalado hacia plantas de grandes dimensiones, dado que la línea de transferencia de los gases calientes puede ser fácilmente multiplicada.

Otros objetivos y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la descripción que sigue y de los dibujos anexos, proporcionados con fines puramente ilustrativos y no limitativos.

La Figura 1 representa una realización del intercambiador objeto de la presente invención, en la que:

(5) es una línea de transferencia para alimentar los gases calientes (1),

(2) es un conducto central interno,

(3 y 3a) es un tabique insertado en la camisa del conducto (2) central interno,

(4) es una camisa alrededor del conducto (2) central interno,

(6) es un interespacio cónico que divide el baño de fluido de refrigeración en dos espacios, uno abierto hacia el tanque (6a) vertical y uno abierto hacia la línea (6b) de transferencia,

(7) es una línea de conexión,

(8) es un medio para la circulación de fluidos de refrigeración, por ejemplo agua,

(9) es un conducto vertical,

(10) es un conducto en espiral

(11) es una boca de salida para los gases enfriados,

(12) es una boca de salida para la fase de vapor generada, por ejemplo vapor de agua,

(13) es un elemento tubular vertical introducido en el tanque vertical.

Descripción detallada

El intercambiador de calor objeto de la presente invención, tiene la función de enfriar gases calientes por medio de un fluido de refrigeración, con preferencia agua. Los gases calientes son, con preferencia, gases de síntesis, y con preferencia proceden de procesos de oxidación parcial catalítica en los que el agente oxidizante es oxígeno y la temperatura de reacción está comprendida en la gama de 500 ºC a 2000 ºC, con preferencia desde 750 ºC a 1600 ºC.

El intercambiador objeto de la presente invención, comprende:

- al menos un tanque orientado verticalmente que contiene un baño de fluido de refrigeración, con preferencia agua, por encima del cual existe un espacio de recogida de la fase vapor generada, con preferencia vapor de agua,

- al menos un elemento tubular vertical introducido en el interior de dicho tanque, estando dicho elemento abierto por los extremos y siendo coaxial con el tanque,

- al menos un conducto en espiral que da vueltas alrededor del eje del tanque, insertado en el citado elemento tubular coaxial,

- al menos una salida para la fase vapor generada en la cabecera de dicho tanque.

Dicho intercambiador está caracterizado porque se ha insertado al menos una línea de transferencia, horizontal o inclinada, en la parte inferior del tanque vertical para alimentar los gases calientes a dicho tanque. Dicha línea de transferencia está abierta por los dos extremos, de los que uno está conectado con el tanque vertical y el otro está libre y por fuera de dicho tanque. Dicha línea de transferencia es con preferencia tubular y sobresale lateralmente por fuera del intercambiador. Dicha línea de transferencia contiene al menos un conducto central interno, con preferencia tubular, que tiene una camisa externa por la que circula un fluido de refrigeración, estando dicho conducto central interno en conexión de fluido con el conducto en espiral, y desarrollándose verticalmente a lo largo del elemento tubular insertado en el tanque vertical.

La camisa de dicho conducto central es con preferencia tubular y coaxial con el conducto central interno. Dicha camisa contiene también un tabique, con preferencia tubular y coaxial con el conducto central, para permitir la circulación interna del fluido de refrigeración. Dicho tabique se desarrolla con preferencia por la longitud total del conducto central interno hasta el extremo superior de dicho conducto.

El tabique permite que las corrientes de fluido de refrigeración sean separadas: el flujo de fluido frío monofase circula desde el tanque vertical hacia el extremo libre de la línea de transferencia; el flujo mezclado de fluido caliente, con preferencia la fase de agua-vapor mezclados, circula hacia el tanque vertical. Dicho tabique de la parte vertical del tanque forma un interespacio entre el fluido caliente de la fase mezclada y el fluido frío monofase, creando un diferencial de densidad y un diferencial de presión, necesarios para permitir la circulación natural del fluido de refrigeración.

Un interespacio, con preferencia cónico, está también presente la línea de transferencia, la cual divide el baño de fluido de refrigeración en dos espacios de los que un espacio está abierto hacia el tanque vertical y el otro está abierto hacia el extremo libre y abierto de la línea de transferencia. Se crea un diferencial de presión entre los dos espacios que favorece el surgimiento de la circulación natural del fluido de refrigeración,

El intercambiador objeto de la presente invención comprende también una línea de conexión entre el fondo del tanque vertical y la línea de transferencia. Con preferencia, está presente al menos un medio para hacer circular el fluido de refrigeración en dicha línea de conexión. Dichos medios son con preferencia una bomba de circulación (circulación forzada) o un eyector alimentado por medio de una bomba de circulación (circulación natural asistida).

Con referencia a la Figura 1, el gas caliente (1) entra en el conducto (2) central interno y continúa a lo largo de la línea (5) de transferencia, durante la totalidad del conducto (9) vertical y del conducto (10) en espiral hasta la boca (11) de entrada. Todos los conductos están sumergidos en un baño de fluido de refrigeración a partir del cual se forma la circulación interna del mismo. Dicho fluido de refrigeración circula a lo largo de la línea (7) de conexión, a lo largo de la cual puede ser insertado un medio para hacer circular el citado fluido (8). El fluido de refrigeración entra a continuación en el interespacio (6b) cónico, hasta la camisa (4) del conducto (2) central dividido por el tabique (3 y 3a). Los fluidos de refrigeración interior y exterior al tabique, fluyen en corrientes equivalentes con respecto al tabique (3). La fase mezclada del fluido de refrigeración se mezcla con el baño de fluido de refrigeración en el elemento (13) tubular vertical. La Figura 1 ilustra también la presencia de un elemento (13) tubular en el interior del tanque vertical que contiene los conductos (10) en espiral y crea un área anular entre las paredes del tanque y dichos conductos en espiral. En esta área anular, se crea una intensa circulación descendente del fluido de refrigeración monofase, la cual favorece el intercambio de calor. El vapor generado durante el enfriamiento de los gases calientes se acumula en la cabecera del tanque vertical y sale por la boca en la cabecera (12).

Una realización adicional de la presente invención se refiere a un sistema de intercambio de calor que comprende al menos un aparato de reacción para oxidación parcial catalítica y el intercambiador descrito en lo que antecede. Dicho aparato de reacción comprende:

- una zona de alimentación que comprende al menos un acceso para los reactivos líquidos y gaseosos y para el oxidizante,

- una zona de nebulización y/o vaporización que comprende al menos un dispositivo de nebulización y/o vaporización,

- una zona de mezcla de los compuestos alimentados, situada corriente abajo del dispositivo de nebulización y/o vaporización, que tiene una sección constante o decreciente a lo largo del eje del aparato,

- una zona de reacción que contiene al menos un sistema catalítico y al menos una pantalla térmica en la que los reactivos y el oxidante son convertidos en gases calientes,

- una zona de enfriamiento rápido de los gases calientes producidos.

El intercambiador usado en este sistema de intercambio de calor está caracterizado porque la línea de transferencia para alimentar los gases calientes que vienen del aparato de reacción, hasta el intercambiador, está insertada directamente en el interior de dicho aparato de reacción, con preferencia en la zona de enfriamiento rápido del aparato de reacción.

La zona de reacción tiene con preferencia una sección constante o creciente a lo largo del eje del aparato, más preferiblemente tiene una forma cilíndrica o troncocónica o troncopiramidal. La zona de mezcla tiene con preferencia una forma cilíndrica o troncocónica o troncopiramidal.

- El dispositivo de nebulización y/o vaporización puede ser análogo al que se describe en la patente concedida EP-1796825, a la que se hace referencia para detalles más específicos, consistente esencialmente en: una zona de alimentación equipada con medios adecuados para alimentar una corriente de líquido, una corriente gaseosa de dispersión y una corriente gaseosa adicional,

- al menos una zona de nebulización en dos etapas de la corriente de líquido con la corriente gaseosa de dispersión,

- una zona de distribución de la corriente gaseosa adicional,

en donde,

- la primera etapa de la zona de nebulización consistente en un núcleo tubular, a través del cual circula la corriente de líquido, está equipada con una serie adecuada de boquillas, cada una de ellas situada a la misma altura respecto a las otras, y una camisa externa coaxial con el citado núcleo, a través de la cual circula la corriente gaseosa de dispersión, en donde dichas boquillas permiten que la corriente gaseosa de dispersión entre en el núcleo tubular perpendicularmente al eje de dicho núcleo tubular, causando una primera nebulización de la corriente de líquido,

- la segunda etapa de la zona de nebulización esencialmente consistente en una o más boquillas conectadas a la parte inferior del núcleo tubular, paralelas al eje de dicho núcleo tubular, para incrementar su grado de nebulización,

- la zona de distribución esencialmente consistente en una corriente gaseosa adicional, por fuera de, y coaxial con, la camisa de la primera etapa de nebulización, y una serie de boquillas, conectadas a la parte inferior de dicha camisa adicional, cada una de ellas situada a la misma altura que la otra y con respecto al eje del núcleo tubular, paralelas o inclinadas con un ángulo menor de 40º.

El dispositivo de mezcla puede ser análogo al que se describe en la solicitud de patente US 08/0244974 al que se hace referencia para detalles más específicos, consistente esencialmente en:

- una primera zona de alimentación equipada con medios para permitir que un primer fluido, gaseoso bajo las condiciones operativas, entre en dirección axial;

- una zona de distribución subyacente que contiene un haz de tubos paralelos con el eje en cuyo interior se distribuye uniformemente dicho fluido;

- una segunda zona de alimentación equipada con medios para permitir que un segundo fluido entre en la zona de distribución que contiene el haz de tubos paralelos, y que sea distribuido uniformemente por fuera de dichos tubos paralelos;

- una zona de mezcla separada de la zona de distribución por medio de una placa tubular que soporta los citados tubos paralelos.

teniendo dicha placa tubular fisuras o aberturas para permitir que el segundo fluido sea descargado uniformemente en la zona de mezcla en dirección axial, y extendiéndose dichos tubos paralelos más allá de dicha placa tubular, hasta la zona de mezcla.

Las ventajas técnicas obtenidas mediante el sistema de intercambio de calor y el propio intercambiador que se han descrito con anterioridad, son las siguientes:

- una reducción en las intervenciones de mantenimiento,

- la creación de un módulo de producción fuertemente integrada de gases calientes y de enfriamiento de dichos gases con la generación de vapor, cuando el fluido es agua,

- la posibilidad de premontar un sistema transportable y de instalarlo en sitios de utilidad, con reducción de los tiempos y los costes,

- en aplicaciones relativas a un tiempo de contacto corto –proceso de oxidación parcial catalítica (SCT – CPO)- existe la posibilidad de instalar reactores de producción de hidrógeno existentes en paralelo con una planta de SCT – CPO con dos puntos de amarre, reduciendo al mínimo las interferencias en los sitios de utilidad.

Una realización adicional de la presente invención se refiere a un proceso de oxidación parcial catalítica para la producción de gas de síntesis y de hidrógeno, tomando como punto de partida reactivos seleccionados a partir de hidrocarburos líquidos, hidrocarburos gaseosos y/o compuestos oxigenados, que deriven también de biomasas, y mezclas de los mismos, comprendiendo dicho proceso:

- una fase de precalentamiento de dichos reactivos,

- una fase de reacción de los reactivos con una corriente oxidizante seleccionada a partir de oxígeno, aire o aire enriquecido para proporcionar una corriente que comprenda el gas de síntesis,

- una fase de enfriamiento rápido del gas de síntesis producido, efectuada usando el intercambiador objeto de la presente invención.

En una realización preferida de la presente invención, el agente oxidizante es oxígeno y la temperatura de reacción está comprendida en la gama de 500 ºC a 2000 ºC, con preferencia de 750 ºC a 1600 ºC.

El proceso objeto de la presente invención comprende posiblemente una fase de hidro-desulfuración. Dicho proceso comprende también una fase de conversión del monóxido de carbono contenido en el gas de síntesis en dióxido de carbono por medio de la reacción de Desplazamiento del Gas del Agua, seguido de una fase de extracción de dicho dióxido de carbono, y una fase de separación y/o purificación del hidrógeno contenido en los productos de reacción tras la reacción de Desplazamiento del Gas del Agua.

REIVINDICACIONES

1.- Un intercambiador de calor para el enfriamiento de gases calientes por medio de un fluido de refrigeración, comprendiendo dicho intercambiador:

- al menos un tanque orientado verticalmente que contiene un baño de fluido de refrigeración y que tiene un espacio de recogida de la fase vapor generada por encima de dicho baño de fluido de refrigeración;

- al menos un conducto en espiral que da vueltas en torno al eje del tanque;

- al menos una salida para la fase vapor generada en la cabecera de dicho tanque, al menos una línea de transferencia insertada en la parte inferior del tanque vertical para alimentar los gases calientes a dicho tanque,

estando dicha línea de transferencia abierta por los dos extremos, de los que uno está conectado al tanque vertical y el otro está libre y por fuera de dicho tanque,

siendo dicha línea de transferencia tubular y sobresaliendo lateralmente por fuera de dicho intercambiador,

conteniendo dicha línea de transferencia al menos un conducto central interno que tiene una camisa exterior por la que circula un fluido de refrigeración,

estando dicho conducto central interno en conexión de fluido con el citado conducto en espiral,

estando el intercambiador de calor caracterizado porque comprende además al menos un elemento tubular vertical insertado en el interior de dicho tanque, abierto por los extremos y coaxial con dicho tanque y se desarrolla verticalmente a lo largo del elemento tubular insertado en el tanque vertical, y porque el conducto en espiral está insertado en dicho elemento tubular coaxial y en donde la camisa del conducto central interno comprende también un tabique para permitir la circulación interna del fluido de refrigeración, y en donde el tabique contenido en la camisa se desarrolla a través de la longitud total del conducto central interno hasta el extremo superior de dicho conducto.

2.- El intercambiador según la reivindicación 1, en donde la línea de transferencia contiene también un interespacio de forma cónica que divide el baño de agua en dos espacios, un espacio abierto hacia el tanque vertical y un espacio abierto hacia el extremo libre y abierto de la citada línea de transferencia.

3.- El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde dicha línea de transferencia es horizontal o inclinada.

4.- El intercambiador según la reivindicación 1, que comprende también una línea de conexión entre el fondo del tanque vertical y la línea de transferencia.

5.- El intercambiador según la reivindicación 4, en donde al menos un medio para hacer circular el fluido de refrigeración está presente en la línea de conexión.

6.- El intercambiador según las reivindicaciones 4 y 5, en donde el medio para hacer circular el fluido de refrigeración es una bomba de circulación o un eyector alimentado por una bomba de circulación.

7.- El intercambiador según la reivindicación 1, en donde el conducto central interno es tubular.

8.- El intercambiador según la reivindicación 1, en donde la camisa es tubular y coaxial con el conducto central interno.

9.- El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde el tabique es tubular y coaxial con el conducto central interno.

10.- El intercambiador según las reivindicaciones 1 a 9, en donde el fluido de refrigeración es agua.

11.- El intercambiador según las reivindicaciones 1 a 9, en donde el gas caliente es gas de síntesis.

12.- Un sistema de intercambio térmico que comprende al menos un aparato de reacción para oxidación parcial catalítica y el intercambiador según la reivindicación 1, comprendiendo dicho aparato de reacción:

- una zona de alimentación que comprende al menos un acceso para los reactivos y el oxidante,

- una zona de nebulización y/o vaporización que comprende al menos un dispositivo de nebulización y/o vaporización,

- una zona de mezcla de los compuestos alimentados, situada corriente abajo del dispositivo de nebulización y/o vaporización, que tiene una sección constante o decreciente a lo largo del eje del aparato,

- una zona de reacción que contiene al menos un sistema catalítico y al menos una pantalla térmica en la que los reactivos y el oxidante son convertidos en gases calientes,

- una zona de enfriamiento rápido de los gases calientes producidos,

estando dicho intercambiador caracterizado porque la línea de transferencia para alimentar al intercambiador dichos gases calientes que van desde el aparato de reacción hasta el intercambiador, está insertada directamente en el interior de dicho aparato de reacción.

13.- El sistema de intercambio térmico según la reivindicación 12, en donde la zona de reacción tiene una sección constante o creciente a lo largo del eje del aparato de reacción.

14.- El sistema de intercambio térmico según la reivindicación 12, en donde la línea de transferencia de los gases calientes está insertada en la zona de enfriamiento rápido del equipo de reacción.

15.- El sistema de intercambio térmico según la reivindicación 12, en donde la zona de mezcla tiene una forma cilíndrica o troncocónica.

16.- El sistema de intercambio térmico según la reivindicación 12, en donde la zona de reacción tiene una forma cilíndrica o troncocónica o troncopiramidal.

17.- Un proceso de oxidación parcial catalítica para la producción de gas de síntesis y de hidrógeno a partir de reactivos seleccionados entre hidrocarburos líquidos, hidrocarburos gaseosos y/o compuestos oxigenados, que derivan también de biomasas, y mezclas de los mismos, que comprende:

- una fase de precalentamiento de dichos reactivos,

- una fase de reacción de los reactivos con una corriente oxidizante seleccionada a partir de oxígeno, aire o aire enriquecido para proporcionar una corriente que comprende gas de síntesis,

- una fase de enfriamiento rápido del gas de síntesis,

caracterizado porque el enfriamiento rápido del gas de síntesis se efectúa usando el intercambiador según las reivindicaciones 1 a 11.

18.- El proceso según la reivindicación 17, en donde el agente oxidizante es oxígeno y la temperatura de reacción está comprendida en la gama de 500 ºC a 2000 ºC.

19.- El proceso según la reivindicación 18, en donde la temperatura de reacción está comprendida en la gama de 750 ºC a 1600 ºC.

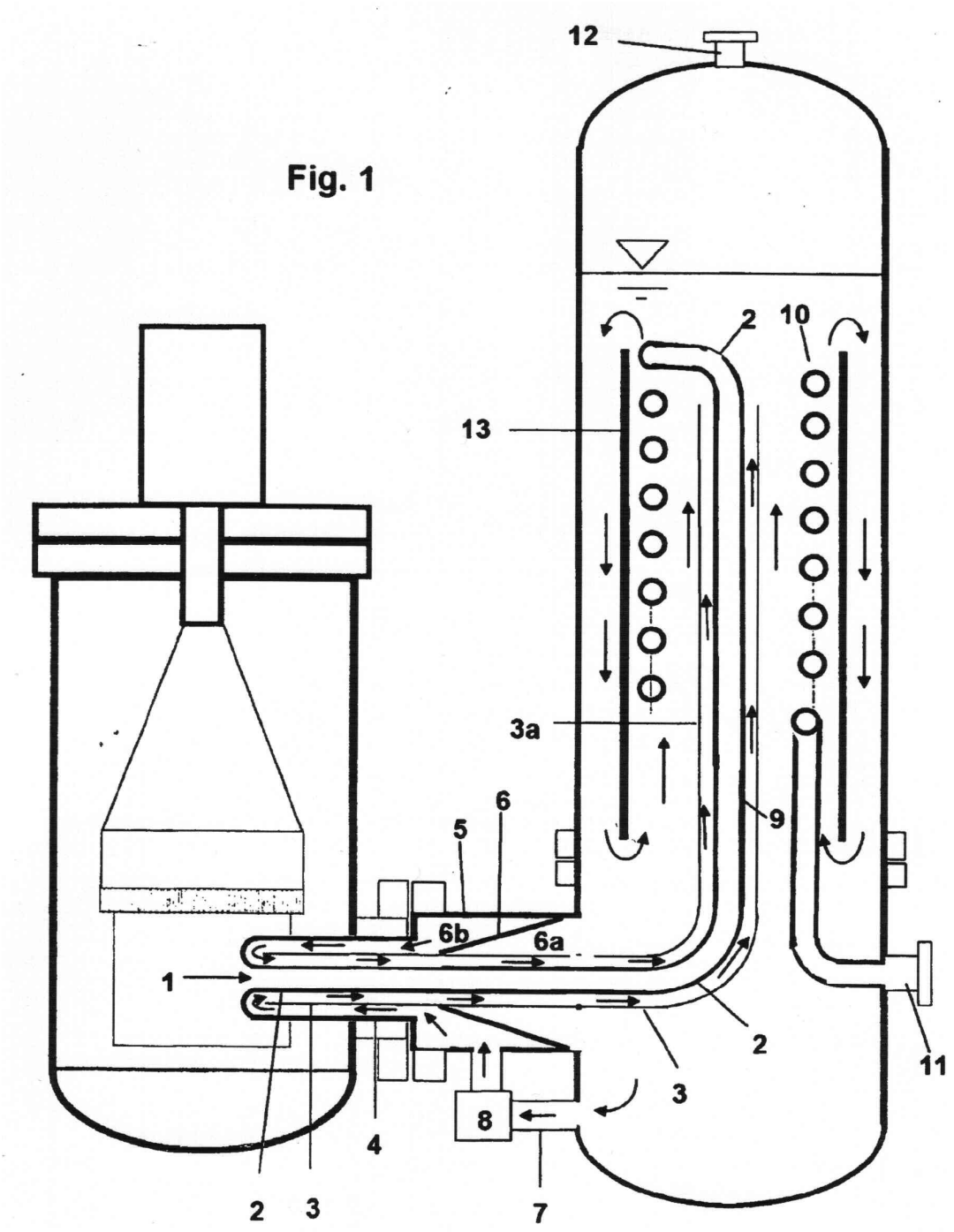
Fig. 1
12
2
10
13
3a
6
5
9
6b
6a
1
2
11
3
8
4
2
3
7