



HECHO RELEVANTE EBIOSS ENERGY, AD

17 de septiembre de 2014

De conformidad con lo dispuesto en la Circular 9/2010 del Mercado Alternativo Bursátil, por medio de la presente se pone a disposición del Mercado la siguiente información relativa a EbioSS Energy, AD.:

Como continuación al Hecho Relevante anunciado en fecha 27 de septiembre de 2013, informamos que EQTEC Iberia, S.L., filial tecnológica de EbioSS Energy, AD ha obtenido la concesión de la patente número 201331380 “Procedimiento para la gasificación de materiales sólidos orgánicos y reactor empleado”, que consiste en un procedimiento de alto valor añadido para la gasificación de materiales sólidos orgánicos. Esta concesión ha sido publicada el pasado 7 de Julio de 2014 en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial de la Oficina Española de Patentes y Marcas. Se adjunta como ANEXO I a este escrito la mencionada patente.

Asimismo EQTEC Iberia, SL ha obtenido la concesión de una segunda patente, número 201331548 “Procedimiento para el acondicionamiento de una corriente de gas proveniente de un gasificador, craqueo térmico de alquitranes y reformado con vapor y reactor empleado”, que consiste en un procedimiento para la depuración y eliminación de impurezas presentes en una corriente de gas que proviene de un gasificador de materiales sólidos orgánicos. Esta concesión ha sido publicada el pasado 11 de Agosto de 2014 en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial de la Oficina Española de Patentes y Marcas. Se adjunta como ANEXO II a este escrito la mencionada patente.

Ambas patentes protegen la Propiedad Industrial de la Compañía y la utilización de su tecnología EQTEC Gasifier Technology en los proyectos de generación de syngas y energía que la empresa está desarrollando.

Quedamos a su disposición para cuantas aclaraciones consideren oportunas.

Atentamente

En Sofía (Bulgaria), 17 de septiembre de 2014

D. Luis Sánchez Angrill

Chief Executive Officer

EBIOSS ENERGY, AD

ANEXO I

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 844**

21 Número de solicitud: 201331380

51 Int. Cl.:

B01J 8/24 (2006.01)

C10J 3/56 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

23.09.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.01.2014

Fecha de la concesión:

30.06.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.07.2014

73 Titular/es:

**EQTEC IBERIA, S.L. (100.0%)
Garbi, 13 Local 10, Pol. Ind. Can Volart
08150 Parets del Valles (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

ALEMÁN MÉNDEZ, Yoel Santiago

74 Agente/Representante:

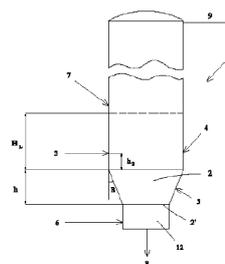
ISERN JARA, Jorge

54 Título: **Procedimiento para la gasificación de materiales sólidos orgánicos y reactor empleado**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un procedimiento para gasificación de materiales sólidos orgánicos en un reactor (1) de lecho fluidizado con un cuerpo cilíndrico y fondo (2) con sección tronco-cónica invertida, mediante un flujo de gas que hace circular las partículas sólidas y que comprende las etapas de a) suministrar combustible mediante una entrada (3) para la alimentación del sólido orgánico, b) suministrar un agente catalizador y material inerte mediante una entrada (7), c) introducir un agente fluidificante mediante una entrada (6) situado en la caja de aire o plenum (12), d) distribuir el agente fluidificante a través de la base inferior (2') de la sección tronco cónica invertida, en la que se encuentra una parrilla distribuidora (10) dotada de una pluralidad de difusores de tipo tuyere (11), y e) producir la salida de la corriente de producto por la parte superior del reactor (1).

Fig. 1



ES 2 436 844 B1

PROCEDIMIENTO PARA LA GASIFICACIÓN DE MATERIALES SÓLIDOS ORGÁNICOS Y REACTOR EMPLEADO

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCIÓN

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para gasificar materiales sólidos orgánicos en un reactor de lecho fluidizado con un cuerpo cilíndrico y un fondo con sección tronco-cónica invertida, mediante un flujo de gas que hace circular las partículas sólidas y que comprende las etapas de:
- 10 a.-) suministrar combustible mediante al menos una entrada para la alimentación del sólido orgánico,
b.-) suministrar un agente catalizador o mezcla de este con material inerte mediante una entrada dispuesta a 60° de la entrada de alimentación del sólido orgánico de la etapa a),
c.-) introducir un agente fluidificante mediante una entrada situada en la caja de aire o
15 plenum,
d.-) distribuir el agente fluidificante a través de la base inferior de la sección tronco cónica invertida, en la que se encuentra una parrilla distribuidora dotada de una pluralidad de orificios de salida o difusores de tipo tuyéré, y
e.-) producir la salida de la corriente de producto por la parte superior del reactor de forma
20 transversal a la sección cilíndrica del mismo, mediante un elemento de salida.

Adicionalmente, la invención se refiere a un aparato o reactor de gasificación para implementar el procedimiento mencionado anteriormente.

25 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato carbonoso (orgánico) es transformado en un gas combustible de bajo-medio poder calorífico, mediante una serie de reacciones que ocurren a una temperatura determinada en presencia de un agente
30 gasificante (aire, oxígeno y/o vapor de agua o mezcla de alguno de los anteriores).

Cuando la gasificación está integrada en un ciclo combinado, el residuo sólido se transforma en gases combustibles de bajo-medio poder calorífico que son los que posteriormente se

quemar en un motor de combustión interna, generador de vapor o turbina de gas generándose energía.

Está científicamente comprobado que el rendimiento energético de la combustión de gases puede ser en torno a un 10-15% superior al obtenido en la combustión de un sólido. Por otro lado, desde el punto de vista medioambiental, la gasificación es también una tecnología más limpia, ya que al llevarse a cabo en condiciones menos oxidantes, la producción de contaminantes tales como, NOx y SOx es menor.

Es conocido en el estado de la técnica, el proceso de gasificación de sólidos, como por ejemplo de residuos sólidos del tipo biomasa. Los dos tipos de reactores que se suelen emplear en el proceso de gasificación de residuos sólidos son fundamentalmente los de lecho móvil (en contracorriente y corrientes paralelas) y los de lecho fluidizado o lecho fluido.

Cada uno de ellos presenta una serie de ventajas e inconvenientes, por ejemplo el gasificador de lecho fluidizado permite más fácilmente el escalado del proceso, presenta una mayor capacidad de procesamiento y un mejor control de la temperatura del proceso que el gasificador de lecho móvil. Otra ventaja muy importante que presenta el lecho fluidizado frente al lecho móvil es que permite la adición de catalizadores en el lecho para llevar a cabo gasificaciones catalíticas.

Sin embargo, el lecho fluidizado también presenta una serie de inconvenientes, por ejemplo, se necesita una granulometría específica del material sólido a gasificar, es decir que generalmente se necesita una preparación (trituración y/o peletizado) previa del material sólido a alimentar puesto que para obtener una buena fluidización el tamaño de partícula debe ser lo más homogéneo posible.

Por otro lado, no todos los materiales sólidos fluidizan fácilmente, en ocasiones es necesario añadir otro sólido coadyuvante de la fluidización. Por último, otro inconveniente puede ser la pérdida de fluidización como consecuencia de las aglomeraciones y sinterización del lecho, determinado por las propiedades termoplásticas del material, así como por la temperatura de fusión de sus cenizas.

Adicionalmente en el estado de la técnica existen dos tipos principales de reactores de lecho fluidizado, uno de los cuales se basa principalmente en un lecho fluidizado burbujeante. El lecho fluidizado burbujeante consistente en partículas fluidizadas divididas de forma relativamente gruesa permanece en posición sostenida por un flujo de aire ascendente insuflado en el espacio del reactor. La velocidad del flujo de aire es normalmente del orden

de 1 m/s. La concentración de materia sólida es baja en el flujo de gas por encima de un lecho fluidizado burbujeante claramente limitado. La temperatura del espacio de reactor encima del lecho fluidizado en un reactor de lecho burbujeante puede elevarse por suministro de aire adicional o reducirse inyectando agua de refrigeración en el flujo de gas.

5 Para aumentar la conversión de carbón, las partículas de polvo presentes en el flujo de gas pueden separarse con un ciclón distinto, en el que las partículas se devuelven al fondo del espacio del reactor. Se describen "gasificadores Winkler" de este tipo en los documentos DE19548324 y DE2751911.

El segundo tipo principal de reactores de lecho fluidizado es un lecho circulante, en el que partículas sólidas fluidizadas sólidas se elevan junto con el flujo de aire insuflado en el reactor. La velocidad del flujo de aire, que normalmente es del orden de 5 m/s, es mayor y el tamaño de las partículas fluidizadas es menor que en un reactor de lecho burbujeante. Las partículas fluidizadas son arrastradas por el gas de producto en el ciclón, en el que las partículas y el residuo de carbonización derivado del combustible se separan y se devuelven al fondo del espacio del reactor. Para obtener el tiempo de retención requerido para la reacción de gasificación, se ha dado a los reactores de lecho fluidizado circulante una altura sustancialmente mayor que la de los reactores de lecho fluidizado burbujeante. Otras propiedades típicas de lechos fluidizados circulantes comprenden temperatura uniforme y viscosidad relativamente uniforme de la suspensión de materia sólida en el espacio del reactor, sin un lecho fluidizado claramente limitado característico de lechos fluidizados burbujeantes. Un procedimiento típico de gasificación de combustible basado en reactores de lecho fluidizado circulante se desvela en el documento FI62554.

Dentro del estado de la técnica se encuentra lo divulgado en la patente EP0889943, que se refiere un sistema de reactor de lecho fluidizado y a un método de accionamiento de dicho sistema. Dicho sistema comprende: una cámara de reactor de lecho fluidizado, un separador de partículas conectado a dicha cámara (para separar el material sólido de los gases de escape) y un enfriador de gases que presenta superficies de enfriamiento conectado al separador de partículas. Según esta invención, se proporcionan medios para separar un flujo de material sólido de lecho del material separado en el separador de partículas y para introducir dicho material del lecho separado en el enfriador de gas. Un flujo de material de lecho se separa del flujo principal de partículas sólidas, antes o después de descargar dicho primer flujo de partículas sólidas procedentes del separador de partículas. El flujo de partículas separado se introduce en el gas descargado a partir del separador durante o

antes de enfriar dicho gas, de forma que dichas partículas desalojan mecánicamente los depósitos de las superficies enfriadas.

Otro sistema patentado, es el protegido en la patente EP1286113 que se refiere a un aparato para procesar material combustible, que comprende: un horno de gasificación de lecho fluidizado que tiene un medio de suministro de gas para suministrar en dicho horno de gasificación y para crear una corriente de circulación de un medio fluidizado dentro de dicho horno; medios para suministrar dicho material combustible en dicho horno de gasificación de lecho fluidizado para ser gasificado en dicha corriente de circulación de dicho medio fluidizado creado por dicho gas de fluidización, generando de esta manera gas combustible y carbón vegetal; y un horno de fundición en el que dicho gas combustible y carbón vegetal descargados son introducidos desde dicho horno de gasificación de lecho fluidizado y para fundir ceniza para formar escoria fundida.

Un tercer documento de patente del estado de la técnica es la invención EP0433547 que se refiere a un aparato para gasificar combustibles sólidos, que consiste en un productor de gas con un silo de pre-carga un silo de carbonización o coquización y un silo de gasificación y un horno que es especialmente adecuado para gasificar productos de bajo coste tales como residuos de madera, y astillas, biomásas solidas en general, llantas, turba, lignito, hulla, y otros materiales, y ventajosamente, residuos urbanos sólidos.

Otro documento del estado del arte es la patente europea EP1432779 que se refiere a un procedimiento para gasificar un combustible en un flujo de gas ascendente en un reactor de lecho fluidizado, que contiene partículas de material fluidizado sólidas, que comprende el suministro de combustible, en el fondo del reactor y la conducción del gas de producto formado en la parte superior del reactor a un separador, por medio del cual las partículas sólidas se separan del gas y se devuelven al reactor, caracterizado porque el flujo de gas se usa para mantener en el reactor un lecho fluidizado burbujeante que contiene partículas de material fluidizado más gruesas que tienen un tamaño en el intervalo de 0, 2 a 1, 5 mm y por encima de éste un lecho circulante que contiene partículas de material fluidizado más finamente divididas que tienen un tamaño en el intervalo de 50 a 300 μm , y porque las partículas que se han separado del gas de producto para circulación se devuelven a la parte superior del lecho fluidizado burbujeante del reactor o por encima de éste.

Sin embargo, estos documentos del estado de la técnica presentan la desventaja de la complejidad de los reactores y de que mayoritariamente en ellos se producen una elevada cantidad de productos inquemados o residuos sólidos carbonosos (char) que son

arrastrados del lecho antes de que se degraden por completo, disminuyendo así la conversión del carbono a gas, que se produce generalmente en el interior de los gasificadores con geometría cilíndrica, donde el tiempo de retención o permanencia del sólido en el interior del lecho de partículas inertes no es suficiente para lograr dicha degradación y depende mucho de las condiciones de operación, como son la velocidad de fluidización, la altura de lecho, la carga térmica del reactor, la capacidad de procesamiento de los combustibles sólidos, entre otros factores.

Este efecto puede minimizarse con el objeto de la presente invención, ya que se ha logrado aumentar el tiempo de retención del combustible sólido orgánico en el interior del lecho recirculándolo de forma sistemática. Además una ventaja clara de la presente invención es que como se consigue mayor tiempo de retención, y por consiguiente de degradación de sólidos carbonoso en el lecho, también ocurre mayor homogeneidad de la mezcla de material inerte del lecho/sólido carbonoso/catalizador, por lo que se obtiene un alto índice de conversión a gas y se minimiza la cantidad de material carbonoso arrastrado con la corriente de gas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un reactor de gasificación de lecho fluidizado en el que intervienen una mezcla de partículas inertes, un catalizador y un sólido orgánico (*materia prima a gasificar*), este último, por efecto de la temperatura en presencia de un catalizador y en reacción con un agente gasificante (aire, oxígeno, vapor o una mezcla de estos componentes), se descompone para dar lugar a una mezcla de gases de medio/bajo poder calorífico, alquitranes y partículas sólidas carbonosas.

La corriente de producto (mezcla de gases, vapores y partículas sólidas que se arrastran del lecho) se evacúa por la parte superior del reactor después de permanecer durante un tiempo en su interior, y las escorias (aglomerados) formadas son extraídas con la ayuda de medios mecánicos de forma continua por la parte inferior del reactor.

El reactor objeto de la presente invención es de los que funciona haciendo fluidizar un lecho de partículas de material inerte a través de una corriente de un agente fluidizante (aire, oxígeno, vapor o una mezcla de estos componentes) que se introduce vía una parrilla distribuidora ubicada en la base inferior de la sección tronco cónica invertida del reactor, dotada de una pluralidad de orificios de salida o difusores de tipo “tuyère” (o tobera).

El material sólido orgánico, comúnmente llamado combustible sólido, es alimentado al interior del lecho por una o varias entradas, de forma preferida dos, donde por efecto de la temperatura y las reacciones químicas que se producen en presencia del catalizador, es descompuesto dando lugar a una corriente producto compuesta por: mezcla de gases, 5 hidrocarburos condensables (alquitrán), residuos sólidos carbonosos (char), partículas del material inerte que componen el lecho y partículas de catalizador que son arrastradas hacia el exterior. Esta corriente de producto es evacuada por la parte lateral superior del gasificador, de forma transversal a la sección cilíndrica del reactor.

Este tipo de reactores, de lecho fluidizado burbujeante, son muy empleados por la 10 versatilidad que poseen en cuanto a la diversidad de combustibles sólidos a gasificar, porque logra mejorar la mezcla entre material inerte y el combustible, por su elevado índice de transferencia de calor y por lograr altas velocidades de calentamiento, entre otras ventajas. Sin embargo, es cierto que habitualmente se producen una gran cantidad de inquemados o residuos sólidos carbonosos (char) que son arrastrados del lecho antes de 15 que se degraden por completo, disminuyendo así la tasa de conversión del carbono a gas.

Este fenómeno se produce generalmente con sólidos, en el interior de gasificadores con geometría constante (cilíndrica/cuadrada o rectangular), donde el tiempo de retención o permanencia de dicho sólido en el interior del lecho de partículas inertes no es suficiente para lograr su degradación, lo que a su vez depende de las condiciones de operación, entre 20 las que se encuentran la velocidad de fluidización, la altura del lecho, la carga térmica del reactor, la capacidad de procesamiento de los combustibles sólidos, entre otros. Al descomponerse y tener diferente granulometría y densidad, los sólidos son arrastrados con la corriente de gas que asciende hacia la salida debido a que el patrón de flujo es predominantemente ascendente.

Este efecto puede minimizarse modificando el patrón de flujo en la base del gasificador para favorecer que las partículas de combustible sólido, inmediatamente después que entran al reactor, describan una fuerte trayectoria descendente, logrando así un mayor tiempo de retención del sólido orgánico en el interior del lecho vía una mayor circulación en el mismo, distribuyéndose este tiempo de la siguiente forma:

- 30 - Tiempo que transcurre desde la entrada del sólido orgánico hasta que llega a la parte inferior del lecho fluido,
- Tiempo que transcurre desde que el sólido orgánico recorre la distancia desde la parte inferior hasta la parte superior del lecho y

- Tiempo en que se degrada el sólido orgánico para ser arrastrado en forma de ceniza en la salida de la corriente de producto o gases.

De esta forma no se hace necesario tener que recurrir a lechos muy altos que provocan aumentos de los tamaños de burbuja que producen fenómenos de “slugging” (proceso que se produce por incremento del caudal de gas en un lecho fluidizado, donde las burbujas crecen con la altura y coalescen formando “pisos” de lecho a lo largo de la zona de reacción), por lo que se ve disminuida la transferencia de calor y la conversión de carbono.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de facilitar una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, las siguientes figuras, donde con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Es una vista frontal del reactor de gasificación objeto de la presente invención en donde:

- (1) Representa esquemáticamente el cuerpo cilíndrico del reactor,
- (2) Representa el fondo del reactor que comprende una sección tronco cónica invertida y una base inferior (2'),
- (3) Representa esquemáticamente la entrada del sólido orgánico,
- (4) Representa esquemáticamente la entrada de recirculación de los sólidos arrastrados del lecho,
- (5) Representa esquemáticamente la entrada de producto de inertización,
- (6) Representa esquemáticamente la entrada del agente fluidizante, situada en la caja de aire o plenum (12)
- (7) Representa esquemáticamente la entrada del catalizador y del material inerte,
- (8) Representa esquemáticamente la salida de aglomerados, y
- (9) Representa esquemáticamente la salida de la corriente de producto.
- (HL) Representa la altura de lecho efectiva
- (B) Representa el ángulo β de inclinación de la sección tronco cónica.
- (h2) Representa la cota de entrada (3) de alimentación de sólido orgánico.
- (h) Representa la altura de la sección tronco cónica.

Figura 2.- Es una vista desde abajo del reactor (1) de gasificación objeto de la presente invención, muestra el fondo (2) tronco-cónico invertido y la base inferior (2') de la sección tronco cónica invertida.

5 Figura 3.- Muestra el esquema que ilustra el patrón de flujo de sólidos que representa la fluidodinámica de las partículas en el reactor (1) de lecho fluidizado con fondo (2) tronco cónico invertido y con placa distribuidora (10) de tipo tuyéré, según el procedimiento objeto de la presente invención.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para gasificar materiales sólidos orgánicos en un reactor (1) de lecho fluidizado con un cuerpo cilíndrico y un fondo (2) con sección tronco-cónica invertida mediante un flujo de gas que hace circular las partículas
15 sólidas que comprende las etapas de:

- a.-) suministrar combustible mediante al menos una entrada (3) para la alimentación del sólido orgánico,
- b.-) suministrar un agente catalizador o mezcla de este con material inerte mediante una
20 entrada (7) dispuesta a 60° de la entrada (3) de alimentación del sólido orgánico de la etapa a),
- c.-) introducir un agente fluidificante mediante una entrada (6) situado en la caja de aire o plenum (12),
- d.-) distribuir el agente fluidificante a través de la base inferior (2') de la sección tronco
25 cónica invertida, en la que se encuentra una parrilla distribuidora (10) dotada de una pluralidad de orificios de salida o difusores de tipo tuyéré (11), y
- e.-) producir la salida de la corriente de producto por la parte superior del reactor (1) de forma transversal a la sección cilíndrica del mismo, mediante un elemento de salida (9).

30 Adicionalmente, la invención también se refiere a un aparato consistente en un reactor (1) de gasificación para implementar el procedimiento descrito anteriormente.

Concretamente el reactor (1) de gasificación objeto de la presente invención se caracteriza porque está formado por una envolvente de configuración exterior cilíndrica, unida por su
35 parte inferior a un tronco de cono invertido, siendo la parte superior de mayor diámetro del tronco de cono, igual al diámetro del cilindro ($D_{cilindro}$). El reactor (1) objeto de la presente

invención es un reactor de lecho fluidizado de configuración cilíndrica con fondo (2) con sección tronco-cónica invertida, con una parrilla distribuidora (10) situada en la base inferior (2') de la sección tronco-cónica invertida y dotada con una pluralidad de difusores de tipo "tuyère" (11).

5

Dicha parrilla distribuidora (10) no altera la carga térmica específica superficial (kW/m^2), estando concebida dicha carga térmica para un reactor de gasificación de sección continua (D_{cilindro}) y de igual velocidad superficial. El reactor (1) objeto de la presente invención cumple por tanto con la siguiente relación:

10

$$D_{\text{cilindro}}/D_{\text{base}}=1+\text{tangente } \beta$$

Siendo β el ángulo que forma la generatriz de la sección tronco-cónica con la generatriz de la sección cilíndrica.

El inventor ha determinado en base a su esfuerzo inventivo, que la geometría reivindicada mejora el patrón de circulación de sólidos en el interior de un gasificador con esta configuración, aumentando así el tiempo de retención del sólido en el interior del mismo. Es decir, se consigue que las partículas de sólido orgánico, a su entrada en el reactor (1) describan una trayectoria descendente al ser arrastradas por el material del lecho, hacia la zona del tronco de cono y se incorporen a la corriente del lecho desde la zona de entrada del agente fluidizante, disponiendo por tanto de mayor recorrido y de mayor tiempo de reacción, que si lo hiciesen desde mediados del lecho.

La figura 1 es una vista frontal del reactor de gasificación objeto de la presente invención en donde (1) representa esquemáticamente el cuerpo cilíndrico del reactor, (2) representa el fondo tronco-cónico invertido que comprende una sección o parte inferior del tronco del cono y una base inferior (2'), (3) representa esquemáticamente la entrada del sólido orgánico, que en una realización preferida pueden ser al menos dos entradas, (4) representa esquemáticamente la entrada de recirculación de los sólidos arrastrados del lecho, (5) representa esquemáticamente la entrada de producto de inertización, la que en una realización preferida pueden ser dos entradas, y en una realización más preferida pueden ser cuatro entradas. El producto de inertización puede ser seleccionado de entre nitrógeno o agua. (6) representa esquemáticamente la entrada del agente fluidizante, situada en la caja de aire o plenum (12). (7) representa esquemáticamente la entrada del catalizador o de una mezcla de este con el material inerte, de manera que sea posible reponer al proceso las sustancias consumibles, como es el catalizador y el material inerte que conforma el lecho. (8) representa esquemáticamente la salida de aglomerados o escorias que se producen

25

30

durante el proceso y (9) representa esquemáticamente la salida de la corriente de producto, la cual comprende una mezcla de gases, vapores y partículas sólidas que se arrastran del lecho.

5 La figura 2 es una vista desde abajo del reactor (1) de gasificación objeto de la presente invención, muestra el fondo (2) del tronco de cono invertido y la base inferior (2') de dicho tronco de cono. En dicha base inferior (2') se encuentra la parrilla distribuidora (10) dotada de una pluralidad de difusores de tipo "tuyeré" (11), por los que se introduce el agente gasificante al lecho. Dicho agente gasificante puede ser seleccionado de entre aire, oxígeno,
10 vapor o una mezcla de los elementos anteriores. Adicionalmente se muestran dos entradas (3) de alimentación de sólido orgánico, situadas 120° entre ellas, dos entradas (5) de producto de inertización, una entrada (4) para la recirculación de productos arrastrados del lecho y la salida de aglomerados (8).

15 La figura 3 muestra el esquema que ilustra el patrón de flujo de sólidos que representa la fluidodinámica de las partículas en el reactor (1) de lecho fluidizado de fondo (2) tronco cónico invertido, con una entrada (3) de alimentación de sólido orgánico y parrilla distribuidora (10), según el procedimiento objeto de la presente invención.

20 De acuerdo a la ubicación de la parrilla distribuidora (10) y a sus difusores de tipo "tuyeré"(11), se genera una fuerte corriente ascendente en la zona central del lecho, proporcional al diámetro de la base inferior (2') donde se encuentra ubicada dicha parrilla distribuidora (10), y una baja velocidad del lecho en la zona cercana a las paredes del reactor, con corrientes laterales del material del lecho fluidizado, como por ejemplo
25 partículas de arena, que describen por los laterales un retorno a la parte inferior del lecho, arrastrando consigo las partículas de sólido orgánico (biomasa, por ejemplo) que entran al reactor (1) de gasificación por la entrada (3), y experimentan un movimiento marcadamente descendente, estando la cota (h_2) de dicha entrada (3) ubicada a una altura de la base mayor del cono (D_{base}), igual en metros al seno del ángulo β de la sección tronco cónica
30 invertida.

Así se observa, que con este arrastre de partículas sólidas orgánicas hacia la parte inferior del lecho se aumenta el tiempo de residencia del combustible sólido dentro del reactor, teniendo las partículas sólidas orgánicas mayor recorrido dentro del lecho, existiendo mayor
35 tiempo de reacción y con ello aumentando el rendimiento del proceso.

Según otra característica del reactor (1), en la sección tronco cónica no existen entradas de alimentación de sólidos y en cambio existen una o varias entradas (5), de forma preferida cuatro, a través de las cuales se introduce convenientemente vapor o nitrógeno de inertización para facilitar las condiciones de gasificación o el control de la temperatura del proceso que tiene lugar, según convenga.

Según otra característica del reactor (1), transversalmente a la sección cilíndrica existe al menos una entrada (3) para la alimentación del sólido orgánico combustible, en una realización preferida, pueden existir al menos dos entradas de combustible sólido dispuestas entre sí a 120° y otra entrada (4) que forma un ángulo agudo con la generatriz del cuerpo cilíndrico del reactor, dispuesta a 60° de cada una de las entradas de alimentación, cuando son al menos dos. A través de dicha entrada (4) se recirculan los sólidos arrastrados del lecho. Esta distribución de entradas (3) y (4) logra una mezcla homogénea en el interior del lecho y hace que las fuerzas sobre las paredes del reactor de gasificación que generan vibraciones queden compensadas.

Según otra característica del reactor (1), este comprende una entrada (7) situada a una altura mayor o igual que la altura del lecho efectiva (HL) y que está destinada para introducir un agente catalizador o mezcla de este con material inerte que compone el lecho fluido, a efectos de mantener constante la altura y las condiciones del lecho.

En una realización preferida, el volumen ocupado por la sección tronco-cónica, con relación al volumen total de lecho de partículas es equivalente en porcentaje al ángulo β de la sección tronco cónica medida en grados.

Según otra realización preferida, la altura (h) de la sección tronco-cónica es igual al radio (R_{base}) de la base inferior (2') del tronco de cono: $R_{base}=h$

Según otra realización preferida, la cota (h_2) de la entrada (3) de alimentación de sólido orgánico, medida en metros desde la unión de la sección cilíndrica con la sección tronco-cónica, es igual al seno del ángulo β , medido en grados: $h_2= \text{sen}\beta$.

Según otra realización preferida, en la que especialmente se alcanzan los resultados esperados, concretamente el aumento del tiempo de retención del sólido combustible en el interior del reactor (1) de gasificación, debido a la modificación del patrón de flujo de sólidos orgánicos con dicha geometría, se ha podido comprobar que la altura del lecho efectiva (H_L) tiene la siguiente relación con el ángulo β y con el radio ($R_{cilindro}$) de la sección cilíndrica del reactor: $H_L=R_{cilindro} \times \text{tangente } \beta$

Según otra realización preferida, la relación entre la altura de lecho efectiva (HL) y el diámetro (D_{base}) de la base del reactor (1) de gasificación es mayor que la unidad:

$$H_L/D_{base} > 1$$

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

5

La realización preferente que se indica a continuación, se proporciona con fines ilustrativos y no limitativos, con la finalidad de una mejor comprensión de la invención.

Para el objeto de la presente invención se muestra un ejemplo comparativo para valorar el rendimiento del proceso del reactor (1) de gasificación objeto de la presente invención frente a un reactor de gasificación cilíndrico que no posee fondo con sección tronco-cónica invertida.

Se empleó el mismo material de partida, en este caso biomasa, se mantuvieron las mismas condiciones de trabajo en ambos reactores y los resultados obtenidos se ilustran en la siguiente tabla:

ANÁLISIS RENDIMIENTO GASIFICADOR CONFIGURACIÓN FONDO TRONCO-CÓNICO	REACTOR CILINDRICO	REACTOR FONDO CÓNICO ($\beta=18^\circ$) $R_c=85 / R_{base}=32.25$
Diámetro interior Gasificador (mm)	85	85
Velocidad de mínima fluidización (m/s)	0.07	0.07
Velocidad Superficial (m/s)	0.2	0.2
Tamaño medio partícula del Lecho (μm)	410	410
Caudal de Biomasa Alimentada (kg/h)	1.50	1.5
Temperatura Lecho Fluido ($^\circ C$)	800	800
Caudal de Gas Producido ($m^3 N/h$)	3.011	3.013
Composición del Gas (%Vol.)		
H2	14.85	14.92
CO	15.60	17.30
CH4	4.00	3.65
CO2	16.00	18.20
C2H4	1.00	1.02
C2H6	0.00	0.56
C2H2	0.00	0.00
O2	1.00	0.64
N2	47.55	43.71
Poder Calorífico Inf. ($kJ/m^3 N$)	5.645	6.085
Residuo Sólido (Char de Filtros) (kg/h)	0.15	0.12
Composición Char (%Peso)		
Volátiles	2.0%	0.3%
Carbono Fijo	30.7%	15.4%
Cenizas	69.3%	84.6%
Poder Calorífico (kJ/kg)	9,838	4,935
Vapor de Agua Condensado (kg/h)	0.11	0.11
Alquitranes Condensados (kg/h)	0.02	0.01
Concentración de Alquitranes ($mg/m^3 N$)	5,289	3,348

De los resultados mostrados anteriormente, es conveniente resaltar que del análisis realizado en la corriente de producto, concretamente el gas, se obtuvo una mayor concentración de CO₂, cuando el proceso se realizó en el reactor (1) de gasificación objeto de la presente invención, resultado de una mayor combustión de carbono, así como en los
5 residuos sólidos extraídos se observó una reducción del 50% aproximadamente del carbono fijo, así como una reducción del 50% en los alquitranes condensados.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento para gasificar materiales sólidos orgánicos en un reactor (1) de lecho fluidizado con un cuerpo cilíndrico y
10 un fondo (2) con sección tronco-cónica invertida, mediante un flujo de gas que hace circular las partículas de material fluidizado sólidas que comprende las etapas de:

- a.-) suministrar combustible mediante al menos una entrada (3) para la alimentación del sólido orgánico,
 - 15 b.-) suministrar un agente catalizador o mezcla de este con material inerte mediante una entrada (7) dispuesta a 60° de la entrada de alimentación del sólido orgánico de la etapa a),
 - c.-) introducir un agente fluidificante mediante una entrada (6) situado en la caja de aire o plenum (12),
 - d.-) distribuir el agente fluidificante a través de la base inferior (2') de la sección tronco
20 cónica invertida, en la que se encuentra una parrilla distribuidora (10) dotada de una pluralidad de orificios de salida o difusores de tipo tuyere (11), y
 - e.-) producir la salida de la corriente de producto por la parte superior del reactor (1) de forma transversal a la sección cilíndrica del mismo, mediante un elemento de salida (9).
- 25 De forma preferida, el suministro del sólido orgánico se realiza mediante al menos dos entradas (3), distribuidas radialmente a 120° entre sí.

De forma preferida, el procedimiento anteriormente citado adicionalmente comprende la etapa de suministrar mediante al menos dos entradas de agente (5) de inertización, en la que el agente de inertización es seleccionado de entre nitrógeno, vapor o una mezcla de los
30 anteriores.

De forma preferida, en el procedimiento anteriormente citado, el agente fluidificante es seleccionado de entre aire, oxígeno, vapor o una mezcla de los anteriores.

De forma preferida, el procedimiento anteriormente citado adicionalmente comprende la etapa de recirculación de los sólidos arrastrados del lecho, a través de una entrada (4).

De forma preferida, en el procedimiento anteriormente citado, el radio (R_{base}) de la base inferior (2') del reactor de gasificación es igual a la altura (h) de la sección tronco-cónica:

$$R_{base} = h.$$

De forma preferida, en el procedimiento anteriormente citado la cota (h_2) de la entrada (3) de alimentación de sólido orgánico, medida en metros desde la unión de la sección cilíndrica con la sección tronco-cónica, es igual al seno del ángulo β medido en grados: $h_2 = \text{sen}\beta$. El ángulo β de forma preferida tiene una inclinación entre 12-20 grados. De forma preferida, en el procedimiento anteriormente citado los diámetros mayor ($D_{cilindro}$) y menor (D_{base}) de la sección tronco-cónica guardan una relación igual a:

$$D_{cilindro}/D_{base} = 1 + \text{tangente } \beta$$

De forma preferida, en el procedimiento anteriormente citado el volumen de lecho ocupado en la sección cilíndrica por encima de la cota (h_2) de la entrada (3) de alimentación de sólido orgánico es igual al volumen ocupado por la sección tronco-cónica.

De forma preferida, en el procedimiento anteriormente citado la relación entre la altura de lecho efectiva (HL) y el diámetro de la base ($D_{cilindro}$) de la sección cilíndrica del reactor (1) es mayor la que la unidad:

$$HL/D_{cilindro} > 1.$$

Adicionalmente, la altura de lecho efectiva (HL) guarda la siguiente relación con el ángulo β de inclinación de la sección tronco cónica y el radio ($R_{cilindro}$) de la sección cilíndrica:

$$HL = R_{cilindro} \times \text{tangente } \beta$$

De acuerdo con un aspecto importante, la presente invención se refiere a un reactor (1) de gasificación para implementar el procedimiento anteriormente citado que tiene la característica de que es de lecho fluidizado de configuración cilíndrica con fondo (2) cónico invertido con una parrilla distribuidora (10) dotada de una pluralidad de orificios de salida o difusores de tipo tuyere (11), situada en la base inferior (2') de la sección tronco-cónica invertida.

Según otro aspecto, el reactor (1) de gasificación anteriormente citado comprende las siguientes entradas de material:

- al menos una entrada (3) de alimentación de sólidos orgánicos,

- una entrada (4) para recirculación de sólidos arrastrados del lecho,
 - una entrada (7) para el catalizador y el material inerte, situada a una altura igual o mayor que la altura de lecho efectiva (HL),
 - al menos dos entradas (5) de agente de inertización, en una realización preferida cuatro entradas, en la que el agente de inertización es seleccionado de entre nitrógeno, vapor o una mezcla de los anteriores,
 - una entrada (6) de agente fluidificante, en la que el agente fluidificante es seleccionado de entre aire, oxígeno, vapor o una mezcla de los anteriores.
- 5
- 10 Según otro aspecto, el reactor (1) de gasificación anteriormente citado comprende las siguientes salidas de material:
- una salida de aglomerados (8), y
 - una salida de corriente de productos (9).

15

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para gasificación de materiales sólidos orgánicos en un reactor (1) de lecho fluidizado con un cuerpo cilíndrico y un fondo (2) con sección tronco-cónica invertida, mediante un flujo de gas circulante que contiene partículas de material fluidizado sólidas **caracterizado porque** comprende:
- 5
- a.-) suministrar combustible mediante al menos una entrada (3) para la alimentación del sólido orgánico,
 - b.-) suministrar un agente catalizador o mezcla de este con material inerte mediante una
 - 10 entrada (7) dispuesta a 60° de la entrada (3) de alimentación del sólido orgánico de la etapa a),
 - c.-) introducir un agente fluidificante mediante una entrada (6) situado en la caja de aire o plenum (12),
 - d.-) distribuir el agente fluidificante a través de la base inferior (2') de la sección tronco cónica invertida, en la que se encuentra una parrilla distribuidora (10) dotada de una pluralidad de orificios de salida o difusores de tipo tuyere (11), y
 - 15 e.-) producir la salida de la corriente de producto por la parte superior del reactor (1) de forma transversal a la sección cilíndrica del mismo, mediante un elemento de salida (9).
- 20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado porque** adicionalmente comprende la etapa de suministrar mediante al menos dos entradas (5) de agente de inertización, el cual es seleccionado de entre nitrógeno, vapor o una mezcla de los anteriores,
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado porque** el agente fluidificante es
- 25 seleccionado de entre aire, oxígeno, vapor o una mezcla de los anteriores.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado porque** adicionalmente comprende la etapa de recirculación de sólidos arrastrados del lecho, a través de una entrada (4).
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado porque** el volumen ocupado por
- 30 la sección tronco-cónica, con relación al volumen total de lecho de partículas es equivalente en porcentaje al ángulo β de la sección tronco cónica medido en grados.

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el radio (R_{base}) de la base inferior (2') del reactor de gasificación es igual a la altura (h) de la sección tronco-cónica: $R_{base} = h$.

7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la cota (h_2) de la entrada (3) de alimentación de sólido orgánico, medida en metros desde la unión de la sección cilíndrica con la sección tronco-cónica, es igual al seno del ángulo β , medido en grados: $h_2 = \text{sen}\beta$.

8. Procedimiento según reivindicación anterior **caracterizado porque** el ángulo β tiene una inclinación entre 12- 20 grados.

9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** los diámetros mayor ($D_{cilindro}$) y menor (D_{base}) de la sección tronco-cónica guardan una relación igual a: $D_{cilindro}/D_{base} = 1 + \text{tangente } \beta$.

10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el volumen de lecho ocupado en la sección cilíndrica por encima de la cota (h_2) de la entrada (3) de alimentación de sólido orgánico es igual al volumen ocupado por la sección tronco-cónica.

11.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la altura del lecho efectiva (H_L) tiene la siguiente relación con el ángulo (β) de la sección tronco-cónica y con el radio ($R_{cilindro}$) de la sección cilíndrica del reactor: $H_L = R_{cilindro} \times \text{tangente } \beta$.

12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la relación entre la altura de lecho efectiva (HL) y el diámetro de la base ($D_{cilindro}$) de la sección cilíndrica del reactor (1) es mayor la que la unidad: $HL/D_{cilindro} > 1$.

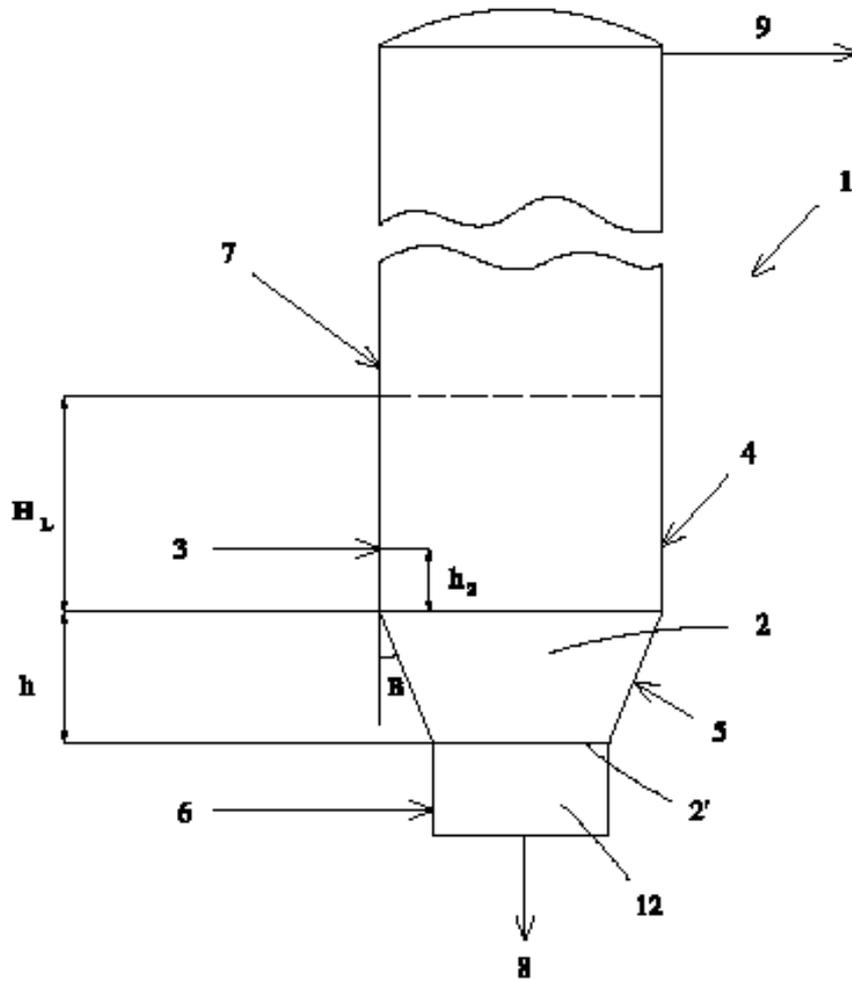
13.- Reactor de gasificación para implementar el procedimiento de reivindicaciones 1 a 12 **caracterizado porque** es de lecho fluidizado de configuración cilíndrica con fondo (2) con sección tronco-cónica invertida, con una parrilla distribidora (10) situada en la base inferior (2') de la sección tronco-cónica invertida y dotada con una pluralidad de difusores de tipo "tuyère" (11).

14. Reactor de gasificación según la reivindicación 13 **caracterizado porque** comprende las siguientes entradas de material:

- al menos una entrada (3) de alimentación de sólidos orgánicos,

- una entrada (4) para recirculación de sólidos arrastrados del lecho,
 - una entrada (7) para el catalizador o mezcla de este con material inerte, situada a una altura igual o mayor que la altura de lecho efectiva (HL),
 - al menos dos entradas (5) de agente de inertización, en la que el agente de inertización es seleccionado de entre nitrógeno, vapor o una mezcla de los anteriores,
 - una entrada (6) de agente fluidificante, en la que el agente fluidificante es seleccionado de entre aire, oxígeno, vapor o una mezcla de los anteriores.
- 5
- 10 15. Reactor de gasificación según la reivindicación 13 **caracterizado porque** comprende las siguientes salidas de material:
- una salida de aglomerados (8), y
 - una salida de corriente de productos (9).
- 15 16. Reactor de gasificación según la reivindicación 13 **caracterizado porque** la cota (h_2) de la entrada (3) de alimentación de sólido orgánico, medida en metros desde la unión de la sección cilíndrica con la sección tronco-cónica, es igual al seno del ángulo β , medido en grados: $h_2 = \text{sen}\beta$.
- 20 17. Reactor de gasificación según la reivindicación 13 **caracterizado porque** el ángulo β tiene una inclinación entre 12- 20 grados.

Fig. 1



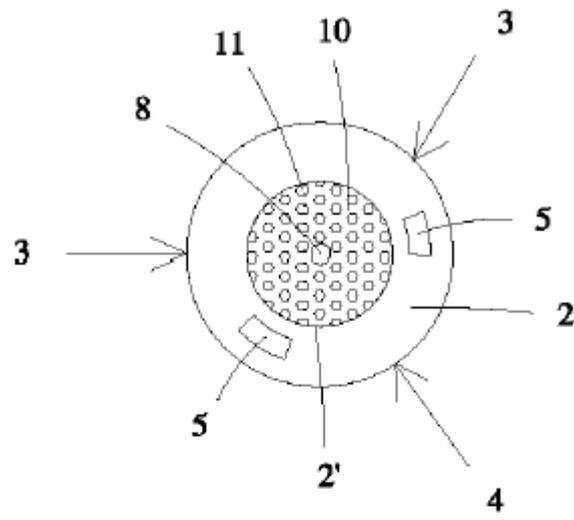


Fig. 2

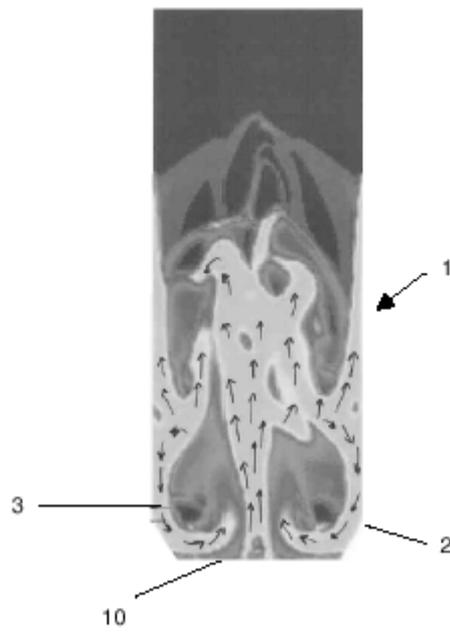


FIG. 3



- ②① N.º solicitud: 201331380
②② Fecha de presentación de la solicitud: 23.09.2013
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B01J8/24** (2006.01)
C10J3/56 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	LEE J M et al. "Catalytic coal gasification in an internally circulating fluidized bed reactor with draft tube". APPLIED THERMAL ENGINEERING, 01.11.1998 VOL: 18 No: 11 Págs: 1013-1024, puntos 1 y 2, fig 1.	1-17
A	US 2010040510 A1 (RANDHAVA SARABJIT S et al.) 18.02.2010, párrafos [8-13,49-52]; figuras 1,12.	1-17
A	US 2619415 A (HEMMINGER CHARLES E) 25.11.1952, figura 1; columna 4, líneas 31-55.	1-17

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
20.12.2013

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01J, C10J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXTUS, TXTEP, TXTGB, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.12.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-17	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-17	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	LEE J M et al. "Catalytic coal gasification in an internally circulating fluidized bed reactor with draft tube". APPLIED THERMAL ENGINEERING, 01.11.1998 VOL: 18 No: 11 Págs: 1013-1024, puntos 1 y 2, fig 1.	01.11.1998
D02	US 2010040510 A1 (RANDHAVA SARABJIT S et al.)	18.02.2010
D03	US 2619415 A (HEMMINGER CHARLES E)	25.11.1952

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un procedimiento de gasificación de materiales sólidos orgánicos y el reactor de lecho fluidizado para llevarlo a cabo.

El documento D01 divulga un proceso de gasificación de un material carbonoso en lecho fluidizado donde se introduce aire y oxígeno a través de un distribuidor de campanas situado en la parte inferior de la sección troncocónica invertida, y vapor de agua a través de la pared cónica. Este proceso no contempla la adición del catalizador de forma independiente a la alimentación por una entrada dispuesta a 60º de la de la alimentación tal y como se recoge en la solicitud. (Ver puntos 1 y 2, fig 1).

El documento D02 divulga un proceso de gasificación de biomasa en lecho fluidizado con sucesivos lechos de expansión donde la biomasa se alimenta en la zona inferior del lecho, así como el oxígeno y el vapor de agua. Este proceso no menciona la necesidad de un distribuidor de los gases de fluidización. (Ver párrafos [8-13, 49-52], fig 1 y 12).

El documento D03 divulga un proceso de gasificación de un material carbonoso en un reactor de lecho fluidizado con fondo cónico donde la alimentación se introduce en el mismo a través de una línea que forma ángulo con la generatriz del reactor. El gas de fluidización se alimenta por la parte inferior del mismo y se distribuye gracias a un plato perforado situado en la base de la zona cilíndrica del reactor a diferencia de la solicitud que sitúa el plato distribuidor en la base inferior de la sección troncocónica. (Ver fig 1, columna 4 líneas 31-55).

Ninguno de los documentos D01-D03 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un proceso de gasificación de material carbonoso y un reactor para llevarlo a cabo con las características recogidas en las reivindicaciones 1 y 13 de la solicitud, consiguiéndose de esta manera un incremento del tiempo de residencia de la materia en el lecho dando lugar a una mayor conversión a gas.

Por lo tanto, se considera que la invención recogida en las reivindicaciones 1-17 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según lo establecido en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes.

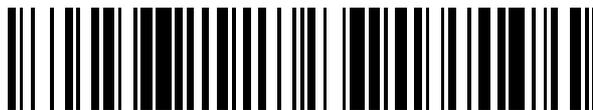
ANEXO II

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 691**

21 Número de solicitud: 201331548

51 Int. Cl.:

B01J 12/00 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
C10K 1/00 (2006.01)
C10K 3/00 (2006.01)
C10G 9/38 (2006.01)
C01B 3/36 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

21.10.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

05.02.2014

Fecha de la concesión:

04.08.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.08.2014

73 Titular/es:

EQTEC IBERIA S.L. (100.0%)
Garbi, 13 Local 10, Pol. Ind. Can Volart
08150 Parets del Valles (Barcelona) ES

72 Inventor/es:

ALEMÁN MÉNDEZ, Yoel Santiago

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

54 Título: **Procedimiento para el acondicionamiento de una corriente de gas proveniente de un gasificador, craqueo termico de alquitranes y reformado con vapor y reactor empleado**

57 Resumen:

Procedimiento para el acondicionamiento de una corriente de gas proveniente de un gasificador, craqueo térmico de alquitranes y reformado con vapor de dicha corriente de gas que comprende las etapas de a) hacer pasar una corriente de gas que proviene de un gasificador por un distribuidor (1), b) hacer pasar la corriente de gas acondicionada en el distribuidor (1) a la cámara de craqueo térmico (2) del reactor, c) hacer pasar la corriente de gas proveniente de la cámara de craqueo térmico (2) a la cámara de reformado (3), d) hacer pasar la corriente de gas de la etapa c) por la sección del reactor donde se ubica exteriormente el intercambiador de calor (4) y e) sacar la corriente de gas producto a una temperatura de entre 340°C - 400°C por la salida de la corriente de gas producto (11).

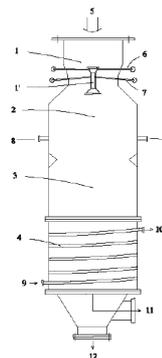


Figura 1

ES 2 441 691 B1

**PROCEDIMIENTO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE UNA CORRIENTE DE GAS
PROVENIENTE DE UN GASIFICADOR, CRAQUEO TERMICO DE ALQUITRANES Y
REFORMADO CON VAPOR Y REACTOR EMPLEADO**

5

D E S C R I P C I O N

OBJETO DE LA INVENCION

10

La presente invención pertenece al ámbito del tratamiento de la corriente de gas proveniente de un gasificador de materiales sólidos orgánicos y de forma particular al procedimiento para el acondicionamiento de una corriente de gas de salida de un gasificador, la realización de reacciones de craqueo térmico de alquitranes y el reformado con vapor de agua del carbono remanente para la posterior valorización energética de dicho gas.

15

La invención también hace referencia a un reactor de craqueo térmico y reformado con vapor mediante el cual se aplica la invención.

En particular, la presente invención se refiere a un equipo y a un procedimiento para promover el craqueo térmico de los alquitranes presentes en la corriente de gas de salida de un gasificador y el reformado con vapor del carbono remanente o inquemado (char).

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La gasificación es un proceso termoquímico mediante el cual un material carbonoso se transforma en gases combustibles en presencia de un agente gasificante.

25

El mayor inconveniente de la gasificación es la formación de alquitranes, que son compuestos orgánicos fácilmente condensables, que pueden ocasionar problemas operacionales en los equipos en los que vaya a utilizar el gas. Una de las vías para resolver el problema de los alquitranes es el reformado catalítico con vapor de agua, mediante el cual los alquitranes se craquean y se transforman en gases más ligeros.

En la presente invención se aborda dicho problema centrándose en la aplicación del craqueo térmico de los alquitranes presentes en la corriente de gas proveniente de la gasificación.

5 Los gases procedentes de la gasificación contienen principalmente CO, CO₂, H₂ e hidrocarburos ligeros en diferentes proporciones, según el origen de la materia prima que se utiliza y las condiciones de operación del proceso. Junto al gas también se generan otros productos: un residuo sólido carbonoso (char de gasificación) y una mezcla de vapor de agua y compuestos orgánicos condensables, denominados alquitranes, que son arrastrados por el gas y que, debido a su facilidad para condensar, suponen un riesgo para los equipos
10 en los que se utilice el gas obtenido.

El rendimiento del proceso de gasificación y las características del producto gaseoso dependen, principalmente, de las condiciones de reacción (temperatura, presión, agente gasificante y tiempo de reacción), del tipo de reactor empleado (lecho fijo *updraft* o *downdraft*, lecho fluidizado, arrastre de gas, etc.) y del sistema de limpieza del gas aplicado
15 ya sean sistemas de limpieza en frío como filtros, scrubbers o limpieza en caliente por craqueo de los alquitranes, ya sea térmico o catalítico.

Por ello, la presente invención ha desarrollado un proceso innovador de craqueo de alquitranes y reformado con vapor que lleva a cabo en un reactor específico, que también es objeto de la presente invención. Así, la presente invención también se refiere a un equipo
20 (reactor de craqueo térmico y reformado) en determinada configuración con relación a un gasificador, que permite el tratamiento de la corriente de gas con medios que no afectan el funcionamiento en régimen normal del gasificador.

Antes de profundizar en la descripción de la invención, los inventores de la misma han realizado un estudio de antecedentes encontrando los documentos del estado del arte que se citan a continuación.
25

En relación con los antecedentes del estado de la técnica, la patente nº ES2319026 se refiere a un procedimiento para el aprovechamiento de la glicerina como biomasa, para la obtención de energía en un proceso de gasificación por pulverización de gases, basado en la utilización de una mezcla de oxígeno, vapor y aire atmosférico como agentes gasificantes,
30 que se introducen en una cámara de gasificación a temperaturas superiores a 900°C, para que el gas obtenido pase a un reformador en el que, también a temperaturas superiores a 900°C, se completa el conjunto de reacciones de oxidación parcial/craqueo térmico en

presencia de óxidos metálicos y, posteriormente, se realiza un ciclonado en caliente para retener las cenizas de tamaño superior a 5 micras y se enfría el gas bruscamente a través de un evaporador tipo cesta.

5 Otro sistema patentado, es el protegido en la patente EP0801670 que se refiere a un procedimiento y a una instalación de craqueo por vapor que comprende la inyección de polvos erosivos para realizar un rascado de incrustaciones al menos parcial de los intercambiadores de temple, sin interrumpir el ciclo de craqueo por vapor. Los polvos, inyectados preferentemente justo antes de los intercambiadores de temple, se separan de los gases craqueados en separadores de gases/sólidos primarios, almacenados
10 provisionalmente en bidones de recepción a temperatura controlada, y evacuados hacia un módulo común de almacenamiento y/o de tratamiento de estos polvos por transferencia neumática mediante un caudal relativamente pequeño de gas incondensable. El procedimiento y la instalación se pueden utilizar para recoger fragmentos sólidos generados por la inyección de compuestos químicos utilizados como catalizadores en la gasificación
15 por vapor de agua del coque.

Un tercer documento de patente del estado de la técnica es la invención EP0328216 que se refiere a un proceso para el craqueo térmico de aceites de hidrocarburos residuales que comprende las etapas siguientes:

- 20 1) alimentar el aceite hidrocarbonado residual y un gas de síntesis a una zona de craqueo térmico, teniendo el gas de síntesis una temperatura suficientemente alta para mantener la temperatura en la zona de craqueo térmico, por medio de intercambio de calor directo, en un valor comprendido en el intervalo de 420°C a 850°C;
- 25 2) separar los productos craqueados de la etapa 1 en (a) una fracción gaseosa que contiene gas de síntesis, (b) una o más fracciones de destilado hidrocarbonado y (c) un residuo craqueado;
- 3) separar el residuo craqueado de la etapa 2 en uno o más aceites hidrocarbonados pesados relativamente pobres en asfaltenos y en uno o más aceites hidrocarbonados pesados relativamente ricos en asfaltenos;
- 30 4) gasificar uno o más aceites hidrocarbonados pesados relativamente ricos en asfaltenos de la etapa 3 en presencia de oxígeno y vapor de agua con producción de gas de síntesis; y
- 5) aplicar gas de síntesis de la etapa 4 como gas de síntesis en la etapa 1.

5 Teniendo en cuenta los antecedentes citados hay que incidir en que la presente invención tiene la ventaja global de que los componentes que provienen de una corriente de gas de salida de un gasificador se someten a etapas consecutivas de combustión de una fracción de la corriente de gas, craqueo térmico y reformado con vapor, logrando así disminuir considerablemente los productos no deseados de dicha corriente de gas proveniente de un proceso de gasificación, tal como los alquitranes, aumentando considerablemente la eficiencia térmica del sistema en cuanto a la conversión de las fracciones de combustibles sólido orgánico y vapores condensables (alquitranes) a gas se refiere.

10 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es un procedimiento que reduce el contenido de alquitranes presentes en la corriente de gas proveniente de un gasificador, simplificando significativamente el tratamiento posterior del gas, en el que se eliminan las operaciones de las que resulta una condensación de alquitranes, y repercute en la disminución significativa del consumo energético para el tratamiento de aguas de lavado de dicha corriente con presencia de alquitranes.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20 Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, la siguiente figura en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Es una vista esquemática del reactor objeto de la presente invención en donde:

(1) Representa esquemáticamente el distribuidor (1).

25 (1') Representa esquemáticamente el dispositivo (1') situado en el interior del distribuidor (1), el cual posee una pluralidad de entradas de agua (6) y de entradas de agente comburente (7).

(2) Representa esquemáticamente la cámara de craqueo térmico (2).

(3) Representa esquemáticamente la cámara de reformado (3).

(4) Representa esquemáticamente el intercambiador de calor (4).

30 (5) Representa esquemáticamente la entrada de la corriente de gas proveniente de un gasificador.

(6) Representa esquemáticamente las entradas de agua del dispositivo (1').

(6') Representa esquemáticamente los orificios de salida de vapor de agua del dispositivo (1').

- (7) Representa esquemáticamente las entradas de agente comburente del dispositivo (1').
- (8) Representa esquemáticamente las entradas de agua de la cámara de reformado (3).
- (9) Representa esquemáticamente la entrada de aceite térmico del intercambiador de calor (4).
- 5 (10) Representa esquemáticamente la salida de aceite térmico del intercambiador de calor (4).
- (11) Representa esquemáticamente la salida de la corriente de gas producto.
- (12) Representa esquemáticamente la salida de residuos sólidos y el acceso para la limpieza del reactor.
- 10 (13) Representa esquemáticamente la sección anular del dispositivo (1').
- (14) Representa esquemáticamente la oquedad interior del dispositivo (1').
- (14a) Representa esquemáticamente la primera parte del dispositivo (1').
- (14b) Representa esquemáticamente la cámara cilíndrica oblonga del dispositivo (1').
- (14c) Representa esquemáticamente la sección tronco-cónica del dispositivo (1').

15

Figura 2.- Es una vista en detalle y en sección del dispositivo (1').

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20 La presente invención pertenece al ámbito del tratamiento de una corriente de gas proveniente de un gasificador de materiales sólidos orgánicos y de forma particular al procedimiento para el acondicionamiento de la corriente de gas de salida de un gasificador, la realización de reacciones de craqueo térmico de alquitranes y el reformado con vapor de agua del carbono remanente para la posterior valorización energética de dicho gas. La

25 invención también hace referencia a un reactor de craqueo térmico y reformado con vapor mediante el cual se aplica la invención.

El reactor de la presente invención, según la figura 1, posee un cuerpo único continuo que comprende un distribuidor (1), una cámara de craqueo térmico (2), una cámara de reformado (3) y un intercambiador de calor (4).

30 Para el objeto de la presente invención se entiende por distribuidor (1) la sección inicial del reactor, que recibe la corriente de gas proveniente de un gasificador para su acondicionamiento y que comprende un dispositivo (1') situado en el interior de dicho distribuidor (1), de forma concéntrica al reactor y en dirección axial a la corriente de gas.

Este dispositivo (1') posee una sección anular (13) que funciona a modo de cámara de evaporación continua.

5 Para el objeto de la presente invención se entiende por cámara de evaporación continua el dispositivo o parte de dispositivo en el que se efectúa un proceso en el que el agua entra por un extremo de dicho dispositivo o parte de dispositivo y sale en forma de vapor y de forma continua por el extremo opuesto de dicho dispositivo o parte de dicho dispositivo. La cantidad de agua que entra al dispositivo o parte del dispositivo por el extremo donde se ubica la entrada es igual a la cantidad de vapor producido y que sale del dispositivo o de la parte del dispositivo donde se ubica en el extremo opuesto la salida del vapor. Los procesos
10 de evaporación continua también son conocidos como vaporización instantánea.

Dicho dispositivo (1'), según se muestra en la figura 2, comprende una primera parte (14a) en forma tronco-cónica invertida, que posee una pluralidad de tubos de entrada de agua (6) que desembocan en una sección anular (13), distribuyendo el agua a lo largo de dicha sección anular (13), hasta salir convertida en vapor por una pluralidad de orificios (6')
15 ubicados en la parte inferior de dicho dispositivo (1'). Dicha sección anular (13) funciona a modo de cámara de evaporación continua. Las entradas de agua (6) permiten además la fijación de dicho dispositivo (1') al cuerpo del reactor. El dispositivo (1') presenta una oquedad interior (14) por donde penetra entre el 6 - 10 % de la corriente de gas que entra al distribuidor (1). El dispositivo (1') tiene una segunda parte o cámara cilíndrica oblonga (14b),
20 que posee una pluralidad de entradas de agente comburente (7), las cuales penetran a la oquedad interior (14) del dispositivo (1') atravesando la sección anular (13) del mismo, de manera que comunican dicha oquedad interior (14) de dicho dispositivo (1') con el exterior del reactor, para el suministro del agente comburente. Las entradas de agente comburente (7) se ubican formando un ángulo agudo con la pared exterior de la cámara cilíndrica oblonga (14b), y en dirección ascendente con respecto a la parte inferior del dispositivo (1'),
25 formando un ángulo de entre 5°-10° con el eje transversal de dicho dispositivo (1'). Dichas entradas de agente comburente (7) actúan también de soporte de este dispositivo (1') aportando gran rigidez a todo el conjunto. El dispositivo (1') termina con una sección tronco-cónica (14c) que posee en la parte de mayor diámetro una pluralidad de orificios (6')
30 orientados hacia la oquedad interior (14) del dispositivo (1') y por dichos orificios (6') se realiza la salida del vapor de agua que se forma en la sección anular (13) de dicho dispositivo (1').

El dispositivo (1') ha sido diseñado especialmente para cumplir las siguientes funciones:

- realizar la evaporación continua del agua que entra al dispositivo (1'), concretamente a la sección anular (13).

- provocar en el distribuidor (1) un régimen turbulento que mejora las condiciones de mezcla de la corriente de gas que entra al reactor con el agua y el agente comburente.

5 - introducir en la cámara cilíndrica oblonga (14b) el agente comburente, para tratar con el agente comburente de forma directa solamente una fracción del total de la corriente de gas que entra al reactor.

10 - distribuir dicho agente comburente en forma de vórtice y a contracorriente al flujo de la corriente de gas, para lograr una zona de mezcla a alta temperatura a la salida de la sección tronco-cónica (14c), por donde sale el vapor de agua hacia la oquedad interior (14) del reactor.

Para el objeto de la presente invención se entiende por cámara de craqueo térmico (2) a la sección contigua al distribuidor (1), en la que se producen las reacciones de craqueo térmico de los alquitranes presentes en la corriente de gas del gasificador.

15 Para el objeto de la presente invención se entiende por cámara de reformado (3) a la sección contigua a la cámara de craqueo térmico (2), donde dicha cámara de reformado (3) comprende un estrechamiento en su parte inicial. En dicha cámara de reformado (3) se ubican una pluralidad de entradas de agua (8).

20 Para el objeto de la presente invención se entiende por intercambiador de calor (4) a la sección del reactor en la que se ubica exteriormente dicho intercambiador de calor (4) de tipo cerrado que se extiende longitudinalmente hasta la salida de la corriente de gas producto (11). El intercambiador de calor (4) se entiende como la sección contigua a la cámara de reformado (3) y en dicho intercambiador de calor (4) se recircula un aceite térmico con una temperatura de entrada de 250° C y una temperatura de salida de 350° C.
25 Dicho aceite térmico entra al intercambiador de calor (4) por la entrada (9) y sale por la salida (10).

Seguida de la sección de intercambiador de calor (4) se ubica la salida de la corriente de gas producto (11). Dicha salida de la corriente de gas producto (11) se ubica de forma lateral al reactor.

30 Para el objeto de la presente invención se entiende que la salida de residuos sólidos y el acceso para la limpieza del reactor (12), es una sección tronco- cónica invertida ubicada en

la parte final e inferior del reactor. En dicha sección se acoplan medios mecánicos para la evacuación de residuos sólidos.

En particular, la presente invención se refiere a un reactor en el que se lleva a cabo un procedimiento para el acondicionamiento de la corriente de gas de salida de un gasificador, la realización de reacciones de craqueo térmico de alquitranes y el reformado con vapor de agua del carbono remanente o inquemado (char).

El reactor objeto de la presente invención funciona haciendo pasar la corriente de gas de salida de un proceso de gasificación, que se encuentra entre los 750° - 800° C por el distribuidor (1) en la cual se ubica el dispositivo (1'), por el que se produce la entrada de entre el 6-10 % del total de la corriente de gas que entra al distribuidor (1). Dicha fracción de la corriente de gas circula por la oquedad interior (14) del dispositivo (1'), mezclándose con el agente comburente que penetra a dicha oquedad interior (14) en la cámara cilíndrica oblonga (14b). El agente comburente utilizado en la presente invención puede ser seleccionado de entre oxígeno, aire o mezcla de los anteriores. Debido a la ubicación de las entradas de agente comburente (7) en la cámara cilíndrica oblonga (14b) se genera un vórtice que favorece la mezcla de dicho agente comburente con la fracción de la corriente de gas que circula por la oquedad interior (14) del dispositivo (1'), así como la incorporación a dicha mezcla del vapor de agua que penetra por los orificios (6'). Las entradas de agente comburente (7) pueden ser doce entradas dispuestas 30° entre sí y las entradas de agua (6) en el dispositivo (1') pueden ser tres entradas, dispuestas 120° entre sí.

El dispositivo (1') trata de forma directa con el agente comburente solamente una fracción (6-10 %) del total de la corriente de gas que entra al reactor, donde dicha fracción de la corriente de gas entra en contacto con el agente comburente, produciéndose reacciones de combustión que aumentan la temperatura de dicha fracción de la corriente de gas hasta los 1200°C en la salida o parte final del dispositivo (1'), formándose una zona de oxidación.

Por otra parte, el vapor de agua que es vertido a la oquedad interior (14) en la parte final de la sección tronco-cónica (14c), inhibe drásticamente la formación de "soot" (carbonilla), que típicamente se obtiene al someter una corriente de hidrocarburos (alquitrán) a un aumento brusco de la temperatura; es por ello que resulta de gran importancia la adición de agua, concretamente de vapor de agua, en la parte final de la sección tronco-cónica (14c), ya que es en esta parte donde se forma la zona de oxidación con temperatura de 1200°C.

Por tanto, el dispositivo (1') de precalentamiento, mezcla y reacción se ha concebido solo para combustionar una fracción de la corriente de gas, de entre el 6-10 % del total de la corriente de gas que proviene de un gasificador, mezclándose dicha corriente de gas con el agente comburente y con el vapor de agua. De esta forma queda acondicionada la corriente de gas que entra al distribuidor (1) del reactor de la presente invención.

Debido a la ubicación del dispositivo (1') se crea en la corriente de gas un régimen turbulento que favorece la mezcla en la cámara de craqueo térmico (2) de la fracción de dicha corriente de gas que ha estado en contacto con el agente comburente en la oquedad interior (14) del dispositivo (1') con el resto de la corriente de gas. En dicha cámara de craqueo térmico (2) la mezcla que comprende la corriente de gas, junto con el agente comburente y el vapor de agua, alcanza una temperatura de 900°C, llevándose a cabo las reacciones de craqueo térmico de los alquitranes presentes en dicha corriente de gas.

La corriente de gas continúa y pasa a una cámara de reformado (3), produciéndose en dicha corriente de gas un régimen turbulento debido al estrechamiento presente en la parte inicial de dicha cámara de reformado (3). Este régimen turbulento favorece la mezcla de dicha corriente de gas con el agua que entra a dicha cámara de reformado (3) por las entradas de agua (8). Las entradas de agua (8) pueden ser seis entradas y estar dispuestas a 60° entre sí y con un ángulo de inclinación con respecto al eje axial del reactor de 60°. En esta cámara de reformado (3) se llevan a cabo las reacciones de reformado con vapor de agua de la corriente de gas, en un rango de temperaturas comprendido entre los 900°C de entrada hasta los 650° C a la salida de esta cámara de reformado (3), todo ello sin que llegue a producirse condensación del vapor en el interior de dicha cámara de reformado (3). Además el agua que se incorpora a la corriente de gas por las entradas de agua (8) regula la temperatura en este cámara de reformado (3).

Para la mejor comprensión de la invención, ambas cámaras (2) y (3) se encuentran comunicadas entre sí, ya que el reactor es un cuerpo único continuo.

Seguidamente la corriente de gas pasa por la sección del reactor donde se ubica exteriormente el intercambiador de calor (4), en el que se emplea como fluido un aceite térmico, que entra por la entrada (9) a una temperatura de 250° C y sale por la salida (10) aproximadamente a 350° C. Esta sección del reactor es la zona de aprovechamiento térmico, y la temperatura media de la superficie de intercambio en ningún caso es menor de 270° C, para evitar la condensación en las paredes de esta sección del reactor de los alquitranes que pudieran permanecer en la corriente de gas, situación frecuente en muchos

sistemas conocidos y que provocan el colapso de la instalación en cortos períodos de operación. Esta es una de las razones por la que el fluido que se emplea en el intercambiador de calor (4) es un aceite térmico y no agua, evitando la disminución de la temperatura por debajo de los 250°C.

5 A la salida de la corriente de gas producto (11), dicho gas tiene una temperatura comprendida entre 340-400°C.

La mayor ventaja de la presente invención es que el contenido de alquitranes disminuye notablemente en la corriente de gas producto, por encima del 90%, más específicamente alrededor de un 93% del contenido total.

10 De acuerdo al procedimiento objeto de la presente invención, la corriente de gas sufre una pérdida de poder calorífico, debido a la combustión de una fracción de dicha corriente de gas, lo cual es parcialmente compensado al producirse, debido a las reacciones de reformado con vapor de agua, especies gaseosas combustibles como el H₂ y el CO, aportando dichas especies gaseosas un notable contenido energético a la corriente de gas
15 producto. En el procedimiento objeto de la presente invención, la pérdida del poder calorífico es inferior al 5%.

Adicionalmente, con el reactor y el procedimiento objetos de la presente invención se facilitan las operaciones posteriores a las que hay que someter la corriente de gas producto, pues no tendrá lugar la condensación de alquitranes en los medios de tratamiento posterior,
20 por ejemplo, medios filtrantes, ya que al lavar dicha corriente de gas producto, el efluente obtenido solo contendrá compuestos inorgánicos.

El reactor objeto de la presente invención está ubicado justo a continuación de la salida de un gasificador en la misma línea de la corriente de gas. De forma preferida puede encontrarse antes o después de los medios de separación de sólidos que se empleen,
25 comúnmente ciclones, variando en función del contenido en inertes (cenizas) del sólido carbonoso que se emplea en el gasificador.

Según otra característica, el reactor está provisto de unos medios de soporte, dispuestos sobre la superficie exterior de la envolvente, adaptados para soportar el peso del mismo, de modo que el reactor se suspende de dichos medios de soporte, permitiéndose las
30 dilataciones del reactor en sentido vertical, y/o de unos medios de amortiguación lateral que impiden su desplazamiento horizontal.

Según otra característica, el reactor está provisto de envolventes que están constituidas por una chapa exterior de acero, una o más capas de material aislante térmico y una capa interior de material refractario.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

5

La realización preferente que se indica a continuación, se proporciona con fines ilustrativos no limitativos, con la finalidad de una mejor comprensión de la invención.

10

Para el objeto de la presente invención se realizó un ejemplo para valorar el rendimiento del proceso del reactor objeto de la presente invención. Así queda demostrado el funcionamiento del procedimiento de la presente invención así como del reactor en el que se lleva a cabo el mismo.

15

Para mejor comprensión del presente ejemplo de realización, así como para comprobar el correcto funcionamiento de la presente invención, se aporta la tabla 1 que contiene los parámetros que demuestran la efectividad del reactor objeto de la presente invención.

EFECTIVIDAD DEL REACTOR CRAQUEO TÉRMICO Y REFORMADO			
PARÁMETROS EVALUADOS	CORRIENTE DE SALIDA DEL GASIFICADOR (5)	CORRIENTE DE SALIDA DE LA CÁMARA DE CRAQUEO (2)	CORRIENTE DE SALIDA DE LA CÁMARA DE REFORMADO (3)
Composición de la corriente (%)			
Gas	94.04%	93.56%	85.74%
Contenido en Agua	2.88%	3.81%	11.89%
Char Filtrado	2.71%	2.61%	2.35%
Alquitranes Condensados	0.37%	0.02%	0.02%
Conc. de Alquitranes (mg/Nm ³)	4604	302	298
EFICIENCIA CREQUEO	93.5%		
Contenido Energético (kJ/Nm ³)			
PCI del GAS	5645	5337	5396
Composición del Gas (%)			
H ₂	14.85	14.04	15.14
CO	15.60	14.75	16.28
CH ₄	4.00	3.78	3.21
CO ₂	16.00	17.51	17.26
C ₂ H ₄	1.00	0.95	0.87
O ₂	0.64	0.87	0.77
N ₂	47.91	48.11	46.47
Total:	100.00	100.00	100.00

Tabla 1

De los resultados mostrados en la tabla anterior, entre los de mayor relevancia se encuentra la eficiencia de la etapa de craqueo térmico, siendo superior al 93 % y con ello la reducción en el contenido de alquitranes. En cuanto al contenido energético la reducción del poder calorífico del gas fue inferior al 5%, así como también se muestra el aumento en la concentración de H₂ y CO en la corriente de gas producto con respecto a la concentración de estos gases en la corriente de gas inicial.

Es un objeto de la presente invención un procedimiento para el acondicionamiento de la corriente de gas, el craqueo térmico de alquitranes y el reformado con vapor de agua de dicha corriente de gas, en un reactor que comprende las siguientes etapas:

5 a).- hacer pasar una corriente de gas que proviene de un gasificador por un distribuidor (1) en el que se acondiciona la corriente de gas de salida del gasificador,

b).- hacer pasar la corriente de gas acondicionada en el distribuidor (1) a la cámara de craqueo térmico (2) del reactor donde se llevan a cabo las reacciones de craqueo térmico de alquitranes presentes en dicha corriente de gas,

10 c).- hacer pasar la corriente de gas proveniente de la cámara de craqueo térmico (2) a la cámara de reformado (3) para obtener una mezcla de la corriente de gas con vapor de agua dando lugar a las reacciones de reformado del alquitran y del residuo sólido carbonoso,

15 d).- hacer pasar la corriente de gas de la etapa c) por la sección del reactor donde se ubica exteriormente el intercambiador de calor (4), en el que el fluido que se emplea en dicho intercambiador de calor (4) es un aceite térmico para asegurar una temperatura de al menos 270°C, y

e).- sacar la corriente de gas producto a una temperatura de entre 340°C-400°C por la salida de la corriente de gas producto (11).

Según otro aspecto, el procedimiento objeto de la presente invención se caracteriza porque la etapa a) de acondicionamiento de la corriente de gas se obtiene haciendo pasar una fracción de entre el 6 - 10% del total de la corriente de gas que entra al distribuidor (1), a través de un dispositivo (1') situado en el interior de dicho distribuidor (1), que posee una pluralidad de entradas de agua (6) que desembocan en una sección anular (13), distribuyendo el agua a lo largo de dicha sección anular (13), hasta salir convertida en vapor por una pluralidad de orificios (6`) ubicados en la parte inferior de dicho dispositivo (1`) y una pluralidad de entradas de agente comburente (7), siendo seleccionado el agente comburente de entre oxígeno, aire o mezcla de los anteriores; produciendo una reacción de combustión, aumentando con ello la temperatura y la velocidad de la corriente de gas y provocando turbulencias que mejoran las condiciones de mezcla de la corriente gas con el agente comburente y con el vapor de agua.

30 Según otro aspecto, en el procedimiento objeto de la presente invención las entradas de agente comburente (7) en la cámara cilíndrica oblonga (14b) del dispositivo (1`) generan un

vórtice que favorece la mezcla de dicho agente comburente con la fracción de la corriente de gas que circula por la oquedad interior (14) del dispositivo (1'), así como la incorporación a dicha mezcla del vapor de agua que penetra por los orificios (6') de dicho dispositivo (1').

5 De acuerdo con un aspecto relevante, en la etapa a) se lleva a cabo una combustión sin llama de una fracción de la corriente de gas que entra al distribuidor (1), a una temperatura comprendida entre 900° C y 1200 °C.

Según otro aspecto, la etapa b) del procedimiento citado anteriormente se lleva a cabo a una temperatura de aproximadamente 900°C, realizándose las reacciones de craqueo térmico de los alquitranes presentes en la corriente de gas.

10 Según otro aspecto, la etapa c) del procedimiento citado anteriormente se lleva a cabo a una temperatura de aproximadamente 650°C, realizándose las reacciones de reformado con vapor de agua del carbono remanente presente en la corriente de gas, en un rango de temperatura de entre 900°C a la entrada y 650°C a la salida de esta cámara de reformado (3).

15 Según otro aspecto, la etapa d) del procedimiento citado anteriormente se lleva a cabo al pasar la corriente de gas por la sección del reactor donde se ubica exteriormente el intercambiador de calor (4), en el que el fluido que se emplea en dicho intercambiador de calor (4) es un aceite térmico con una temperatura de entrada en dicho intercambiador de calor (4) de 250°C y de salida de 350°C, de forma que evita la condensación en las paredes
20 de la sección donde se ubica dicho intercambiador de calor (4), de los alquitranes que puedan permanecer en la corriente de gas.

Según un aspecto importante, el procedimiento de la presente invención tiene un rendimiento de disminución del contenido de alquitranes presentes en la corriente de gas proveniente de un gasificador superior al 90%, más específicamente superior al 93%.

25 Según otro aspecto, el procedimiento de la presente invención, comprende:

- entrada (5) para la alimentación de la corriente de gas proveniente de un proceso previo de gasificación,
- entradas (6) para la adición de agua, dispuestas a 120° entre sí, en el dispositivo (1'),
- entradas (7) para adición de agente comburente, dispuestas a 30° entre sí, en el
30 dispositivo (1'), donde el agente comburente se selecciona de entre oxígeno, aire o una mezcla de los anteriores,

- orificios de salida de vapor de agua (6`), ubicados en la parte de mayor diámetro de la sección tronco-cónica (14c) del dispositivo (1`),
- entradas (8) dispuestas a 60° entre sí para adición de agua, en la cámara de reformado (3),
- 5 - una entrada (9) para aceite térmico
- una salida (10) de aceite térmico
- una salida (11) lateral al reactor para la corriente de gas producto, y
- una salida (12) para residuos sólidos y acceso al reactor.

De acuerdo con otro aspecto relevante, la presente invención se refiere a un reactor para el acondicionamiento de la corriente de gas proveniente de un gasificador, el craqueo térmico de alquitranes presentes en dicha corriente de gas y el reformado con vapor de agua del carbono remanente en dicha corriente de gas. El reactor objeto de la presente invención comprende de forma consecutiva un distribuidor (1) para el acondicionamiento de la corriente de gas proveniente de un proceso de gasificación, una cámara de craqueo térmico (2), una cámara de reformado (3), un intercambiador de calor (4) de tipo cerrado y medios de salida tanto de la corriente de gas producto como de los residuos sólidos.

Según otro aspecto relevante de la presente invención, el distribuidor (1) comprende un dispositivo (1') situado en el interior de dicho distribuidor (1), de forma concéntrica al reactor y en dirección axial a la corriente de gas, donde dicho dispositivo (1') posee una sección anular (13) que funciona a modo de cámara de evaporación continua.

Según otro aspecto relevante de la presente invención, el dispositivo (1') presenta una oquedad interior (14) por donde penetra entre el 6 - 10 % del total de la corriente de gas que entra al distribuidor (1) y comprende una primera parte (14a) en forma tronco-cónica invertida, que posee una pluralidad de tubos de entrada de agua (6) que desembocan en una sección anular (13), distribuyendo el agua a lo largo de dicha sección anular (13), hasta salir convertida en vapor por una pluralidad de orificios (6`) ubicados en la parte inferior de dicho dispositivo (1'), concretamente en la parte final de la sección tronco-cónica (14c), una segunda parte o cámara cilíndrica oblonga (14b), que posee una pluralidad de entradas de agente comburente (7), las cuales penetran a la oquedad interior (14) del dispositivo (1') atravesando la sección anular (13) del mismo, de manera que comunican dicha oquedad interior (14) de dicho dispositivo (1') con el exterior del reactor, para el suministro del agente comburente y una tercera parte con sección tronco-cónica (14c) que posee en la parte de mayor diámetro una pluralidad de orificios (6`) orientados hacia la oquedad interior (14) del

dispositivo (1') y por dichos orificios (6') se realiza la salida del vapor de agua que se forma en la sección anular (13) de dicho dispositivo (1').

5 Según otro aspecto relevante de la presente invención, las entradas de agente comburente (7) se ubican formando un ángulo agudo con la pared exterior de la cámara cilíndrica oblonga (14b), y en dirección ascendente con respecto a la parte inferior del dispositivo (1'), formando un ángulo de entre 5°-10° con el eje transversal de dicho dispositivo (1'), para introducir el agente comburente en forma de vórtice y a contracorriente en la oquedad interior (14) del dispositivo (1').

10 Según otro aspecto relevante de la presente invención, las entradas de agente comburente (7) son doce entradas dispuestas a 30° entre sí y las entradas de agua (6) son tres entradas, dispuestas a 120° entre sí. Las entradas del agente comburente (7) en el dispositivo (1') están formadas por tubos de acero inoxidable refractario.

15 Según otro aspecto relevante de la presente invención, la cámara de reformado (3) dispone de seis entradas de agua (8) dispuestas a 60° entre sí y con un ángulo de inclinación con respecto al eje axial del reactor de 60°.

Según otro aspecto relevante de la presente invención, en el reactor de la presente invención las cámaras (2) y (3) se encuentran comunicadas entre sí dentro del reactor de cuerpo único continuo.

20 Según otro aspecto importante de la presente invención, en el reactor de la presente invención el intercambiador de calor (4) se ubica exteriormente en la sección contigua a la cámara de reformado (3) y en dicho intercambiador de calor (4) se emplea un aceite térmico con una temperatura de entrada en dicho intercambiador de calor (4) de 250°C y de salida de 350°C, evitando la condensación en las paredes de la sección donde se ubica dicho intercambiador de calor (4), de los alquitranes que puedan permanecer en la corriente de gas.

Según otro aspecto relevante de la presente invención, las entradas de agua (6) y las entradas de agente comburente (7) actúan de soporte del dispositivo (1') aportando gran rigidez a todo el conjunto.

De acuerdo con otro aspecto, el reactor de la presente invención comprende:

- 30
- una entrada (5) para la corriente de gas proveniente de un gasificador,
 - un dispositivo (1') situado en el interior del distribuidor (1),

- tres entradas (6) para la adición de agua, dispuestas a 120° entre sí,
- doce entradas (7) para el agente comburente,
- una pluralidad de orificios de salida de vapor de agua (6'), ubicados en la parte de mayor diámetro de la sección tronco-cónica (14c) del dispositivo (1'),
- 5 - seis entradas (8) dispuestas a 60° entre sí para entrada de agua, en la cámara de reformado (3),
- una entrada (9) para aceite térmico
- una salida (10) de aceite térmico
- una salida (11) lateral al reactor para la corriente de gas producto, y
- 10 - una salida (12) para residuos sólidos.

Según otro aspecto relevante de la presente invención, la altura de la cámara cilíndrica oblonga (14b) del dispositivo (1') guarda una relación equivalente a la mitad del diámetro del distribuidor (1), $H = \frac{1}{2} D$, para asegurar el tiempo de mezcla apropiado entre el agente comburente y la fracción de la corriente de gas que circula por la oquedad interior (14) del dispositivo (1').

15

De acuerdo con un último aspecto, el reactor de la presente invención está provisto de medios de soporte, dispuestos sobre la superficie exterior de la envolvente del reactor, adaptados para soportar el peso del mismo, permitiendo las dilataciones del reactor en sentido vertical y de medios de amortiguación lateral que impiden su desplazamiento horizontal.

20

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el acondicionamiento de una corriente de gas proveniente de un gasificador, el craqueo térmico de alquitranes presentes en dicha corriente de gas y el reformado con vapor de agua del carbono remanente en dicha corriente de gas que comprende las siguientes etapas:

a).- hacer pasar la corriente de gas que proviene de un gasificador por un distribuidor (1) en el que se acondiciona la corriente de gas de salida del gasificador,

b).- hacer pasar la corriente de gas acondicionada en el distribuidor (1) a la cámara de craqueo térmico (2) del reactor donde se llevan a cabo las reacciones de craqueo térmico de alquitranes presentes en dicha corriente de gas,

c).- hacer pasar la corriente de gas proveniente de la cámara de craqueo térmico (2) a la cámara de reformado (3) para obtener una mezcla de la corriente de gas con vapor de agua dando lugar a las reacciones de reformado del alquitrán y del residuo sólido carbonoso,

d).- hacer pasar la corriente de gas de la etapa c) por la sección del reactor donde se ubica exteriormente el intercambiador de calor (4), en el que el fluido que se emplea en dicho intercambiador de calor (4) es un aceite térmico para asegurar una temperatura de al menos 270°C, y

e).- sacar la corriente de gas producto a una temperatura de entre 340°C - 400°C por la salida de la corriente de gas producto (11).

2.- Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque la etapa a) de acondicionamiento de la corriente de gas se obtiene haciendo pasar una fracción de entre el 6 - 10% del total de la corriente de gas que entra al distribuidor (1), a través de un dispositivo (1') situado en el interior de dicho distribuidor (1), que posee una pluralidad de entradas de agua (6) que desembocan en una sección anular (13), distribuyendo el agua a lo largo de dicha sección anular (13), hasta salir convertida en vapor por una pluralidad de orificios (6') ubicados en la parte inferior de dicho dispositivo (1') y una pluralidad de entradas de agente comburente (7), siendo seleccionado el agente comburente de entre oxígeno, aire o mezcla de los anteriores; produciendo una reacción de combustión, aumentando con ello la temperatura y la velocidad de la corriente de gas y provocando turbulencias que mejoran las condiciones de mezcla de la corriente gas con el agente comburente y con el vapor de agua.

3.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la etapa a) se lleva a cabo una combustión sin llama de una fracción de la corriente de gas que entra al distribuidor (1), a una temperatura comprendida entre 900° C y 1200°C.

5 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa b) se lleva a cabo a una temperatura de aproximadamente 900°C, realizándose las reacciones de craqueo térmico de los alquitranes.

5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa c) se lleva a cabo a una temperatura de aproximadamente 650°C, realizándose las reacciones de reformado con vapor de agua del carbono remanente presente en la corriente de gas.

10 6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado porque ambas cámaras (2) y (3) se encuentran comunicadas entre sí dentro del reactor de cuerpo único continuo.

15 7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa d) se lleva a cabo al pasar la corriente de gas por la sección del reactor donde se ubica exteriormente el intercambiador de calor (4), en el que el fluido que se emplea en dicho intercambiador de calor (4) es un aceite térmico con una temperatura de entrada en dicho intercambiador de calor (4) de 250°C y de salida de 350°C, de forma que evita la condensación en las paredes de la sección donde se ubica dicho intercambiador de calor (4), de los alquitranes que puedan permanecer en la corriente de gas.

20 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el rendimiento de disminución del contenido de alquitranes presentes en la corriente de gas proveniente de un gasificador es superior al 90%.

9.- Un procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque comprende:

- 25
- entrada (5) para la alimentación de la corriente de gas proveniente de un proceso previo de gasificación,
 - entradas (6) para la adición de agua, dispuestas a 120° entre sí, en el dispositivo (1`),
 - entradas (7) para adición de agente comburente, dispuestas a 30° entre sí, en el dispositivo (1`), donde el agente comburente se selecciona de entre oxígeno, aire o una mezcla de los anteriores,
 - 30 - orificios de salida de vapor de agua (6`), ubicados en la parte de mayor diámetro de la sección tronco-cónica (14c) del dispositivo (1`),

- entradas (8) dispuestas a 60° entre sí para adición de agua, en la cámara de reformado (3),
- una entrada (9) para aceite térmico
- una salida (10) de aceite térmico
- 5 - una salida (11) lateral al reactor para la corriente de gas producto, y
- una salida (12) para residuos sólidos y acceso al reactor.

10.- Reactor para el acondicionamiento de una corriente de gas proveniente de un gasificador, el craqueo térmico de alquitranes presentes en dicha corriente de gas y el reformado con vapor de agua del carbono remanente en dicha corriente de gas para
10 implementar el procedimiento de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizado porque comprende de forma consecutiva un distribuidor (1) para el acondicionamiento de la corriente de gas proveniente de un proceso de gasificación, una cámara de craqueo térmico (2), una cámara de reformado (3), un intercambiador de calor (4) de tipo cerrado y medios de salida tanto de la corriente de gas producto como de los residuos sólidos.

15 11.- Reactor según la reivindicación 10 caracterizado porque comprende:

- una entrada (5) para la corriente de gas proveniente de un gasificador,
- un dispositivo (1') situado en el interior del distribuidor (1),
- tres entradas (6) para la adición de agua, dispuestas a 120° entre sí,
- doce entradas (7) para el agente comburente,
- 20 - una pluralidad de orificios de salida de vapor de agua (6''), ubicados en la parte de mayor diámetro de la sección tronco-cónica (14c) del dispositivo (1'),
- seis entradas (8) dispuestas a 60° entre sí para entrada de agua, en la cámara de reformado (3),
- una entrada (9) para aceite térmico
- 25 - una salida (10) de aceite térmico
- una salida (11) lateral al reactor para la corriente de gas producto, y
- una salida (12) para residuos sólidos.

12.- Reactor según la reivindicación 10 caracterizado porque el distribuidor (1) comprende un dispositivo (1') situado en el interior de dicho distribuidor (1), de forma concéntrica al reactor y en dirección axial a la corriente de gas, donde dicho dispositivo (1') posee una
30 sección anular (13) que funciona a modo de cámara de evaporación continua.

13.- Reactor según la reivindicación 12 caracterizado porque el dispositivo (1') presenta una oquedad interior (14) por donde penetra entre el 6 - 10 % del total de la corriente de gas que

entra al distribuidor (1) y comprende una primera parte (14a) en forma tronco-cónica invertida, que posee una pluralidad de tubos de entrada de agua (6) que desembocan en una sección anular (13), distribuyendo el agua a lo largo de dicha sección anular (13), hasta salir convertida en vapor por una pluralidad de orificios (6') ubicados en la parte inferior de dicho dispositivo (1'), concretamente en la parte final de la sección tronco-cónica (17), una segunda parte o cámara cilíndrica oblonga (14b), que posee una pluralidad de entradas de agente comburente (7), las cuales penetran a la oquedad interior (14) del dispositivo (1') atravesando la sección anular (13) del mismo, de manera que comunican dicha oquedad interior (14) de dicho dispositivo (1') con el exterior del reactor, para el suministro del agente comburente y una tercera parte con sección tronco-cónica (14c) que posee en la parte de mayor diámetro una pluralidad de orificios (6') orientados hacia la oquedad interior (14) del dispositivo (1') y por dichos orificios (6') se realiza la salida del vapor de agua que se forma en la sección anular (13) de dicho dispositivo (1').

14.- Reactor según la reivindicación 13 caracterizado porque las entradas de agente comburente (7) se ubican formando un ángulo agudo con la pared exterior de la cámara cilíndrica oblonga (14b), y en dirección ascendente con respecto a la parte inferior del dispositivo (1'), formando un ángulo de entre 5°-10° con el eje transversal de dicho dispositivo (1'), para introducir el agente comburente en forma de vórtice y a contracorriente en la oquedad interior (14) del dispositivo (1').

15.- Reactor según la reivindicación 13 caracterizado porque las entradas de agente comburente (7) son doce entradas dispuestas a 30° entre sí y las entradas de agua (6) son tres entradas, dispuestas a 120° entre sí.

16.- Reactor según la reivindicación 10 caracterizado porque la cámara de reformado (3) dispone de seis entradas de agua (8) dispuestas a 60° entre sí y con un ángulo de inclinación con respecto al eje axial del reactor de 60°.

17.- Reactor según la reivindicación 13 caracterizado porque la altura de la cámara cilíndrica oblonga (14b) del dispositivo (1') guarda una relación equivalente a la mitad del diámetro del distribuidor (1), $H = \frac{1}{2}D$.

18.- Reactor según la reivindicación 13 caracterizado porque las entradas del agente comburente (7) en el dispositivo (1') están formadas por tubos de acero inoxidable refractario.

5 19.- Reactor según la reivindicación 10 caracterizado porque el intercambiador de calor (4) se ubica exteriormente en la sección contigua a la cámara de reformado (3) y en dicho intercambiador de calor (4) se emplea un aceite térmico con una temperatura de entrada en dicho intercambiador de calor (4) de 250°C y de salida de 350°C, evitando la condensación en las paredes de la sección donde se ubica dicho intercambiador de calor (4), de los alquitranes que puedan permanecer en la corriente de gas.

10 20.- Reactor según la reivindicación 10 caracterizado porque está provisto de medios de soporte, dispuestos sobre la superficie exterior de la envolvente del reactor, adaptados para soportar el peso del mismo, permitiendo las dilataciones del reactor en sentido vertical y de medios de amortiguación lateral que impiden su desplazamiento horizontal.

15

20

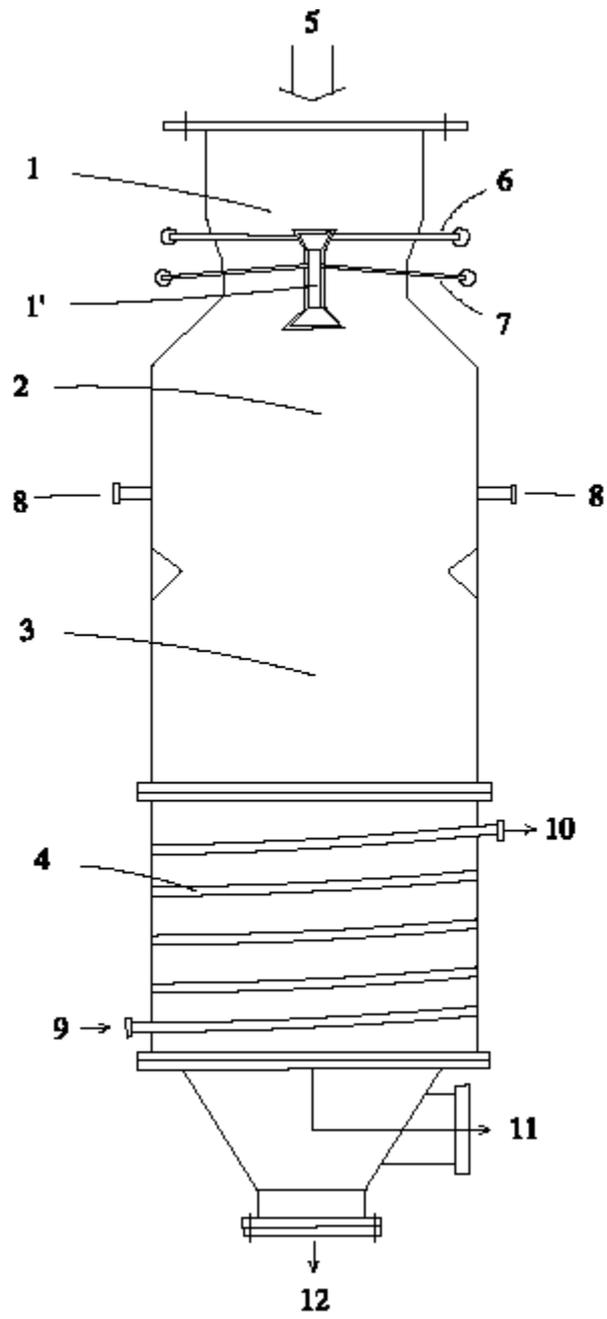


Figura 1

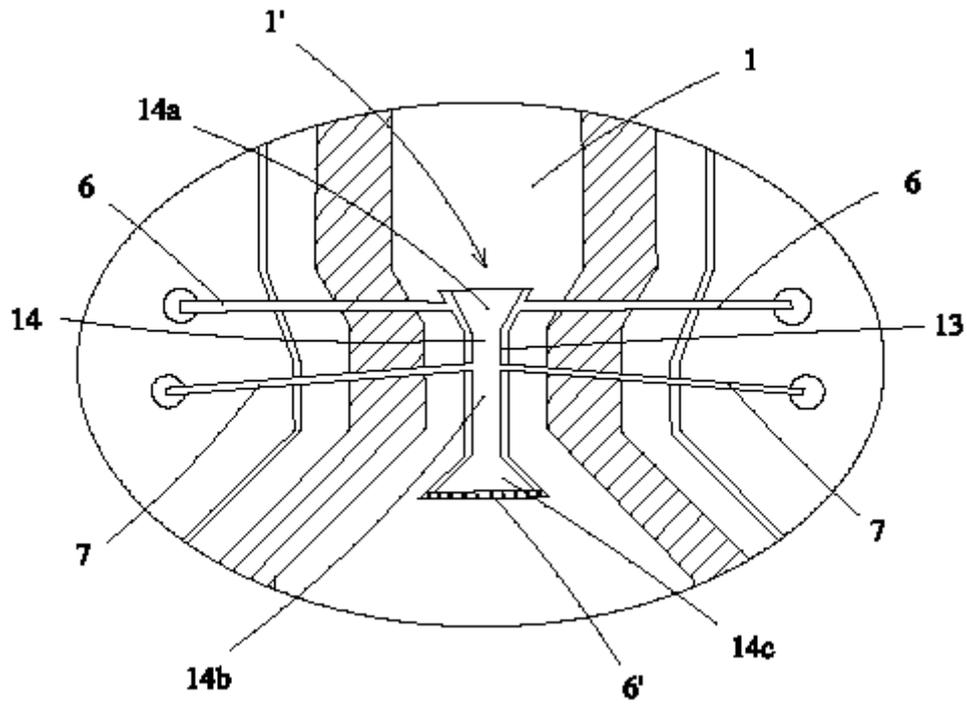


Figura 2



- ②① N.º solicitud: 201331548
②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.10.2013
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2012148172 A2 (KOREA IND TECH INST et al.) 01.11.2012, párrafos [1],[10-11],[52].	1-20
A	WO 2009155697 A1 (NEXTERRA SYSTEMS CORP et al.) 30.12.2009, párrafos [0002],[0006],[0039-0040],[0059]; figuras 4,4A.	1-20
A	WO 2011146847 A2 (UNIV KANSAS STATE et al.) 24.11.2011, página 1, líneas 17-27; página 2, líneas 20-27; página 4, líneas 25-32; reivindicación 13.	1-20

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.01.2014

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B01J12/00 (2006.01)

B01J19/24 (2006.01)

C10K1/00 (2006.01)

C10K3/00 (2006.01)

C10G9/38 (2006.01)

C01B3/36 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01J, C10K, C10G, C01B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXTUS, TXTEP, TXTGB, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.01.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-20	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-20	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2012148172 A2 (KOREA IND TECH INST et al.)	01.11.2012
D02	WO 2009155697 A1 (NEXTERRA SYSTEMS CORP et al.)	30.12.2009
D03	WO 2011146847 A2 (UNIV KANSAS STATE et al.)	24.11.2011

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un procedimiento para tratar gas de un gasificador con el fin de eliminar los alquitranes y residuos sólidos del mismo. También es objeto de la invención el reactor para llevar a cabo dicho procedimiento.

El documento D01 divulga un procedimiento para la obtención de gas de síntesis por gasificación y reducción del contenido en compuestos pesados condensables de dicho gas mediante craqueo térmico en un lecho fluidificado circulante, teniendo lugar asimismo el reformado con vapor del gas tratado. (Ver párrafos [1], [10-11], [52]). En este documento no se menciona el acondicionamiento previo del gas proveniente del gasificador antes de ser sometido al craqueo térmico, ni el enfriamiento a una temperatura controlada del gas producto, asimismo tampoco se lleva a cabo todo el proceso en un mismo reactor con varias cámaras tal y como recoge la solicitud.

El documento D02 divulga un procedimiento y una cámara de craqueo para el tratamiento del gas de síntesis obtenido por gasificación de biomasa. En dicho procedimiento el gas de síntesis es sometido a calentamiento y craqueo térmico para la eliminación de pesados poniendo en contacto el gas con un agente oxidante (aire o vapor) que se introduce en la cámara mediante dos anillos orientados radialmente. (Ver párrafos [0002], [0006], [0039-0040], [0059], fig. 4 y 4A). No se contempla en este documento un posterior reformado con vapor de la corriente de gas de síntesis.

El documento D03 divulga un procedimiento para el tratamiento del gas obtenido por gasificación de biomasa (gas de síntesis) con el fin de eliminar las impurezas del mismo (componentes pesados que dan problemas en tratamientos posteriores). Dicho gas se somete a un reformado catalítico donde los compuestos pesados que contiene son convertidos en componentes ligeros del gas de síntesis. (Ver página 1, líneas 17-27; página 2, líneas 20-27; página 4, líneas 25-32; reivindicación 13). Asimismo, este documento tampoco contempla un posterior reformado con vapor de la corriente de gasificación.

Ninguno de los documentos D01-D03 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un procedimiento ni un reactor para el tratamiento del gas proveniente de un gasificador donde dicho gas es sometido de forma secuencial a acondicionamiento, craqueo térmico y reformado con vapor tal y como se define en la reivindicación 1 y 10 de la solicitud, consiguiendo así disminuir considerablemente el contenido en alquitranes de dicha corriente de gas lo cual favorece el uso posterior del mismo en diferentes procesos.

Por lo tanto, se considera que la invención recogida en las reivindicaciones 1-20 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según lo establecido en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes.