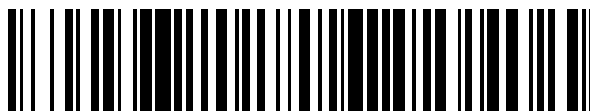


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 511 265**

51 Int. Cl.:

**C10J 3/66**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2009** **E 09723567 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014** **EP 2254973**

54 Título: **Reformador activo**

30 Prioridad:

**18.03.2008 GB 0805020**

**18.03.2008 US 37695**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.10.2014**

73 Titular/es:

**CHALABI, RIFAT A. (50.0%)**

**C/o Chinook Sciences Limited Cumberland**

**House 35 Park Row**

**Nottingham NG1 6EE, GB y**

**PERRY, OPHNEIL HENRY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHALABI, RIFAT A. y**

**PERRY, OPHNEIL HENRY**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 511 265 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Reformador activo

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de producción de gas de síntesis.

### Antecedentes de la invención

10 La gasificación es un proceso que convierte materiales carbonosos, tales como la biomasa, en monóxido de carbono e hidrógeno haciendo reaccionar la materia prima a altas temperaturas con una cantidad controlada de oxígeno. La mezcla de gas resultante se denomina gas de síntesis o syngas. El gas de síntesis está fabricado principalmente de CO (monóxido de carbono), e hidrógeno. Estos dos elementos son los bloques de construcción básicos de los  
15 alcoholes (metanol, etanol, propanol, etc.).

La gasificación es un método eficiente para extraer energía a partir de muchos tipos diferentes de materiales orgánicos y proporciona una eliminación de residuos limpia. La gasificación es más eficiente que la combustión directa del combustible original, especialmente puesto que muchos de los compuestos orgánicos contenidos en el  
20 material procesado se convierten en energía (eficiencia térmica más alta).

El syngas puede quemarse directamente en los motores de combustión interna o usarse para producir alcoholes tales como metanol, etanol y propanol, y también hidrógeno. En la actualidad, la gasificación de combustibles fósiles se usa ampliamente a escala industrial para generar electricidad.

25 Habitualmente, la generación de gas de síntesis en un gasificador pasa por varios procesos.

#### Pirólisis

30 El primer proceso es la pirólisis y esta se produce cuando la temperatura en el interior del dispositivo de gasificación se eleva con una atmósfera privada de oxígeno, calentando el material carbonoso. El proceso de pirólisis es la gasificación de los compuestos orgánicos con cero contenido de oxígeno. Para conseguir gas de síntesis a partir de la materia orgánica el proceso podría ser o un proceso de gasificación (oxidación parcial de la materia orgánica), o pirólisis (oxidación cero de la materia orgánica). La pirólisis produce más gas de síntesis, ya que no oxida ninguno  
35 de los gases de síntesis que produce.

#### Proceso de reformado

40 Este se efectúa en una cámara de reformado de alta temperatura, que recibe los gases de síntesis de la cámara de pirólisis. En la cámara de reformado, la temperatura del gas de síntesis se eleva a una temperatura alta (> 900 °C) con el fin de disociar los alquitranes en moléculas de carbono más simples. Cuando se añade vapor en la cámara de reformado, se altera la relación de hidrógeno a monóxido de carbono, esto se logra a través del uso de la reacción de desplazamiento del gas de agua (reacción de desplazamiento).

45 La reacción de desplazamiento es una reacción química exotérmica en la que el agua y el monóxido de carbono reaccionan para formar dióxido de carbono e hidrógeno:



50 La reacción de desplazamiento aumenta la cantidad de hidrógeno producido. Sin embargo, la reacción de desplazamiento es una reacción endotérmica y requiere una temperatura alta. La reacción de desplazamiento es sensible a la temperatura con la tendencia a desplazar los productos a medida que aumenta la temperatura. Como resultado, la reacción de desplazamiento absorbe una energía considerable de la cámara de reformado, haciendo el coste prohibitivo. Los intentos para disminuir la temperatura de reacción usando catalizadores no han sido  
55 especialmente exitosos.

Más importante aún, la reacción de desplazamiento también consume monóxido de carbono del gas de síntesis. El monóxido de carbono se requiere para producir la relación de hidrógeno a CO requerida para la producción de alcoholes tales como metanol, etanol y propanol.

60 Por lo tanto, hay un intervalo óptimo para la operación de desplazamiento, en el que el uso de más desplazamiento se hace menos beneficioso ya que tanto el consumo de CO como el consumo de energía serían demasiado grandes.

65 La solicitud de patente WO 03/066517 desvela un aparato para producir syngas que incluye un reactor hidrogasificador, un reformador pirolítico de vapor, una tubería que conecta el reformador pirolítico de vapor al

reactor hidrogasificador y una tubería adecuada para alimentar vapor en el reformador pirolítico de vapor.

La solicitud de patente WO 2004/0702207 desvela un método de procesamiento de materias primas de biomasa para producir syngas que incluye pirolizar las materias primas de biomasa en un pirolizador, calentándolas en una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno para producir gas de pirólisis, añadiendo vapor al gas de pirólisis a medida que pasa a través de un gasificador, y haciendo recircular el gas a través del pirolizador.

## Sumario de la invención

La presente invención pretende proporcionar un método mejorado para generar gas de síntesis.

En consecuencia, la presente invención proporciona un aparato de procesamiento por lotes para producir gas de síntesis, que tiene una mayor eficiencia térmica, que comprende: una cámara de pirólisis configurada para pirolizar materia orgánica calentándola en una atmósfera privada de oxígeno para generar gas de síntesis que comprende CO y H<sub>2</sub>; una unidad de reformado configurada para elevar la temperatura del gas de síntesis generado en la cámara de pirólisis con el fin de disociar los alquitranes del mismo en moléculas de carbono más simples, teniendo la unidad de reformado una zona de reacción de desplazamiento de gas de agua; medios de conducción que forman un bucle de circulación para hacer circular repetidamente los gases entre dicha cámara de pirólisis y dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua; y medios para aumentar el porcentaje de hidrógeno presente en dicho gas de síntesis por medio de una reacción de desplazamiento de gas de agua que comprende unos medios para, durante el funcionamiento, añadir vapor en dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua; y un conducto de derivación en paralelo con dicha unidad de reformado para hacer circular el gas de síntesis a través de la cámara de pirólisis sin pasarlo a través de la unidad de reformado. En una realización preferida, dicha unidad de reformado tiene una zona de reacción de desplazamiento de gas de agua; y dicho aparato comprende, además, un sistema de control para monitorizar el contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha unidad de reformado y controlar la circulación de gas entre dicha cámara de pirólisis y dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en función del mismo.

Ventajosamente, dicho sistema de control tiene un medio para monitorizar la composición del gas de síntesis en dicha unidad de reformado, y dicho sistema de control puede funcionar para controlar el suministro de dicho gas a al menos uno de entre un sintetizador de gas y un medio de generación de vapor en función de la misma.

Preferentemente, el aparato comprende un medio para controlar el movimiento de los gases a dicho sintetizador de gas y dicho medio de generación de vapor, y en el que dicho sistema de control puede funcionar para controlar dichos medios, para controlar de este modo el suministro de dicho gas a al menos uno de entre dicho sintetizador de gas y dicho medio de generación de vapor en función del mismo.

Preferentemente, el aparato comprende además unos medios de soplado en dichos medios de conducción para hacer circular dichos gases y dicho sistema de control puede funcionar para controlar dichos medios de soplado en función del contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha unidad de reformado.

Ventajosamente, dicha unidad de reformado tiene una cámara de mezcla aguas abajo de dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en dicho bucle de circulación y dicho sistema de control puede funcionar para monitorizar el contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha cámara de mezcla, para controlar de este modo la circulación de gas entre dicha cámara de pirólisis y dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en función del mismo y en el que dicho medio para añadir vapor en dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua está configurado para inyectar vapor en dicha cámara de mezcla.

Ventajosamente, dicha unidad de reformado tiene una cámara de recogida entre dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua y dicho sintetizador de gas y dicho medio de generación de vapor, y dicho sistema de control puede funcionar para monitorizar la composición del gas de síntesis en dicha cámara de recogida.

Preferentemente, dicho sistema de control puede funcionar para hacer circular los gases de síntesis más de 3 veces y hasta 24 veces entre la cámara de pirólisis y la unidad de reformado. El aparato puede comprender además un ventilador de derivación en el conducto de derivación para controlar el paso del gas de síntesis a través del conducto de derivación.

La presente invención también proporciona un método de procesamiento por lotes de materia orgánica para producir gas de síntesis en un proceso por lotes, comprendiendo el método: pirolizar un lote de materia orgánica en una cámara (12) de pirólisis, calentándola en una atmósfera privada de oxígeno para producir gas de síntesis que comprende sustancialmente CO y H<sub>2</sub>; y hacer pasar dicho gas a través de una unidad de reformado, en la que se eleva su temperatura con el fin de disociar los alquitranes del mismo en moléculas de carbono más simples, y devolverlo a la cámara de pirólisis; en el que hacer pasar el gas de síntesis a través de una unidad de reformado incluye la introducción de vapor en el gas de síntesis, de tal manera que el vapor se somete a una reacción de desplazamiento de gas de agua en la que se consume CO y se produce H<sub>2</sub>, reponiendo el producto de la reacción de desplazamiento de agua el CO consumido durante dicha reacción con un gas de alta eficiencia térmica y aumentando el porcentaje de H<sub>2</sub> presente en el gas de síntesis; hacer recircular el gas de síntesis, que tiene una

capacidad térmica aumentada, de nuevo a través de la cámara de pirólisis para gasificar la materia orgánica en la misma; en el que se suministra energía para reemplazar la energía consumida durante dicha reacción; y cuando la temperatura del gas de síntesis que recircula alcanza un nivel deseado, eludir el reformador (14) para evitar que la temperatura del gas llegue a un nivel demasiado alto. Preferentemente, el CO consumido se repone de manera continua.

Preferentemente, el gas de síntesis circula a través de dicho bucle entre 3 veces y 24 veces.

Preferentemente, la unidad de reformado tiene una cámara de mezcla y una cámara de recogida y la zona de reacción de desplazamiento de gas de agua se proporciona en dicha cámara de mezcla.

La composición del gas de síntesis se monitoriza en dicha unidad de reformado para determinar el contenido de hidrógeno del gas de síntesis y se añade vapor a dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en función del contenido de hidrógeno monitorizado para promover la generación de hidrógeno.

Idealmente, el proceso se controla controlando la velocidad de circulación del gas.

Preferentemente, se evalúa cada lote de gas de síntesis para determinar si el gas de síntesis logra uno o más criterios de control de calidad de control predeterminados, liberándose el lote de gas de síntesis en el proceso de síntesis en el caso de que logre los criterios de control de calidad requeridos y, de lo contrario, usándose el lote para producir vapor que se usa para mejorar la producción de gas de síntesis.

Preferentemente, el uso del gas de síntesis para producir vapor comprende dirigirlo a lo largo de un conducto hacia una caldera y el vapor producido en la caldera se aplica al reformador para su uso en la reacción de desplazamiento de agua.

Lo que se propone en la presente invención es un proceso en el que se repone constantemente el CO consumido en la reacción de desplazamiento del gas de agua, se cubre constantemente la energía consumida para producir el hidrógeno, y se controla estrechamente la calidad del gas de síntesis resultante.

Además, lo que se propone en la presente invención es un proceso en el que el proceso de pirólisis recibe un impulso significativo (mayor eficiencia) a través del ajuste de la composición química de los gases calientes (oxígeno empobrecido) usados para gasificar los compuestos orgánicos.

Además, lo que se propone en la presente invención es un proceso en el que el funcionamiento del sistema de pirólisis está estrechamente unido al funcionamiento y la atmósfera del reformador.

Además, lo que se propone en el presente documento es un reformador por lotes que funciona en estrecha relación con un sistema de pirólisis por lotes para producir activamente un gas de síntesis de calidad controlada.

### Breve descripción del dibujo

La presente invención se describe adicionalmente en lo sucesivo en el presente documento, a modo de ejemplo, con referencia al dibujo adjunto que muestra un sistema para generar gas de síntesis a partir de materia orgánica.

### Descripción detallada del dibujo

Haciendo referencia al dibujo, el sistema 10 tiene una cámara de pirólisis 12 a través de la que se hace pasar la materia orgánica. La cámara de pirólisis 12 se hace funcionar habitualmente en un intervalo de temperatura de entre 500 °C y 700 °C, generándose normalmente la temperatura por inyección de gases de síntesis a altas temperaturas.

El sistema también tiene una unidad de reformado 14 que tiene una cámara principal 16, una cámara de mezcla 18 y una cámara de recogida 20. La cámara principal 16 de reformado está conectada a la cámara de pirólisis 12 por un bucle de canalización en el que el conducto 22 permite el flujo de los gases desde la cámara de pirólisis 12 a la cámara principal 16 de reformado. Tanto la cámara de mezcla 18 como la cámara de recogida 20 se abren a la cámara principal 16 de reformado para recibir los gases procedentes de la cámara principal.

Además, la cámara de mezcla 18 se acopla a la cámara de pirólisis 12 por un canal o conducto 24 para permitir el flujo de los gases desde la cámara de mezcla 18 de vuelta a la cámara de pirólisis 12. Se proporcionan unos ventiladores de recirculación 26, 27 en los canales 22 y 24, respectivamente, para forzar la circulación de los gases. Un canal o conducto 27 adicional permite eludir la unidad de reformado y se proporciona un ventilador 29 de recirculación en el canal 27 para forzar la circulación de los gases.

La cámara principal 16 de reformado funciona a una temperatura de habitualmente 900 °C a 1400 °C, se calientan los gases y se logra y se mantiene la temperatura mediante un sistema de quemador 28, que quema habitualmente gas natural o similares. Además, se suministra calor a la cámara principal 16 de reformado a partir de la oxidación

parcial del gas de síntesis que fluye desde la cámara de pirólisis 12 a la cámara principal 16 de reformado a través del conducto 22.

Los gases que pasan desde la cámara principal 16 de reformado a la cámara de recogida 20 se monitorizan por un primer medio de muestreo 30 que mide la composición del gas de síntesis en la cámara de recogida. El primer medio de muestreo 30 es, de manera conveniente, un dispositivo de muestreo continuo. Desde la cámara de recogida 20 los gases pueden dirigirse o a una caldera 32 a través de un medio de conducción 34 o hacia un sistema de sintetizador 35 a través del conducto 36 para la síntesis de alcoholes tales como metanol y etanol.

El control del movimiento de los gases desde la cámara de recogida 20 a través de los conductos 34, 36 puede efectuarse por medios adecuados tales como deflectores o válvulas 33 en los conductos, cuyo control se efectúa mediante un sistema de control 38 que controla los deflectores o válvulas en función de las señales generadas por el medio de muestreo 30.

Cuando la composición del gas de síntesis en la cámara de recogida 20 se monitoriza por el medio de muestreo 30 como de alta calidad y dentro del intervalo de composición requerido, el sistema de control 38 controla los deflectores o válvulas en los conductos 34, 36 para dirigir los gases a lo largo del canal 36 hacia el sintetizador 35. Cuando la composición está fuera del intervalo deseado, los gases se dirigen a lo largo del conducto 34 a la caldera 32.

La caldera 32 se usa para generar vapor que se aplica a la cámara de mezcla 18 de reformado a través del conducto 42.

Un segundo medio de muestreo 44 (también de manera conveniente un dispositivo de muestreo continuo) monitoriza la composición de los gases en la cámara de mezcla 18 de reformado y controla los ventiladores 26, 27 en función de esta composición.

La reacción de desplazamiento del gas de agua tiene lugar en la cámara de mezcla 18 de reformado y la composición de los gases reformados se muestrea por el medio de muestreo 44. La energía del CO que se consume durante la reacción de desplazamiento en la zona de reacción se repone con un gas de alta eficiencia térmica, el hidrógeno. El sistema de control 38 controla los ventiladores de recirculación 26, 27 en función de las señales procedentes del medio de muestreo 44, de tal manera que los ventiladores de recirculación 26, 27 determinan el nivel de recirculación entre la unidad de reformado 14 y la cámara de pirólisis 12 en función de la composición de los gases monitorizados por el medio de muestreo 44.

Cada ventilador de recirculación empuja el gas de síntesis entre las cámaras. Los ventiladores están sobredimensionados para permitir que los gases circulen entre las cámaras a una velocidad muy alta. Habitualmente, los ventiladores de recirculación 26, 27 se diseñan y se controlan para hacer recircular los gases entre 3 y 24 veces antes de su salida del bucle de gas hacia la cámara de recogida 20.

Debe apreciarse que los materiales orgánicos en la cámara de pirólisis 12 se calientan continuamente por la recirculación de gases calientes a través del conducto 24, gasificando de este modo más compuestos orgánicos en la cámara de pirólisis 12. El ventilador 29 se controla por el sistema de control para eludir la unidad de reformado cuando la temperatura del gas en la cámara de pirólisis 12 alcanza un nivel deseado, para evitar que la temperatura del gas llegue a un nivel demasiado alto.

El gas de síntesis en la cámara de mezcla 18 de reformado se modifica por el proceso descrito anteriormente para aumentar el porcentaje de hidrógeno presente. Este mayor porcentaje de hidrógeno también se usa para gasificar la materia orgánica en la cámara de pirólisis 12 y produce una capacidad de transferencia de calor mucho mayor. En una cámara de pirólisis que funciona a una temperatura de 600 °C, el calor específico del hidrógeno es igual a 14,76 Kj/Kg-K, en comparación con el calor específico del gas natural (gases de combustión oxicomcombustibles) de 1,76 Kj/Kg-K. La elevada capacidad de transferencia de calor conduce a una transferencia de calor mucho mayor a la materia orgánica y esto, a su vez, se traduce en una liberación más rápida de la materia orgánica y un tiempo de gasificación significativamente más corto. Por lo tanto, el efecto de la mejora de la eficiencia de gasificación es una gran mejora de la eficiencia del combustible y una gran mejora de la capacidad de procesamiento de compuestos orgánicos en comparación con los procesos de gases calentados convencionales.

El sistema de control 38 también controla la inyección de vapor en la cámara de mezcla 18 de reformado a través del conducto 42 en función de los resultados del medio de muestreo 44. El control se efectúa de manera conveniente por medio de una válvula 43. El contenido de hidrógeno del gas de síntesis en la cámara 18 se monitoriza por el medio de muestreo 44 y en función del resultado, el sistema de control 38 controla la inyección de vapor para aumentar o reducir la cantidad de vapor y la generación de gas hidrógeno. El sistema de control 38 también controla los ventiladores de recirculación 26, 27 y, por lo tanto, controla la velocidad de circulación de los gases.

- 5 La ventaja de la cámara de recogida 20 es que el gas de síntesis que se produce y que entra en la cámara de recogida solo se libera en el proceso de síntesis a través del conducto 36 cuando es de la calidad adecuada muestreada por el medio de muestreo 30. Si no es de la calidad adecuada se usa para la generación de vapor por la caldera 32 que, a su vez, mejora la producción de gas de síntesis. En general, el sistema está diseñado para proporcionar un mínimo de entre 10 y 200 pasos de gas alrededor del bucle de los conductos 22, 24 y a través de la cámara de pirólisis 12 y la unidad de reformado 14 antes de salir del bucle hacia la cámara de recogida 20 y los procesos siguientes.
- 10 La presente invención permite un nivel de control significativo de la calidad del gas de síntesis resultante. Los múltiples pasos del gas de síntesis alrededor del sistema, como se ha descrito anteriormente, es ventajoso porque puede usarse para gasificar más compuestos orgánicos en la cámara de pirólisis.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de procesamiento por lotes para producir gas de síntesis que tiene una eficiencia térmica aumentada que comprende:

una cámara de pirólisis (12) configurada para pirolizar materia orgánica calentándola en una atmósfera privada de oxígeno para generar gas de síntesis que comprende CO y H<sub>2</sub>;  
una unidad de reformado (14) configurada para elevar la temperatura del gas de síntesis generado en la cámara de pirólisis con el fin de disociar los alquitranes del mismo en moléculas de carbono más simples, teniendo la unidad de reformado una zona de reacción de desplazamiento de gas de agua;  
medios de conducción (22, 24) que forman un bucle de circulación para hacer circular repetidamente gases entre dicha cámara de pirólisis y dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua;  
medios para aumentar el porcentaje de H<sub>2</sub> presente en el gas de síntesis por medio de una reacción de desplazamiento de gas de agua que comprenden unos medios para, durante el funcionamiento, añadir vapor en dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua;  
y un conducto de derivación que comprende un ventilador de recirculación en paralelo con dicha unidad de reformado para hacer circular el gas de síntesis a través de la cámara de pirólisis sin pasarlo a través de la unidad de reformado.

2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho aparato comprende además un sistema de control (38, 44, 30), monitorizando dicho sistema de control el contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha unidad de reformado y controlando la circulación de gas entre dicha cámara de pirólisis y dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en función del mismo y/o dicho sistema de control (38) puede funcionar para controlar la inyección de vapor en dicho gas en función del contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha unidad de reformado.

3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho sistema de control tiene un medio para monitorizar la composición del gas de síntesis (30) en dicha unidad de reformado (14), y dicho sistema de control puede funcionar para controlar el suministro de dicho gas a al menos uno de entre un sintetizador de gas y un medio de generación de vapor (32) en función de la misma.

4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además un medio para controlar el movimiento de los gases (33) a dicho sintetizador de gas y dicho medio de generación de vapor, y en el que dicho sistema de control puede funcionar para controlar dicho medio (33), controlando de este modo el suministro de dicho gas a al menos uno de entre dicho sintetizador de gas y dicho medio de generación de vapor en función del mismo.

5. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende además un medio para hacer recircular el gas de síntesis que comprende unos medios de soplado (26, 27) en dichos medios de conducción (22, 24) y dicho sistema de control puede funcionar para controlar dichos medios de soplado en función del contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha unidad de reformado.

6. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que dicha unidad de reformado (14) tiene una cámara de mezcla (18) aguas abajo de dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en dicho bucle de circulación y dicho sistema de control (38, 44, 30) puede funcionar para monitorizar el contenido de hidrógeno del gas de síntesis en dicha cámara de mezcla, para controlar de este modo la circulación de gas entre dicha cámara de pirólisis y dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en función del mismo y en el que dicho medio para añadir vapor (42) en dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua está configurado para inyectar vapor en dicha cámara de mezcla (18).

7. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6 cuando dependen de la reivindicación 3, en el que dicha unidad de reformado (14) tiene una cámara de recogida (20) entre dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua y dicho sintetizador de gas y dicho medio de generación de vapor, y dicho sistema de control puede funcionar para monitorizar la composición del gas de síntesis en dicha cámara de recogida.

8. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que dicho sistema de control (38) puede funcionar para hacer circular los gases de síntesis más de 3 veces y hasta 24 veces entre la cámara de pirólisis (12) y la unidad de reformado (14).

9. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un ventilador de derivación en el conducto de derivación para controlar el paso del gas de síntesis a través del conducto de derivación.

10. Un método de procesamiento por lotes de materia orgánica para producir gas de síntesis en un proceso por lotes, comprendiendo el método:

pirolizar un lote de materia orgánica en una cámara de pirólisis (12) calentándola en una atmósfera privada de oxígeno para producir gas de síntesis que comprende CO y H<sub>2</sub>;

hacer pasar el gas de síntesis a través de una unidad de reformado, en la que se eleva su temperatura con el fin de disociar los alquitranes del mismo en moléculas de carbono más simples, y devolverlo a la cámara de pirólisis, en donde hacer pasar el gas de síntesis a través de una unidad de reformado incluye la introducción de vapor en el gas de síntesis, de tal manera que el vapor se somete a una reacción de desplazamiento de gas de agua en la que se consume CO y se produce H<sub>2</sub>, reponiendo el producto de la reacción de desplazamiento de agua el CO consumido durante dicha reacción con un gas de alta eficiencia térmica y aumentando el porcentaje de H<sub>2</sub> presente en el gas de síntesis;

hacer recircular el gas de síntesis que tiene una capacidad térmica aumentada de nuevo a través de la cámara de pirólisis para gasificar la materia orgánica en la misma;

en el que se suministra energía para reemplazar la energía consumida durante dicha reacción; y

cuando la temperatura del gas de síntesis que recircula alcanza un nivel deseado, eludir el reformador (14) para evitar que la temperatura del gas llegue a un nivel demasiado alto.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el CO consumido se repone continuamente.

12. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, en el que los gases de síntesis circulan más de 3 veces y hasta 24 veces entre la cámara de pirólisis y el reformador.

13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la unidad de reformado (14) tiene una cámara de mezcla (18) y una cámara de recogida y (20) la zona de reacción de desplazamiento de gas de agua se proporciona en dicha cámara (18) de mezcla.

14. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que la composición del gas de síntesis se monitoriza en dicha unidad de reformado (14) para determinar el contenido de hidrógeno del gas de síntesis, comprendiendo además el método añadir vapor a dicha zona de reacción de desplazamiento de gas de agua en función del contenido de hidrógeno monitorizado para promover la generación de hidrógeno.

15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende además controlar el proceso mediante el control de la velocidad de circulación del gas.

16. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que se evalúa cada lote de gas de síntesis para determinar si el gas de síntesis logra uno o más criterios de control de calidad de control predeterminados, liberándose el lote de gas de síntesis en el proceso de síntesis en el caso de que logre los criterios de control de calidad requeridos y, de lo contrario, usándose el lote para producir vapor que se usa para mejorar la producción de gas de síntesis.

17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, en el que el uso del gas de síntesis para producir vapor comprende dirigirlo a lo largo de un conducto hacia una caldera y el vapor producido en la caldera se aplica al reformador para su uso en la reacción de desplazamiento de agua.

