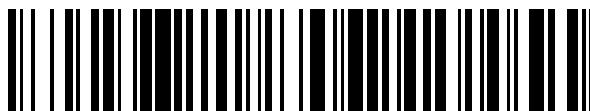


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 869 853**

51 Int. Cl.:

C10J 3/52 (2006.01)

C10J 3/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2011** **PCT/US2011/020340**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011** **WO11087951**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2011** **E 11733212 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2021** **EP 2523897**

54 Título: **Producción de gas de síntesis con bajo contenido de metano a partir de un gasificador de dos etapas**

30 Prioridad:

05.01.2011 US 985051

12.01.2010 US 294354 P

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

26.10.2021

73 Titular/es:

LUMMUS TECHNOLOGY LLC (100.0%)

1515 Broad Street

Bloomfield, NJ 07003, US

72 Inventor/es:

JI, SHUNCHENG;

WILLIAMS, CHANCELOR L. y

HERBANEK, RON W.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 869 853 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

Producción de gas de síntesis con bajo contenido de metano a partir de un gasificador de dos etapas

Campo de la divulgación

La presente invención se refiere a un proceso de gasificación que convierte materias primas carbonosas en productos gaseosos deseables tales como gas de síntesis. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a una mejora que permite la producción de gas de síntesis a partir de un reactor de gasificación que tiene una baja concentración de metano. El proceso de la invención no requiere ningún tratamiento costoso del gas de síntesis para eliminar el exceso de metano antes de la utilización del gas de síntesis como materia prima para la producción a escala industrial de una variedad de productos químicos.

Antecedentes

Los procesos de gasificación se utilizan mucho para convertir materias primas sólidas o líquidas como carbón, coque de petróleo y residuos de petróleo en gas de síntesis. El gas de síntesis está compuesto predominantemente por gas de hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono (CO), y se utiliza como combustible para la producción de electricidad y como materia prima para producir productos químicos como hidrógeno, metanol, amoníaco, gas natural sintético/sustitutivo o aceite sintético para el transporte. Normalmente, el gas de síntesis producido a través de la gasificación de material carbonoso contiene algo de metano. La cantidad relativa de metano en el gas de síntesis varía con el tipo de sistema de gasificación utilizado, pero a menudo se observa que es mayor en sistemas de dos etapas, como el gasificador de dos etapas ConocoPhillips E-Gas™. Otro ejemplo es el diseño del gasificador de fondo seco de lecho fijo de Lurgi GmbH (Frankfurt). En general, el gas de síntesis producido mediante cualquier sistema de gasificación en el que el gas de síntesis salga del reactor a una temperatura inferior a 1.093 °C (2.000 °F) puede presentar una cantidad significativa de metano.

La configuración del gasificador de dos etapas tiene la ventaja de una mayor eficiencia energética, ya que una parte del calor sensible en el gas de síntesis caliente que sale de la primera etapa se utiliza para gasificar una parte de la materia prima añadida a la segunda etapa en ausencia de oxígeno. Dentro de la segunda etapa dominan las reacciones de pirólisis y producen no solo hidrógeno y monóxido de carbono, sino también cantidades significativas de metano. En consecuencia, el gas de síntesis producido a partir de un reactor de gasificación de dos etapas generalmente tiene un contenido de metano más alto que el gas de síntesis de la mayoría de los diseños de gasificadores de una sola etapa. Por ejemplo, el gas de síntesis producido en un gasificador E-Gas™ (ConocoPhillips Co.) contiene por regla general entre un 1,5 y un 4% de metano (volumen seco). Esta cantidad de metano no constituye una preocupación importante cuando el gas de síntesis producido se va a utilizar como combustible para turbinas de combustión de gas que generan electricidad. Sin embargo, este nivel de metano no es deseable cuando el gas de síntesis se va a utilizar como materia prima para la producción de productos químicos, ya que el H_2 y el CO son los componentes del gas de síntesis que se utilizan como materia prima para estos procesos de producción química y, en algunos casos, la presencia de metano es perjudicial para el proceso de producción química previsto. Un ejemplo de esto es la producción de butiraldehído, donde el proceso requiere un gas de síntesis de materia prima que contenga menos de un 0,6% de metano (en volumen).

El documento JP H06 184562 A describe un proceso que utiliza un reactor de gasificación que comprende (i) una cámara de craqueo térmico que tiene una salida para que salga parte del gas de síntesis producido, (ii) una cámara de formación de escoria en la que se oxidan parcialmente carbón pulverizado y carbón vegetal, y (iii) un recipiente de escoria, en el que la escoria fundida se enfría utilizando agua de refrigeración, y que tiene una salida para que salga escoria granulada y una salida para que salga otra parte del gas de síntesis producido. El gas de síntesis que sale del recipiente de escoria se combina con el gas de síntesis que sale de la cámara de craqueo térmico. El gas de síntesis combinado se introduce en una instalación de purificación de gas.

Los métodos de producción química actuales que utilizan gas de síntesis con un alto contenido de metano como materia prima normalmente requieren la separación del metano del gas de síntesis crudo. El gas de purga rico en metano resultante se quema a veces como gas combustible o se convierte en hidrógeno y monóxido de carbono adicionales mediante reformado con vapor del metano a alta temperatura y presión en presencia de un catalizador. Alternativamente, el metano se puede eliminar mediante otros procesos, como la absorción criogénica de aceite magro. Sin embargo, estos procesos son costosos de construir y operar. Por consiguiente, existe la necesidad de una tecnología mejorada que permita la producción de gas de síntesis crudo con un contenido de metano reducido mediante cualquier reactor de gasificación en el que el gas de síntesis normalmente salga del reactor a una temperatura inferior a 1.093 °C (2.000 °F). La invención aquí descrita proporciona un proceso único para proporcionar un gas de síntesis con bajo contenido de metano como materia prima para procesos de producción química sin la necesidad de un costoso tratamiento previo para eliminar metano.

Compendio de la invención

En la presente invención se proporciona un método para gasificar una materia prima carbonosa según la reivindicación 1. En general, el método comprende oxidar parcialmente la materia prima en un reactor de gasificación, produciendo así un gas de producto que comprende H_2 , CO y un pequeño porcentaje de metano. El contenido de metano del gas

de producto está por regla general entre aproximadamente un 0,01% y un 1,5% (volumen seco), pero preferentemente es inferior a un 0,6%, ya que un contenido de metano superior a un 0,6% puede interferir en la utilización del gas de producto como materia prima para una serie de procesos de producción química.

Según un primer aspecto, la presente divulgación está dirigida a un proceso que incluye las siguientes etapas: a) proporcionar un reactor de gasificación que comprende al menos una zona de reacción que tiene una primera salida y una sección de enfriamiento rápido que tiene una segunda salida, en donde la sección de enfriamiento rápido enfría la ceniza fundida y elimina dicha ceniza fundida a través de la segunda salida; b) oxidar parcialmente una primera materia prima carbonosa en la al menos una zona de reacción para producir un gas de producto que comprende H₂, CO y metano, en donde una primera parte del gas de producto sale del reactor a través de la primera salida; c) extraer una segunda parte del gas de producto desde una tercera salida en la sección de enfriamiento rápido del reactor de gasificación, produciendo así una corriente de gas de extracción que comprende un contenido de metano reducido con respecto a la primera parte del gas de producto de la etapa b); d) encaminar la corriente de gas de extracción a través de un conducto a un proceso de producción química, en donde la corriente de gas de extracción sirve como segunda materia prima carbonosa para la producción de productos químicos. El porcentaje de metano en el gas de extracción puede estar entre aproximadamente un 0,01% y aproximadamente un 1,5% (en volumen), pero preferiblemente es inferior a un 0,6% (en volumen).

En determinadas realizaciones, la corriente de gas de extracción empobrecida en metano se utiliza como una segunda materia prima carbonosa para cualquiera de una variedad de procesos de producción química, tales como, por ejemplo, un proceso de Fischer-Tropsch, o un proceso para la producción de metanol, acetato de metilo, urea, nitrato de urea amonio, gas de hidrógeno, butiraldehído, etc.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica con ayuda de la siguiente descripción y con referencia al dibujo adjunto.

La FIGURA 1 es una ilustración esquemática de acuerdo con una realización de la presente invención que representa un reactor de gasificación de dos etapas, mostrando el posicionamiento relativo de las etapas, así como entradas para la materia prima carbonosa y una salida para la obtención de un gas de extracción con un bajo contenido de metano.

La invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, y en los dibujos se muestra una realización específica de la misma a modo de ejemplo. No se pretende que los dibujos estén dibujados a escala. Debe entenderse que los dibujos y sus descripciones detalladas adjuntas no pretenden limitar el alcance de la invención a las realizaciones particulares descritas. Más bien, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y realizaciones alternativas que entren dentro del espíritu y alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

La presente invención es aplicable a cualquier sistema de gasificación en el que la temperatura del gas de síntesis producido sea normalmente inferior a 1.093 °C (2.000 °F), y el contenido de metano del gas de síntesis producido impida su utilización como materia prima para la producción química sin eliminar primero al menos una parte del metano. Dichos procesos de producción pueden incluir, pero no se limitan a, una planta de conversión de carbón a líquidos, o la producción de hidrógeno, amoníaco, urea, metanol o butiraldehído.

Los detalles del proceso de gasificación son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, en la presente memoria solo se describen con el detalle requerido para dar a conocer completamente la presente invención. En determinadas realizaciones, la presente invención se basa en las descripciones de las solicitudes de patente de EE. UU. 12/732,290, 12/640,226, 12/652,318, 12/192471 y 11/834751.

En determinadas realizaciones de la presente invención, la gasificación se lleva a cabo mediante la combustión parcial de una materia prima carbonosa con aire u oxígeno de alta pureza en un reactor de gasificación, creando gas de síntesis caliente que comprende predominantemente hidrógeno y monóxido de carbono, y también algo de metano. El contenido mineral residual de la materia prima carbonosa forma una escoria fundida que se elimina continuamente del gasificador. El gas de síntesis caliente creado en una primera zona de reacción se vaporiza y proporciona el calor necesario para la gasificación de materia prima carbonosa adicional introducida en una segunda zona de reacción. El gas de síntesis que sale del reactor de gasificación se enfría y se limpia de partículas y contaminantes químicos, y luego se acondiciona adicionalmente antes de usarlo como combustible para una turbina de gas o como materia prima para la producción de productos químicos. El proceso de la presente invención se refiere al uso del gas de síntesis como materia prima para la producción de productos químicos.

La presente invención proporciona un reactor de gasificación de dos etapas que comprende una primera y una segunda zonas de reacción. La FIGURA 1 representa un reactor de gasificación de dos etapas según la configuración del reactor de gasificación E-Gas™, propiedad de ConocoPhillips Co. La primera zona de reacción comprende una sección inferior 30 de reactor, mientras que la segunda zona de reacción comprende una sección 40 superior de reactor. En la FIGURA 1, la sección superior 40 de reactor sin combustión del reactor 10 está unida directamente a la

parte superior de la sección inferior 30 de reactor con combustión del reactor 10, de modo que los productos de reacción calientes de la primera zona de reacción se transportan directamente desde la sección inferior 30 de reactor hasta la segunda zona de reacción de la sección superior 40 de reactor, minimizando así la pérdida de calor.

Todavía con referencia a la FIGURA 1, el proceso de gasificación comienza dentro de la primera zona de reacción (o sección inferior 30 de reactor), cuando una materia prima carbonosa se mezcla con una corriente de gas que comprende un gas que contiene oxígeno y/o vapor y se produce una reacción exotérmica rápida en la que la materia prima carbonosa se convierte en un primer producto de mezcla que comprende vapor, hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano y partículas arrastradas tales como ceniza. La ceniza se compone del contenido mineral no combustible de la materia prima carbonosa. La temperatura de la primera zona 30 de reacción 30 se mantiene más alta que el punto de fusión de la ceniza, lo que permite que la ceniza se funda y se aglomere formando un líquido viscoso conocido como escoria. La escoria cae al fondo de la sección inferior 30 de reactor y fluye a través de una piqueta 20 y al interior de una cámara 70 de enfriamiento rápido, después de lo cual se enfría rápidamente con agua y se dirige a través de una salida 90 a un sistema de procesamiento de escoria (no mostrado) para su eliminación final.

La reacción de combustión primaria que tiene lugar en la primera zona de reacción es $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$, que es altamente exotérmica. La misma aumenta la temperatura en la primera zona de reacción a entre 1.093 °C (2.000 °F) y 1.926 °C (3.500 °F). El calor producido en la primera zona de reacción se transporta hacia arriba con la corriente de gas, proporcionando así calor para reacciones de pirólisis que tienen lugar en la segunda zona de reacción sin combustión, incluyendo la vaporización del agua de alimentación, la reacción carbono-vapor y la reacción agua-gas entre CO y H₂O. La reacción de carbono-vapor forma CO y H₂, aumentando así el rendimiento de estos gases utilizables.

En la realización mostrada en la FIGURA 1 se inyecta una corriente sólida pulverizada de materia prima carbonosa en la segunda zona de reacción (o sección superior 40) a través del dispositivo 80 y/o 80a de alimentación. En ciertas realizaciones alternativas (no representadas) se pueden utilizar dispositivos de alimentación alternativos, tales como, pero sin limitarse a, sistemas de alimentación de suspensión, para añadir materia prima al reactor de gasificación.

Las condiciones físicas de la reacción en la segunda zona de reacción (o sección superior 40 de reactor) se controlan para asegurar una rápida gasificación y calentamiento de la materia prima por encima de su intervalo de plasticidad. Una vez dispersada en la sección superior de reactor, la materia prima entra en contacto con el primer producto de mezcla caliente que se eleva desde la primera zona de reacción (o sección inferior 30 de reactor). La materia prima carbonosa se seca a medida que el agua de la suspensión se convierte en vapor, y una parte de la materia prima se gasifica mediante reacciones de pirólisis como la reacción de vapor de carbono ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$) para producir hidrógeno y monóxido de carbono.

Todavía con referencia a la FIGURA 1, la corriente de gas crudo que sale del reactor de gasificación a través de un conducto 120 puede comprender uno o más de los siguientes componentes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrógeno (H₂), agua (H₂O), metano (CH₄) y otros hidrocarburos ligeros, y nitrógeno (N₂). Además, la corriente de gas crudo puede comprender uno o más componentes no deseables (es decir, contaminantes) que deberían eliminarse antes de utilizar la corriente de gas crudo para la producción de productos químicos. Algunos ejemplos de contaminantes comunes que se encuentran en la corriente de gas crudo son compuestos de azufre, como por ejemplo sulfuro de hidrógeno (H₂S), sulfuro de carbonilo (COS), disulfuro de carbono (CS₂), e incluso compuestos orgánicos de azufre tales como mercaptanos y diversos compuestos tiofénicos. Otros ejemplos de contaminantes típicamente presentes en la corriente de gas crudo pueden incluir, pero no se limitan a, amoníaco (NH₃), ácido clorhídrico (HCl) y cianuro de hidrógeno (HCN). El gas de síntesis crudo a alta temperatura se enfría y tanto las partículas como los gases ácidos se eliminan mediante métodos que son comúnmente conocidos por los expertos en la técnica y que están fuera del alcance de este documento (no representados). El gas de síntesis limpio resultante se puede utilizar después como combustible para hacer funcionar una turbina de gas, pero, para algunas aplicaciones químicas, el exceso de metano se ha de eliminar antes de usar el gas de síntesis como materia prima en cualquiera de una variedad de procesos de producción química.

La siguiente Tabla 1 resume la composición de la corriente de gas de síntesis crudo de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, en donde el gas de síntesis se produce mediante un gasificador de dos etapas alimentado con suspensión de la configuración de E-Gas™.

Tabla 1:

Componente	Componente en la corriente de gas crudo (basado en el volumen total de la corriente)		
	Intervalo amplio	Intervalo intermedio	Intervalo estrecho
H ₂	8 - 50% en volumen	10 - 40% en volumen	15 - 35% en volumen
CO	10 - 75% en volumen	15 - 60% en volumen	25 - 50% en volumen

Componente	Componente en la corriente de gas crudo (basado en el volumen total de la corriente)		
	Intervalo amplio	Intervalo intermedio	Intervalo estrecho
CO ₂	1 - 40% en volumen	5 - 30% en volumen	7 - 20% en volumen
H ₂ O	4 - 40% en volumen	8 - 30% en volumen	10 - 25% en volumen
H ₂ S	0,001 - 5% en volumen	0,1 - 2,5% en volumen	0,5 - 2% en volumen
CH ₄	0,05 - 10% en volumen	de 0,1 a 7,5% en volumen	de 0,5 a 5,0% en volumen
COS	100 - 5.000 ppmv	200 - 2.500 ppmv	350 - 1.500 ppmv
HCl	50 - 2.000 ppmv	100 - 1.500 ppmv	250 - 1.000 ppmv
NH ₃	50 - 2.000 ppmv	100 - 1.500 ppmv	250 - 1.000 ppmv
Otros (total)	<2,5% en volumen	<2,0% en volumen	<1% en volumen

La Tabla 1 muestra que la corriente de gas de síntesis crudo producida a partir de la segunda zona de reacción (o sección superior 40) del gasificador puede contener una cantidad significativa de metano (hasta un 10% en volumen). El metano no es un componente de materia prima útil para muchos procesos de síntesis química que utilizan los componentes de H₂ y CO del gas de síntesis como material de partida y, en algunos casos, la presencia de metano impide la síntesis química.

Haciendo referencia de nuevo a la FIGURA 1, los métodos establecidos retiran un gas 100 de extracción de la cámara 70 de enfriamiento rápido para crear una presión negativa que favorece el flujo de ceniza fundida desde el reactor de gasificación a través de la piquera 20 y al interior de la cámara 70 de enfriamiento rápido. La presión negativa creada al retirar el gas de extracción también evita la obstrucción de la piquera con cenizas fundidas. Según la metodología establecida, el gas 100 de extracción se combina con el gas 120 de síntesis crudo obtenido de la segunda zona de reacción (sección superior 40) aguas arriba del sistema de eliminación de partículas (no representado).

Sin embargo, el proceso de la presente invención proporciona un proceso para obtener gas de síntesis de un reactor de gasificación que tiene un contenido de metano muy inferior al contenido de metano del gas de síntesis producido en la segunda zona de reacción (sección superior 40). En determinadas realizaciones, el contenido de metano del gas de síntesis con bajo contenido de metano obtenido puede ser inferior a aproximadamente un 1,5% (volumen seco). Preferiblemente, el contenido de metano del gas de síntesis con bajo contenido de metano obtenido puede ser inferior a aproximadamente un 0,6% (volumen seco). Lo más preferiblemente, el contenido de metano del gas de síntesis con bajo contenido de metano obtenido puede ser inferior a aproximadamente un 0,25% (volumen seco). En la presente invención, el gas 100 de extracción se dirige a través de un conducto a un tambor 110 de lavado. El tambor de lavado contiene una entrada para agua 125 y lava el gas de extracción para eliminar partículas. Los expertos en la técnica conocen comúnmente métodos y aparatos asociados con dichos tambores de lavado. Se produce 140 un gas de síntesis libre de partículas que se puede utilizar como materia prima para una variedad de procesos de producción química sin tratamiento previo adicional.

Ejemplo 1

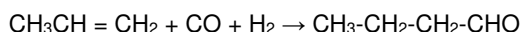
De acuerdo con el proceso de la presente invención se obtiene un gas 100 de extracción de una salida en la cámara de enfriamiento rápido 70. Este gas de extracción comprende un gas de síntesis que tiene un contenido de metano mucho menor que el gas de síntesis emitido desde la segunda zona de reacción (etapa superior 40) del gasificador. Se realizó un análisis para determinar la composición de los gases de síntesis emitidos desde un gasificador E-Gas™ de dos etapas alimentado con suspensión. Se tomaron muestras de gas tanto de la parte superior de la segunda zona 120 de reacción como de una salida 100 de gas de extracción en la cámara 70 de enfriamiento rápido. Se analizó la composición química de las dos muestras y en la Tabla 2 se presentan las cantidades relativas de varios componentes gaseosos dentro de cada muestra.

Tabla 2:

Componente	Gas de síntesis de la segunda zona de reacción (fracción molar)	Gas de extracción (fracción molar)
N ₂	1,5%	1,7%
Ar	0,8%	1,0%
H ₂	35,3%	32,3%
CH ₄	2,7%	0,1%
CO	42,8%	53,1%
CO ₂	16,1%	11,6%
H ₂ S	0,4%	0,2%
NH ₃	0,4%	0,0%
Total	100,0%	100,0%

La tabla 2 muestra que el contenido de metano del gas de síntesis obtenido de la parte superior de la segunda zona de reacción tenía un contenido de metano mucho más alto (2,7%) que el gas de extracción obtenido de la cámara de enfriamiento rápido (0,1%). El gas de extracción también tenía un contenido reducido de sulfuro de hidrógeno y amoníaco. El gas de extracción se somete luego a un procedimiento de limpieza simple en un tambor de lavado convencional para proporcionar un gas de síntesis libre de partículas que es adecuado para su uso como materia prima para una variedad de procesos de producción química.

El proceso de la presente invención es aplicable a una variedad de diferentes procesos de producción química (como se describe) que utilizan los componentes del gas de síntesis como materia prima. En una realización de la presente invención, el coque de petróleo producido por una refinería se utiliza como materia prima carbonosa para un reactor de gasificación de dos etapas alimentado con suspensión. El gas de síntesis producido por la gasificación de la materia prima puede servir como fuente de gas hidrógeno para ciertos procesos de refinería (como hidrotratamiento, etc.), y también como materia prima para cualquier unidad petroquímica que requiera un gas de síntesis con bajo contenido de metano como materia prima. Un ejemplo es un proceso "Oxo", que implica la hidroformilación de propileno a butiraldehído, donde la reacción principal es la siguiente:



Este proceso de síntesis química requiere que el contenido de metano de la materia prima de gas de síntesis sea inferior a un 0,6% (volumen seco), un requisito que se cumple fácilmente con el gas de extracción de metano reducido de la presente invención (como se muestra en la Tabla 2) sin necesidad de un costoso tratamiento previo del gas de síntesis para eliminar el metano.

Definiciones

Para los propósitos de esta descripción, la expresión "gas de síntesis" es sinónima de gas sintético, el término "gas" es sinónimo de metano, gas natural, así como gasolina o cualquier otro combustible de hidrocarburo líquido.

Para los propósitos de esta descripción, el uso de las expresiones "gas de síntesis con bajo contenido de metano" o "gas sintético con bajo contenido de metano" se refiere a un gas de síntesis que tiene un contenido de metano de un 1,5% (volumen seco) o menos.

Todos los porcentajes de composición de gas se expresan como volumen seco a menos que se indique otra cosa.

Otras modificaciones y realizaciones alternativas de varios aspectos de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a la vista de esta descripción. Por consiguiente, esta descripción debe interpretarse únicamente como ilustrativa y tiene el propósito de enseñar a los expertos en la técnica la manera general de llevar a cabo la invención. Se ha de entender que las formas de la invención mostradas y descritas en la presente memoria deben considerarse como ejemplos de realizaciones. Los elementos y materiales se pueden sustituir por los ilustrados y

descritos en la presente memoria, las partes y los procesos se pueden invertir y ciertas características de la invención se pueden utilizar de forma independiente, como resultará evidente todo ello para un experto en la técnica después de disfrutar del beneficio de esta descripción de la invención. Se pueden realizar cambios en los elementos descritos en la presente memoria sin apartarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso que comprende las siguientes etapas:

a) proporcionar un reactor (10) de gasificación que comprende:

al menos una zona (30, 40) de reacción que comprende:

una primera zona (30) de reacción, y

una segunda zona (40) de reacción que incluye una primera salida; y

una sección (70) de enfriamiento rápido que incluye una segunda salida (90), en donde la sección (70) de enfriamiento rápido está configurada para enfriar la ceniza fundida y eliminar dicha ceniza fundida a través de la segunda salida (90), y en donde la primera zona (30) de reacción está situada entre la segunda zona (40) de reacción y la sección (70) de enfriamiento rápido;

b) suministrar una materia prima carbonosa a la primera zona (30) de reacción y suministrar materia prima carbonosa adicional en forma de una suspensión a la segunda zona (40) de reacción;

c) oxidar parcialmente la materia prima carbonosa en la al menos una zona (30, 40) de reacción para producir un gas de producto, que comprende H_2 , CO y metano y que sale del reactor a través de la primera salida, y ceniza fundida;

d) extraer una corriente (100) de gas de extracción desde una tercera salida en la sección (70) de enfriamiento rápido del reactor (10) de gasificación, teniendo la corriente (100) de gas de extracción un contenido de metano reducido con respecto al gas de producto de la etapa c), en concreto entre aproximadamente un 0,01% y aproximadamente un 1,5% de metano basado en el volumen seco;

e) enfriar la ceniza fundida en la sección (70) de enfriamiento rápido y eliminar dicha ceniza fundida a través de la segunda salida (90); y

f) encaminar la corriente (100) de gas de extracción para que sirva como materia prima para un proceso de producción química que comprende un proceso de Fischer-Tropsch, o un proceso para la producción de metanol, amoníaco, acetato de metilo, urea, nitrato de urea amonio, butiraldehído o gas de hidrógeno,

en donde:

la primera zona (30) de reacción tiene combustión y la segunda zona (40) de reacción no tiene combustión,

una oxidación parcial de la materia prima carbonosa es la reacción predominante que se produce dentro de la primera zona (30) de reacción, mientras que la pirólisis de la materia prima carbonosa es la reacción predominante que se produce dentro de la segunda zona (40) de reacción a través del calor producido en la primera zona (30) de reacción, y

la oxidación parcial de la materia prima carbonosa eleva la temperatura de la primera zona (30) de reacción a entre 1.093 °C (2.000 °F) y 1.926 °C (3.500 °F).

2. El proceso de la reivindicación 1, en donde la etapa d) comprende encaminar la corriente (100) de gas de extracción a un tambor (110) de lavado, en donde dicho tambor (110) de lavado utiliza agua para eliminar la mayoría de las partículas de la corriente (100) de gas de extracción, creando así una corriente (100) de gas de extracción limpia; y encaminar la corriente (100) de gas de extracción limpia para que sirva como materia prima para el proceso de producción química.

3. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en donde la corriente (100) de gas de extracción contiene menos de aproximadamente un 0,6% de metano basado en el volumen seco.

4. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en donde la corriente (100) de gas de extracción contiene menos de aproximadamente un 0,25% de metano basado en el volumen seco.

5. El proceso de la reivindicación 1, en donde la corriente (100) de gas de extracción se encamina a un tambor (110) de lavado, en donde dicho tambor (110) de lavado utiliza agua para eliminar partículas del gas.

6. El proceso de la reivindicación 4 cuando depende de la reivindicación 2, en donde la corriente (100) de gas de extracción se produce desde la tercera salida en la sección (70) de enfriamiento rápido inmediatamente debajo de la primera zona (30) de reacción.

7. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en donde el contenido de metano del gas de producto de la parte b) está entre aproximadamente un 0,5% y un 10% basado en el volumen seco.

FIG. 1

