

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 740 002**

51 Int. Cl.:

C10J 3/86 (2006.01)
C10J 3/84 (2006.01)
C10K 1/04 (2006.01)
C10K 3/00 (2006.01)
C10J 3/72 (2006.01)
C10K 1/02 (2006.01)
F22B 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2012 E 17202313 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3301143**

54 Título: **Proceso para enfriar gas de síntesis**

30 Prioridad:

06.04.2011 US 201161516646 P
06.04.2011 US 201161516704 P
06.04.2011 US 201161516667 P
13.12.2011 US 201113324299

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2020

73 Titular/es:

JUPENG BIO (HK) LIMITED (100.0%)
1/F, Hing Lung Commercial Building, 68-74
Bonham Strand, Sheung Wan
Hong Kong, CN

72 Inventor/es:

BELL, PETER;
VANHECKE, NICOLAS y
DESCALES, BERNARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 740 002 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

Proceso para enfriar gas de síntesis

- 5 Se proporciona un proceso para enfriar gas de síntesis. Más específicamente, el gas de síntesis se mezcla con gas de síntesis reciclado enfriado para proporcionar un gas de síntesis mezclado. El gas de síntesis mezclado se transfiere posteriormente a un enfriador de gas de síntesis.

Antecedentes

- 10 Los microorganismos pueden producir etanol y otros compuestos a partir de monóxido de carbono (CO) a través de la fermentación de sustratos gaseosos. El CO se proporciona a menudo a la fermentación como parte de un sustrato gaseoso en la forma de un gas de síntesis. La gasificación de materiales carbonosos para producir gas productor o gas de síntesis o singas que incluye monóxido de carbono e hidrógeno se conoce muy bien en la técnica. Típicamente, tal proceso de gasificación implica una oxidación parcial u oxidación con aire empobrecido de material carbonoso en la que se alimenta una cantidad subestequiométrica de oxígeno al proceso de gasificación para promover la producción de monóxido de carbono.

- 15 El gas de síntesis producido por los procesos de gasificación descritos en la técnica puede ser caliente y necesita enfriamiento antes del procesamiento aguas abajo y la fermentación posterior. El gas de síntesis caliente que comprenden monóxido de carbono generado en un aparato de gasificación, se enfría en un intercambiador de calor o caldera de calor residual aguas abajo del aparato de gasificación, véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. N.º 6.435.139; la Patente de EE.UU. N.º 7.587.995 y la patente de EE.UU. N.º 7.552.701.

- 20 El documento US 4805562 desvela un proceso para la gasificación de carbón para producir gas de síntesis, caracterizándose el proceso por el paso de una corriente de gas producto que contiene partículas pegajosas o fundidas hacia arriba desde la zona de gasificación y la extinción de la corriente de gas producto y las partículas en una zona de enfriamiento recubierta o revestida internamente con nitruro de silicio.

- 30 El enfriamiento efectivo y controlado de gas de síntesis es importante para minimizar el ensuciamiento.

Sumario

- 35 La invención es un proceso para enfriar gas de síntesis de acuerdo con la reivindicación 1. El proceso para enfriar el gas de síntesis incluye la mezcla de gas de síntesis con gas de síntesis reciclado enfriado en una cantidad efectiva para proporcionar un gas de síntesis mezclado con una temperatura en una entrada de un enfriador de gas de síntesis de 316 °C a 760 °C (de 600 °F a 1400 °F). El gas de síntesis mezclado cambia la dirección del flujo al menos una vez antes de la entrada del enfriador de gas de síntesis. El proceso utiliza un sistema de mezclado de gas de síntesis que incluye una cámara de gasificación que tiene un diámetro D_H y una entrada de reciclaje de gas de síntesis que tiene un diámetro D_c . La entrada de reciclaje de gas de síntesis entra en la cámara de gasificación en un extremo distal de la cámara de gasificación. El sistema incluye una salida de gasificación que tiene un diámetro D_M . La salida de gasificación es continua con el extremo distal de la cámara de gasificación y la salida de gasificación que incluye al menos un cambio de dirección antes de entrar en un enfriador de gas de síntesis.

- 45 El gas de síntesis reciclado enfriado se suministra a un extremo distal de una cámara de gasificación que tiene un diámetro D_H a través de una entrada de reciclaje de gas de síntesis que tiene un diámetro D_c , y D_c/D_H es de aproximadamente 0,25 a aproximadamente 0,75.

Breve descripción de las figuras

- 50 Los anteriores y otros aspectos, características y ventajas de varios aspectos del proceso serán más evidentes a partir de los siguientes dibujos, que ilustran sistemas en los que se puede realizar el proceso.

La Figura 1 ilustra un sistema de mezclado de gas de síntesis.

- 55 La Figura 2 muestra una vista inferior de un sistema de mezclado de gas de síntesis.

- Los caracteres de referencia correspondientes indican los componentes correspondientes en todas las diversas vistas de los dibujos. Los expertos en la materia apreciarán que los elementos en las figuras se ilustran en cuanto a simplicidad y claridad y no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos en las figuras pueden estar exageradas con relación a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de diversos aspectos del presente proceso y aparato. Asimismo, los elementos comunes pero bien entendidos que son útiles o necesarios en aspectos comercialmente viables a menudo no se representan, con el fin de facilitar una vista menos obstruida de estos diversos aspectos.

- 65 Descripción detallada

La siguiente descripción no debe tomarse en un sentido limitativo, sino que se realiza simplemente con el propósito de describir los principios generales de las realizaciones ejemplares. El alcance de la invención debe determinarse con referencia a las reivindicaciones.

- 5 El proceso de enfriamiento de gas de síntesis se realiza a temperaturas efectivas para proporcionar un enfriamiento eficaz del gas de síntesis y una reducción del ensuciamiento del equipo. El diseño del sistema proporciona un mezclado efectivo del gas de síntesis.

Definiciones

- 10 Salvo que se defina de otra forma, los siguientes términos, tal como se usan a lo largo de la presente memoria descriptiva, para la presente divulgación se definen tal como sigue y pueden incluir las formas en singular o en plural de las definiciones definidas a continuación:

- 15 el término "aproximadamente" que modifica cualquier cantidad se refiere a la variación en esa cantidad encontrada en condiciones del mundo real, por ejemplo, en el laboratorio, planta piloto o instalación de producción. Por ejemplo, una cantidad de un ingrediente o medición empleada en una mezcla o cantidad cuando está modificada por el término "aproximadamente" incluye la variación y el grado de cuidado típicamente empleado en la medición de una condición experimental en un laboratorio o planta de producción. Por ejemplo, la cantidad de un componente de un producto cuando está modificada por el término "aproximadamente" incluye la variación entre lotes en múltiples experimentos en la planta o el laboratorio y la variación inherente en el método analítico. Ya sea modificado o no por "aproximadamente", las cantidades incluyen equivalentes a esas cantidades. Cualquier cantidad mencionada en el presente documento y modificada por el término "aproximadamente" también puede emplearse en la presente divulgación como cantidad no modificada por el término "aproximadamente".

- 25 "Material carbonoso", como se usa en el presente documento, se refiere a un material rico en carbono, tal como carbón y productos petroquímicos. Sin embargo, en esta memoria descriptiva, material carbonoso incluye cualquier material de carbono ya sea en estado sólido, líquido, gaseoso o de plasma. Entre los numerosos elementos que pueden considerarse material carbonoso, la presente divulgación contempla: material carbonoso, producto líquido carbonoso, reciclaje de líquidos industriales carbonosos, residuos sólidos municipales carbonosos (MSW o msw), residuos urbanos carbonosos, material agrícola carbonoso, material forestal carbonoso, residuos de madera carbonosos, material de construcción carbonoso, material vegetal carbonoso, residuos industriales carbonosos, residuos de fermentación carbonosos, coproductos petroquímicos carbonosos, coproductos de producción de alcohol carbonosos, carbón carbonoso, llantas, plásticos, residuos de plástico, alquitrán de horno de coque, fibrosoft, lignina, licor negro, polímeros, polímeros de desecho, polietilentereftalato (PETA), poliestireno (PS), lodos de depuradora, residuos animales, residuos de cultivos, cultivos energéticos, residuos del procesamiento forestal, residuos de transformación de la madera, desechos de ganado, desechos de aves de corral, residuos de procesamiento de alimentos, residuos del proceso fermentativo, coproductos de etanol, grano agotado, microorganismos agotados, o sus combinaciones.

- 40 El término "fibrosoft" o "Fibersoft" o "fibrosoft" o "fibrousoft" significa un tipo de material carbonoso que se produce como resultado del reblandecimiento y la concentración de varias sustancias; en un ejemplo, el material carbonoso se produce por esterilización en autoclave con vapor de diversas sustancias. En otro ejemplo, el fibrosoft puede incluir la esterilización en autoclave con vapor de residuos municipales, industriales, comerciales y médicos, que dan como resultado un material fibroso blando.

- 45 El término "residuos sólidos municipales" o "RSU" o "msw" significa los residuos que pueden incluir residuos domésticos, comerciales, industriales y/o desechos.

- El término "singas" o "gas de síntesis" significa gas de síntesis que es el nombre dado a una mezcla de gas que contiene cantidades variables de monóxido de carbono e hidrógeno. Los ejemplos de métodos de producción incluyen reformado con vapor de gas natural o hidrocarburos para producir hidrógeno, la gasificación del carbón y en algunos tipos de instalaciones de gasificación de residuos a energía. El nombre proviene de su uso como productos intermedios en la creación de gas natural sintético (SNG) y para la producción de amoníaco o metanol. El gas de síntesis es combustible y a menudo se usa como fuente de combustible o como producto intermedio para la producción de otros productos químicos.

- 55 En un aspecto, la gasificación de los materiales carbonosos proporciona gas de síntesis. La gasificación implica una combustión parcial de biomasa en un suministro restringido de oxígeno. El gas resultante incluye CO y H₂. En este aspecto, el gas de síntesis contendrá al menos aproximadamente el 20 % en moles de CO, en un aspecto, de aproximadamente el 20 a aproximadamente el 100 % en moles de CO, en otro aspecto, de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 90 % en moles de CO, en otro aspecto, de aproximadamente el 40 a aproximadamente el 80 % en moles de CO, y en otro aspecto, de aproximadamente el 50 a aproximadamente el 70 % en moles de CO. El gas de síntesis tendrá una relación de CO/CO₂ de al menos aproximadamente 0,75. Los documentos con números de serie 61/516.667, 61/516.704 y 61/516.646 describen algunos ejemplos de métodos y aparatos de gasificación adecuados (los documentos con números de serie de EE. UU. 61/516.667, 61/516.704 y 61/516.646, todos ellos presentados el 6 de abril de 2011. El gas de síntesis que sale del gasificador tendrá una temperatura superior a aproximadamente 760 °C (1400 °F) y, en otro aspecto, al menos de aproximadamente 760 °C a aproximadamente 1927 °C (de aproximadamente 1400 °F a aproximadamente 3500 °F). El proceso de gasificación es efectivo para la destrucción de alquitranes.

Sistema de enfriamiento de gas de síntesis

5 Como se muestra en la Figura 1, el sistema de mezclado de gas incluye una cámara de gasificación 100. Una entrada
 300 de reciclaje de gas de síntesis entra en un extremo distal o sección de salida de la cámara de gasificación 200.
 En este aspecto, la entrada 300 de reciclaje de gas de síntesis entra en el extremo distal 200 de la cámara de
 gasificación 100 en una circunferencia exterior. La entrada 300 de gasificación entra en el extremo distal de la cámara
 10 de gasificación 200 de manera tangencial y puede estar en un ángulo (mostrado como θ) de aproximadamente 15 a
 aproximadamente 165°, en otro aspecto, de aproximadamente 30 a aproximadamente 150°, en otro aspecto, de
 aproximadamente 45 a aproximadamente 135°, en otro aspecto, de aproximadamente 60 a aproximadamente 120°,
 en otro aspecto, de aproximadamente 75 a aproximadamente 105°, y en otro aspecto, de aproximadamente 85 a
 aproximadamente 95°.

15 El gas de síntesis caliente que sale del gasificador 100 entra en contacto con el gas de síntesis enfriado reciclado a
 través de una entrada 300 de reciclaje de gas de síntesis. El gas de síntesis enfriado reciclado entra en contacto con
 el gas de síntesis caliente en un punto después de que el gas de síntesis caliente abandona el gasificador y antes de
 que el gas de síntesis mezclado entre en un enfriador de gas de síntesis (no mostrado) a través de una salida de
 gasificación 400. La salida de gasificación 400 puede ser un conducto o tubería. En este aspecto, "gas de síntesis
 20 enfriado reciclado" se refiere a un gas de síntesis enfriado en un enfriador de gas de síntesis a una temperatura de
 aproximadamente 177 °C a aproximadamente 232 °C (de aproximadamente 350 °F a aproximadamente 450 °F).

El proceso incluye la mezcla de gas de síntesis enfriado reciclado con gas de síntesis caliente en una proporción de
 aproximadamente 0,1 a aproximadamente 20. En otros aspectos, las proporciones de gas de síntesis enfriado
 25 reciclado a gas de síntesis caliente pueden incluir de aproximadamente 1 a aproximadamente 15, de aproximadamente
 1 a aproximadamente 10, de aproximadamente 1 a aproximadamente 5, de aproximadamente 1 a aproximadamente
 4, de aproximadamente 1 a aproximadamente 3, de aproximadamente 1 a aproximadamente 2, y de aproximadamente
 1 a aproximadamente 1.

30 El gas de síntesis mezclado tiene una temperatura de aproximadamente 316 °C a aproximadamente 760 °C (de
 aproximadamente 600 °F a aproximadamente 1400 °F), en otro aspecto, de aproximadamente 399 °C a
 aproximadamente 760 °C (de aproximadamente 750 °F a aproximadamente 1400 °F), en otro aspecto, de
 aproximadamente 399 °C a aproximadamente 649 °C (de aproximadamente 750 °F a aproximadamente 1200 °F), en
 otro aspecto, de aproximadamente 399 °C a aproximadamente 482 °C (de aproximadamente 750 °F a
 35 aproximadamente 900 °F), en otro aspecto, de aproximadamente 399 °C a aproximadamente 441 °C (de
 aproximadamente 750 °F a aproximadamente 825 °F), y en otro aspecto, de aproximadamente 316 °C a
 aproximadamente 482 °C (de aproximadamente 600 °F a aproximadamente 900 °F). En este aspecto, un termopar
 mide la temperatura en una entrada del enfriador de gas de síntesis 500. El termopar puede colocarse en cualquier
 posición a través de un diámetro de la entrada del enfriador de gas de síntesis 500.

40 Como se usa en el presente documento, "temperatura promedio" se refiere a los métodos conocidos utilizados para
 determinar múltiples temperaturas a lo largo de un diámetro y expresar después esas múltiples mediciones de
 temperatura como un promedio. En un aspecto, puede usarse modelado computarizado para proporcionar una
 temperatura promedio. En otros aspectos, se pueden obtener múltiples temperaturas usando termopares equipados
 45 para tales mediciones, detección infrarroja y similares.

La temperatura, los caudales y la configuración del enfriador de gas de síntesis son efectivos para prevenir el flujo de
 gas de síntesis enfriado reciclado y de gas de síntesis mezclado en la cámara de gasificación 200. En este aspecto,
 el flujo a través del enfriador de gas de síntesis es mayor que aproximadamente 24 metros por segundo.

50 Como se muestra además en la Figura 1, el extremo distal de la cámara de gasificación 200 es continuo con una salida
 de gasificación 400. La salida de gasificación 400 puede cambiar de dirección al menos una vez antes de entrar en un
 enfriador de gas de síntesis. Como se muestra en la Figura 1, la salida de gasificación 400 cambia de dirección una
 vez a un ángulo de 90°. En este aspecto, la salida de gasificación 400 puede cambiar de dirección al menos una vez,
 55 siendo cualquier cambio de dirección, independientemente, a un ángulo de aproximadamente 15 a aproximadamente
 165°.

Como se ilustra en la Figura 1, la cámara de gasificación 200 tiene un diámetro de D_H , la entrada 300 de reciclaje de
 gas de síntesis tiene un diámetro de D_c , y la salida de gasificación 400 tiene un diámetro de D_M . La entrada 300 de
 60 reciclaje de gas de síntesis se encuentra a una distancia (L) de la salida 400 de gasificación. Las razones de las
 mediciones pueden ser las siguientes:

D_c/D_H : de aproximadamente 0,25 a aproximadamente 0,75, en otro aspecto, de aproximadamente 0,35 a
 aproximadamente 0,65, y en otro aspecto, de aproximadamente 0,45 a aproximadamente 0,55;
 65 L/D_H : de aproximadamente 1 a aproximadamente 10, en otro aspecto, de aproximadamente 3 a aproximadamente
 8, y en otro aspecto, de aproximadamente 4 a aproximadamente 6; y
 D_H/D_M : de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,0, en otro aspecto, de aproximadamente 0,75 a

ES 2 740 002 T3

aproximadamente 1,75, y en otro aspecto, de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 1,5.

5 En otro aspecto, la entrada 300 de reciclaje de gas de síntesis puede tener un diámetro de aproximadamente 0,81 m (32 pulgadas) a aproximadamente 1,07 m (42 pulgadas), en otro aspecto, de aproximadamente 0,86 m (34 pulgadas) a aproximadamente 1,02 m (40 pulgadas), y en otro aspecto, de aproximadamente 0,89 m (35 pulgadas) a aproximadamente 0,97 m (38 pulgadas). La salida de gasificación 400 puede tener un diámetro de aproximadamente 1,02 m (40 pulgadas) a aproximadamente 1,32 m (52 pulgadas), en otro aspecto, de aproximadamente 1,09 m (43 pulgadas) a aproximadamente 1,25 m (49 pulgadas), y en otro aspecto, de aproximadamente 1,14 m (45 pulgadas) a aproximadamente 1,19 m (47 pulgadas).

10 La Figura 2 ilustra una vista inferior del sistema de enfriamiento de gas de síntesis. En este aspecto, la entrada 300 de reciclaje de gas de síntesis entra en la cámara de gasificación 100 en una circunferencia exterior 600 de la cámara de gasificación.

15 En otro aspecto, la entrada 300 de reciclaje de gas de síntesis entra en la cámara de gasificación 100 en un punto por encima de la cámara de gasificación 100 y el mezclado inicial de gas se produce en un punto por encima de la cámara de gasificación 100. En esta configuración, Cualquier depósito formado puede caer hacia la cámara de gasificación 100.

20 Ejemplos

Ejemplo 1: Efecto de la temperatura de entrada del enfriador de gas de síntesis sobre la transferencia de calor y el ensuciamiento

25 Un gasificador que tiene el diseño descrito en el presente documento se hizo funcionar con las temperaturas y los caudales descritos a continuación. Se determinó un factor de ensuciamiento como se indica.

Factor de ensuciamiento a una temperatura de entrada de 600 °F (316 °C) al enfriador de gas de síntesis.

Tiempo acumulado (horas)	Temperatura del gas de síntesis en la entrada del enfriador de gas de síntesis °F (°C)	Velocidad de alimentación del gas de síntesis al enfriador lb/h (kg/h)	Factor de ensuciamiento Btu/(pie ² h °F) (W/(m ² °C))	Factor de ensuciamiento
7,7	601 (316)	47,7 (216)	0,022 (0,125)	45
15,7	614 (323)	512 (232)	0,034 (0,193)	29
23,7	597 (314)	862 (391)	0,009 (0,051)	115
31,7	608 (320)	730 (331)	0,008 (0,045)	132
40	605 (318)	1647 (747)	0,002 (0,011)	444
56	597 (314)	432 (196)	0,023 (0,131)	43
64,7	593 (312)	708 (320)	0,011 (0,062)	92
72	577 (303)	618 (280)	0,014 (0,079)	70
80	595 (313)	596 (270)	0,019 (0,108)	52
89	577 (303)	1416 (642)	0,007 (0,040)	149
188,15	583 (306)	355 (161)	0,006 (0,034)	164
196	572 (300)	372 (169)	0,024 (0,136)	41
207,7	565 (296)	345 (156)	0,048 (0,273)	21
216	577 (303)	317 (144)	0,034 (0,193)	29
223,7	572 (300)	385 (175)	0,024 (0,136)	41

30 El factor de ensuciamiento promedio a una temperatura de entrada de 600 °F (316 °C) fue de 0,019 Btu/(pie²h °F) (0,108 W/(m² °C)).

35 Un gasificador que tiene el diseño descrito en el presente documento se hizo funcionar con temperaturas de entrada del enfriador de gas de síntesis más bajas y los caudales descritos a continuación. Se determinó un factor de ensuciamiento como se indica.

Factor de ensuciamiento a una temperatura de entrada de 1300 °F (704 °C) al enfriador de gas de síntesis:

ES 2 740 002 T3

Tiempo acumulado (horas)	Temperatura del gas de síntesis en la entrada del enfriador de gas de síntesis °F (°C)	Velocidad de alimentación del gas de síntesis al enfriador lb/h (kg/h)	Factor de ensuciamiento Btu/(pie ² h °F) (W/(m ² °C))	Factor de ensuciamiento
7,5	1297 (703)	288 (131)	(0,238)	23,6
19,5	1293 (701)	314 (142)	0,070 (0,397)	14,3
105,5	1295 (702)	215 (98)	0,119 (0,676)	8,4
118,5	1295 (702)	230 (104)	0,100 (0,568)	10
129,5	1294 (701)	194 (88)	0,123 (0,698)	8,1
153,5	1297 (703)	191 (87)	0,098 (0,556)	10,2
166,5	1295 (702)	198 (90)	0,096 (0,545)	10,4
177,5	1295 (702)	233 (106)	0,072 (0,409)	13,8
190,5	1297 (703)	209 (95)	0,099 (0,562)	10,1
260,5	1308 (709)	240 (109)	0,050 (0,284)	20,2
273,5	1302 (706)	214 (97)	0,067 (0,380)	14,9
285,5	1301 (705)	183 (83)	0,082 (0,466)	12,2
298,5	1295 (702)	229 (104)	0,078 (0,443)	12,8
309,5	1296 (702)	264 (120)	0,080 (0,454)	12,5
317	1314 (712)	240 (109)	0,097 (0,551)	10,3
326,5	1328 (720)	275 (125)	0,078 (0,443)	12,8
338,83	1322 (717)	291 (132)	0,068 (0,386)	14,8
346,5	1332 (722)	281 (127)	0,070 (0,397)	14,3
350,5	1346 (730)	312 (142)	0,071 (0,403)	14
368,5	1336 (724)	213 (97)	0,081 (0,460)	-12,3
374,5	1335 (724)	263 (119)	0,074 (0,420)	13,6

El factor de ensuciamiento promedio a una temperatura de entrada de 1300 °F (704 °C) fue de 0,078 Btu/(pie²h °F) (0,443 W/(m² °C)).

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para enfriar gas de síntesis, comprendiendo el proceso:

- 5 mezclar el gas de síntesis que sale de una cámara de gasificación con gas de síntesis reciclado enfriado en una cantidad efectiva para proporcionar un gas de síntesis mezclado con una temperatura en la entrada de un enfriador de gas de síntesis de 316 °C a 760 °C (de 600 °F a 1400 °F),
10 en donde el gas de síntesis reciclado enfriado se suministra a un extremo distal de una cámara de gasificación que tiene un diámetro D_H a través de una entrada de reciclaje de gas de síntesis que tiene un diámetro D_C , en donde el extremo distal de la cámara de gasificación es continuo con una salida de gasificación, y la salida de gasificación cambia de dirección al menos una vez antes de entrar en el enfriador de gas de síntesis, siendo cada cambio de dirección independientemente a un ángulo de 15 a 165° de manera que el gas de síntesis mezclado cambia la dirección del flujo al menos una vez antes de la entrada del enfriador de gas de síntesis
15 en donde un flujo de gas de síntesis a través del enfriador de gas de síntesis es mayor que 24 metros por segundo.
2. El proceso de la reivindicación 1, en donde el gas de síntesis reciclado enfriado tiene una temperatura en el intervalo de 177 °C a 232 °C (de 350 °F a 450 °F).
3. El proceso de la reivindicación 1, en donde el gas de síntesis reciclado enfriado se mezcla con gas de síntesis en una proporción de 0,1 a 20.
4. El proceso de la reivindicación 1, en donde el gas de síntesis mezclado tiene una temperatura de 316 °C a 482 °C (de 600 °F a 900 °F).
- 25 5. El proceso de la reivindicación 4, en donde el gas de síntesis mezclado tiene una temperatura de 399 °C a 441 °C (de 750 °F a 825 °F).
6. El proceso de la reivindicación 1, en donde la entrada de reciclaje de gas de síntesis entra en el extremo distal de la cámara de gasificación tangencialmente en una circunferencia exterior de la cámara de gasificación.
- 30 7. El proceso de la reivindicación 1, en donde la entrada de reciclaje de gas de síntesis entra en el extremo distal de la cámara de gasificación a un ángulo de 15 a 165°.
8. El proceso de la reivindicación 1, en donde L (distancia entre la entrada de reciclaje de gas y la salida del gasificador)/ D_H es de 1 a 10.
- 35 9. El proceso de la reivindicación 1, en donde D_C/D_H es de 0,25 a 0,75.
10. El proceso de la reivindicación 1, en donde la salida de gasificación tiene un diámetro D_M y D_H/D_M es de 0,5 a 2,0.

Figura 1

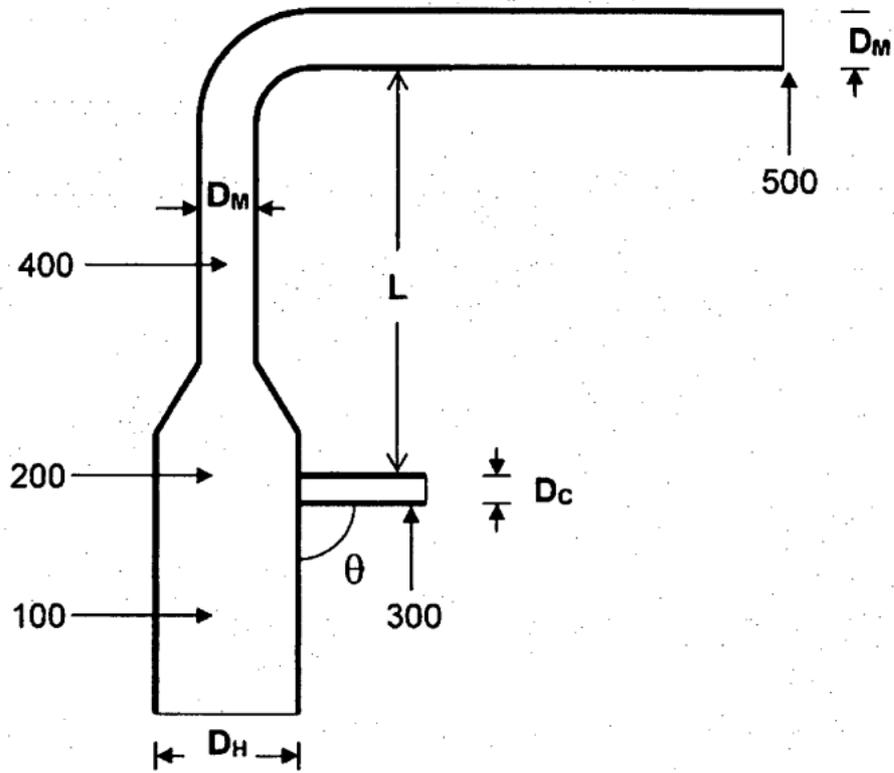


Figura 2

