

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 815**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/14** (2006.01)

**C10K 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2013 PCT/NL2013/050590**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14051419**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013 E 13756726 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2882517**

54 Título: **Líquido de depuración de polisiloxano para eliminar compuestos de tipo alquitrán**

30 Prioridad:

**10.08.2012 NL 2009310**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.03.2017**

73 Titular/es:

**STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM  
NEDERLAND (100.0%)  
Westerduinweg 3  
1755 LE Petten, NL**

72 Inventor/es:

**VREUGDENHIL, BEREND JOOST;  
BOS, ALEXANDER y  
BLEIJENDAAL, LUCAS PANCRATIUS JOHANNES**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o  
Bemerkungen) en el folleto original publicado por  
la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 604 815 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

Líquido de depuración de polisiloxano para eliminar compuestos de tipo alquitrán

5 [0001] La presente invención se refiere a un método avanzado para eliminar materia orgánica suspendida, tal como alquitrán de flujos de gas.  
Tales flujos de gas se pueden originar p.ej. de la gasificación de biomasa, residuos orgánicos o carbón.

Antecedentes

10 [0002] Un método para la clarificación de corrientes de gas se conoce de la WO 2008/010717.  
En este método, el gas que deja un reactor de biomasa está sujeto a un flujo de aceite de hidrocarburo.  
El exceso de aceite se redistribuye y se usa después de la filtración para contactar con el gas del reactor.  
El aceite adicional se recibe a partir de un dispositivo de separación aguas abajo en el que se introduce el gas.

15 [0003] La WO 03/018723 divulga un denominado sistema de OLGA para la gasificación de biomasa.  
El gas que resulta de la gasificación está sujeto a un tratamiento de limpieza en dos etapas para eliminar el alquitrán.  
En una primera fase, el gas se condensa en un primer fluido de limpieza que es un aceite de hidrocarburo.  
20 Se puede producir la saturación, por ejemplo, pulverizando aceite en la corriente de gas.  
En una segunda fase, el aceite se usa para la absorción del alquitrán restante en una columna de absorción.  
Después del uso, el aceite con alquitrán se descarga a un separador donde las fracciones pesadas retornan al gasificador de biomasa y las fracciones más ligeras se usan, además, como aceite para el proceso anterior.

25 [0004] La WO 2011/037463 divulga un sistema de recuperación de aceite (ORS) para una eliminación de alquitrán más eficaz de la biomasa gasificada.  
Usa un primer aceite de limpieza que se basa en hidrocarburos aromáticos y donde la mezcla de alquitrán y primer aceite de limpieza se separa en una fracción ligera y una fracción pesada, y la fracción ligera se reutiliza como primer aceite de limpieza.  
30 El segundo aceite de limpieza para eliminar componentes de alquitrán residual se basa en hidrocarburos alifáticos.

[0005] El uso de aceites de hidrocarburo para eliminar alquitrán tiene algunas desventajas, tales como una estabilidad limitada a altas temperaturas y en presencia de agua y agentes oxidantes, que dan como resultado la degradación y pérdida de aceite, debido a la volatilidad significativa de los hidrocarburos.  
35 Como resultado, el líquido y equipo de depuración se contaminan y el proceso debe interrumpirse a intervalos regulares para el intercambio del líquido de depuración y la limpieza del equipo.

[0006] La US 5772734 divulga el uso de una amplia variedad de líquidos de depuración orgánicos, incluyendo aceites de silicona de baja viscosidad, aceites de minerales ligeros y éter de glicol, especialmente, éter de dibutilo de trietileno glicol para eliminar compuestos orgánicos, tales como hidrocarburos clorados o hidrocarburos aromáticos (tales como tolueno) de corrientes de gas industrial.

[0007] Se ha observado que los problemas asociados a procesos al estado de la técnica se pueden resolver eficazmente usando un aceite de depuración basado en un polisiloxano.

45 Descripción de la invención

[0008] La invención pertenece así a un proceso de la clarificación de una corriente de gas, según la reivindicación 1.  
El contacto (depuración) produce la absorción de compuestos de tipo alquitrán, es decir, compuestos (poli)aromáticos de más de 6 átomos de carbono, especialmente 9-18 átomos de carbono, en el líquido de depuración de polisiloxano.

La corriente de gas que va a ser clarificada puede ser cualquier gas que comprenda moléculas pequeñas tales como hidrógeno, nitrógeno, hidrocarburos pequeños (sobre 4 átomos de carbono, tales como metano y etano), monóxido de carbono y dióxido de carbono.

55 Por ejemplo, el gas puede comprender hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, nitrógeno y (vapor) de agua, además de los componentes de alquitrán.

El gas es, en particular, un gas de energía o un gas de síntesis que contiene uno o más de hidrógeno, monóxido de carbono y metano, además de niveles variables de nitrógeno, dióxido de carbono y/o agua, y a veces amoníaco e hidrocarburos pequeños diferentes del metano.

60 [0009] Más en particular, el gas comprende al menos un 30 % en vol., especialmente más del 40 % de uno o más de hidrógeno, metano y monóxido de carbono.

Una composición típica de una mezcla de gasificación comprende 10-40 % CO, 5-30 % CO<sub>2</sub>, 2-40 % H<sub>2</sub>, 4-24 % CH<sub>4</sub> y 5-40 % H<sub>2</sub>O (basado en volúmenes).

65 Los componentes tipo alquitrán pueden estar presentes en una concentración muy variable, por ejemplo de 1 ppm a 2 % o más alto, del cual el benceno puede ser el más abundante (p. ej. hasta 1 % (v/v) y hasta 10 % de la energía

de la mezcla de gasificación).

En caso de la gasificación usando aire, estos niveles se dividen aproximadamente por 2, el resto 40-60 % de la mezcla es nitrógeno.

5 [0010] Tal gas se puede originar de la gasificación de biomasa, residuos orgánicos, carbón o una mezcla de estos. Los residuos orgánicos pueden ser, p. ej. residuos sólidos municipales (MSW) y materiales que dan como resultado combustible derivado de residuos (RDF). La biomasa puede ser residuos agrícolas o de silvicultura (astillas de madera, hojas, paja, césped, etc.) y similar.

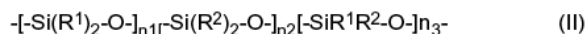
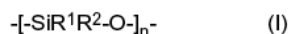
10 [0011] El polisiloxano orgánico para usarse como un líquido de (depuración) de lavado comprende una cadena de oxígeno de silicio alternante donde el silicio es posteriormente sustituido por grupos orgánicos. El polisiloxano es un polisiloxano de arilo, es decir, al menos una parte de los grupos orgánicos son grupos de arilo, incluyendo aralquilo o grupos de alcarilo.

15 Preferiblemente, el polisiloxano comprende un promedio de entre el grupo de arilo 0,2 y 1,8 C5-C14, más preferiblemente el grupo de arilo 0,2-1,8 C5-C10, por átomo de silicio. Ventajosamente, el polisiloxano también comprende grupos de alquilo, en particular, el grupo de alquilo 0,2-1,8 C1-C6 por átomo de silicio, más en particular los grupos de alquilo 0,2-1,8 C1-C4 por átomo de silicio.

20 [0012] En una forma de realización preferida, el polisiloxano comprende un promedio de entre 0,5 y 1,5 C5-C10, más preferiblemente grupo de arilo 0,5-1,5 C5-C14, de la forma más preferible grupo de arilo 0,5-1,5 C6-C8 por átomo de silicio y/o entre grupo de alquilo 0,5 y 1,5 C1-C4 por átomo de silicio.

El polisiloxano preferentemente tiene un peso molar entre 500 y 14.000 Da, preferiblemente entre 700 y 7.000 Da, más preferiblemente entre 1.000 y 5.500.

25 [0013] El polisiloxano se puede representar por una de las fórmulas (I) y (II);



donde:

30 - R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> son los mismos o diferentes, opcionalmente grupos de hidrocarbilo C<sub>1</sub>-C<sub>14</sub> sustituidos,  
 - n es entre 5 y 100, preferiblemente entre 7 y 40,  
 - n<sub>1</sub> + n<sub>2</sub> + n<sub>3</sub> = n, (n<sub>1</sub>+n<sub>3</sub>)/n<sub>2</sub> es entre 1/9 y 9/1, preferiblemente entre 1/4 y 4/1, de la forma más preferible entre 2/3 y 3/2, y/o (n<sub>2</sub>+n<sub>3</sub>)/n<sub>1</sub> es entre 1/9 y 9/1, preferiblemente entre 1/3 y 3/1, de la forma más preferible entre 2/3 y 3/2.

35 [0014] Los polisiloxanos preferidos de fórmulas (I) y (II) son aquellos donde R<sup>1</sup> comprende al menos un 50 % (por número) de grupos de arilo, preferiblemente de 5-14 átomos de carbono, más preferiblemente de 5-10 átomos de carbono, de la forma más preferible de 6-8 átomos de carbono, el resto son p. ej. grupos de alquilo.

Preferiblemente al menos el 80 %, más preferiblemente al menos el 95 % de los grupos R<sup>1</sup> son tales grupos de arilo. Los grupos de arilo como se utilizan en este caso incluyen alquilarilo y grupos de arilaquilo (aralquilo).

40 Los grupos de arilo adecuados incluyen fenilo, metilfenilo (p-tolilo), metoxifenilo, bencilo, 2-fenilo-isopropilo, naftilo y similar.

Preferiblemente R<sup>2</sup> comprende grupos de alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>.

Los grupos de alquilo adecuados incluyen por ejemplo metilo y etilo.

45 [0015] El polisiloxano puede ser un homopolímero, como se representa mediante la fórmula (I) o un copolímero aleatorio, alternante o bloque como se representa mediante la fórmula (II), de dialquilo, arilo de alquilo y/o diaril siloxanos.

Esto puede ser también una mezcla de diferente polidialquilo, arilo de polialquilo y/o polidiaril siloxanos.

50 Preferiblemente, el polisiloxano es un poli-metilfenil-siloxano o un polidifenil-co-dimetil-siloxano o un polimetil-fenil-co-dimetil-siloxano.

Preferiblemente, la proporción de grupos de arilo es entre 0,5 y 1,5 de grupos de arilo (por ejemplo fenilo) por átomo de silicio.

Un polisiloxano más preferido es poli(metilfenilsiloxano).

55 Dependiendo de los componentes de alquitrán que se van a eliminar y las condiciones de eliminación, los siloxanos específicos, p. ej. tienen un peso molecular específico y/o los grupos orgánicos específicos se pueden preparar y usar.

Los polisiloxanos se pueden preparar por métodos conocidos en la técnica. Varios polisiloxanos orgánicos incluyendo poli(metil-fenilsiloxano) y poli-co-difenil-dimetil-siloxano están disponibles comercialmente.

60 [0016] En el proceso de la invención, el gas contacta con el polisiloxano a temperaturas elevadas, tales como una temperatura entre 30 y 150 °C, preferiblemente entre 60 y 120 °C, para absorber en este los componentes aromáticos tipo alquitrán.

A diferencia de procesos del estado de la técnica que utilizan líquidos de depuración hidrocarbonada, la temperatura no necesita estar por encima del punto de condensación de agua, ya que el agua se puede absorber en el líquido sin causar problemas.

5 La posibilidad de operar por debajo del punto de condensación de agua constituye otra ventaja del proceso de la invención.

[0017] Las temperaturas de contacto (depuración) anteriores se aplicarán en condiciones atmosféricas o ligeramente superatmosféricas.

10 Cuando se usan presiones más altas, las temperaturas serán típicamente más altas para tener presiones de vapor comparables de distintos componentes.

Como una regla general aproximada, una multiplicación de la presión corresponde a una temperatura más alta de aproximadamente 20 °C.

15 Así, un paso de absorción realizado a 80 °C y 1 bar es aproximadamente equivalente a un paso realizado a 100 °C y 2 bares o a 145 °C a 10 bares, etc.

[0018] Después de ser contactado con el gas, el polisiloxano, con los compuestos aromáticos absorbidos en estos, se calienta a una temperatura que es al menos 50 °C, preferiblemente entre 80 y 120 °C sobre la temperatura de contacto y está decapado (desorbido) con un gas de decapado, tal como nitrógeno, para eliminar los compuestos aromáticos.

20 Después del decapado, el polisiloxano decapado retorna para otro ciclo de contacto.

[0019] Nuevamente, estas diferencias de temperatura se aplican a presiones iguales.

25 En vez de aumentar la temperatura, la presión se puede bajar, donde, nuevamente, un aumento de temperatura de 20 °C corresponde de forma arbitraria a una reducción de presión de un factor 2 y un aumento de temperatura de al menos 50 °C corresponde a una reducción de presión de un factor de al menos 5.6.

Así, a temperaturas iguales, el decapado se realiza preferiblemente a una presión que es un factor entre 16 y 80 por debajo de la presión de depuración.

[0020] En términos absolutos, el decapado se puede realizar por ejemplo a una temperatura entre 120 y 250 °C, en particular, entre 150 y 220 °C a presión atmosférica.

30 Alternativamente, las temperaturas de decapado preferidas están p. ej. entre 90 y 220 °C, preferiblemente entre 120 y 190 °C a 1/8 (0,125) bares.

[0021] El flujo de gas se debe limpiar de compuestos más pesados que obstaculizan el uso posterior de la corriente de gas.

35 Los compuestos que se van a retirar son de tipo alquitrán o compuestos constituidos de alquitrán, es decir, hidrocarburos aromáticos con 6 o más átomos de carbono, tales como benceno, alquilbencenos, naftaleno y alquilnaftalenos, y homólogos más altos, al igual que el hidroxilo (fenólico) correspondiente y compuestos de amino.

40 El proceso de la invención es particularmente útil para eliminar compuestos aromáticos bicíclicos, tricíclicos y tetracíclicos con 9-18 átomos de carbono, que están entre los componentes de alquitrán más ligeros.

Estos son en gran medida compuestos carbocíclicos, pero heterocíclicos tales como indolas, (iso)quinolinas y cromenos también pueden estar presentes.

45 También el agua y amoniaco, al igual que alcoholes y aminas (alifático o aromático) y cloro y componentes sulfúricos se eliminan convenientemente por el proceso de la invención.

[0022] Ejemplos de compuestos (poli)aromáticos que se eliminan eficazmente mediante el presente proceso incluyen indeno, naftaleno, quinolina, isoquinolina, 2-metilnaftaleno, 1-metil-naftaleno, bifenilo, etenilnaftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, pireno, aceantrileno, benzoantracenos y criseno.

50 Además de los componentes aromáticos C<sub>9</sub>-C<sub>18</sub>, levemente más ligeros, p. ej. con 7 u 8 átomos de carbono, al igual que compuestos de tipo alquitrán más pesados, p. ej. hasta 24 átomos de carbono también se eliminan eficazmente mediante el presente proceso.

55 Los ejemplos incluyen los componentes más ligeros de fenol, cresoles, xilenos, etilbenceno, estireno, cumeno y similar, al igual que los benzofluorantenos más pesados, benzopirenos, perileno, piceno, benzoperileno, indenoperileno, dibenzoantracenos, benzoperileno, coroneno etc.

[0023] Se prefiere que si la corriente de gas contiene niveles sustanciales de componentes tipo alquitrán con más de los 18 átomos de carbono, en particular, si esta contiene componentes de más de 24 átomos de carbono, se incorporan unas fases de pre-limpieza en el proceso de clarificación, como además se ha descrito abajo.

60 [0024] En una forma de realización de la invención, cuando el gas contiene niveles sustanciales de alquitrán más pesado, el gas que va a ser clarificado se pretrata con otro líquido de depuración antes de ser contactado con el polisiloxano.

65 Tal líquido de depuración previo tiene preferiblemente una afinidad alta para hidrocarburos (aromáticos) policíclicos más complejos.

Los líquidos de depuración previos adecuados son hidrocarburos aromáticos, por ejemplo, compuestos

poliaromáticos que corresponden a los compuestos de tipo alquitrán presentes en el gas y/o que se originan de la depuración del gas que contiene alquitrán, que comprende poliaromáticos con 2-4 anillos.

El alquitrán de hulla disponible comercialmente o naftas de alquitrán de hulla (el equivalente más ligero de alquitrán de hulla) que consiste principalmente en hidrocarburos C<sub>7</sub>-C<sub>18</sub>, se adecuan como materia prima para la depuración previa.

Serán soportados durante la depuración con alquitrán extraído del gas.

La depuración previa se puede realizar a una temperatura más alta que la depuración con el polisiloxano, por ejemplo, una temperatura de entrada del líquido de entre 150 y 300 °C y una temperatura de entrada de gas entre 250 °C y 900 °C.

[0025] Alternativamente o adicionalmente, la emisión de gas desde la gasificación se puede esdarecer de partículas de polvo antes y/o después una fase de depuración previa opcional, pasándolo, p. ej. a través de un filtro electrolítico o un precipitador electrostático, como se describe en la WO2008/010717.

Otros métodos o dispositivos para limpiar polvo y/o partículas de alquitrán antes de la fase de depuración, se pueden usar también, tales como un colector de aerosol como se describe en la WO 2011/099850.

[0026] En la fase de depuración previa, usando hidrocarburos (poli)aromáticos como líquido de absorción, el líquido consumido resultante de la fase de absorción se puede someter a una fase de separación, usando la evaporación de los componentes más ligeros.

Estos componentes más ligeros se pueden reutilizar como líquido de (depuración) de absorción para la etapa de depuración previa.

Se descarga la fracción más pesada resultante de la etapa de separación.

Parte de esta fracción pesada descargada puede retomar a la entrada de la gasificación o reactor de pirólisis y convertirse en componentes más ligeros o se puede usar para otros fines, tales como el calentamiento.

Los detalles adicionales para una etapa de (depuración) de absorción previa, usando hidrocarburos aromáticos se describen en la WO 2011/037463.

[0027] Si se desea, se puede introducir otra fase de limpieza antes o después de la fase de limpieza de polisiloxano, por ejemplo, para otros compuestos polares de eliminación, tales como amoníaco o similar, usando líquidos de depuración acuosos, neutrales, ácidos o alcalinos o para eliminar agua, p. ej. por condensación.

Sin embargo, los niveles apreciables de agua, amoníaco, aminas y similares se capturan eficazmente por el líquido de polisiloxano, de modo que las fases de limpieza adicionales frecuentemente no serán necesarias, a menos que el gas contenga niveles muy altos de tales compuestos polares.

Como estos compuestos, tales como agua y amoníaco también se desorben fácilmente desde el líquido de depuración de polisiloxano y se deja el líquido de depuración limpio y estable, esta constituye un grand ventaja del proceso de la invención.

[0028] El funcionamiento del proceso y sistema de la invención se pueden describir con referencia a la figura de acompañamiento.

El sistema comprende una unidad de absorción 32, tal como una columna, donde el gas que se va a clarificar se alimenta en una parte, preferiblemente, la parte inferior, mediante la entrada de gas 34 y el líquido depurado que comprende el polisiloxano se introduce mediante la entrada de líquido 35 en otra parte, preferiblemente en la parte superior.

El contacto entre el gas de flujo ascendente y el líquido de flujo descendente se puede mejorar por medios convencionales, tales como el pulverizado, utilizando una columna de relleno o una columna de placa.

Aunque la depuración de co-corriente se puede realizar, se prefiere un modo de contracorriente, utilizando una columna de relleno.

El gas limpio puede dejar la unidad de absorción a través de la parte superior 37, preferiblemente después de pasar una unidad de recogida de niebla para minimizar pérdida de líquido de polisiloxano.

El líquido de depuración empleado donde se absorben los componentes de alquitrán, se recoge en el fondo y se descarga mediante la salida 38.

La unidad de absorción puede operar a temperaturas de, p. ej. entre 30 y 150 °C, a presiones atmosféricas o ligeramente superatmosféricas, o a temperaturas más altas, cuando se aplican presiones más altas.

[0029] La desorción del líquido de depuración consumido se realiza preferiblemente en una unidad de decapado 46, donde los componentes tipo alquitrán son desorbidos desde el líquido de depuración de polisiloxano por un gas de decapado.

La unidad de decapado puede ser una torre de bandeja, columna de relleno, columna de burbujas, torre de pulverización o similar.

El gas de decapado puede contactar a co-corriente o, preferiblemente, contracorriente con el polisiloxano consumido.

El líquido consumido se alimenta a la unidad de decapado por la línea 41 que, opcionalmente, contiene una bomba 40, un filtro de seguridad 42 y un calefactor 43, y se introduce mediante la entrada 48.

El gas de decapado se introduce en la entrada 50 y el gas de decapado consumido se descarga por la salida 51.

El gas de decapado puede p. ej. se aire, nitrógeno, dióxido de carbono o mezclas derivadas.

La unidad de decapado se acciona en alrededor de 100 °C sobre la temperatura de la columna de absorción, más

generalmente entre 70 y 120 °C sobre la temperatura de la columna de absorción, cuando se usan las mismas presiones.

Apresiones atmosféricas, las temperaturas pueden ser entre 120 y 250 °C.

5 En vez de usar temperaturas más altas, la unidad de decapado 46 se puede accionar a una presión más baja que la unidad de absorción 32.

El polisiloxano desorbido sale a través del decapante 52 y retorna a la columna de absorción mediante la línea 54, opcionalmente utilizando a través de ella una bomba 58 y un refrigerador 56.

El calefactor 43 y refrigerador 56 ventajosamente pueden estar en comunicación de intercambio térmico.

10 En lugar o además del calefactor 43 y el refrigerador 56, los dispositivos de presurización y de despresurización pueden ser insertados.

La emisión de gas a través de la unidad de decapado 51 se puede enfriar para la condensación y separación de los componentes de alquitrán.

Si se desea, estos componentes de alquitrán separados se pueden utilizar para ajustar el contenido de hidrocarburos aromáticos y/o la viscosidad de líquidos de depuración aguas arriba.

15 [0030] El sistema de la invención para producir y limpiar un gas de energía o gas de síntesis puede comprender un gasificador de carbón, de residuos o de biomasa de pirólizador 10 al que se le añade un flujo de biomasa a través de una entrada.

El gas de gasificación puede ser p. ej. aire, oxígeno y/o vapor.

20 La biomasa, carbón y/o residuos pueden ser además suministrados con una emisión de componentes tipo alquitrán para una de las fases del proceso de clarificación aguas abajo.

La gasificación se puede realizar a una temperatura de 600-1300 °C, usando cantidades sub-estequiométricas de oxígeno.

La pirólisis se puede realizar en la misma temperatura o algo más baja (por ejemplo de 450 °C hasta 950 °C).

25 [0031] La emisión de gas desde el gasificador se puede someter a una primera fase de separación 15, basada en la gravitación y más particularmente con un ciclón para eliminar polvo.

A continuación, el flujo de gas limpiado parcialmente se puede tratar en la fase de depuración previa 20.

De esta manera, se atrapa parte o la mayor parte del alquitrán contenido en el flujo de gas.

30 Además, el alquitrán basado en hidrocarburos y polvo, también material sulfúrico y material que contiene doruro se puede quitar del flujo de gas.

En una fase siguiente opcional, el gas limpiado parcialmente puede pasar a través de un filtro 25, por ejemplo un precipitador electroestático, que elimina el polvo.

35 En vez del depurador 20 y/o filtro 25, se puede insertar un alquitrán alternativo y pasar para quitar el polvo, tal como un colector de aerosol.

Luego, el gas se puede introducir en el proceso de la invención mediante la línea 26 para eliminar el alquitrán residual utilizando la depuración de polisiloxano y entrar en el depurador por la entrada 34.

Las unidades precedentes 10, 15, 20 y 25 solo se representan esquemáticamente en la figura de acompañamiento.

Más detalles se dan en la WO 2008/010717 y la WO 2011/037463.

40 Dependiendo de la calidad del gas de entrada, se puede prescindir de una o más o todas las fases de limpieza intermitentes anteriormente descritas.

Descripción de la figura

45 [0032] La figura de acompañamiento muestra un sistema de limpieza de gas según la invención.

### Ejemplos

50 [0033] Un gas natural sustituto (SNG) que contiene 13 % en vol. de metano, 2 % en vol. de nitrógeno, 32 % en vol. de monóxido de carbono, 18 % en vol. de dióxido de carbono, 28% vol% de hidrógeno y 4 % en vol. de eteno y que contiene aproximadamente 11-12 g/Nm<sup>3</sup> de hidrocarburos (poli)aromáticos C8-C16, fue sometido a absorción, usando bien un hidrocarburo alifático convencional derivado de aceite mineral o un polimetilfenilsiloxano (PMPS) comercial como un líquido de absorción y el líquido de absorción fue posteriormente decapado usando aire.

55 [0034] Los ajustes del absorbedor y decapante fueron de la siguiente manera en ambos casos:

Absorbedor de temperatura	= 80 °C
Decapante de temperatura	= 180 °C
Decapante de flujo de gas	= 16 l/min (<1 Nm <sup>3</sup> /h)
Absorbedor/decapante de flujo de aceite	= 2,1 l/min

[0035] Las pruebas fueron realizadas 4 veces y los resultados fueron calculados según el promedio.

60 La tabla 1 de abajo muestra las concentraciones (en mg/Nm<sup>3</sup>) e índices de eliminación de los hidrocarburos hasta pireno.

## ES 2 604 815 T3

El benceno y tolueno fueron omitidos, ya que podrían no medirse con exactitud.

Los componentes de alquitrán de un nivel por debajo de 50 mg/Nm<sup>3</sup> (en ambas columnas) también se omitieron.

- 5 [0036] La operación continuada utilizando el aceite de hidrocarburo alifático resultó en una pérdida significativa de aproximadamente 6 g aceite por m<sup>3</sup> de gas depurado, mientras que la pérdida del polisiloxano fue insignificante (< 0,5 g/m<sup>3</sup>).

El aceite de hidrocarburo se vuelve marrón y finalmente negro, y comienza a oler después de algunos ciclos de depuración, mientras que el aceite de polisiloxano permanece claro y esencialmente incoloro después la operación prolongada.

- 10 Tabla 1: Nivel de extracción de componentes de alquitrán por aceite alifático vs. aceite de polisiloxano

	Aceite mineral			PMPS		
	Abs dentro	Abs fuera	Eliminación	Abs dentro	Abs fuera	Eliminación
Etilbenceno	14	2	87 %	66	7	90 %
m/p-xileno	59	10	84 %	110	23	79 %
o-xileno + estireno	791	83	89 %	1169	163	86 %
Fenol	510	34	93 %	404	7	98 %
Indeno	2478	17	99 %	1219	6	99 %
m/p-cresol	40	3	94 %	62	17	73 %
Naftaleno	5978	103	98 %	4746	20	100 %
2-metilnaftaleno	225	7	97 %	346	1	100 %
1-Metilnaftaleno	132	4	97 %	191	0	100 %
Bifenilo	99	1	99 %	160	0	100 %
Acenafteno	307	11	96 %	492	6	99 %
Fluoreno	133	10	93 %	286	1	100 %
Fenantreno	202	19	90 %	536	2	100 %
Antraceno	26	2	94 %	71	0	100 %
Fluoranteno	56	9	85 %	149	1	99 %
Pireno	33	2	94 %	100	1	99 %

**REVINDICACIONES**

- 5 1. Proceso de clarificación de una corriente de gas que contiene componentes tipo alquitrán o constituidos de alquitrán, que comprende compuestos aromáticos con 6 o más átomos de carbono, que comprenden el contacto del gas con un polisiloxano de arilo orgánico líquido como un líquido de lavado.
2. Proceso, según la reivindicación 1, donde el polisiloxano comprende un promedio de entre un grupo de arilo 0,2 y 1,8 C5-C14 por átomo de silicio.
- 10 3. Proceso, según la reivindicación 1 o 2, donde el polisiloxano comprende un promedio de entre un grupo de arilo 0,5 y 1,5 C5-C10 y entre un grupo alquilo 0,5 y 1,5 C1-C4 por átomo de silicio.
- 15 4. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el polisiloxano tiene un peso molar entre 700 y 7000 Da.
5. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el polisiloxano es un polimetilfenilsiloxano o un poli-difenil-dimetil-siloxano.
- 20 6. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el gas comprende uno o más de hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano y nitrógeno, en particular, al menos un 30 % en vol. de uno o más de hidrógeno, metano y monóxido de carbono.
- 25 7. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el gas debe ser clarificado de componentes tipo alquitrán, que comprenden compuestos aromáticos policíclicos con 9-18 átomos de carbono.
8. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el gas contacta con el polisiloxano a una temperatura de contacto entre 30 y 150 °C, preferiblemente entre 60 y 120 °C, a una presión de contacto atmosférico o a una temperatura más alta correspondiente a una presión más alta..
- 30 9. Proceso, según la reivindicación 8, donde el polisiloxano, después de contactar con el gas, se calienta a una temperatura que es superior a la temperatura de la fase de puesta en contacto y/o se despresuriza a una presión que es inferior a la presión de contacto, preferiblemente, en presencia de un gas de decapado y, posteriormente, retorna para otro ciclo de contacto.
- 35 10. Proceso, según la reivindicación 9, donde, a igual presión, la temperatura más alta es al menos 50 °C sobre la temperatura de contacto, preferiblemente, entre 80 y 120 °C sobre la temperatura de contacto o donde, a igual temperatura, la presión inferior es al menos 5.6 veces, preferiblemente entre 8 y 16 veces inferior a la presión de contacto.
- 40 11. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el gas, antes de contactar con el polisiloxano, se trata con un líquido de depuración que comprende hidrocarburos aromáticos, a una temperatura de entre 150 y 900°C.
- 45 12. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el gas, antes de contactar con el polisiloxano, está sujeto a un filtro electrolítico y/o un colector de aerosol.
13. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el gas se origina de la gasificación de biomasa, residuos orgánicos, carbón o una combinación de los mismos.



