

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 530**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2014 PCT/EP2014/077957**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15091477**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2014 E 14824419 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 3083014**

54 Título: **Método para eliminar dióxido de carbono de mezclas de gases**

30 Prioridad:

20.12.2013 EP 13199031

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

20.02.2018

73 Titular/es:

**SOLVAY SPECIALTY POLYMERS ITALY S.P.A.
(100.0%)**

**Viale Lombardia, 20
20021 Bollate (MI), IT**

72 Inventor/es:

**BOCCALETTI, GIOVANNI;
COLOMBO, ROBERTA y
CARSETTI, VALERIO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 655 530 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

Método para eliminar dióxido de carbono de mezclas de gases

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente europea número 13199031.9, presentada el 20 de diciembre de 2013. El contenido total de esta solicitud se incorpora en la presente memoria como referencia para todos los fines.

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método (o procedimiento) para eliminar dióxido de carbono (CO₂) de mezclas de gases.

10 Técnica anterior

15 Las plantas de ciclo combinado con gasificación integrada (IGCC, por sus siglas en inglés) son centrales eléctricas en las que el carbón y otros combustibles a base de carbón son sometidos a un procedimiento de combustión y se convierten en gases. Las emisiones (CO₂) de dióxido de carbono producidas como resultado del procedimiento de combustión se ha convertido recientemente en una preocupación medioambiental principal; así, se han desarrollado diferentes métodos para eliminar CO₂ de corrientes de gases producidas en plantas IGCC.

Se sabe, por ejemplo, eliminar el CO₂ de corrientes de gases por absorción química con aminas (típicamente monoetanolamina), si la corriente de gas está a baja presión, o por absorción física si la mezcla está a alta presión.

20 CASIMIRO, T., et al. Phase behavior studies of a perfluoropolyether in high-pressure carbon dioxide. *Fluid Phase Equilibria*. 2004, núm., 224, p. 257-261. Informan sobre mediciones de equilibrio vapor-líquido para el sistema binario CO₂ - (per)fluoropolíéter (PFPE) Krytox® 157 FSL, un PFPE ramificado con terminaciones carboxi que comprende unidades de fórmula -CF(CF₃)CF₂O-. No se indican datos o información en este artículo acerca de la solubilidad de otros gases en el PFPE y no se menciona o sugiere el posible uso de otros PFPE para la disolución/extracción de CO₂.

25 MILLER, Mathew B., et al. CO₂-philic Oligomer as Novel Solvents for CO₂ Absorption; *Energy&Fuels*. 2010, vol. 24, p. 6214-6219. Explican el uso de ciertos oligómeros como disolventes para absorción de CO₂ en una planta de ciclo combinado con gasificación integrada. Este documento explica que las propiedades deseables de tales disolventes son selectividad de CO₂ sobre H₂ y agua, baja viscosidad, baja presión de vapor, bajo coste y mínimo impacto medioambiental, en la salud y en la seguridad. Según este documento, el polipropilenglicol dimetil éter (PPGDME) y el polidimetilsiloxano (PDMS) se revelaron los disolventes más prometedores. También se ensayó un PFPE o PFPE glicol ramificado de fórmula CF₃CF₂[OCF₂CF(CF₃)]_nF; sin embargo, en la página 6216, columna a la derecha, líneas 30 17-20, se indica que el PFPE ensayado proporcionaba un rendimiento deficiente en un ensayo en donde se medía la solubilidad del CO₂. Esta técnica anterior no indica datos sobre la selectividad de la absorción de CO₂ sobre N₂.

35 MILLER, Matthew B., et al. Solubility of CO₂ in CO₂-philic oligomers; COSMOtherm predictions and experimental results. *Fluid phase equilibria*. 2009, vol. 287, núm., 1, p. 26 - 36. Informan sobre un estudio destinado a investigar los rendimientos de ciertos disolventes CO₂-fílicos, incluyendo PFPE Krytox® GPL 100, en absorción física de CO₂. En el párrafo "Conclusions", se indica que "The pressure required to dissolve CO₂ in PFPE was notably greater than that required for PDMS, PEGDME and PPGDME" Este documento no investiga sobre la selectividad de los disolventes seleccionados hacia gases distintos de CO₂.

40 Se sabe que el coeficiente de Bunsen a 20 °C de PFPE Fomblin® Y25 ramificado para N₂ puro (es decir, no en mezcla con otros gases) es 0,190 y para CO₂ puro es 1,30. El coeficiente de Bunsen a 20 °C de Fomblin® Z25 lineal es 0,23 para N₂ puro y 1,50 para CO₂ puro. El coeficiente de Bunsen se define como el volumen de gas, reducido a 0 °C y a 101 kPa (760 Torr), que es absorbido por el volumen unitario de disolvente (a la temperatura de medición) a una presión de gas de 101 kPa (760 Torr). De los valores anteriores se calcula que, en condiciones de equilibrio, el PFPE Fomblin® Y25 ramificado presenta una selectividad de absorción de CO₂/N₂ de 6,9 y que el Fomblin® Z25 lineal tiene una selectividad de absorción CO₂/N₂ de 6,5. Por lo tanto, estos valores llevarían a esperar que los PFPE Fomblin® ramificados presentan mayor selectividad que los PFPE Fomblin® lineales hacia CO₂ en mezclas de CO₂ y N₂.

50 MATSUMOTO, David K., et al. Solubility of Hydrogen and Carbon Monoxide in Selected Nonaqueous Liquids. *Ind. Eng. Chem. Process Dev.* 1985, vol. 24, p. 1297-1300. Proporcionan un informe de un estudio destinado a determinar la solubilidad de monóxido de carbono en líquidos no acuosos seleccionados, incluyendo PFPE Fomblin® YR ramificado. Este fluido fluorado se reveló más eficaz que los otros fluidos ensayados en gases disolventes. En la página 1297, columna a la izquierda, este documento explica que los gases presentan mayor solubilidad en fluidos altamente fluorados. Sin embargo, este documento no menciona específicamente el dióxido de carbono u otros fluidos de PFPE.

La patente alemana DE 102004053167 A (DEGUSSA [DE]) 04.05.2006 se refiere a un medio para adsorber gases de mezclas de gases, caracterizado por que contiene un polímero con un grado de ramificación de al menos el 35 % y una masa molar de 500 g/mol a 100 000 g/mol y, opcionalmente, un disolvente. El gas puede ser CO₂ y el polímero puede ser un PFPE.

- 5 La patente francesa FR 2923728 A (Inst. francés del petróleo [FR]) 22.05.2009 describe un procedimiento para licuar un efluente de gas rico en H₂S o CO₂ que comprende poner en contacto una mezcla de gases con una mezcla de al menos dos fases líquidas no miscibles entre sí, siendo al menos una de ellas una fase acuosa. La fase que no es miscible en agua puede ser un disolvente perhalogenado, incluyendo un PFPE.

- 10 La patente europea EP 2189416 A (Inst. francés del petróleo [FR]) 26.05.2010 describe un procedimiento para la fabricación de hidrógeno, comprendiendo dicho procedimiento una etapa en donde se forma un flujo de hidrógeno que contiene metano y CO₂ y una etapa de recuperación del metano y CO₂ como hidratos mediante una mezcla de agua y un disolvente inmisible en agua, incluyendo disolventes halogenados como hidrofluoroéteres (los HFE) y los PFPE.

- 15 La patente europea EP 2201994 A (GEN ELECTRIC [US]) 30.06.2010 se refiere a un absorbente para CO₂ que comprende "a liquid, non aqueous oligomeric material, functionalized with one or more groups that reversibly react with CO₂ and/or have a high affinity for CO₂". El material funcionalizado puede ser un PFPE funcionalizado.

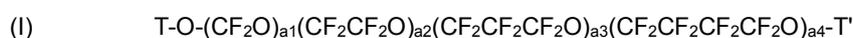
Hay por lo tanto la necesidad de un método alternativo para eliminar con eficacia y con selectividad CO₂ de corrientes de gases, reduciendo dicho método las preocupaciones medioambientales, de salud y de seguridad.

Resumen de la invención

- 20 Ahora se ha encontrado sorprendentemente que los fluidos de (per)fluoropoliéteres (PFPE) lineales pueden eliminar dióxido de carbono de mezclas de gases con mayor eficacia y selectividad que los fluidos de PFPE ramificados.

De acuerdo con esto, la presente invención se refiere a un método para eliminar dióxido de carbono (CO₂) de una mezcla de gases, comprendiendo dicho método poner en contacto una mezcla de gases que contienen CO₂ y al menos otro gas, con al menos uno de:

- 25 1) uno o más fluidos de PFPE (per)fluoropoliéter que obedecen la fórmula (I) a continuación:



en donde:

- 30 - T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de CF₃, C₂F₅ y C₃F₇;
 - a₁, a₂, a₃ y a₄, iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥0, seleccionados de manera que a₁+a₂+a₃+a₄ oscila de 20 a 220 y a₂/a₁ oscila de 0,1 a 10, preferiblemente de 0,5 a 2; al menos dos de a₁ - a₄ deberían ser diferentes de 0, estado distribuidas estadísticamente las diferentes unidades recurrentes a lo largo de la cadena;

- 35 2) obedeciendo uno o más fluidos de PFPE la fórmula (II) a continuación:



en donde

- 40 - T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de -CF₃, -C₂F₅ o -C₃F₇;
 - Hal, igual o diferente en cada caso, es un halógeno seleccionado de F y Cl, preferiblemente F;
 - b₁, b₂ y b₃ iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥0, tales que b₁+ b₂ + b₃ esté en el intervalo de 5 a 250; al menos dos de b₁, b₂ y b₃ deberían ser diferentes de cero, las diferentes unidades recurrentes se distribuyen estadísticamente en general a lo largo de la cadena.

- 45 Los fluidos de PFPE de fórmula (I) pueden fabricarse por fotooxidación de C₂F₄ como se indica en la patente de EE. UU. 3715378 (MONTEDISON S.P.A.) 06.02.1973 y tratamiento posterior con flúor como se describe en la patente de EE. UU. 3665041 (MONTEDISON S.P.A.) 23.05.1972.

- 50 Típicamente, en la fórmula (I) anterior, a₁ - a₄ se seleccionan de manera que a₃+a₄ oscila de 3 a 4% en peso con respecto al peso total de las unidades a₁ - a₄.

ES 2 655 530 T3

5 Los fluidos de PFPE adecuados de fórmula (I), como se definió anteriormente son aquellos que tienen un peso molecular que oscila de 2000 a 12 500 y una viscosidad cinemática medida de acuerdo con ASTM D445 a 20°C que oscila de $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ a $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (10 cSt a 1300 cSt); dichos fluidos están comercializados por Solvay Specialty Polymers con el nombre comercial Fomblin® M, como los PFPE Fomblin® M03, Fomblin® M15, Fomblin® M30, Fomblin® 60 y Fomblin® M100.

Según una realización preferida, el fluido de PFPE de fórmula (I) tiene un peso molecular de 4000 y una viscosidad cinemática medida de acuerdo con ASTM D445 a 20 °C de $3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ (30 cSt); este fluido se comercializa con el nombre comercial PFPE Fomblin® M03.

10 Los fluidos de PFPE de fórmula (II) pueden prepararse por polimerización por apertura del anillo de 2,2,3,3-tetrafluorooxetano en presencia de un iniciador de la polimerización para proporcionar un poliéter comprendiendo unidades repetitivas de la fórmula: $-\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}-$, y opcionalmente fluorando y/o clorando dicho poliéter, como se describe en la patente europea EP 148482 A (DAIKIN INDUSTRIES) 17.10.1985.

15 También pueden usarse uno o más fluidos de PFPE lineales de fórmula (I) y/o (II) en mezcla con uno o más fluidos de PFPE ramificados comprendiendo unidades repetitivas de fórmula $\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{O}$, seleccionándose preferiblemente dicho fluido de PFPE ramificado de una cualquiera de las fórmulas (III) - (VI) a continuación:



en donde:

20 - X es igual a -F o $-\text{CF}_3$;

- T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de $-\text{CF}_3$, $-\text{C}_2\text{F}_5$ o $-\text{C}_3\text{F}_7$;

25 - c1 y c2, iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥ 0 seleccionados de manera que la relación c1/c2 esté comprendida entre 20 y 1000 y c1+c2 esté en el intervalo de 5 a 250; c1 y c2 deberían ser ambos diferentes de cero, las diferentes unidades recurrentes se distribuyen estadísticamente en general a lo largo de la cadena.

Los fluidos de PFPE de fórmula (III) pueden obtenerse por fotooxidación del hexafluoropropileno como se describe en la patente canadiense CA 786877 (MONTEDISON SPA) 31.03.1971 y por conversión posterior de los grupos terminales como se describe en la patente británica GB 1226566 (MONTECATINI EDISON SPA) 31.03.1971;



en donde

- T'' es igual a $-\text{C}_2\text{F}_5$ o $-\text{C}_3\text{F}_7$;

- d es un número entero de 5 a 250.

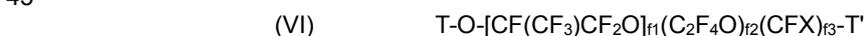
35 Los fluidos de PFPE de fórmula (IV) pueden prepararse por oligomerización iónica de epóxido de hexafluoropropileno y posterior tratamiento con flúor como se describe en la patente de EE. UU. 3242218 (DU PONT) 22.03.1966.



en donde

- e es un número entero entre 2 y 250.

Los fluidos de PFPE de fórmula (V) pueden obtenerse por telomerización iónica del epóxido de hexafluoropropileno y posterior dimerización fotoquímica como se indica en la patente de EE. UU. 3214478 (DU PONT) 26.10.1965.



en donde

- X es igual a -F o $-\text{CF}_3$;

50 - T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de $-\text{CF}_3$, $-\text{C}_2\text{F}_5$ o $-\text{C}_3\text{F}_7$;

- f1, f2 y f3 iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥ 0 , tales que $y \text{ f1+f2+f3}$

esté en el intervalo de 5 a 250; al menos dos de f1, f2 y f3 deberían ser diferentes de cero, las diferentes unidades recurrentes se distribuyen estadísticamente en general a lo largo de la cadena.

- los fluidos de PFPE de fórmula (VI) pueden fabricarse por fotooxidación de una mezcla de C_3F_6 y C_2F_4 y posterior tratamiento con flúor como se describe en la patente de EE. UU. 3665041 (MONTEDISON SPA) 23.05.1972.

Si se usa uno o más fluidos de PFPE ramificados de las fórmulas (III) - (VI), la cantidad en peso de dicho fluido oscila del 1 % al 50 % en peso con respecto a uno o más fluidos de PFPE lineales de fórmula (I) y/o (II).

Para los fines de la presente invención, se prefieren fluidos de PFPE ramificados de la fórmula (III) anterior, disponibles en Solvay Specialty Polymers con el nombre comercial Fomblin® Y. Preferiblemente, se usan los PFPE Fomblin® Y en mezcla con un PFPE lineal de fórmula (I); las mezclas de los PFPE lineales de fórmula (I) y los PFPE ramificados de fórmula (III) están disponibles en Solvay Specialty Polymers Italy con el nombre comercial PFPE Fomblin® W.

En el método según la invención, la mezcla de gases que comprende CO_2 se pone en contacto con uno o más PFPE de fórmula (I) y/o (II) como se definió anteriormente durante un tiempo suficiente para eliminar CO_2 de la mezcla. Típicamente, la mezcla de gases es una corriente de gases emitida en un proceso de combustión de fósiles en una central eléctrica de ciclo combinado con gasificación integrada (IGCC). Normalmente, se hace pasar la corriente de gases a un tanque de gases y se pone en contacto con una corriente en a contracorriente de uno o más fluidos de PFPE de fórmula (I) y/o (II), estando dicho PFPE a una presión y tasa suficiente para eliminar CO_2 de la corriente de gases.

Típicamente, al menos otro gas contenido en la mezcla de gases se selecciona de: hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, metano e hidrocarburos de bajo peso molecular.

También se ha observado que el método según la presente invención puede llevarse a cabo convenientemente cuando se mezcla uno o más PFPE de fórmula (I) y/o (II) con uno o más aditivos, siendo adecuados dichos aditivos para evitar o reducir el deterioro del tanque de gases, como, por ejemplo, aditivos antióxido y aditivos antiespumantes. Típicamente, los aditivos están presentes en una cantidad que oscila del 1 % al 10 % en peso con respecto a uno o más fluidos de PFPE lineales de fórmula (I) y/o (II) opcionalmente en mezcla con uno o más fluidos de PFPE ramificados de las fórmulas (III) - (VI).

Si la descripción de cualquier patente, solicitudes de patente y publicaciones que se incorporan en la presente memoria como referencia entran en conflicto con la descripción de la presente solicitud en la extensión en que puede no hacerse claro un término, la presente descripción tendrá prioridad.

La invención y sus ventajas se ilustran con mayor detalle en la siguiente sección experimental.

Sección experimental

1. Materiales y métodos

Se obtuvieron Fomblin® M03, Fomblin® Y04 y Fomblin® DA 306 de Solvay Specialty Polymers.

2. Ensayo 1

Se llevó a cabo el ensayo 1 en un reactor con un volumen total de 5,37 litros, provisto de dispositivos de control del sistema de presión y temperatura y con un sistema de mezclamiento (velocidad: 47 rad/s (450 rpm)). Se ajustó la temperatura a 25 °C. Se llenó una mezcla de gases de CO_2 (40 % en presión) y N_2 (60 % en presión) en el reactor vacío hasta que se alcanzó una presión de 0,3 MPa (3 bar). Se añadió 1 litro de aceite de PFPE Fomblin® al reactor, aumentando de ese modo la presión del gas debido a la reducción del volumen libre. La presión teórica de los gases se calculó considerando los gases como gases ideales a la temperatura y presión del ensayo. Después se puso en marcha el sistema de fluido de mezcla y se midió el valor de la presión inicial. Se observó la variación de la presión en diferentes momentos. Después de un cierto tiempo, se consideró que el sistema había alcanzado las condiciones de equilibrio y se midió el valor de la presión final. Después se apagó el sistema de mezclamiento y se añadieron 0,5 litros de aceite de PFPE Fomblin® al reactor, alcanzando un volumen total de 1,5 litros de fluido y se repitió el procedimiento. Se añadieron alícuotas de 0,5 litros adicionales de aceite de PFPE Fomblin® hasta que se alcanzó un volumen total de 4,5 litros de aceite de PFPE.

Los resultados se indican de las tablas 1 y 2 a continuación. El valor de ΔP teor.- inicial (%) es una medida de la absorción instantánea del gas en los fluidos. El valor de ΔP teor.-final (%) es una medida de la reducción de la presión después de un tiempo fijado y predice la capacidad de absorción de los fluidos en condiciones de escala industrial.

Tabla 1 – Absorción de CO₂ y N₂ por PFPE Fomblin(R) M a 25°C

Volumen total de PFPE Fomblin® M	P teórica [MPa (bar)]	P inicial [MPa (bar)]	P final [MPa (bar)] (después de 6 min)	ΔP teór.- inicial (%)	ΔP teór.- final (%)
1	0,4 (3,69)	0,3 (3,38)	0,3 (3,36)	8	9
1,5	0,4 (4,16)	0,4 (3,74)	0,3 (3,22)	10	23
2,5	0,6 (5,61)	0,4 (3,78)	0,4 (3,70)	33	34
3,5	0,9 (8,61)	0,5 (4,67)	0,4 (4,41)	46	49
4,5	1,8 (18,52)	0,7 (7,50)	0,6 (6,10)	59	67

Tabla 2 - Absorción de CO₂ y N₂ por PFPE Fomblin(R) Y a 25°C

Volumen total de PFPE Fomblin® Y	P Teór. [MPa (bar)]	P Inicial [MPa (bar)]	P Final [MPa (bar)] (después de 6 min)	ΔP teór.- inicial (%)	ΔP teór.- final (%)
1	0,4 (3,69)	0,4 (3,60)	0,3 (3,51)	2	5
1,5	0,4 (4,16)	0,4 (3,93)	0,3 (3,43)	6	18
2,5	0,6 (5,61)	0,4 (4,01)	0,4 (3,90)	29	31
3,5	0,9 (8,61)	0,5 (5,08)	0,5 (4,69)	41	46
4,5	1,8 (18,52)	0,9 (9,08)	0,7 (7,51)	51	59

- 5 Las tablas 3 y 4 indican los resultados obtenidos por medición a la P Final (GPC) de la composición de la mezcla de gases (cantidad de N₂ y CO₂) en la parte de arriba del reactor después de la adición de diferentes cantidades de fluido de PFPE. La variación de CO₂ es un indicador de la selectividad de absorción (cuanto mayor la variación, mayor la capacidad del fluido para absorber de manera selectiva CO₂ sobre el N₂).

Tabla 3

Volumen total de PFPE Fomblin® M	(%) de N ₂ en la parte de arriba del reactor	(%) de CO ₂ en la parte de arriba del reactor	Reducción de CO ₂ en la mezcla de gases (ΔCO ₂)(%)
2,5	77,6	22,4	44
4,5	88,0	12,0	70

10

Tabla 4

Volumen total de PFPE Fomblin® Y	(%) de N ₂ en la parte de arriba del reactor	(%) de CO ₂ en la parte de arriba del reactor	Reducción de CO ₂ en la mezcla de gases (ΔCO ₂)(%)
2,5	76,5	23,5	41
4,5	87,0	13,0	52

3. Ensayo 2

- Se llevó a cabo el ensayo 2 en el mismo reactor como ensayo 1, siguiendo un procedimiento similar. Se fijó la temperatura a 25 °C y 40 °C y se cargó CO₂ (100 % en presión) en el reactor vacío hasta que se alcanzó una presión de 0,3 MPa (3 bar). Se añadieron al reactor 4,5 litros de aceite de PFPE Fomblin® (M o Z, o PFPE Fomblin® M03 + 5 % de PFPE Fomblin® DA306, usado típicamente como aditivo antióxido) aumentando de ese modo la presión del gas, debido a la reducción del volumen libre. También en este caso se calculó la presión teórica (P máx. teor.) considerando los gases como gases ideales a la temperatura y presión del ensayo. Después se puso en marcha el sistema de mezclado y se midió la presión inicial (P inicial). Después de 400 segundos, se consideró que el sistema había alcanzado las condiciones de equilibrio y se midió el valor de la presión final (P final).
- 10 Los resultados de los experimentos se indican en la tabla 5 a continuación.

Tabla 5 - Absorción de CO₂ a diferentes temperaturas

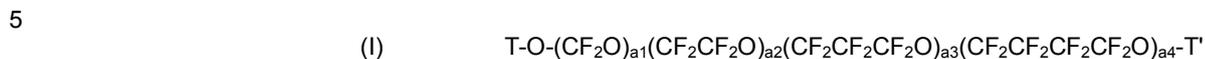
Fluido PFPE	T °C	P máx. Teór. [MPa (bar)]	P Inicial [MPa (bar)]	P final [MPa (bar)] después de 400 s	ΔP teór.-inicial (%)	ΔP teór.-final (%)
PFPE Fomblin® M	25	1,8 (18,52)	0,5 (5,05)	0,4 (3,77)	73	80
PFPE Fomblin® Y	25	1,8 (18,52)	0,9 (9,08)	0,7 (7,27)	51	61
PFPE Fomblin® M	40	1,9 (19,45)	0,5 (4,98)	0,1 (1,24)	74	94
PFPE Fomblin® M + PFPE Fomblin® DA306	40	1,9 (19,45)	0,5 (5,02)	0,1 (1,4)	74	93

- Los resultados muestran que PFPE Fomblin® M lineal presenta una capacidad considerablemente mayor para absorber CO₂ que el PFPE Fomblin® Y ramificado. Esta mayor capacidad se muestra también cuando se mezcla PFPE Fomblin® M con aditivo antióxido PFPE Fomblin® DA306; por lo tanto, el método de la invención también puede llevarse a cabo eficazmente cuando se requiere el uso de aditivos.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar dióxido de carbono (CO₂) de una mezcla de gases, comprendiendo dicho método poner en contacto una mezcla de gases que contiene CO₂ y al menos otro gas con al menos uno de:

1) uno o más fluidos de PFPE (per)fluoropolíéter lineal obedeciendo a la fórmula (I) a continuación:



en donde:

- T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de CF₃, C₂F₅ y C₃F₇;

10 - a₁, a₂, a₃ y a₄, iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥0, seleccionados de manera que a₁+a₂+a₃+a₄ oscila de 20 a 220 y a₂/a₁ oscila de 0,1 a 10, preferiblemente de 0,5 a 2; al menos dos de a₁ - a₄ deberían ser diferentes de 0, las unidades recurrentes diferentes se distribuyen de manera estadística lo largo de la cadena;

2) obedeciendo uno o más fluidos de PFPE lineales la fórmula (II) a continuación:



en donde

- T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de -CF₃, -C₂F₅ o -C₃F₇;

20 - Hal, igual o diferente en cada caso, es un halógeno seleccionado de F y Cl, preferiblemente F;

- b₁, b₂ y b₃ iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥0, tales que b₁+ b₂ + b₃ está en el intervalo de 5 a 250; al menos dos de b₁, b₂ y b₃ deberían ser diferentes de cero, las diferentes unidades recurrentes se distribuyen estadísticamente en general a lo largo de la cadena.

2. El método según la reivindicación 1, en donde el fluido de PFPE lineal obedece la fórmula (I).

25 3. El método según la reivindicación 2, en donde el fluido de PFPE de fórmula (I) tiene un peso molecular promedio que oscila de 2000 a 12 500 y una viscosidad cinemática ASTM D445 a 20 °C que oscila de 10⁻⁵ m²/s a 1,3 · 10⁻³ m²/s (10 cSt a 1300 cSt).

4. El método según la reivindicación 3, en donde el fluido de PFPE de fórmula (I) tiene un peso molecular de 4000 y una viscosidad cinemática ASTM D445 a 20 °C de 3 · 10⁻⁵ m²/s (30 cSt).

30 5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde uno o más PFPE lineales de fórmula (I) y/o (II) se usan en mezcla con uno o más fluidos de PFPE ramificados seleccionados de las fórmulas (III) - (VI) a continuación:

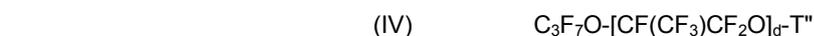


en donde:

- X es igual a -F o -CF₃;

- T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de -CF₃, -C₂F₅ o -C₃F₇;

40 - c₁ y c₂, iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥0 seleccionados de manera que la relación c₁/c₂ esté comprendida entre 20 y 1000 y c₁+c₂ está en el intervalo de 5 a 250; c₁ y c₂ deberían ser ambos diferentes de cero, las diferentes unidades recurrentes se distribuyen estadísticamente en general a lo largo de la cadena;



en donde

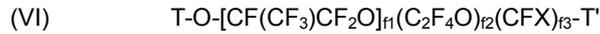
- T'' es igual a -C₂F₅ o -C₃F₇;

- d es un número entero de 5 a 250;



en donde

5 - e es un número entero entre 2 y 250;



en donde

10 - X es igual a -F o -CF₃;

- T y T', iguales o diferentes entre sí, se seleccionan de -CF₃, -C₂F₅ o -C₃F₇;

- f₁, f₂ y f₃ iguales o diferentes entre sí, son independientemente números enteros ≥0, tales que y f₁+f₂+f₃ esté en el intervalo de 5 a 250; al menos dos de f₁, f₂ y f₃ deberían ser diferentes de cero, las diferentes unidades recurrentes se distribuyen estadísticamente en general a lo largo de la cadena

15 estando dicho uno o más fluidos de PFPE ramificados en una cantidad que oscila del 1 % al 50 % en peso con respecto a uno o más fluidos de PFPE de fórmula (I) y/o (II).

6. El método según la reivindicación 5, en donde el fluido de PFPE ramificado obedece la fórmula (III).

7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde al menos otro gas se selecciona de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, metano e hidrocarburos de bajo peso molecular.

8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la mezcla de gases es una corriente de gases emitida en un proceso de combustión de fósiles en una central eléctrica.

9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde uno o más fluidos de PFPE (I) y/o (II) y, opcionalmente, uno más fluidos de PFPE (III) a (VI) se mezclan con el 1 % al 10 % en peso de uno o más aditivos.