

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 009**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2012 E 12795790 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2804690**

54 Título: **Procedimiento para la absorción de CO₂ a partir de una mezcla gaseosa con un medio de absorción que contiene aminas**

30 Prioridad:

16.01.2012 DE 102012200566

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

27.04.2016

73 Titular/es:

**EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHRAVEN, ALEXANDER;
RINKER, STEFANIE;
WILLY, BENJAMIN;
ROLKER, JÖRN;
SCHNEIDER, ROLF;
DEMBKOWSKI, DANIEL;
NEUMANN, MANFRED y
NIEMEYER, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 568 009 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

Procedimiento para la absorción de CO₂ a partir de una mezcla gaseosa con un medio de absorción que contiene aminas

La invención se refiere a un procedimiento para la absorción de CO₂ a partir de una mezcla gaseosa.

- 5 En numerosos procesos industriales y químicos se producen corrientes gaseosas que presentan un contenido no deseado en CO₂, cuyo contenido se debe reducir para la elaboración subsiguiente, para el transporte o para evitar emisiones de CO₂.

10 A escala industrial, para la absorción de CO₂ a partir de una mezcla gaseosa se emplean habitualmente disoluciones de alcanolaminas como medio de absorción. El medio de absorción cargado se regenera mediante calentamiento, descompresión a una presión más reducida o extracción, desorbiéndose el dióxido de carbono. Tras el proceso de regeneración se puede emplear de nuevo el medio de absorción. Este procedimiento se describe, por ejemplo, en Rolker, J., Arlt, W.; "Abtrennung von Kohlendioxid aus Rauchgasen mittels Absorption" en Chemie Ingenieur Technik 2006, 78, páginas 416 a 424, así como en Kohl, A. L.; Nielsen, R. B.; "Gas Purification", 5ª edición, Gulf Publishing, Houston 1997.

- 15 No obstante, estos inconvenientes tienen el inconveniente de que, para la separación de CO₂ mediante absorción y subsiguiente desorción se requiere relativamente mucha energía, y en la desorción se desorbe solo una parte de CO₂ absorbido, de modo que la capacidad del medio de absorción en un ciclo de absorción y desorción no es suficiente.

20 Como alternativas a alcanolaminas, en el estado de la técnica se propusieron diaminas, oligoaminas y poliaminas.

25 El documento WO 2004/082809 describe la absorción de CO₂ a partir de corrientes gaseosas con disoluciones acuosas concentradas de diaminas de la fórmula (R¹)₂N(CR²R³)_nN(R¹)₂, pudiendo ser R¹ un resto C₁-C₄-alquilo, y R², R³, independientemente entre sí, hidrógeno o un resto C₁-C₄-alquilo. Para n = 4 se dan a conocer explícitamente las diaminas tetrametil-1,4-butanodiamina y tetraetil-1,4-butanodiamina. Las diaminas con dos grupos amino terciarios tienen el inconveniente de que la absorción de CO₂ se efectúa solo lentamente.

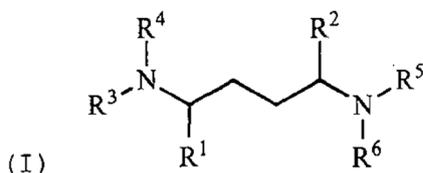
El documento WO 2010/012883 describe la absorción de CO₂ a partir de corrientes gaseosas con una disolución acuosa de N,N,N',N'-tetrametil-1,6-hexanodiamina. Para evitar una separación de fases en dos fases líquidas durante la absorción, al medio de absorción se debe añadir adicionalmente una amina primaria o secundaria.

30 El documento WO 2011/080405 describe la absorción de CO₂ a partir de corrientes gaseosas con disoluciones acuosas de diaminas de la fórmula R¹R²N(CR⁴R⁵)(CR⁶R⁷)_aNHR³, pudiendo ser R¹ y R², independientemente entre sí, un resto C₁-C₁₂-alquilo o un resto C₁-C₁₂-alcoxialquilo, R³ a R⁷, independientemente entre sí, hidrógeno, un resto C₁-C₁₂-alquilo o un resto C₁-C₁₂-alcoxialquilo, a = 1 a 11, y R³ diferente a R¹ y R². Para a = 3 se da a conocer explícitamente la diamina N1, N1-dietil-1,4-pentanodiamina.

35 El documento WO 2011/080406 describe la absorción de CO₂ a partir de corrientes gaseosas con disoluciones acuosas de triaminas. Para la triamina N1,N1-dietil-N4-dimetilaminoetil-1,4-pentanodiamina se da a conocer una capacidad de absorción elevada en comparación con etanolamina y metildietanolamina.

40 Sorprendentemente, ahora se descubrió que con aminas de la fórmula (I) se puede alcanzar una capacidad para la absorción de CO₂ elevada frente a las aminas conocidas por los documentos WO 2004/082809 y WO 2011/080405, y en una desorción subsiguiente mediante calentamiento se puede alcanzar un contenido residual en CO₂ especialmente reducido.

Por consiguiente, es objeto de la invención un procedimiento para la absorción de CO₂ a partir de una mezcla gaseosa mediante puesta en contacto de la mezcla gaseosa con un medio de absorción, que comprende agua y al menos una amina de la fórmula (I)



donde

R¹ es hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 4 átomos de carbono,

R² es un resto alquilo con 1 a 4 átomos de carbono,

R³ y R⁵, independientemente entre sí, son restos alquilo con 1 a 6 átomos de carbono, y

5 R⁴ y R⁶, independientemente entre sí, son hidrógeno o restos alquilo con 1 a 6 átomos de carbono,

pudiendo ser R³, R⁴ conjuntamente un resto enlazante -(CH₂)_n-, -CH₂CH₂OCH₂CH₂- o -CH₂CH₂NR⁷CH₂CH₂- con n = 2 a 5 y R⁷ = hidrógeno o resto alquilo con 1 a 6 átomos de carbono.

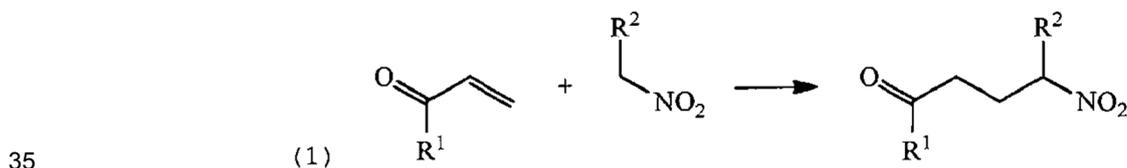
10 Las aminas de la fórmula (I) empleadas en el procedimiento según la invención son diaminas en las que los átomos de nitrógeno están separados entre sí por una cadena de 4 átomos de carbono, portando esta cadena un resto alquilo con 1 a 4 átomos de carbono en al menos uno de los átomos de carbono adyacentes a los átomos de nitrógeno. Ambos átomos de nitrógeno están substituidos adicionalmente por grupos alquilo con 1 a 6 átomos de carbono, de modo que se presenta respectivamente un grupo amino secundario o terciario. Uno de ambos átomos de nitrógeno puede ser también parte de un heterociclo saturado, por ejemplo de una pirrolidina, piperidina, morfolina o piperazina.

15 Los restos R¹ y R² en la fórmula (I) pueden ser restos alquilo con 1 a 4 átomos de carbono, siendo preferentes restos n-alquilo no ramificados. Preferentemente se emplean aminas de la fórmula (I), en las que la cadena que porta los átomos de nitrógeno porta solo un substituyente alquilo, es decir, el resto R¹ en la fórmula (I) es hidrógeno. De modo especialmente preferente, la cadena que une los átomos de nitrógeno está substituida con un grupo metilo, es decir, el resto R² en la fórmula (I) es metilo.

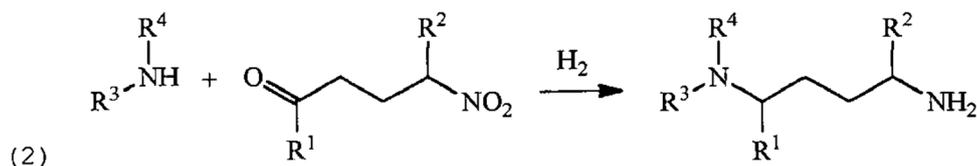
20 Los restos R³ a R⁶ en la fórmula (I) pueden ser restos alquilo con 1 a 6 átomos de carbono, que pueden ser cíclicos o acíclicos, siendo preferentes restos n-alquilo no ramificados. En una forma de ejecución preferente, uno de ambos átomos de nitrógeno de la amina de la fórmula (I) es una amina terciaria, es decir, el resto R⁴ en la fórmula (I) no es un átomo de hidrógeno. De modo especialmente preferente, la amina de la fórmula (I) presenta un grupo amino secundario y un grupo amino terciario, es decir, el resto R⁶ en la fórmula (I) es un átomo de hidrógeno, y el resto R⁴ en la fórmula (I) no es un átomo de hidrógeno. El átomo de nitrógeno terciario presenta preferentemente dos restos R³ y R⁴ idénticos, que son, de modo especialmente preferente, grupos metilo o grupos etilo, o forman un anillo de morfolina con el átomo de nitrógeno, es decir, R³ y R⁴ forman un resto enlazante -CH₂CH₂OCH₂CH₂-.

30 Aminas de la fórmula (I) especialmente preferentes son N1,N1,N4-trimetil-1,4-diaminopentano, N1,N1-dimetil-N4-etil-1,4-diaminopentano, N1,N1-dimetil-N4-propil-1,4-diaminopentano, N1,N1-dietil-N4-metil-1,4-diaminopentano, N1,N1,N4-trietil-1,4-diaminopentano, N1,N1-dietil-N4-propil-1,4-diaminopentano, N-(4-metilamino)-pentilmorfolina, N-(4-etilamino)-pentilmorfolina y N-(4-propilamino)-pentilmorfolina.

Las aminas de la fórmula (I) se pueden obtener según procedimientos conocidos. En una primera etapa se hace reaccionar según la ecuación (1) un nitroalcano con un compuesto carbonílico α,β-insaturado en una adición de Michael, como se describe en J. Am. Chem. Soc. 74 (1952) 3664-3668.

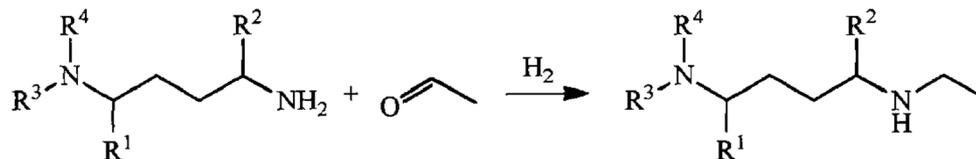


En otra etapa, según la ecuación (2) se lleva a cabo una aminación reductora con una alquilamina en el grupo carbonilo del producto de la primera etapa y una subsiguiente reducción del grupo nitro, como se describe, por ejemplo, en el documento US 4 910 343.



40 Los substituyentes R⁵ y R⁶ se pueden introducir después mediante otra aminación reductora, como se muestra en la

ecuación (3) para la introducción de R⁵ = etilo mediante aminación reductora.



(3)

El medio de trabajo empleado en el procedimiento según la invención comprende agua y al menos una amina de la fórmula (I). El contenido en aminas de la fórmula (I) en el medio de absorción asciende preferentemente a un 10 hasta un 60 % en peso, de modo especialmente preferente un 20 a un 50 % en peso. El contenido en agua en el medio de absorción asciende preferentemente a un 40 hasta un 80 % en peso.

Adicionalmente a agua y aminas de la fórmula (I), el medio de absorción puede contener al menos una amina primaria o secundaria con impedimento estérico como activador. Una amina primaria con impedimento estérico en el sentido de la invención es una amina primaria en la que el grupo amino está unido a un átomo de carbono, en al menos un átomo de hidrógeno. Una amina secundaria sin impedimento estérico en el sentido de la invención es una amina secundaria, en la que el grupo amino está unido a átomos de carbono a los que están enlazados al menos dos átomos de hidrógeno respectivamente. El contenido en aminas primarias o secundarias sin impedimento estérico asciende preferentemente a un 0,1 hasta un 10 % en peso, de modo especialmente preferente un 0,5 a un 8 % en peso. Como activador son apropiados activadores conocidos por el estado de la técnica, como por ejemplo monoetanolamina, piperazina y 3-(metilamino)-propilamina. La adición de un activador conduce a una aceleración de la absorción de CO₂ a partir de la mezcla gaseosa, sin que se pierda capacidad de absorción.

Adicionalmente a agua y aminas, el medio de absorción puede contener aún uno o varios disolventes físicos. La fracción de disolventes físicos puede ascender hasta un 50 % en peso en este caso. Como disolventes físicos son apropiados sulfolano, amidas de ácido alifáticas, como N-formilmorfolina, N-acetilmorfolina, N-alquilpirrolidonas, en especial N-metil-2-pirrolidona o N-alquilpiperidonas, así como dietilenglicol, trietilenglicol y polietilenglicoles, y sus alquiléteres, en especial dietilenglicolmonobutiléter. No obstante, el medio de absorción no contiene preferentemente ningún disolvente físico.

El medio de absorción puede contener adicionalmente aditivos, como inhibidores de corrosión, aditivos que fomentan la humectación, y antiespumantes.

Como inhibidores de corrosión, en el medio de absorción se pueden emplear todas las sustancias que son conocidas por el especialista para la absorción de CO₂ bajo empleo de alcanolaminas como inhibidores de corrosión apropiados, en especial los inhibidores de corrosión descritos en el documento US 4 714 597. La cantidad de inhibidores de corrosión en el procedimiento según la invención se puede seleccionar más reducida que en un medio de absorción habitual, que contiene etanolamina, ya que el medio de absorción empleado en el procedimiento según la invención es claramente menos corrosivo frente a materiales metálicos que los medios de absorción empleados habitualmente, que contienen etanolamina.

Como aditivo que fomenta la humectación se emplean preferentemente los agentes tensioactivos no iónicos, agentes tensioactivos zwitteriónicos y agentes tensioactivos catiónicos conocidos por el documento WO 2010/089257 página 11, línea 18, a página 13, línea 7.

Como antiespumantes, en el medio de absorción se pueden emplear todas las sustancias que son conocidas por el especialista para la absorción de CO₂ bajo empleo de alcanolaminas como antiespumantes apropiados.

En el procedimiento según la invención, la mezcla gaseosa puede ser un gas natural, un biogas que contiene metano procedente de una fermentación, un compostaje o una instalación depuradora, un gas de escape de combustión, un gas de escape de una reacción de calcinación, como la combustión de cal, o la obtención de cemento, un gas residual de un proceso de altos hornos para la obtención de hierro, o una mezcla gaseosa resultante de una reacción química, como por ejemplo un gas de síntesis que contiene un monóxido de carbono e hidrógeno, o un gas de reacción de una obtención de hidrógeno, mediante reformado con vapor. La mezcla gaseosa es preferentemente un gas de escape de combustión, un gas natural o un biogas, de modo especialmente preferente un gas de escape de combustión, por ejemplo procedente de una central eléctrica.

La mezcla gaseosa puede contener adicionalmente a CO₂ otros gases ácidos, como por ejemplo COS, H₂S, CH₃SH o SO₂. En una forma de ejecución preferente, la mezcla gaseosa contiene H₂S adicionalmente a CO₂. Preferentemente, un gas de escape de combustión se desulfura previamente, es decir, se elimina SO₂ de la mezcla

gaseosa con un procedimiento de desulfuración conocido por el estado de la técnica, preferentemente mediante un lavado gaseoso con leche de cal, antes de llevar a cabo el procedimiento de absorción según la invención.

5 Antes de la puesta en contacto con el medio de absorción, la mezcla gaseosa presenta preferentemente un contenido en CO₂ en el intervalo de un 0,1 a un 50 % en volumen, de modo especialmente preferente en el intervalo de un 1 a un 20 % en volumen, y en el más preferente de los casos en el intervalo de un 10 a un 20 % en volumen.

Adicionalmente a CO₂, la mezcla gaseosa puede contener aún oxígeno, preferentemente con una fracción de un 0,1 a un 25 % en volumen, y de modo especialmente preferente con una fracción de un 0,1 a un 10 % en volumen.

10 Para el procedimiento según la invención se pueden emplear todos los aparatos apropiados para la puesta en contacto de una fase gaseosa con una fase líquida, para poner en contacto la mezcla gaseosa con el medio de absorción. Preferentemente se emplean lavadores de gas o columnas de absorción conocidas por el estado de la técnica, a modo de ejemplo contactores de membrana, lavadores de corriente radial, lavadores de chorro, lavadores Venturi, lavadores de rotación-pulverización, columnas de cuerpos de relleno, columnas de empaquetadura o columnas de platos. De modo especialmente preferente, las columnas de absorción se emplean en funcionamiento en contracorriente.

15 En el procedimiento según la invención, la absorción de CO₂ se lleva a cabo preferentemente a una temperatura del medio de absorción en el intervalo de 0 a 80°C, de modo especialmente preferente de 20 a 70°C. En el caso de empleo de una columna de absorción en funcionamiento en contracorriente, la temperatura del medio de absorción asciende de modo especialmente preferente a 30 hasta 60°C en la entrada de la columna, y 35 a 70°C en la salida de la columna.

20 La mezcla gaseosa que contiene CO₂ se pone en contacto con el medio de absorción a una presión parcial inicial de CO₂ de 0,01 a 4 bar. La presión parcial inicial de CO₂ en la mezcla gaseosa asciende de modo especialmente preferente a 0,05 hasta 3 bar. La presión parcial de la mezcla gaseosa se sitúa preferentemente en el intervalo de 0,8 a 50 bar, de modo especialmente preferente 0,9 a 30 bar.

25 En una forma preferente de ejecución del procedimiento según la invención, el CO₂ absorbido en el medio de absorción se desorbe de nuevo mediante aumento de la temperatura y/o reducción de la presión, y el medio de absorción se emplea de nuevo para la absorción de CO₂ tras esta desorción de CO₂. La desorción se efectúa preferentemente mediante aumento de la temperatura. Mediante tal proceso cíclico de absorción y desorción, el CO₂ se puede separar completa o parcialmente de una mezcla gaseosa, y obtener separado de otros componentes de la mezcla gaseosa.

30 Alternativamente al aumento de la temperatura o de la reducción de la presión, o adicionalmente a un aumento de temperatura y/o una reducción de presión, también se puede llevar a cabo una desorción mediante extracción del medio de absorción cargado con CO₂ con un gas inerte, como por ejemplo aire o nitrógeno.

Si en la desorción de CO₂ también se elimina adicionalmente agua del medio de absorción, al medio de absorción se puede añadir aún agua, en caso dado, antes de la reutilización para la absorción.

35 Para la desorción se pueden emplear todos los aparatos que son conocidos por el estado de la técnica para la desorción de un gas de un líquido. Preferentemente, la desorción se lleva a cabo en una columna de desorción. Alternativamente, la desorción de CO₂ se puede llevar a cabo también en una o varias etapas de evaporación flash.

40 La desorción se lleva a cabo preferentemente a una temperatura en el intervalo de 50 a 200°C. En el caso de una desorción mediante aumento de la temperatura, la desorción de CO₂ se lleva a cabo preferentemente a una temperatura del medio de absorción en el intervalo de 50 a 180°C, de modo especialmente preferente 80 a 150°C. En este caso, la temperatura en la desorción se sitúa preferentemente al menos 20°C, de modo especialmente preferente 30°C, por encima de la temperatura en la absorción. En el caso de una desorción mediante aumento de la temperatura se lleva a cabo preferentemente una extracción con vapor de agua, que se genera mediante evaporación de una parte del medio de absorción.

45 En el caso de una desorción mediante reducción de la presión, la desorción se lleva a cabo preferentemente a una presión en el intervalo de 0,01 a 10 bar.

50 Ya que el medio de absorción empleado en el procedimiento según la invención presenta una alta capacidad de absorción para CO₂ y se presenta como disolución homogénea en el procedimiento según la invención, sin que en la absorción de CO₂ se llegue a la precipitación de un producto sólido, el procedimiento según la invención se puede emplear en instalaciones de estructura simple, y en este caso alcanza un rendimiento de absorción para CO₂ mejorado en comparación con las aminas conocidas por el estado de la técnica. Simultáneamente, en comparación con etanolamina se requiere sensiblemente menos energía para la desorción de CO₂.

En una forma preferente de ejecución del procedimiento según la invención, la desorción se efectúa mediante extracción con un gas inerte, como por ejemplo aire o nitrógeno, en una columna de desorción. La extracción en la columna de desorción se efectúa preferentemente a una temperatura del medio de absorción en el intervalo de 60 a 100°C. Mediante la extracción se puede alcanzar un contenido residual más reducido del medio de absorción en CO₂ tras desorción.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención, pero sin limitar el objeto de la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1

Obtención de N1,N1,N4-trietil-1,4-diaminopentano

En un autoclave agitado se dispusieron 52,9 g (1,20 moles) de acetaldehído y 50 ml de metanol. A continuación se añadieron 2,90 g de paladio 10 % sobre carbón activo (hidratado), 130 ml de metanol y 196 g de N1,N1-dietil-1,4-diaminopentano (1,20 moles). El autoclave se cerró y se llevó a una presión de 40 bar con hidrógeno. La mezcla se calentó entonces en el intervalo de 5 h de 40°C a 100°C bajo atmósfera de hidrógeno, dosificándose adicionalmente hidrógeno hasta una presión de 40 bar, si la presión en el autoclave descendía por debajo de 20 bar. A continuación se separó por filtración el catalizador, y tras separación por destilación del disolvente se destiló el residuo. Se obtuvieron 135 g (0,724 moles, 60 %) de N1,N1,N4-trietil-1,4-diaminopentano como líquido incoloro.

Ejemplo 2

Obtención de N1,N1-dietil-N4-propil-1,4-diaminopentano

Se repitió el ejemplo 1, disponiéndose 74,7 g (1,26 moles) de propionaldehído y 100 ml de metanol, y después se añadieron 100 ml de metanol en lugar de 130 ml de metanol. Se obtuvieron 143 g (0,714 moles, 59 %) de N1,N1-dietil-N4-propil-1,4-diaminopentano como líquido incoloro.

Ejemplo 3

Obtención de N1,N1-dietil-N4-isopropil-1,4-diaminopentano

En un autoclave agitado se dispusieron 105 g (1,80 moles) de acetona. A continuación se añadieron 3,60 g de paladio 10 % sobre carbón activo (hidratado), 180 ml de metanol y 245 g de N1,N1-dietil-1,4-diaminopentano (1,50 moles). El autoclave se cerró y se llevó a una presión de 40 bar con hidrógeno. La mezcla se calentó entonces en el intervalo de 8 h de 40°C a 120°C bajo atmósfera de hidrógeno, dosificándose adicionalmente hidrógeno hasta una presión de 40 bar, si la presión en el autoclave descendía por debajo de 20 bar. A continuación se separó por filtración el catalizador, y tras separación por destilación del disolvente se destiló el residuo. Se obtuvieron 260 g (1,30 moles, 87 %) de N1,N1-dietil-N4-isopropil-1,4-diaminopentano como líquido incoloro.

Ejemplos 4 a 10

Determinación de la capacidad de absorción para CO₂

Para la determinación de la carga de CO₂ y de la concentración de CO₂ se dispusieron 150 g de medio de absorción constituido por un 30 % en peso de amina y un 70 % en peso de agua en un depósito termostatzable con refrigerante de reflujo superpuesto y enfriado a 3°C. Tras calentamiento a 40°C, o bien 100°C, se condujo a través de una frita en el fondo del depósito una mezcla gaseosa constituida por un 14 % en volumen de CO₂, un 80 % en volumen de nitrógeno y un 6 % en volumen de oxígeno, con una velocidad de flujo de 59 l/h a través del medio de absorción, y se determinó la concentración de CO₂ en la corriente gaseosa saliente del refrigerante de reflujo a través de la absorción IR con un analizador de CO₂. Mediante integración de la diferencia del contenido en CO₂ en la corriente gaseosa introducida y en la corriente gaseosa saliente se determinó la cantidad de CO₂ absorbida, y se calculó la carga de equilibrio del medio de absorción con CO₂. La concentración de CO₂ se calculó como diferencia de las cantidades de CO₂ absorbidas a 40°C y 100°C. Las cargas de equilibrio determinadas de este modo a 40 y 100°C en mol de CO₂ /mol de amina y la concentración de CO₂ en mol de CO₂ / kg de medio de absorción se indican en la tabla 1.

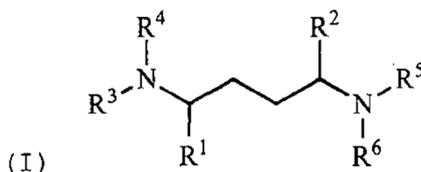
45

Tabla 1

Ejemplo	Amina	Carga a 40°C en mol/mol	Carga a 100°C en mol/mol	Concentración de CO ₂ en mol/kg
4*	Etanolamina	0,57	0,22	1,72
5*	Metildietanolamina	0,38	0,05	0,82
6*	N1,N1,N4,N4-tetrametil-1,4-diaminobutano	1,20	0,27	1,93
7*	N1,N1-dietil-1,4-diaminopentano	0,96	0,30	1,24
8	N1,N1,N4-trietil-1,4-diaminopentano	1,99	0,17	2,93
9	N1,N1-dietil-N4-propil-1,4-diaminopentano	2,04	0,25	2,68
10	N1,N1-dietil-N4-isopropil-1,4-diaminopentano	1,76	0,27	2,23
*no según la invención				

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la absorción de CO₂ a partir de una mezcla gaseosa mediante puesta en contacto de la mezcla gaseosa con un medio de absorción, caracterizado por que el medio de absorción comprende agua y al menos una amina de la fórmula (I)



- 5 donde
- R¹ es hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 4 átomos de carbono,
- R² es un resto alquilo con 1 a 4 átomos de carbono,
- R³ y R⁵, independientemente entre sí, son restos alquilo con 1 a 6 átomos de carbono, y
- 10 R⁴ y R⁶, independientemente entre sí, son hidrógeno o restos alquilo con 1 a 6 átomos de carbono, pudiendo ser R³, R⁴ conjuntamente un resto enlazante -(CH₂)_n-, -CH₂CH₂OCH₂CH₂- o -CH₂CH₂NR⁷CH₂CH₂- con n = 2 a 5 y R⁷ = hidrógeno o resto alquilo con 1 a 6 átomos de carbono.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, en la fórmula (I), R¹ es hidrógeno.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, en la fórmula (I), R² es un resto metilo.
- 15 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que, en la fórmula (I), R⁴ no es hidrógeno.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, en la fórmula (I), los restos R³, R⁴ son iguales, y son metilo o etilo, o son conjuntamente un resto enlazante -CH₂CH₂OCH₂CH₂-.
- 20 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el contenido en aminas de la fórmula (I) en el medio de absorción asciende a un 10 hasta un 60 % en peso, preferentemente un 20 a un 50 % en peso.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la mezcla gaseosa es un gas de escape de combustión, un gas natural o un biogas.
- 25 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el el CO₂ absorbido en el medio de absorción se desorbe de nuevo mediante aumento de la temperatura y/o reducción de la presión, y el medio de absorción se emplea de nuevo para la absorción de CO₂ tras esta desorción de CO₂.
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que la absorción se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 0 a 80°C y la desorción se lleva a cabo a una temperatura más elevada, en el intervalo de 50 a 200°C.
- 30 10.- Procedimiento según la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que la absorción se lleva a cabo a una presión en el intervalo de 0,8 a 50 bar, y la desorción se lleva a cabo a una presión más reducida, en el intervalo de 0,01 a 10 bar.