

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 452 824**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/18 (2006.01)

C01B 31/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2007 E 07834811 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014 EP 2089138**

54 Título: **Regeneración de absorbente mejorada**

30 Prioridad:

24.11.2006 NO 20065411

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

02.04.2014

73 Titular/es:

**AKER ENGINEERING & TECHNOLOGY AS
(100.0%)
P.O. Box 222
1326 Lysaker , NO**

72 Inventor/es:

**WOODHOUSE, SIMON y
RUSHFELDT, PÁL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 452 824 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

Regeneración de absorbente mejorada

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de la captura de CO₂ de una mezcla gaseosa. Más específicamente, la presente invención se refiere a la captura de CO₂ de un gas que contiene CO₂, tal como un gas de combustión procedente de la combustión de material carbonáceo o de otros procedimientos que liberan CO₂. Del modo más específico, la presente invención se refiere a un procedimiento mejorado y una planta para la regeneración de un absorbente de CO₂ en un procedimiento y una planta para la captura de CO₂.

Antecedentes

10 La creciente combustión de combustibles fósiles, tales como carbón, gas natural y petróleo durante los últimos siglos ha dado como resultado un aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera. La creciente concentración de CO₂ ha causado preocupación debido al efecto invernadero provocado por CO₂. Se piensa que el efecto invernadero ya ha provocado al menos algunos de los cambios de clima que se han observado durante las últimas décadas y, de acuerdo con los modelos de simulación, se piensa que provocará más cambios y cambios potencialmente dramáticos en el clima del planeta Tierra.

15 Esto ha provocado una llamada de acción de científicos, especialistas en medio ambiente y políticos del mundo, con el fin de estabilizar o incluso reducir la liberación de CO₂ a la atmósfera procedente de la combustión de combustibles fósiles. Esto se puede lograr por medio de captura y deposición segura de CO₂ procedente del gas de combustión de plantas térmicas de generación de energía y otras plantas en las cuales se somete a combustión el combustible fósil.

20 Se puede inyectar el CO₂ capturado en formaciones subterráneas tales como acuíferos, pozos petrolíferos para una mejor recuperación de petróleo o en pozos de gas y petróleo agotados para deposición. Los ensayos indican que CO₂ permanece en la formación subterránea durante miles de años y no se libera a la atmósfera.

25 La captura de CO₂ procedente de un gas por medio de absorción se conoce bien y se ha usado durante décadas, por ejemplo, para la retirada de CO₂ (y otros gases ácidos) procedentes de gas natural producido en los campos de gas. Los absorbentes usados o sugeridos en la técnica anterior han sido diferentes soluciones alcalinas acuosas, tales como carbonato de potasio, véase por ejemplo el documento US 5.528.811, y diferentes aminas, véase por ejemplo el documento US 4.112.051, el documento US 4.397.660 y el documento US 5.061.465. La separación de CO₂ procedente de gas de combustión procedente de plantas térmicas de generación de energía por medio de una solución de amina se conoce por ejemplo por el documento US 4.942.734.

30 Lo que resulta común para esta solución de captura de CO₂ es que la mezcla de gases objeto de separación se introduzca en contracorriente sobre el adsorbente acuoso en una columna de absorbedor. El gas que abandona la columna de absorbedor es CO₂ agotado (o gas ácido agotado), mientras el CO₂ (u otro gas ácido) abandona la columna de absorbedor junto con el absorbente. El absorbente se regenera en la columna de regenerador y es devuelto a la columna de absorbedor. La amina se regenera por medio de separación de la solución de amina con el vapor en la columna de regeneración. El vapor se genera en el calderín en la base de la columna.

35 Como se ha ilustrado anteriormente, CO₂ como tal se conoce bien en la técnica. No obstante, existe una necesidad de varias mejoras en el procedimiento de captura de CO₂ para hacer que las plantas térmicas de generación de energía carentes de CO₂ o con bajas emisiones de CO₂ sean rentables.

40 Las plantas para capturar CO₂ son construcciones relativamente grandes, complejas y costosas. Por tanto, resulta deseable reducir el tamaño, complejidad y coste de las mismas.

45 La captura de CO₂ se lleva a cabo a costa de la eficiencia de una planta termoeléctrica de generación de energía que utiliza combustible fósil, de manera que se reduce el rendimiento de energía eléctrica y/o el calor de temperatura media procedente de una planta termoeléctrica de generación de energía. La menor eficiencia en comparación con una planta tradicional hace que estas instalaciones sean menos rentables. Por tanto se pretenden mejoras en cuanto a eficiencia, es decir, la reducción del coste energético en el procedimiento de captura de CO₂.

50 Los absorbentes actualmente preferidos son soluciones acuosas de diferentes aminas. Las aminas comúnmente usadas son alcohol aminas, tales como por ejemplo, dietanol amina, mono metil etanolamina, aminoetil etanolamina, 2-(metilamino)etanol, MDEA así como también otras aminas conocidas por el experto en la materia. La absorción de CO₂ sobre los absorbentes de amina es una reacción reversible y exotérmica. Por consiguiente, se debe suministrar calor a la columna de regenerador para invertir la absorción y liberar el CO₂.

El calor suministrado a la columna de regenerador de acuerdo con el estado de la técnica, se suministra en el calderín en el que se calienta el absorbente hasta una temperatura normalmente de aproximadamente 120 a 130 °C. Se puede calentar al absorbente en el calderín por medio de una fuente de calentamiento eléctrica, pero de la

manera más común por medio de un medio térmico, tal como por ejemplo, vapor de temperatura media. El calderín es el principal consumidor de la energía térmica de temperatura media en el ciclo de absorción/desorción para la captura de CO₂. Una reducción de la demanda de energía térmica de temperatura media mejoraría la rentabilidad del procedimiento de captura de CO₂.

5 Los documentos GB 2.195.916 y US 4.160.810 describen ambos el enfriamiento de un absorbente pobre que abandona el regenerador por medio de vaporización instantánea y se separa en una corriente líquida que se introduce en el interior del absorbedor, y una fase gaseosa que se reintroduce en el regenerador. Se estimula la presión de la fase gaseosa bien por medio de un eyector como se describe en el documento GB 2.195.916 o bien por medio de un compresor como se describe en el documento US 4.160.810.

10 El documento EP 1.736.231 se refiere a un aparato y un procedimiento para recuperar CO₂ de una mezcla de gas que tiene una configuración básica de acuerdo con los principios descritos anteriormente. Se proporcionan dos intercambiadores de calor para calentar el absorbedor rico antes de la introducción en el interior del regenerador, un primer intercambiador de calor que calienta el absorbente rico frente a absorbente pobre procedente del regenerador, y un segundo intercambiador de calor, que calienta el absorbente rico de manera adicional frente al condensado procedente del calderín. El uso del condensado procedente del calderín para calentar el absorbente rico reduce la pérdida de calor del calentamiento del calderín a medida que se usa una parte más grande de calor procedente del vapor para el calderín.

20 Tanto el documento CA 2.559.744 como el EP 1.543.874 describen procedimientos y plantas para la captura de CO₂ en los que se captura CO₂ procedente de un gas que contiene CO₂ por medio de flujo en contracorriente con respecto a un absorbente líquido en un absorbedor, para producir un absorbente rico, y en el que el absorbente rico se separa frente a vapor en un regenerador para liberar CO₂ que posteriormente se trata, y para regenerar el absorbente líquido que se recicla en forma de absorbente regenerado o pobre hasta el absorbedor. El absorbente rico objeto de regeneración se calienta frente al absorbente pobre que abandona el absorbente en un intercambiador de calor.

25 La pérdida de calor en el ciclo de absorción y regeneración del procedimiento de captura de CO₂, es, no obstante, todavía demasiada elevada y aún se pretenden plantas y procedimientos mejorados.

Un objetivo de la presente invención es, de este modo, obtener una reducción del ciclo de trabajo del calderín, y de este modo una reducción en la demanda de energía de temperatura media, tal como un vapor de temperatura media.

30 **Breve descripción de la invención**

De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para la regeneración de un absorbente rico que tiene CO₂ absorbido, para proporcionar un absorbente regenerado o pobre, y CO₂, comprendiendo el procedimiento las etapas de

35 a) introducir una corriente de absorbente rico en el interior de una columna de regeneración en la que el absorbente fluye en sentido descendente y en contracorriente con el vapor generado por medio de calentamiento del absorbente pobre en un calderín en la base de la columna de regeneración,

b) extraer CO₂ liberado y vapor procedente de la parte superior de la columna y separación del CO₂ sometido a extracción y vapor para proporcionar una corriente de CO₂ que se retira, y agua condensada que se recicla al interior de la columna de regeneración,

40 c) extraer absorbente pobre o regenerado procedente de la base de la columna,

d) vaporizar de forma instantánea el absorbente pobre sometido a extracción para producir una fase gas que se comprime y se re-introduce en el interior de la columna de regeneración, y una fase de absorbente pobre líquido, e) calentar el absorbente rico por medio de un primer intercambio de calor frente al absorbente pobre líquido vaporizado de forma instantánea,

45 f) calentar el absorbente rico una vez que se ha sometido a intercambio de calor frente al absorbente pobre por medio de intercambio de calor frente a un medio térmico que tiene una temperatura de entrada menor de 130 °C, e

introducir el absorbente rico caliente en el interior de la columna de regeneración. La combinación de vaporización instantánea del absorbente pobre que abandona el regenerador, compresión de la fase gas, introducción de la fase gaseosa comprimida en el interior del regenerador en forma de vapor para la separación de absorbente, y posterior enfriamiento de la fase líquida tras la vaporización instantánea frente al absorbente rico antes de la introducción en el interior del regenerador, reduce la pérdida de calor en el regenerador por medio de reciclaje de más energía de nuevo hasta el regenerador. Adicionalmente, la fase líquida tras la vaporización instantánea, o el absorbente pobre que se tiene que retornar al absorbedor, se enfrían adicionalmente, lo que resulta ventajoso para el procedimiento de absorción. La combinación también permite un mejor uso del calor de baja temperatura. El efecto combinado de este diseño de procedimiento es que el perfil de temperatura en la columna mejora y que se mantiene el calor transferido de manera normal desde la amina pobre hasta la amina rica, en la base del dispositivo de separación. El resultado total es un eficiencia mejorada del procedimiento de captura y un equilibrio energético mejorado del

sistema.

De acuerdo con una primera realización del primer aspecto, se mezcla la fase gaseosa comprimida con agua para enfriar y saturar la fase gaseosa con vapor antes de la introducción en el interior de la columna de regeneración. Tras la compresión, la fase gaseosa normalmente tiene una temperatura más elevada que la que se requiere para la introducción en el interior de la columna de regeneración. La introducción de agua en el interior del vapor por un lado enfría el gas y por otro, satura el vapor con agua para mejorar la utilidad de la fase gaseosa comprimida con el fin de regenerar el absorbente.

De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para capturar CO₂ procedente de un gas que contiene CO₂, que comprende la introducción de un absorbente líquido pobre y el gas que contiene CO₂ en el interior de un absorbedor, en el que se hace fluir el vapor que contiene CO₂ en contracorriente con respecto al absorbente pobre para producir un absorbente rico y un vapor de gas desprovisto de CO₂, liberando el gas desprovisto de CO₂ en los alrededores, extrayendo el absorbente rico del absorbedor, en el que se regenera el absorbente rico para proporcionar una corriente de CO₂ y un absorbente pobre, como se describe con referencia al procedimiento anterior para la regeneración de un absorbente rico.

De acuerdo con un tercer aspecto, la presente invención proporciona un regenerador para un absorbente líquido para CO₂ que comprende una columna de regeneración, una tubería de absorbente rico para la introducción de un absorbente rico en el interior de la columna de regeneración, un medio de extracción para extraer absorbente pobre de la parte inferior de la columna de regeneración, un calderín para calentar una parte del absorbente extraído antes de la re-introducción en el interior de la columna de regeneración para la producción de un vapor que se reintroduce en la columna, una tubería de absorbente pobre para reciclar una parte del absorbente extraído gracias a un medio de extracción hasta un absorbedor, un intercambiador de calor para calentar el absorbente rico frente al absorbente pobre extraído y un intercambiador de calor para calentar adicionalmente el absorbente rico caliente frente a una fuente térmica de baja temperatura antes de que el gas rico penetre en el regenerador, una tubería de extracción de gas para extraer el CO₂ y vapor procedentes de la parte superior de la columna de regeneración, y un medio de separación para separar el gas extraído de la parte superior de la columna de regeneración en un corriente de CO₂ que se exporta desde el regenerador, y agua que se recicla hasta la columna de regeneración, en la que además comprende una tubería de vaporización instantánea, una tubería de extracción de vapor que conecta dicho medio de vaporización instantánea con un compresor para la compresión de un gas gaseosa extraída, una tubería para inyectar la fase gaseosa comprimida en el interior de la columna de regeneración, y una tubería de absorbente pobre que conecta el medio de vaporización instantánea con el intercambiador de calor, estando un des-supercalentador dispuesto entre el compresor y la columna de regeneración, en el que el des-supercalentador del vapor comprimido se enfría y se satura con vapor por medio de la introducción de agua, y se proporciona una tubería desde el medio de separación para conducir el agua desde el medio de separación hasta el des-supercalentador. La combinación de medio de vaporización instantánea, un compresor para comprimir la fase gaseosa tras la vaporización instantánea, una tubería de inyección para la inyección de la fase gaseosa comprimida en el interior del regenerador, y la tubería de absorción pobre para la fase líquida, o la tubería de absorbente pobre que introduce el absorbente pobre en el interior del intercambiador de calor para enfriar de manera adicional el absorbente pobre, y calentar el absorbente rico, tiene como resultado una eficiencia mejorada del procedimiento y una menor pérdida de calor para las plantas de regeneración de acuerdo con la técnica anterior.

De acuerdo con un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una planta para la captura de CO₂ procedente de un gas que contiene CO₂, que comprende un medio para introducir un absorbente líquido pobre y el gas que contiene CO₂ en el interior de un absorbedor, en el que el absorbente y el gas que contiene CO₂ se hace fluir en contracorriente para producir un flujo de gas desprovisto de CO₂ y un absorbente rico, un medio para la liberación del flujo de gas desprovisto de CO₂ en los alrededores, un medio de extracción del absorbente rico e introducir el absorbente rico en un regenerador como se ha descrito anteriormente.

La expresión "fuente térmica de baja temperatura" o "medio térmico de baja temperatura" según se usa en la presente memoria descriptiva, se emplea para describir una fuente térmica o un medio térmico, tal como agua, vapor, u otro medio térmico, que tiene una temperatura de salida procedente de un intercambiador de calor por debajo de aproximadamente 115 °C, tal como por ejemplo por debajo de 110 °C. La temperatura de salida procedente del intercambiador de calor para una fuente térmica de baja temperatura puede estar por debajo de 105 °C, por debajo de 100 °C o por debajo de 95 °C. La temperatura de entrada en el interior del intercambiador de calor para un medio térmico de baja temperatura puede estar por debajo de 130 °C, tal como por debajo de 125 °C.

La expresión "calor de temperatura media" o "medio térmico de temperatura media", según se usan en la presente memoria descriptiva, se emplean para describir una fuente térmica o medio térmico, tal como agua, vapor u otro medio térmico, que tiene una temperatura de salida procedente de un intercambiador de calor por encima de 120 °C, tal como por encima de 125 °C o por encima de 130 °C. Una fuente térmica de temperatura media o un medio térmico, normalmente tiene una temperatura de entrada al intercambiador de calor de por encima de 125 °C, más preferentemente de por encima de 130 °C.

Un medio térmico de temperatura media puede ser un vapor a una temperatura por encima de 125 °C, o por encima de 130 °C, que se condensa en un intercambiador de calor para producir agua condensada a una temperatura que está de 1 a 10 °C por debajo de la temperatura de entrada del vapor. Este agua condensada se pueden usar posteriormente como medio térmico de baja temperatura para los procedimientos que demandan menos temperatura.

La expresión "gas que contiene CO₂" según se usa en la presente memoria descriptiva y en las reivindicaciones, es cualquier tipo de gas de combustión u otro flujo de gas industrial que incluye un nivel de CO₂ que es sustancialmente más elevado que el nivel en la atmósfera. Normalmente, el gas que contiene CO₂ es un gas de combustión procedente de una planta de generación de energía que consume combustible fósil.

La expresión "gas desprovisto de CO₂" o "corriente desprovista de CO₂" se usan para un gas o corriente de gas a partir de la cual se ha retirado una parte sustancial de CO₂. Normalmente se retira más de un 80 %, más preferentemente más de un 85 % y del modo más preferido más de un 90 % de CO₂ introducido en el gas que contiene CO₂ antes de que el gas se libere en forma de gas desprovisto de CO₂.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una planta de captura de CO₂ de acuerdo con el estado de la técnica, y

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una realización de la presente parte de regeneración de amina de una planta de captura de CO₂.

Descripción detallada de la presente invención

La Figura 1 ilustra una planta de captura de CO₂ de acuerdo con la técnica anterior, en la cual el gas de combustión procedente de la combustión de combustible carbonáceo penetra en la planta de captura de CO₂ a través de la tubería de gases 1. El gas de combustión de la tubería 1 se enfría sustancialmente por medio de la utilización de energía térmica de alta temperatura procedente de la combustión para la producción de energía eléctrica. Normalmente, la temperatura del gas que entra en la planta de captura de CO₂ a través de la tubería es de aproximadamente 120 °C a aproximadamente 90 °C. Opcionalmente, se introduce el gas de combustión de la tubería 1 en el interior de una sección de enfriamiento en la cual se satura con agua y se enfría hasta una temperatura de por ejemplo aproximadamente 35 °C hasta aproximadamente 60 °C.

El gas de combustión enfriado y humidificado posteriormente se introduce en la parte inferior de un torre de absorción 3 en la cual el gas de combustión fluye desde la parte inferior hasta la parte superior de la torre de absorción 3 en contracorriente con respecto a un absorbente pobre, es decir, una absorbente en el que se ha separado CO₂, que se introduce en el interior de la parte superior de la torre de absorción a través de una tubería 4 de absorbente pobre. Se retira el gas pobre, es decir el gas de combustión en el que se ha retirado parte del CO₂, a través de la tubería 6 de salida de gas en la parte superior de la torre de absorción, mientras que se retira el absorbente rico, es decir el absorbente que tiene CO₂ absorbido, desde la torre de absorción a través de la tubería 5 de absorbente rico.

Se calienta el absorbente rico frente al absorbente pobre que se retorna hasta la torre de absorción en un intercambiador 7 hasta una temperatura normalmente dentro del intervalo de entre 90 y 110 °C, antes de introducir el absorbente rico en el interior de la columna de regeneración 8. En la columna de regeneración 8, el adsorbente rico fluye en sentido descendente, en contracorriente con respecto al vapor generado por medio de calentamiento de parte del absorbente en un cambiador 11 de calor de regeneración. El absorbente pobre abandona la columna de regenerador a través de una salida 10 de absorbente pobre. Una parte del absorbente pobre de la salida 10 se introduce en el interior de un cambiador 11 de calor de regeneración, en el cual se calienta hasta una temperatura normalmente dentro del intervalo entre 120 y 130 °C, para producir un absorbente caliente y un vapor que se reintroduce en el interior de la columna del regenerador a través de la tubería 12. El absorbente pobre del calderín 11 normalmente se calienta por medio de electricidad, o un medio de calentamiento, tal como por ejemplo vapor. Cuando se usa un medio de calentamiento para calentar, se introduce el absorbente del calderín de regeneración a través de la tubería 13 y se retira a través de la tubería 13'. Normalmente, se introduce la corriente en forma de medio térmico para el calderín como corriente de alta presión a una temperatura de 130 °C hasta aproximadamente 140 °C, y se deja a través de la tubería 13' en forma de corriente condensada a la misma temperatura. En otras palabras, la energía transferida procedente del medio térmico hasta el absorbente en el calderín es el calor de condensación del vapor. El calentamiento de la columna procedente de la parte inferior proporciona un gradiente de temperatura en estado estacionario procedente de la parte inferior hasta la parte superior de la columna, en el que la temperatura en la parte superior es de 10 a 50 °C menor que en la parte inferior, dependiendo del diseño actual de la columna. En una columna típica de regeneración, la temperatura en la parte inferior de la columna es de aproximadamente 120 °C y la temperatura en la parte superior de la columna es de aproximadamente 10 a 50 °C más baja que en la parte inferior de la columna.

El absorbente pobre de la tubería 10 que no se introduce en el calderín de regeneración, se recicla de nuevo hasta la columna de absorción 3 a través de la tubería 4 y se enfría en el intercambiador de calor 7 frente a un absorbente

rico en la tubería 5. En el intercambiador de calor 7, se calienta el absorbente relativamente frío frente a absorbente pobre relativamente caliente que abandona el dispositivo de separación a una temperatura de aproximadamente 120 °C. Dependiendo del dimensionado y construcción actuales de la planta, la temperatura de la amina rica que abandona el intercambiador de calor 7 para el dispositivo de separación de amina puede ser de aproximadamente 90 a aproximadamente 110 °C.

Se extrae el CO₂ liberado del adsorbente y vapor de agua de la columna del regenerador 8 a través de la tubería 9 de extracción de gas. Se enfría el gas de la tubería 9 de extracción de gas en un condensador de reflujo 14 para condensar agua que se separa del gas restante, principalmente que comprende CO₂ en un separador de CO₂. Se retira el gas de CO₂ y parte del vapor de agua restante del separador de CO₂ 15 a través de una tubería de CO₂ 16 para el tratamiento adicional, tal como secado, compresión y deposición. Se extrae el agua condensada en el separador de CO₂ a través de la tubería 17 y se bombea de nuevo hasta la parte superior de la columna de regeneración 8 por medio de una bomba 18.

La Figura 2 ilustra una realización de una planta de regeneración de acuerdo con la presente invención, para la regeneración de un absorbente, en la que una parte del absorbente pobre que abandona la columna de regeneración 8 se vaporiza de forma instantánea sobre una válvula 31 de vaporización instantánea y un recipiente 32 de vaporización instantánea para proporcionar un vapor que se extrae del recipiente de vaporización instantánea por una tubería de vapor 33, y el absorbente pobre se retorna al absorbedor 3 por medio de la tubería 4. El gas generado en el recipiente 32 de vaporización instantánea comprende principalmente vapor y dióxido de carbono, para retirar más dióxido de carbono del absorbente antes de que sea retornado al absorbedor.

El vapor y CO₂ que se extraen a través de la tubería 33 posteriormente se comprimen en un compresor 34 para proporcionar un vapor insaturado, caliente y comprimido en la tubería 35. El vapor de la tubería 35 posteriormente se enfría y se satura por medio de agua en un des-supercalentador 36 en el que se introduce agua a través de una tubería 38 y se mezcla con el vapor procedente de la tubería 35. El vapor saturado con agua resultante procedente del des-supercalentador 36 se retorna posteriormente y se inyecta en el interior del dispositivo de separación 8 a través de la tubería 37. El agua introducida en el des-supercalentador puede ser, de manera conveniente, una parte del agua que se condensa en el separador 15. En la realización ilustrada, el agua de la tubería 38 se extrae de la tubería 17, de manera apropiada tras la bomba 18.

La vaporización instantánea del absorbente pobre sobre la válvula 31 de vaporización instantánea y la retirada de vapor en el separador 32, reduce la temperatura del absorbente pobre. El medio rico que abandona el intercambiador de calor 7 puede, por tanto, tener una temperatura que es menor que la temperatura deseada para la introducción en la columna de regenerador 8. Por tanto, se puede proporcionar un intercambiador 20 de calor opcional calentado gracias a un medio térmico de baja temperatura en la tubería 21, para calentar el absorbente rico hasta la temperatura deseada. El medio térmico de baja temperatura que penetra en el intercambiador de calor 20 a través de la tubería 21, puede por ejemplo ser el medio térmico que abandona el calderín 11 en la tubería 13'. El medio térmico introducido en el interior del calderín de la tubería 13 es preferentemente vapor, mientras que el medio térmico que abandona el calderín en la tubería 13' es agua condensada.

La compresión del vapor en la tubería 33 aumenta tanto la temperatura como la presión del vapor, para producir vapor insaturado caliente. Se puede degradar el absorbente por medio de una temperatura más elevada que aproximadamente 130 °C. El agua añadida en el des-supercalentador 36 garantiza que la corriente que se introduce en la columna de regeneración de la tubería 37 es vapor saturado que tiene una temperatura de 120-130 °C.

El término "vapor" se usa en la presente descripción y reivindicaciones, cuando resulta apropiado, también se pretende que incluya otros gases, tales como por ejemplo CO₂. Por medio de compresión del vapor en la tubería 33 y añadiendo de este modo calor, se convierte la corriente de baja presión y temperatura de la tubería 33 en un vapor de temperatura media que tiene utilidad en la planta. Adicionalmente, el calor de baja temperatura procedente del calderín puede tener uso en el intercambiador de calor 20. En una planta de acuerdo con el estado de la técnica, el medio térmico de baja temperatura, tal como el condensado de vapor que abandona el calderín, se enfría frente al agua en un intercambiador de calor, y es retornado a un calderín para la regeneración de vapor de temperatura media que es retornado al calderín. La planta que se ilustra en la Figura 2 reduce de este modo el calor, o la pérdida de energía, procedente de la planta, lo que la convierte en más eficiente desde el punto de vista energético.

Se ha simulado una planta ejemplar de acuerdo con la figura 2 para la captura de CO₂ procedente del gas de combustión de una estación de generación de energía de combustión de gas de 400 MW con retirada de CO₂ por medio de MEA y se han estimado los datos clave.

De acuerdo con el modelo simulado, el sistema de retirada de CO₂ retira un 85 % del CO₂ del gas de combustión. El sistema convencional demostrado en la figura 1 requiere un calderín de regenerador de amina con una utilización de 152 MW. Se suministra calor en forma de vapor saturado a 4 bar y 144 °C. El condensado de vapor abandona el calderín a 144 °C. En una planta de acuerdo con el estado de la técnica, se enfría el condensado y se bombea de nuevo hasta la estación de generación de energía para la generación de vapor. El regenerador de amina opera a 1,9 bar.

De acuerdo con el modelo de simulación de la presente invención, se vaporiza de forma instantánea el absorbente

ES 2 452 824 T3

pobre sobre la válvula 31 hacia abajo hasta 1,05 bar. Posteriormente, el vapor generado se separa del líquido y se comprime hasta 1,95 bar. Se inyecta agua en el vapor para retirar el supercalor. A continuación, se introduce el vapor en la columna del dispositivo de separación en la base. Se reduce el ciclo de trabajo del calderín hasta 110 MW, una reducción de 42 MW. El compresor de vapor tiene un consumo de energía de 3,3 MW.

- 5 El absorbente pobre abandona el recipiente de vaporización instantánea a 102 °C. Por tanto, la amina rica no se puede calentar por encima de 100 °C en el intercambiador de amina/amina. Por tanto, es posible usar el condensado de vapor procedente del calderín para calentar la amina rica. Esto reduce el ciclo de trabajo del calderín incluso más.

- 10 Por consiguiente, el uso de la vaporización instantánea de amina pobre para generar vapor de acuerdo con la siguiente invención, hace posible reducir el requisito de vapor del generador de 152 MW a 110 MW y, de este modo, reducir el requisito de vapor del regenerador en un 28 %. Aunque este ahorro es a costa de un consumo de energía eléctrica para compresión de 3,3 MW, los ahorros son significativos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de regeneración de un absorbente rico que tiene CO₂ absorbido, para proporcionar un absorbente regenerado o pobre y CO₂, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- a) introducir una corriente de absorbente rico en el interior de una columna de regeneración (8) en la que el absorbente fluye en sentido descendente y en contracorriente con el vapor generado por medio de calentamiento del absorbente pobre en un calderín (11) en la base de la columna de regeneración (8),
 - b) extraer CO₂ liberado y vapor procedente de la parte superior de la columna (8) y separación del CO₂ sometido a extracción y vapor para proporcionar una corriente de CO₂ que se retira, y agua condensada que se recicla al interior de la columna de regeneración (8),
 - c) extraer absorbente pobre o regenerado procedente de la base de la columna (8),
 - d) vaporizar de forma instantánea el absorbente pobre sometido a extracción para producir una fase gaseosa que se comprime y se re-introduce en el interior de la columna de regeneración (8), y una fase de absorbente pobre líquido,
 - e) calentar el absorbente rico por medio de un primer intercambio de calor frente al absorbente pobre líquido vaporizado de forma instantánea,
 - f) calentar el absorbente rico una vez que se ha sometido a intercambio de calor frente al absorbente pobre por medio de intercambio de calor frente a un medio térmico que tiene una temperatura de entrada menor de 130 °C , e
 - g) introducir el absorbente rico caliente en la columna de regeneración (8).
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fase gaseosa comprimida se mezcla con agua para enfriar y saturar la fase gaseosa con vapor antes de introducir la fase gaseosa comprimida en la columna de regeneración (8).
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la fase gaseosa comprimida se enfría hasta una temperatura de 120 a 130 °C, antes de la introducción en la columna de regeneración (8).
4. Un procedimiento para capturar CO₂ de un gas que contiene CO₂, que comprende la introducción de un absorbente líquido pobre y el gas que contiene CO₂ en un absorbedor (3) en el que se hace fluir el gas que contiene CO₂ en contracorriente con respecto al absorbente pobre para producir un absorbente rico y una corriente de gas desprovisto de CO₂, liberando el gas desprovisto de CO₂ en los alrededores, extrayendo el absorbente rico del absorbedor (3), en el que el absorbente rico se regenera para proporcionar una corriente de CO₂ y un absorbente pobre de acuerdo con el procedimiento de la reivindicación 1.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la fase gaseosa se mezcla con agua para enfriar y saturar la fase gaseosa con vapor antes de la introducción en la columna de regeneración (8).
6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la fase gaseosa comprimida se enfría hasta una temperatura de 120 a 130 °C, antes de la introducción en la columna de regeneración (8).
7. Un regenerador para un absorbente líquido para CO₂ que comprende una columna de regeneración (8), una tubería (5) de absorbente rico para la introducción de absorbente rico en la columna de regeneración (8), un medio de extracción (10) para la extracción de adsorbente pobre procedente de la parte inferior de la columna de regeneración (8), un calderín (11) para calentar una parte del absorbente extraído antes de la re-introducción en la columna de regeneración para la producción de vapor que se re-introduce en la columna, una tubería (4) de absorbente pobre para reciclar una parte del absorbente extraído gracias el medio de extracción (10) hasta un absorbedor, un intercambiador de calor (7) para calentar el absorbente rico frente al absorbente pobre extraído y un intercambiador de calor (20) para calentar adicionalmente el absorbente rico caliente frente a una fuente térmica de baja temperatura antes de que el gas rico entre en el regenerador, una tubería (9) de extracción de gas para la extracción de CO₂ y vapor procedentes de la parte superior de la columna de regeneración, y un medio de separación (14, 15, 19, 45) para separar el gas extraído de la parte superior de la columna de regeneración en una corriente de CO₂ que se exporta desde el regenerador, y agua que se recicla hasta la columna de regeneración (8), **caracterizado porque** en 33 comprende adicionalmente un medio (31, 32) de vaporización instantánea, una tubería (33) de extracción de vapor que conecta dicho medio de vaporización instantánea con un compresor (34) para la compresión de una fase gaseosa extraída, una tubería (37) para inyectar la fase gaseosa comprimida en el interior de la columna de regeneración (8), y una tubería (4) de absorbente pobre que conecta el medio de vaporización instantánea con el intercambiador de calor (7), por que se dispone un des-supercalentador (36) entre el compresor (34) y la columna de regeneración (8), de forma que el vapor comprimido se enfría en el des-supercalentador (36) y se satura con vapor por medio de la introducción de agua, y porque se proporciona una tubería (38) desde el medio de separación (14, 15, 16, 17, 18) para conducir el agua desde el medio de separación hasta el des-supercalentador (36).
8. El regenerador de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el medio (31, 32) de vaporización instantánea comprende una válvula (31) de vaporización instantánea y un recipiente (32) de vaporización instantánea.

- 5 9. Una planta para capturar CO₂ procedente de un gas que contiene CO₂, que comprende un medio para introducir un absorbente líquido pobre y el gas que contiene CO₂ en el interior de un absorbedor, en el que el absorbente y el gas que contiene CO₂ se hacen fluir en contracorriente para producir un flujo de gas desprovisto de CO₂ y un absorbente rico, un medio para liberar el flujo de gas desprovisto de CO₂ en los alrededores, un medio para extraer el absorbente rico y para introducir el absorbente rico en un regenerador de acuerdo con la reivindicación 7.
10. La planta de la reivindicación 9, en la que el medio (31, 32) de vaporización instantánea comprende una válvula (31) de vaporización instantánea y un recipiente (32) de vaporización instantánea.

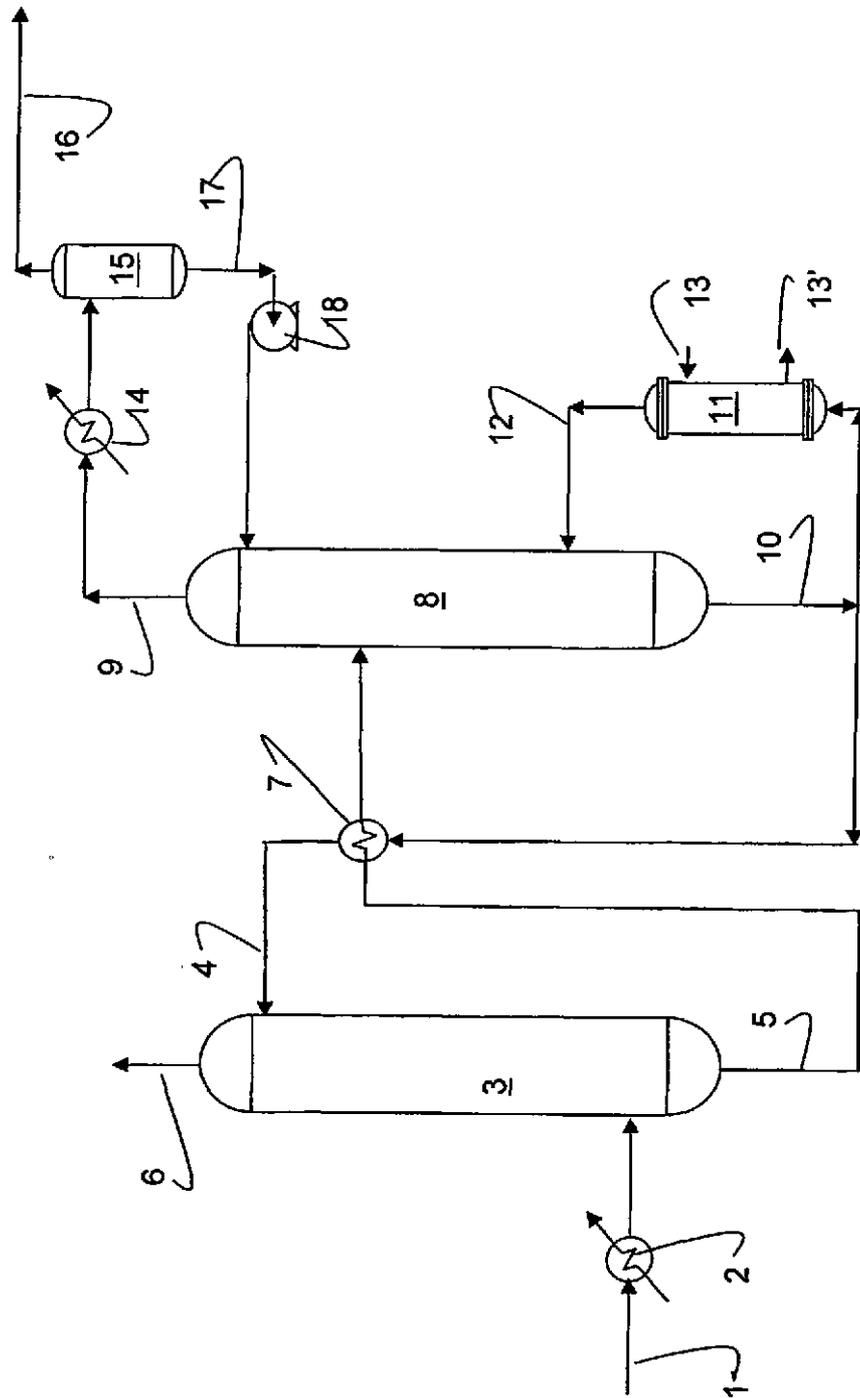


Fig. 1

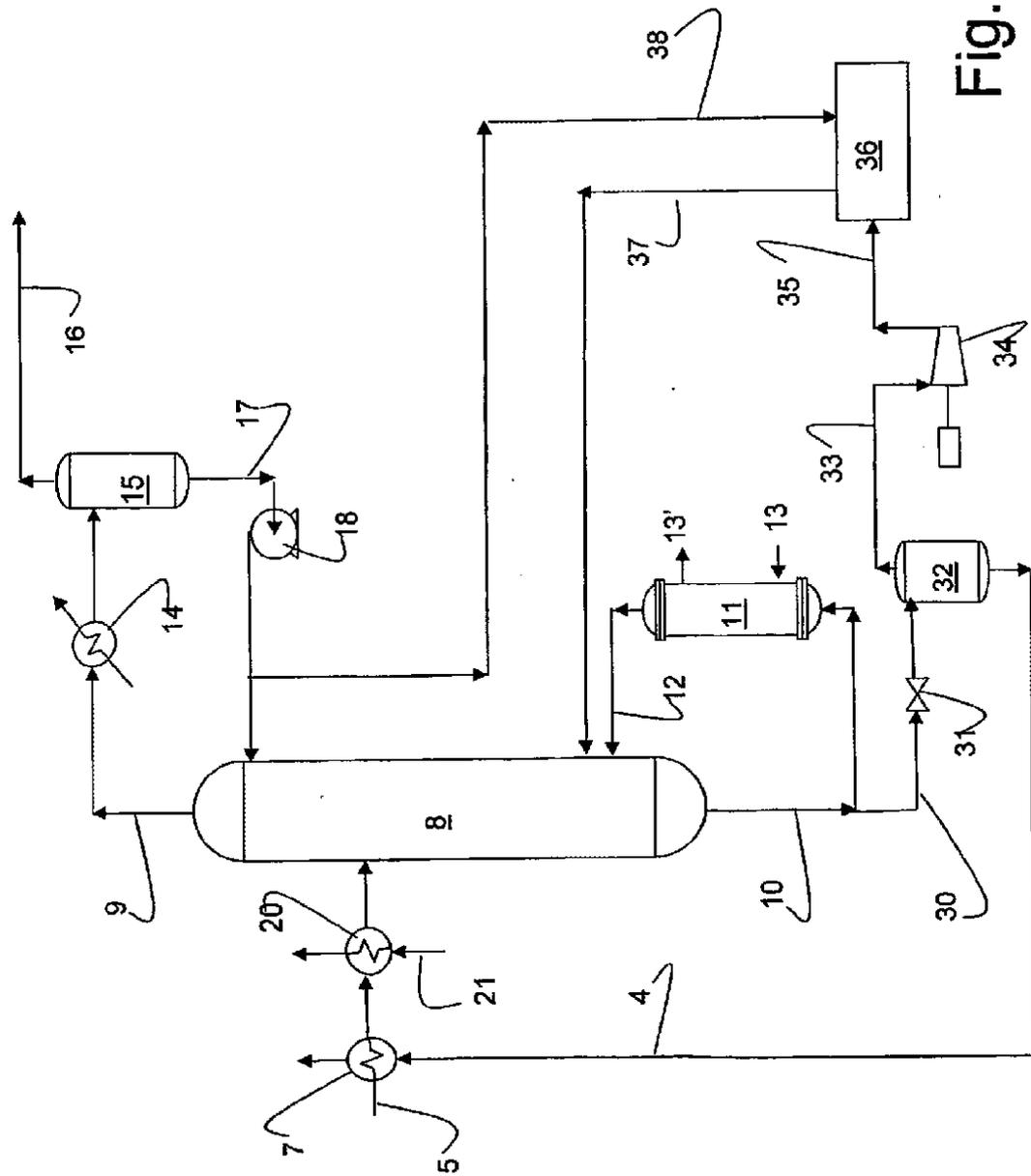


Fig. 2