

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 793**

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: **26.11.2007 E 07834814 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 2089139**

54 Título: **Regeneración de absorbentes mejorada**

30 Prioridad:

24.11.2006 NO 20065413

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

20.01.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WOODHOUSE, SIMON

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 438 793 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 absorbentes mejorada

Campo técnico

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

Antecedentes

10 La combustión continuamente creciente de combustible fósil, tal como carbón, gas natural y petróleo, durante los últimos siglos ha producido un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera. La creciente concentración de CO₂ ha provocado una preocupación debido al efecto invernadero producido por CO₂. Se sospecha que el efecto invernadero ya ha provocado al menos algunos de los cambios en el clima que se han observado durante las últimas décadas, y se sospecha según modelos de simulación que producirá incluso más cambios y cambios posiblemente drásticos en el clima del planeta tierra.

15 Esto ha provocado una llamada a la acción de los científicos, ecologistas y políticos en todo el mundo para estabilizar o incluso reducir la descarga de CO₂ de la combustión de combustible fósil a la atmósfera. Una estabilización o incluso reducción de la descarga de CO₂ a la atmósfera de la combustión de combustible fósil puede lograrse por la captura y depósito seguro de CO₂ del gas de escape de centrales térmicas y otras plantas en la que se quema combustible fósil.

20 El CO₂ capturado puede inyectarse en formaciones subterráneas tales como acuíferos, pozos de petróleo para la recuperación potenciada de petróleo o en pozos de petróleo y gas agotados para deposición. Las pruebas indican que el CO₂ queda en la formación subterránea durante miles de años y no se libera a la atmósfera.

25 La captura de CO₂ de un gas por medio de absorción es muy conocida y se ha usado durante décadas, por ejemplo, para la eliminación de CO₂ (y otros gases ácidos) de gas natural producido en yacimientos de gas. Los absorbentes usados o sugeridos en la técnica anterior han sido diferentes disoluciones alcalinas acuosas tales como carbonato de potasio, véase, por ejemplo, el documento US 4.160.810, y diferentes aminas, véanse, por ejemplo, los documentos US 4.112.051, US 4.397.660 y US 5.061.465. La separación de CO₂ de gas de escape de centrales térmicas por medio de una disolución de amina, se conoce, por ejemplo, del documento US 4.942.734.

30 Común a estas disoluciones de captura de CO₂ es que la mezcla de gases a separar se introduce a contracorriente al absorbente acuoso en una columna absorbidora. El gas que abandona la columna absorbidora está agotado en CO₂ (o agotado en gas ácido), mientras que el CO₂ (u otro gas ácido) abandona la columna absorbidora junto con el absorbente. El absorbente se regenera en la columna regeneradora y se devuelve a la columna absorbidora. La amina se regenera extrayendo la disolución de amina con vapor en la columna de regeneración. El vapor se genera en el evaporador en la base de la columna.

35 La Figura 1 y el texto adjunto del documento WO 2004/080573 describen un procedimiento de regeneración a baja presión para un absorbente de CO₂, en el que el absorbente es extraído en una columna de regeneración por flujo a contracorriente de vapor. Se indica que la presión en la columna es aproximadamente 0,15 atm, o aproximadamente 0,15 bar, y la temperatura en el fondo de la columna de regeneración es aproximadamente 55 °C y decreciendo hacia la cabeza de la columna. La presión de la mezcla gaseosa de CO₂ y vapor extraída en la cabeza de la columna de regeneración se aumenta a la presión atmosférica mediante una compresión de múltiples etapas con enfriamiento y separación de agua entre las etapas. El enfriamiento se efectúa por intercambio de calor contra absorbente pobre para producir vapor a baja presión para la extracción en la columna de regeneración.

45 Este procedimiento de regeneración sub-atmosférica puede ser eficaz para absorbentes de carbonato. Sin embargo, los absorbentes de amina necesitan mayores temperaturas para que tenga lugar en absoluto la extracción de CO₂. La regeneración a baja presión añade adicionalmente coste tanto a la construcción como a la operación de la parte de regeneración de una planta tal. En primer lugar, el reducir la presión produce la demanda de columna de regeneración más voluminosa, aumentando el coste de construcción espectacularmente. En segundo lugar, la compresión del gas que se extrae de la cabeza de la columna de regeneración de la presión de la columna a la presión atmosférica consume energía. El coste de energía para la compresión de un gas de 0,15 bar absolutos a 1 bar se corresponde

50 aproximadamente con la compresión de un gas de 1 bar absolutos a 7 bar absolutos. La baja temperatura de operación de los productos de cabeza del extractor permite, sin embargo, compresión simple y eficaz de este gas.

Aún cuando la reducción de la presión en la columna de regeneración permita una recompresión de vapor simple y

ventajosa para la integración de energía, las ventajas extraídas de la integración de energía son más pequeñas que las desventajas debidas al coste adicional. Adicionalmente, no sería posible operar eficazmente el procedimiento, como se ha mencionado anteriormente, para otros absorbentes distintos de carbonatos, y tampoco para las aminas frecuentemente más preferidas.

- 5 Como se ilustra anteriormente, el CO₂ como tal es muy conocido en la técnica. Sin embargo, existe la necesidad de varias mejoras en el procedimiento de captura de CO₂ para hacer económicamente rentables centrales térmicas libres de emisiones de CO₂ o de bajas emisiones de CO₂.

Las plantas para la captura de CO₂ son construcciones relativamente grandes, complejas y caras. Por tanto, se desea reducir el tamaño, la complejidad y el coste de las plantas.

- 10 La captura de CO₂ se lleva a cabo a costa de la eficiencia de una central termoeléctrica que utiliza combustible fósil, de manera que se reduce la salida de energía eléctrica y/o calor de alta temperatura de una central termoeléctrica. La eficiencia reducida en comparación con una planta tradicional hace estas instalaciones menos rentables. Por tanto, se buscan mejoras en la eficiencia, es decir, reducir el coste de energía en el procedimiento de captura de CO₂.

- 15 Los absorbentes actualmente preferidos son disoluciones acuosas de diferentes aminas. Las aminas comúnmente usadas son alcanolaminas tales como, por ejemplo, dietanolamina, monometiletanolamina, aminoetiletanolamina, 2-(metilamino)etanol, MDEA, además de otras aminas conocidas por expertos en la materia. La absorción de CO₂ a los absorbentes de amina es una reacción exotérmica reversible. Por consiguiente, el calor tiene que suministrarse a la columna regeneradora para invertir la absorción y liberar el CO₂.

- 20 El calor suministrado a la columna regeneradora según el estado de la materia se suministra en el evaporador cuando el absorbente se calienta a una temperatura normalmente de aproximadamente 120 a 130 °C, a una presión de operación normal para tales extractores de aproximadamente 1,5 bar absolutos o 0,5 bar manométricos. El absorbente en el evaporador puede calentarse por una fuente de calor eléctrica, pero lo más comúnmente por un medio de calor tal como, por ejemplo, vapor a alta temperatura. El evaporador es el principal consumidor de energía térmica de temperatura media en el ciclo de absorción / desorción para la captura de CO₂. Una reducción en la demanda de energía térmica de temperatura media mejoraría la economía del procedimiento de captura de CO₂.

- 25 El documento DE 36 27 777 A1 describe un procedimiento para la regeneración de un absorbente rico para gases ácidos, del tipo anteriormente descrito, en el que el vapor y CO₂ extraídos de la columna de regeneración se comprimen y la mezcla de gases comprimida se usa para producir vapor que se introduce en la columna de separación (Fig. 2).

- 30 El documento DE 37 38 913 A1 describe la compresión del vapor y CO₂ extraídos de la columna de regeneración antes de hacer hervir vigorosamente, para

Así, un objetivo para la presente invención es obtener una reducción en el rendimiento del evaporador, y así una reducción en la demanda de energía térmica de temperatura media, tal como vapor de temperatura alta.

Breve descripción de la invención

Según un primer aspecto la presente invención se refiere a

- 35 un procedimiento para regeneración de un absorbente rico que tiene CO₂ absorbido, para dar un absorbente regenerado, o pobre, y CO₂, en cuyo procedimiento una corriente de absorbente rico se introduce en una columna regeneradora que opera a presión atmosférica o superior, en cuya columna de regeneración el absorbente circula hacia abajo, y a contracorriente, con vapor generado calentando absorbente pobre en la base de la columna regeneradora,

- 40 en el que el gas, que comprende principalmente CO₂ liberado y vapor, se extrae de la cabeza de la columna y se separa para dar una corriente de CO₂ que se elimina y agua condensada que se recicla a la columna regeneradora,

y en el que el absorbente pobre, o regenerado, se extrae de la base de la columna, en el que el gas que se extrae de la cabeza de la columna regeneradora se comprime y se enfría por intercambio de calor para recuperar el calor, antes de la separación del gas en CO₂ y agua,

- 45 en el que el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración se comprime en una unidad de compresión que comprende dos o más etapas de compresión, y en el que el agua se introduce en el gas comprimido entre las etapas de compresión.

- 50 Comprimiendo la cantidad total de CO₂ y el vapor extraído de la cabeza antes de la separación, el calor en el gas que abandona la columna de regeneración se conserva y se convierte en calor de temperatura media a costa de la energía usada para aumentar la presión del vapor y elevar la temperatura de condensación del vapor. Este calor de temperatura media puede entonces usarse para otros fines, a diferencia del calor de menor temperatura, que no tiene valor o es de

valor limitado para otros fines y normalmente es liberado como agua de refrigeración.

5 Según una realización, el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración se comprime a una presión que es 2 a 5 veces la presión de operación de la columna de regeneración antes de la separación del gas en CO₂ y agua. Comprimiendo el gas 2 a 5 veces la presión de operación de la columna de regeneración, la energía térmica total y la temperatura en el gas aumentan suficientemente para producir el vapor de temperatura media por intercambio de calor contra el gas comprimido.

10 Según la invención, el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración se comprime en una unidad de compresión que comprende dos o más etapas de compresión, y en la que el agua se introduce en el gas comprimido entre las etapas de compresión. Varias etapas de compresión mejoran el control con la compresión y permiten enfriamiento entre las etapas.

Según una realización específica, el gas comprimido se enfría por intercambio de calor contra agua para calentar dicha agua para producir vapor. El enfriamiento añadiendo agua al gas comprimido calentado reduce la temperatura del gas sin perder energía térmica en los enfriadores, y así mantendrá la energía térmica en el gas y reducirá la pérdida de calor.

15 Según una realización, el vapor generado por intercambio de calor se usa para la generación de vapor calentando absorbente pobre en la base de la columna regeneradora. Usar el vapor generado por intercambio de calor contra el gas comprimido sustituirá el vapor generado en el evaporador y así reducirá el rendimiento del evaporador.

Según un segundo aspecto, la presente invención se refiere a

20 procedimiento para la captura de CO₂ a partir de un gas que contiene CO₂, que comprende la introducción de un absorbente líquido pobre y el gas que contiene CO₂ en un absorbedor en el que se hace que el gas que contiene CO₂ circulea contracorriente al absorbente pobre para producir un absorbente rico y una corriente de gas agotado en CO₂, liberando el gas agotado en CO₂ a los alrededores, extrayendo el absorbente rico del absorbedor,

en el que el absorbente rico se introduce en una columna regeneradora que opera a presión atmosférica o superior, en cuya columna de regeneración el absorbente circula hacia abajo y a contracorriente con vapor generado calentando absorbente pobre en la base de la columna regeneradora,

25 en el que el gas, que comprende principalmente CO₂ liberado y vapor, se extrae de la cabeza de la columna y se separa para dar una corriente de CO₂ que se elimina y agua condensada que se recircula a la columna regeneradora,

y en el que el absorbente pobre, o regenerado, se extrae de la base de la columna, en la que el gas que se extrae de la cabeza de la columna regeneradora se comprime y se enfría por intercambio de calor para recuperar el calor, antes de la separación del gas en CO₂ y agua,

30 en el que el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración se comprime en una unidad de compresión que comprende dos o más etapas de compresión, y en el que el agua se introduce en el gas comprimido entre las etapas de compresión.

Este segundo aspecto se refiere a la inclusión del presente regenerador en un procedimiento para la captura CO₂ de los alrededores y así incluir las características ventajosas en la planta.

35 Según un tercer aspecto, la presente invención se refiere a

40 un regenerador para un líquido absorbente para CO₂ que comprende una columna regeneradora operada a presión atmosférica o superior, una línea de absorbente rico para la introducción de absorbente rico a la columna regeneradora, medios de extracción para extraer absorbente pobre del fondo de la columna regeneradora, un evaporador para calentar una parte del absorbente extraído antes de la reintroducción en la columna regeneradora para la producción de vapor, una línea de absorbente pobre para recircular una parte del absorbente extraído por los medios de extracción a un absorbedor, una línea de extracción de gas para extraer CO₂ y vapor de la cabeza de la columna regeneradora y medios de separación para separar el gas extraído de la cabeza de la columna regeneradora en una corriente de CO₂ que es exportada del regenerador, y agua que se recircula a la columna regeneradora, y una unidad de compresión de vapor para la compresión del CO₂ y vapor a una presión de 2 a 10 bar absolutos, provista entre la columna regeneradora y los medios de separación, en el que la unidad de compresión de vapor es una unidad de compresión de múltiples etapas que comprende dos o más etapas del compresor en las que se proporcionan medios de inyección de agua para inyectar agua en el CO₂ comprimido y agua entre las etapas del compresor.

45 Comprimiendo la cantidad total de CO₂ y vapor extraído de la cabeza antes de la separación, el calor en el gas que abandona la columna de regeneración se conserva y se convierte en calor de temperatura media a costa de la energía usada para aumentar la presión del vapor y elevar la temperatura de condensación del vapor. La elevación de la temperatura de condensación del vapor permite que el calor se recupere a mayores temperaturas. El usar varias etapas

de compresión permite el enfriamiento entre cada etapa. Esto aumenta la eficiencia y reduce la temperatura de diseño del sistema de compresión. El enfriamiento entre etapas se lleva normalmente a cabo por intercambiadores de calor y un medio de enfriamiento. El medio de enfriamiento elimina calor del sistema. El enfriamiento mediante inyección de vapor no elimina energía del sistema y aumenta la cantidad de calor que puede recuperarse. El resultado es que se reduce la pérdida de energía en el procedimiento total.

Según una cuarta realización, la presente invención se refiere a una planta para la captura CO₂ de un gas que contiene CO₂, que comprende medios para introducir un líquido absorbente pobre y el gas que contiene CO₂ en un absorbedor en el que se provoca que el absorbente y el gas que contiene CO₂ circulen a contracorriente para producir un flujo de gas agotado en CO₂ y un absorbente rico, medios para liberar el flujo de gas agotado en CO₂ a los alrededores, medios para extraer el absorbente rico y para introducir el absorbente rico en un regenerador, un regenerador para un líquido absorbente para CO₂ que comprende una columna regeneradora operada a presión atmosférica o superior, una línea de absorbente rico para la introducción de absorbente rico a la columna regeneradora, medios de extracción para extraer absorbente pobre del fondo de la columna regeneradora, un evaporador para calentar una parte del absorbente extraído antes de la reintroducción en la columna regeneradora para la producción de vapor, una línea de absorbente pobre para recircular una parte del absorbente extraído por los medios de extracción a un absorbedor, una línea de extracción de gas para extraer CO₂ y vapor de la cabeza de la columna regeneradora y medios de separación para separar el gas extraído de la cabeza de la columna regeneradora en una corriente de CO₂ que es exportada del regenerador, y agua que se recircula a la columna regeneradora, y una unidad de compresión de vapor para la compresión del CO₂ y vapor a una presión de 2 a 10 bar absolutos, provista entre la columna regeneradora y los medios de separación, en el que la unidad de compresión de vapor es una unidad de compresión de múltiples etapas que comprende dos o más etapas del compresor en las que se proporcionan medios de inyección de agua para inyectar agua en el CO₂ comprimido y agua entre las etapas del compresor. Esta cuarta realización se refiere a una planta de captura de CO₂ que incorpora el regenerador anterior y así da las mismas ventajas a la planta de captura completa.

El término “fuente de calor de temperatura baja” o “medio de calor de temperatura baja”, como se usa en la presente descripción, se usa para describir una fuente de calor o un medio de calor, tal como agua, vapor u otro medio de calor, que tiene una temperatura de salida de un intercambiador de calor por debajo de 110 °C. La temperatura de salida de un intercambiador de calor para una fuente de calor de temperatura baja puede ser inferior a 105 °C, inferior a 100 °C o inferior a 95 °C. La temperatura de entrada en un intercambiador de calor para un medio de calor de temperatura baja puede ser inferior a 130 °C, tal como inferior a 125 °C.

El término “calor de temperatura media” o “medio de calor de temperatura media”, como se usa en la presente descripción, se usa para describir una fuente de calor o un medio de calor, tal como agua, vapor u otro medio de calor, que tiene una temperatura de salida 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 de calor o medio de calor de temperatura media normalmente tiene una temperatura de entrada a un intercambiador de calor de por encima de 125 °C, más preferentemente por encima de 130 °C.

Un medio de calor de temperatura media puede ser 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 es de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 °C inferior a la temperatura de salida del vapor. Esta agua condensada puede entonces usarse como medio de calor de temperatura baja para procedimientos que requieren menos calor.

El término “etapas del compresor” como se usa en la presente descripción y reivindicaciones se usa para cubrir tanto unidades de compresor físicas que comprenden dos o más etapas del compresor como compresores físicamente separados, siendo cada uno una etapa.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una planta de captura de CO₂ según el estado de la materia, y

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

Descripción detallada de la presente invención

La Figura 1 ilustra una planta de captura de CO₂ según la técnica anterior, en la que gas de escape de la combustión de combustible carbonáceo entra en la planta de captura de CO₂ mediante una línea 1 de escape. El gas de escape en la línea 1 se enfría sustancialmente por la utilización de la energía térmica de alta temperatura de la combustión para la producción de energía eléctrica. La temperatura del gas de escape que entra en la planta de captura de CO₂ mediante la línea es normalmente de aproximadamente 120 °C a aproximadamente 90 °C. El gas de escape de la línea 1 se introduce en una sección de enfriamiento en la que se satura con agua y se enfría a una temperatura de aproximadamente 35 °C a aproximadamente 60 °C.

El gas de escape enfriado y humidificado se introduce entonces en la parte inferior de una torre 3 de absorción en la que el gas de escape circula del fondo a la cabeza de la torre 3 de absorción a contracorriente a un absorbente pobre, es decir, absorbente que es extraído para CO₂, que se introduce en la parte superior de la torre de absorción mediante una línea 4 de absorbente pobre. El gas pobre, es decir, gas de escape en el que una parte sustancial del CO₂ se elimina, se elimina mediante una línea 6 de salida de gas en la cabeza de la torre de absorción, mientras que el absorbente rico, es decir, absorbente que tiene CO₂ absorbido, se elimina de la torre de absorción mediante una línea 5 de absorbente rico.

El absorbente rico se calienta contra absorbente pobre que se devuelve a la torre de absorción en un intercambiador 7 de calor a una temperatura normalmente en el intervalo entre 90 y 110 °C, antes de que el absorbente rico se introduzca en una columna 8 regeneradora. En la columna 8 regeneradora, el absorbente rico circula hacia abajo, a contracorriente al vapor generado, calentando algo del absorbente en un evaporador 11 de regeneración. El absorbente pobre abandona la columna regeneradora mediante una salida 10 de absorbente pobre. Una parte del absorbente pobre en la salida 10 se introduce al evaporador 11 de regeneración, en el que se calienta a una temperatura normalmente en el intervalo entre 120 y 130 °C, para producir absorbente caliente y vapor que se re-introduce a la columna regeneradora mediante una línea 12. El absorbente pobre en el evaporador 11 se calienta normalmente por medio de electricidad, o un medio de calentamiento tal como, por ejemplo, vapor. Si se usa un medio de calentamiento para calentar, el absorbente en el evaporador de regeneración se introduce mediante una línea 13 y se saca mediante una línea 13'. El vapor como medio de calor para el evaporador se introduce normalmente como un vapor a alta presión a una temperatura de 130 °C a aproximadamente 140 °C, y abandona mediante la línea 13' como vapor condensado a la misma temperatura. En otras palabras, la energía transferida del medio de calor al absorbente en el evaporador es el calor de condensación del vapor.

El calentamiento de la columna desde el fondo da un gradiente de temperatura en el estado estacionario del fondo a la cabeza de la columna, siendo la temperatura en la cabeza de 10 a 50 °C menor que en el fondo, dependiendo del diseño real de la columna.

El absorbente pobre en la línea 10 que no se introduce en el evaporador de regeneración se recircula de nuevo a la columna 3 de absorción mediante la línea 4 y se enfría en el intercambiador 7 de calor contra absorbente rico en la línea 5. En el intercambiador 7 de calor, el absorbente rico relativamente frío se calienta contra el absorbente pobre relativamente caliente que abandona el extractor a una temperatura de aproximadamente 120 °C. Dependiendo del dimensionado y construcción actual de la planta, la temperatura de la amina rica que abandona el intercambiador 7 de calor para el separador de amina puede ser de aproximadamente 90 a aproximadamente 110 °C.

La presión en la columna de regeneración es normalmente presión atmosférica o mayor para obtener una regeneración eficaz del absorbente, o separación de CO₂. La presión en la regeneración es frecuentemente 1,5 bar o superior. En una situación práctica, la presión es frecuentemente de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 2,0 bar, pero puede incluso superar esta presión.

El CO₂ liberado del absorbente, vapor de agua y cantidades menores de absorbente se extraen de la columna 8 regeneradora mediante una línea 9 de extracción de gas. El gas en la línea 9 de extracción de gas se enfría en un condensador 14 de reflujo para condensar agua que se separa del gas restante, que comprende principalmente CO₂ en un separador 15 de CO₂. El gas CO₂ y algo de vapor de agua restante se eliminan del separador 15 de CO₂ mediante una línea 16 de CO₂ para tratamiento adicional, tal como secado, compresión y deposición. El agua condensada en el separador de CO₂ se extrae mediante una línea 17 y se bombea de nuevo a la cabeza de la columna 8 de regeneración por medio de una bomba 18. El experto en la materia entenderá que el vapor de agua extraído mediante la línea 9, y el agua condensada eliminada en el separador 15, pueden comprender cantidades menores de absorbente. Por tanto, está previsto que el agua y los vapores de agua usados en la presente descripción y reivindicaciones incluyan agua y vapor de agua que incluyen cantidades menores de absorbente, cuando corresponda.

La Figura 2 ilustra una realización preferida de la presente invención. Esta realización se corresponde principalmente con el procedimiento y planta descritos con referencia a la Figura 1, con la excepción de que el gas extraído de la columna 8 de regeneración en la línea 9 se comprime directamente en una unidad 20 de compresión sin separación de agua antes de la etapa de compresión.

La unidad de compresión comprende preferentemente dos o más compresores conectados en serie o etapas 21, 21', 21" de compresor conectadas por líneas 28 de conexión. El agua de una línea 30 de suministro de agua se introduce en el gas comprimido, y así calentado, entre las etapas del compresor en las líneas 28 de conexión mediante inyectores 29, 29' de agua. El agua se enfría y satura el gas antes de la siguiente etapa de compresión.

El gas se comprime normalmente en la unidad 20 de compresión a una presión normalmente 2 a 5 veces superior a la presión de operación de la columna de regeneración, correspondiente a una presión del gas que abandona la unidad de compresión de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 bar. Más normalmente, la presión del gas que abandona la unidad de compresión es de aproximadamente 4 bar a aproximadamente 8 bar.

El gas comprimido y calentado que abandona la unidad 20 de compresión mediante una línea 22 se enfría en un

- intercambiador 23 de calor en el que algo del agua y absorbente se condensan, para calentar un medio de calor en una línea 32. La corriente en la línea 22' que comprende condensado y gas se enfría después adicionalmente en un enfriador 24, antes de que el condensado y el gas se separen en un separador 25. La fase gaseosa se extrae del separador 25 en la línea 31 de CO₂ para tratamiento adicional, tal como compresión, secado y deposición. La fase líquida en el separador 25, que comprende principalmente agua con cantidades menores de absorbente, se extrae del separador en una línea 27 de líquido y se controla opcionalmente por medio de una válvula 26 y se recircula a la columna de regeneración.
- Comprimiendo el gas total extraído de la columna de regeneración, que comprende CO₂, vapor de agua y cantidades menores de absorbente, se eleva la temperatura de condensación del vapor de agua en el gas. Esto significa que el calor eliminado que va a condensar el agua puede recuperarse a una temperatura elevada y usarse en el procedimiento.
- El calor del gas que abandona la unidad 20 de compresión en la línea 22 puede usarse, por ejemplo, como fuente de calor para el evaporador 11. El medio de calor que abandona el intercambiador 23 de calor puede usarse como al menos una parte del medio de calor de temperatura media que entra en el evaporador 11 mediante la línea 13, o el intercambiador 23 de calor es en realidad el evaporador 11.
- Se ha simulado una planta a modo de ejemplo para la captura de CO₂ del gas de escape de una central eléctrica de gas de 400 MW con eliminación de CO₂ por MEA y se han estimado datos clave. Según el modelo simulado, el sistema de eliminación de CO₂ elimina el 85% del CO₂ en el gas de escape. El sistema estándar demostrado en la Figura 1 requerirá un evaporador 11 regenerador de amina con un rendimiento de 152 MW. El calor se suministra en forma de vapor saturado a 4 bar absolutos y 144 °C. El condensado de vapor abandona el evaporador a 144 °C. En una planta según un estado de la materia, el condensado se enfría y se bombea de nuevo a la central eléctrica para la generación de vapor. El generador de amina opera a 1,9 bar absolutos.
- Según el modelo de simulación de la presente invención, el vapor que sale de la torre de regeneración se comprime a 6 bar absolutos por 4 etapas de compresión. Entre cada etapa de compresión el vapor se enfría mediante inyección de agua. El vapor comprimido está a 144 °C y 6 bar absolutos. El vapor se pasa al intercambiador de calor en el que se enfría a 133 °C. El vapor se pasa entonces al condensador para enfriamiento final a 25 °C. El rendimiento de calor del intercambiador de calor es 36 MW. Este calor puede usarse directamente en el evaporador o puede usarse para generar vapor que puede usarse en el evaporador.
- Todo el dióxido de carbono producido se comprime para almacenamiento o deposición. El rendimiento del evaporador se reduce a 116 MW, una reducción de 36 MW. La unidad 20 compresora de vapor tiene un rendimiento de 12 MW. Sin embargo, el rendimiento del compresor de dióxido de carbono se reduce 4 MW, produciendo un aumento neto en el consumo de potencia para la compresión de 8 MW.
- Por consiguiente, el uso de compresión de vapor para elevar la temperatura de condensación del agua según la presente invención hace posible reducir el requisito de vapor para el regenerador de 152 MW a 116 MW y así reducir el 24% el requisito de vapor del regenerador. Debe observarse que el consumo de energía eléctrica aumenta 8 MW.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de regeneración de un absorbente rico que tiene CO₂ absorbido, para dar un absorbente regenerado, o pobre, y CO₂, en cuyo procedimiento una corriente de absorbente rico se introduce en una columna regeneradora (8) que opera a presión atmosférica o superior, en cuya columna de regeneración (8) el absorbente circula hacia abajo, y a contracorriente, con vapor generado calentando absorbente pobre en la base de la columna regeneradora (8),
5 en el que el gas, que comprende principalmente CO₂ liberado y vapor, se extrae de la cabeza de la columna (8) y se separa para dar una corriente de CO₂ que se elimina y agua condensada que se recircula a la columna regeneradora (8), y en el que el absorbente pobre, o regenerado, se extrae de la base de la columna (8),
10 en el que el gas que se extrae de la cabeza de la columna regeneradora (8) se comprime y se enfría por intercambio de calor para recuperar el calor, antes de la separación del gas en CO₂ y agua,
caracterizado porque el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración (8) se comprime en una unidad de compresión (200) que comprende dos o más etapas de compresión (21, 21', 21''), y en el que el agua se introduce en el gas comprimido entre las etapas de compresión
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el absorbente es un absorbente de amina.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1 ó 2, en el que la presión de operación de la columna regeneradora (8) es 1,5 bar absolutos o superior.
4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración (8) se comprime a una presión que es 2 a 5 veces la presión de operación de la columna de regeneración (8) antes de la separación del gas en CO₂ y agua.
- 20 5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el gas comprimido se enfría por intercambio de calor contra agua para calentar dicha agua para producir vapor.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que el vapor generado por intercambio de calor se usa para la generación de vapor calentando absorbente pobre en la base de la columna regeneradora.
- 25 7. El procedimiento según la reivindicación 1 que comprende la captura de CO₂ de un gas que contiene CO₂ en el que un absorbente líquido pobre y el gas que contiene CO₂ se introducen en un absorbedor (3) en el que se hace que el gas que contiene CO₂ circule a contracorriente al absorbente pobre para producir un absorbente rico y una corriente de gas agotado en CO₂, liberando el gas agotado en CO₂ a los alrededores, extrayendo el absorbente rico del absorbedor (3), en el que el absorbente rico se introduce a una columna regeneradora (8).
8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el absorbente es un absorbente de amina.
- 30 9. El procedimiento de la reivindicación 7 u 8, en el que la presión de operación de la columna regeneradora (8) es 1,5 bar absolutos o superior.
10. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el gas extraído de la cabeza de la columna de regeneración (8) se comprime a una presión que es 2 a 5 veces la presión de operación de la columna de regeneración (8) antes de la separación del gas en CO₂ y agua.
- 35 11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el gas comprimido se enfría por intercambio de calor contra agua para calentar dicha agua para producir vapor.
12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que el vapor generado por intercambio de calor se usa para la generación de vapor calentando el absorbente pobre en la base de la columna regeneradora.
- 40 13. Un regenerador para un absorbente líquido para CO₂ que comprende una columna regeneradora (8) operada a presión atmosférica o superior, una línea de absorbente rico (5) para la introducción de absorbente rico en la columna regeneradora (8), medios de extracción (10) para extraer absorbente pobre del fondo de la columna regeneradora (8), un evaporador (11) para calentar una parte del absorbente extraído antes de la reintroducción en la columna regeneradora (8) para la producción de vapor, una línea de absorbente pobre (4) para recircular una parte del absorbente extraído por los medios de extracción (10) a un absorbedor (3), una línea de extracción de gas (9) para extraer CO₂ y vapor de la cabeza
45 de la columna regeneradora (8) y medios de separación (25) para separar el gas extraído de la cabeza de la columna regeneradora (8) en una corriente de CO₂ que es exportada del regenerador (8) y agua que se recircula a la columna regeneradora (8), y una unidad de compresión de vapor (20) para la compresión del CO₂ y vapor a una presión de 2 a 10 bar absolutos, provista entre la columna regeneradora (8) y los medios de separación (20), en el que la unidad de compresión de vapor (20) es una unidad de compresión de múltiples etapas que comprende dos o más etapas del

compresor (21, 21', 22") en el que se proporcionan medios de inyección de agua (29, 29') para inyectar agua en el CO₂ comprimido y agua entre las etapas del compresor.

- 5 14. Una planta para la captura de CO₂ de un gas que contiene CO₂ que comprende medios (4) para introducir un líquido absorbente pobre y el gas que contiene CO₂ en un absorbedor (3) en que se provoca que el absorbente y el gas que contiene CO₂ circulen a contracorriente para producir un flujo de gas agotado en CO₂ y un absorbente rico, medios (6) para liberar el flujo de gas agotado en CO₂ a los alrededores, medios (5) para extraer el absorbente rico y para introducir el absorbente rico en un regenerador (8) según la reivindicación 13.

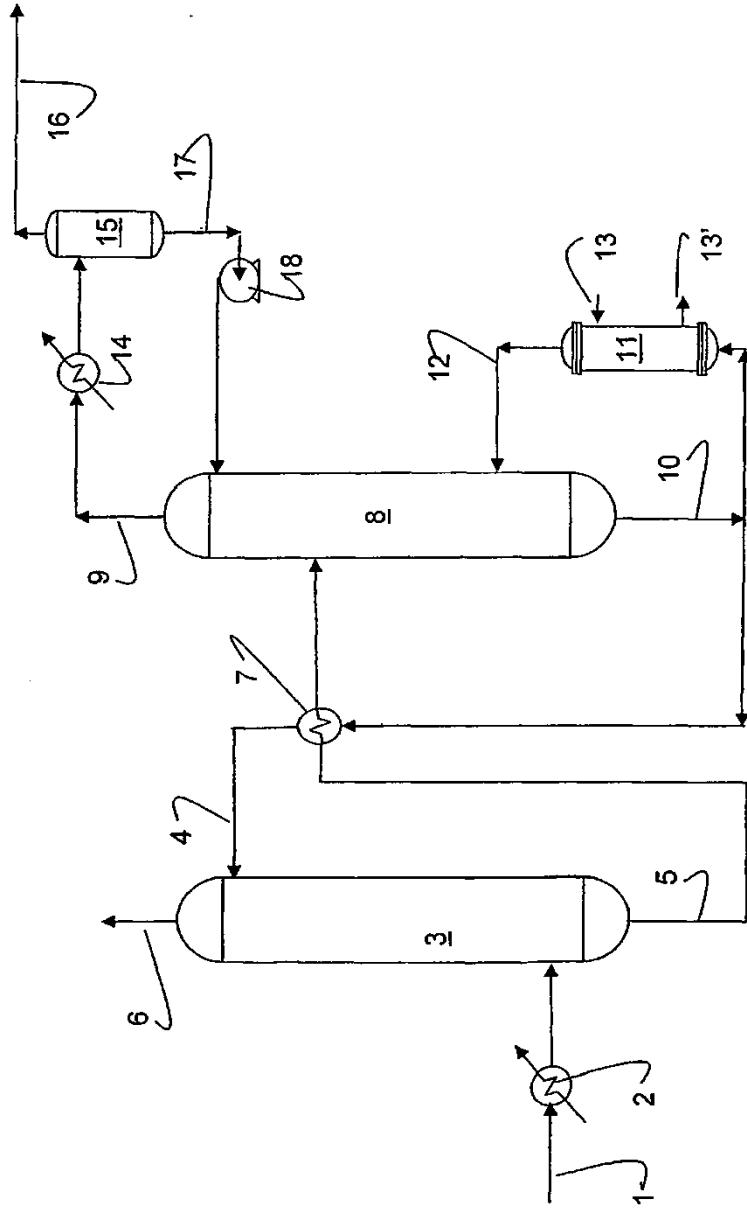


Fig. 1

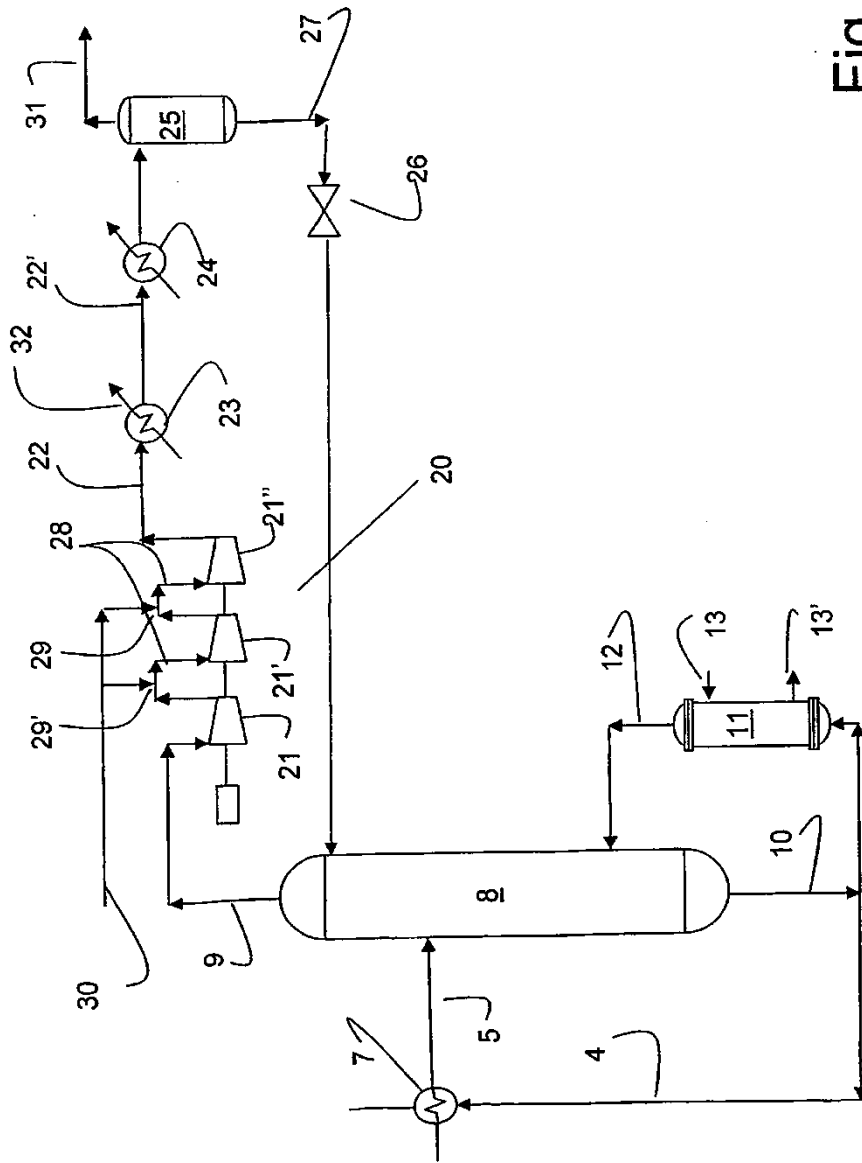


Fig. 2