

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 584**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.01.2011 PCT/US2011/020631**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO11087972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2011 E 11701316 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2523742**

54 Título: **Método de lavado con agua para un proceso de captura de dióxido de carbono**

30 Prioridad:

06.01.2011 US 985613
14.01.2010 US 294971 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.07.2017

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

BABURAO, BARATH y
PONTBRIAND, MICHAEL W.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 627 584 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de lavado con agua para un proceso de captura de dióxido de carbono

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a un método de lavado de gas de combustión después de la absorción de CO₂ para reducir las emisiones de solvente y mantener la neutralidad del agua.

Antecedentes

10 Desde el punto de vista del control de contaminantes del aire y preocupaciones ambientales, se ha detectado una necesidad de disminuir las cantidades y concentraciones de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que resultan de la combustión de, carbono, petróleo, y otros combustibles de carbono. Con este fin, actualmente se desarrollan métodos para retirar dióxido de carbono de gas de combustión (también denominado comúnmente "gas de escape") que resulta de tal combustión. Uno de tales métodos emplea la absorción de CO₂ de gases de combustión utilizando soluciones acuosas de solventes. Ejemplos de solventes incluyen soluciones que contienen amina. Ejemplos de aminas incluyen, aunque no se limitan a, por ejemplo, alcanolamina, monoetanolamina y similares, y combinaciones y/o mezclas de las mismas, que de aquí en adelante se denominarán "aminas" o "compuestos amina".

15 Un ejemplo de un método basado en solvente para retirar CO₂ con el uso de aminas se proporciona en el documento de patente US 5.318.758. La patente '758 propone un método que lleva a cabo descarbonización usando una solución acuosa de un compuesto amina como una solución para absorber dióxido de carbono del gas de combustión dentro de una columna de absorción.

20 El documento US 2003/045756 A1 describe un método para recuperar un solvente de un gas de combustión descarbonatado en una sección de lavado con agua de una columna de absorción, comprendiendo la sección de lavado con agua una sección de control de emisiones y una sección de enfriamiento de gas de combustión, habiendo tenido el gas de combustión descarbonatado dióxido de carbono absorbido y retirado mediante contacto de vapor - líquido con una solución absorbente de dióxido de carbono que contiene el solvente en la columna de absorción, comprendiendo el método: proporcionar una corriente de agua dulce a la sección de control de emisiones de la columna de absorción para un contacto a contracorriente con el gas de combustión descarbonatado para recuperar el solvente del gas de combustión descarbonatado a fin de formar un agua de lavado que contenga solvente y un gas de combustión que contenga solvente reducido; y llevar un agua de lavado enfriada a un contacto a contracorriente con el gas de combustión que contiene solvente reducido en una sección de enfriamiento de gas de combustión de la columna de absorción para enfriar el gas de combustión que contiene solvente reducido, formando así un gas de combustión enfriado y un agua de lavado usada, comprendiendo el método, además: recoger el agua de lavado usada con un dispositivo de recogida que está dispuesto entre la sección de enfriamiento de gas de combustión y la sección de control de emisiones y que proporciona el agua de lavado usada a un elemento colector; retirar el agua de lavado usada del elemento colector y proporcionar una parte del agua de lavado usada retirada a la sección de control de emisiones; proporcionar un resto del agua de lavado usada retirada a un intercambiador térmico; enfriar el agua de lavado usada retirada en el intercambiador térmico para formar un agua de lavado enfriada; y proporcionar el agua de lavado enfriada a la sección de enfriamiento de gas de combustión; comprendiendo además el método recoger el agua de lavado que contiene solvente en un dispositivo de recogida dentro de la sección de control de emisiones; retirar el agua de lavado que contiene solvente a través de una línea secundaria desde un elemento colector del dispositivo de recogida; comprendiendo además el método proporcionar un líquido de reciclaje a la parte superior de la sección de control de emisiones a través de un distribuidor de líquido, en el que el líquido de reciclaje incluye al menos una parte del agua del lavado que contiene solvente retirada de la sección de control de emisiones y mezclarse directamente allí con la parte del agua de lavado usada que se va a proporcionar a la sección de control de emisiones.

45 En general, un método basado en solvente para la retirada de CO₂ de un gas de combustión incluye un gas de combustión suministrado por un soplador de suministro de gas de combustión, que se enfría mediante una torre de enfriamiento, y luego se alimenta a una columna de absorción. En la sección de absorción de CO₂ de la columna de absorción, el gas de combustión alimentado se pone en contacto a contracorriente con una solución de absorción suministrada a través del puerto de suministro de solución de absorción mediante al menos un inyector. Como un resultado de ello, el CO₂ en el gas de combustión se absorbe y se retira mediante la solución de absorción. La solución de absorción cargada, que ha absorbido CO₂, se envía a una torre de regeneración mediante la bomba de descarga de solución de absorción a través de un puerto de descarga de solución de absorción. En la torre de regeneración, la solución de absorción cargada se regenera y alimenta nuevamente a la torre de absorción a través del puerto de suministro de solución de absorción.

55 La mayoría de los procesos de captura de CO₂ basados en solvente implican una reacción exotérmica entre el solvente y el gas de combustión, lo que deriva en un perfil de temperatura en la columna de absorción. Dependiendo de los parámetros de proceso, la temperatura máxima (también conocido como "ascenso de temperatura") en la columna podría estar en la sección superior, inferior o media de la columna de absorción. Debido a este aumento de temperatura, existen algunas pérdidas de solvente que ocurren en el proceso a lo largo de la columna. Estas pérdidas de solvente ocurren principalmente a través del gas de combustión descarbonatado que sale por la parte superior de la columna de absorción.

60

En un proceso de captura de CO₂ con un solvente químico, tal como aminas, una sección de lavado puede incluirse en la parte superior de la columna de absorción para reducir esta pérdida de emisión. El gas de combustión descarbonatado se pone en contacto con el agua de lavado en la sección de lavado sobre la sección superior del absorbente, que captura un poco del solvente de la fase de gas y se recupera en la fase líquida. Este solvente recuperado en la fase líquida puede usarse directamente en el proceso de absorción de CO₂ o enviarse a una sección de recuperación de solvente.

Dependiendo de los procesos de separación de gas corriente arriba de la columna de absorción de CO₂, el gas de combustión que se introduce en la columna de absorción está casi saturado. Para mantener la capacidad del solvente, es importante realizar el proceso sin ninguna pérdida de solvente ni acumulación de agua. Cualquier acumulación de exceso de agua en la columna de absorción derivará en la dilución de la concentración de solvente, lo cual afectará a sus características de transferencia de masa y variación de presiones parciales a lo largo de la columna. Por tanto, es importante garantizar que la cantidad de agua que se introduce y que sale del proceso sea muy cercana, lo que se denomina "neutralidad del agua". Secciones de lavado ya conocidas y descritas no han proporcionado neutralidad de solvente reducida. Se ha demostrado que los procesos y sistemas aquí descritos tratan al menos estos problemas.

Breve resumen

De acuerdo con aspectos aquí ilustrados, se proporciona un método para recuperar un solvente de un gas de combustión descarbonatado en una sección de lavado con agua de una columna de absorción, de acuerdo con la reivindicación 1.

Las características anteriormente descritas y otras se ejemplifican en las siguientes figuras y descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Con referencia a los dibujos, en los que elementos similares tienen números similares en las diferentes figuras:

La figura 1 ilustra una columna de absorción de CO₂ que tiene una sección de lavado con agua de acuerdo con una realización descrita aquí; y

La figura 2 ilustra una columna de absorción de CO₂ que tiene una sección de lavado con agua de acuerdo con una realización descrita aquí.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra una columna de absorción 100 que tiene al menos un lecho absorbente 110 y una sección de lavado con agua 112. En esta disposición, la sección de lavado con agua 112 se divide en al menos dos secciones, concretamente, una sección de control de emisiones 114 y una sección de enfriamiento de gas de combustión 116.

Un gas de combustión 118 que se proporciona a la columna de absorción 100 asciende al menos una parte de una longitud L de la columna de absorción. En al menos un lecho absorbente 110, el dióxido de carbono (CO₂) presente en el gas de combustión 118 se absorbe al poner en contacto el gas de combustión con una solución absorbente de CO₂ 119 en un modo a contracorriente. En una realización comparativa, la solución absorbente de CO₂ 119 es una solución que contiene amina. Ejemplos de aminas incluyen, aunque no se limitan a, por ejemplo, alcanolamina, monoetanolamina y similares, y combinaciones y/o mezclas de las mismas, que de aquí en adelante se denominarán "aminas" o "compuestos amina." La solución que contiene amina puede incluir también un promotor para mejorar la cinética de la reacción química involucrada en la captura de CO₂ mediante la solución amoniacal. Por ejemplo, el promotor puede incluir una amina (por ejemplo, piperazina) o una enzima (por ejemplo anhidrasa carbónica o sus análogos), que puede estar en la forma de una solución o inmovilizada sobre una superficie sólida o semisólida.

La retirada de CO₂ del gas de combustión 118 crea un gas de combustión descarbonatado 120. El gas de combustión descarbonatado 120 contiene, por ejemplo, una cantidad de la solución absorbente de CO₂ en forma de vapor, (de aquí en adelante "un solvente"). Por ejemplo, el gas de combustión descarbonatado 120 puede contener una cantidad de solvente amina en forma de vapor.

Para absorber, y por tanto retirar o reducir la cantidad del solvente en el gas de combustión descarbonatado 120, el gas de combustión descarbonatado 120 asciende al menos una parte de la longitud L de la columna de absorción 100 y encuentra la sección de lavado con agua 112. Como se muestra en la figura 1, el gas de combustión descarbonatado 120 encuentra la sección de control de emisiones 114, lo que facilita la reducción o retirada del solvente del gas de combustión descarbonatado.

La sección de control de emisiones 114 incluye una corriente de agua 122 (también denominada "agua de compensación"). La corriente de agua 122 está relativamente libre de contaminantes e impurezas, tal como, por ejemplo, el solvente, y facilita la absorción del solvente del gas de combustión descarbonatado 120. Aunque no se muestra en la figura, se considera que la corriente de agua 122 puede usarse desde cualquier parte dentro del mismo proceso, por ejemplo, condensado del regenerador, y similares.

El gas de combustión descarbonatado 120 entra en contacto con la corriente de agua 122 en un modo a contracorriente mientras el gas de combustión descarbonatado asciende al menos una parte de la longitud L de la columna de absorción 100 y la corriente de agua desciende al menos una parte de la columna de absorción.

5 Ya que la corriente de agua 122 está relativamente libre de contaminantes e impurezas, el gradiente de concentración del solvente (por ejemplo, amina) entre el gas de combustión descarbonatado 120 y la corriente de agua es alto, dando esto como resultado una absorción de solvente del gas de combustión descarbonatado y una formación de un gas de combustión que contiene solvente reducido 124. El gas de combustión que contiene solvente reducido 124 que sale de la sección de control de emisiones 114 está casi libre de cualquier solvente, por tanto, se reducen las pérdidas de solvente en la fase de vapor. Debido a este gradiente de alta concentración, la velocidad de circulación de agua para la sección de control de emisiones 114 es muy baja. Esto a su vez afecta a la temperatura del gas de combustión 124 que sale de la sección de control de emisiones 114.

15 Existen cambios mínimos entre la temperatura de entrada del gas de combustión descarbonatado 120 y la temperatura de salida del gas de combustión que contiene solvente reducido 124 en la sección de control de emisiones 114. De acuerdo con esto, para enfriar la temperatura del gas de combustión que contiene solvente reducido 124 y para retirar el exceso de agua de del mismo, el gas de combustión 124 se proporciona a la sección de enfriamiento de gas de combustión 116, que pone en contacto el gas de combustión 124 con agua para formar un gas de combustión enfriado 125. El mantenimiento de la neutralidad del agua, es decir, mantener la cantidad de agua que sale de la columna de absorción 100 igual o similar a la cantidad de agua que se introduce a la columna de absorción, también se facilita mediante la sección de enfriamiento de gas de combustión 116. El gas de combustión 124 se proporciona a la sección de enfriamiento de gas de combustión 116 al ascender al menos una parte de la longitud L de la columna de absorción 100.

20 En la sección de enfriamiento de gas de combustión 116, el control de emisiones de solvente es mínimo y, por tanto, el agua de lavado usada 126 de la sección de enfriamiento de gas de combustión 116 puede emplearse en otra sección en la columna de absorción 100 o dentro del proceso general de retirada de contaminantes de un gas de combustión.

Aún con referencia a la figura 1, en una realización comparativa la sección de enfriamiento de gas de combustión 116 incluye un distribuidor de líquido 128. El distribuidor de líquido 128 puede incluir, por ejemplo, un distribuidor 130 que tiene inyectores o similares para dispersar un agua de lavado 132 dentro de la columna de absorción 100, y una placa de distribución de líquido 134 o similar, para distribuir además el agua de lavado dentro de la columna de absorción.

30 La sección de enfriamiento de gas de combustión 116 puede también incluir un dispositivo de transferencia de masa 136, tal como bandejas de relleno, placas de relleno o similares, colocadas debajo del distribuidor de líquido 128. Como se muestra en la figura 1, el dispositivo de transferencia de masa 136 se coloca debajo la placa de distribución de líquido 134. La sección de enfriamiento de gas de combustión 116 puede también incluir un dispositivo de recogida 138, tal como una placa colectora de líquido, colocada debajo el dispositivo de transferencia de masa 136, que actúa para recoger agua de lavado 132 que ha descendido al menos una parte de la longitud L de la columna de absorción 100. El dispositivo de recogida 138 proporciona el agua de lavado a un elemento colector 140, en el que el agua de lavado se retira como agua de lavado usada 126.

40 Una bomba 142 está en comunicación fluida (por ejemplo, mediante tubería, entubado, conductos o similares) con el elemento colector 140 del dispositivo de recogida 128. La bomba 142 facilita la retirada del agua recogida por el dispositivo de recogida 138 y proporcionada al elemento colector 140.

45 Un intercambiador térmico 144 está en comunicación fluida con la bomba 142 y se configura para reducir la temperatura del agua de lavado usada 126 para formar un líquido enfriado 145. Como se muestra en la figura 1, al menos una parte del líquido enfriado 145 se recircula dentro de la sección de enfriamiento de gas de combustión 116. En una realización comparativa, como se muestra en la figura 1, el líquido enfriado complementa el agua de lavado 132 que se proporciona a la sección de enfriamiento de gas de combustión 116. El sistema no se limita en este aspecto ya que se considera que el agua de lavado 132 puede consistir completamente en el líquido enfriado 145.

50 Aún con referencia a la figura 1, una línea secundaria 146 se coloca en comunicación fluida con la bomba 142 y el dispositivo de recogida 138. La línea secundaria 146 está dispuesta para que menos de toda el agua de lavado usada 126 pueda enfriarse y devolverse a la sección de enfriamiento de gas de combustión 116. Por ejemplo, una parte del agua de lavado usada 126 puede proporcionarse al intercambiador térmico 144, y una parte del líquido retirado puede proporcionarse a la línea secundaria 146. En un ejemplo, 50 % del agua de lavado usada 126 se proporciona al intercambiador térmico 144 y 50 % del agua de lavado usada se proporciona a la línea secundaria 146.

60 La línea secundaria 146 puede incluir una o más válvulas de control 148 u otros dispositivos de control de flujo, para ajustar una cantidad de agua de lavado usada 126 retirada del sistema de lavado con agua 112 o para ajustar una cantidad de agua de lavado usada que fluye a través de la línea secundaria. El agua de lavado usada 126 proporcionada a la línea secundaria 146 puede enviarse a un tanque de compensación de solvente pobre (no mostrado) o a la parte superior de la columna de absorción 100 (no mostrada). Debido a que el agua de lavado

usada 126 contiene poco o nada de solvente amina, también puede usarse en otra parte dentro de todo el sistema de tratamiento de gas de combustión.

De manera similar a la sección de limpieza de gas de combustión 116, la sección de control de emisiones 114 también incluye un dispositivo de recogida 150 para recoger agua de lavado en la sección de control de emisiones.

5 El dispositivo de recogida 150 se coloca entre un dispositivo de transferencia de material 152 y un distribuidor de solución absorbente 154. El distribuidor de solución absorbente 154 facilita la distribución de la solución de absorción de CO₂ 119 a través del lecho absorbente 110. La solución de absorción de CO₂ 119 se pone en contacto con el gas de combustión 118 en un modo a contracorriente mientras el gas de combustión 118 asciende al menos una parte de una longitud L de la columna de absorción 100 y la solución de absorción de CO₂ se desplaza en una
10 dirección opuesta.

Aún con referencia a la sección de control de emisiones 114 en la figura 1, un distribuidor de líquido 156 (también denominado dispositivo de distribución de fluido) se coloca dentro de la columna de absorción 100 y está en comunicación fluida con la fuente de la corriente de agua 122. El distribuidor líquido 156 se configura para distribuir la corriente de agua 122 dentro de la sección de control de emisiones 114.

15 Una línea secundaria 158 se coloca en comunicación fluida con un elemento colector 160 del dispositivo de recogida 150. La línea secundaria 158 puede estar en comunicación fluida con la línea secundaria 146, y puede incluir una o más válvulas de control 162 o de los dispositivos de control de flujo, para ajustar una cantidad de agua de lavado que contiene solvente 161 que se retira de la sección de control de emisiones 114. El agua de lavado que contiene solvente 161 del sistema de control de emisiones 114 puede enviarse a un tanque de compensación de solvente
20 pobre (no mostrado) o a la parte superior de las columnas de absorción 100, o utilizarse dentro de todo el sistema para la retirada de contaminantes del gas de combustión.

Un controlador 164 puede estar en comunicación con uno o más componentes descritos anteriormente. El controlador 164 puede ser, por ejemplo, un ordenador de uso general, un circuito integrado de aplicación específica o un controlador neumático, eléctrico o mecánico. El controlador 164 puede configurarse para ajustar automáticamente uno o más parámetros de sistema para controlar emisiones de solvente y mantener la neutralidad del agua en el sistema de lavado con agua 112 o en todo el sistema de retirada de CO₂. Por ejemplo, como se muestra en la figura 1, el controlador 164 puede estar en comunicación con el intercambiador térmico 144, la bomba 142 o las válvulas de control de flujo 148, 162. El sistema no se limita en este aspecto ya que el controlador 164 puede estar en comunicación con otros componentes.

30 En una realización comparativa, el controlador 164 puede configurarse para ajustar una cantidad de solvente, por ejemplo, amina, que se recupera mediante el sistema de agua de lavado 112 al ajustar una cantidad de la corriente de agua 122 que entra en contacto con gas de combustión descarbonatado 120. Por ejemplo, si el controlador 164 determina que la emisión de solvente o las pérdidas de solvente del sistema cumplen o sobrepasan un umbral predeterminado, el controlador 164 puede actuar para aumentar la cantidad de corriente de agua 122 añadida a la
35 sección de control de emisiones 114.

En otra realización comparativa, el controlador 164 puede configurarse también para controlar la neutralidad del agua al ajustar una temperatura del agua de lavado 132 que entra en contacto con el gas de combustión descarbonatado 120 en la sección de enfriamiento de gas de combustión 116, ajustando así la cantidad de agua que se retira del solvente reducido que contiene gas de combustión 124. La neutralidad del agua también puede controlarse, por ejemplo, al estimar o determinar la cantidad de corriente de agua 122 añadida a la sección de lavado con agua 112 (para la neutralidad del lavado con agua) o al sistema completo de CO₂ (para la neutralidad del sistema) y se compara con la cantidad de agua retirada de la sección de enfriamiento del gas de combustión 116 (por ejemplo, mediante la bomba 142 o la línea secundaria 146).

45 Dependiendo de la comparación realizada por el controlador 164, el controlador puede aumentar o disminuir la temperatura del agua de lavado 132 (por ejemplo, al ajustar el flujo del agua de lavado al intercambiador térmico 144) para ajustar una cantidad de agua retirada del gas de combustión que contiene solvente reducido 124, y mantener así la neutralidad del agua dentro de un rango deseado. El controlador 164 puede ser capaz de medir o determinar una concentración de solvente, por ejemplo, recogido en la columna de absorción 100 y ajustar la temperatura del agua de lavado si la concentración de solvente cumple ciertos umbrales.

50 En otra realización comparativa, el controlador 164 puede también controlar la cantidad del agua de lavado usada 126 proporcionada a la línea secundaria 146 al ajustar una o más de las válvulas de control de flujo 148 o la bomba 142.

El distribuidor de líquido 156 de la sección de control de emisiones 114 puede comprender, por ejemplo, un distribuidor 166 con inyectores o similares para dispersar la corriente de agua 122 dentro de la columna, y una placa de distribución de líquido 168 o similar para distribuir además el agua de lavado dentro de la columna 100.

55 En la realización, según se muestra en la figura 2, la columna de absorción 100, que incluye la sección de lavado 112 y componentes relacionados, como se describe en detalle anteriormente, se configura para recircular al menos una parte del agua de lavado usada a la sección de enfriamiento del gas de combustión 116 y proporcionar al menos una parte del líquido retirado a la sección de control de emisiones 114.

Como se muestra en la figura 2, el elemento colector 140 está en comunicación fluida con la bomba 142. La bomba 142 retira el agua de lavado usada 126 del elemento colector 140. Después de retirarse, al menos una parte del agua de lavado usada 126 se proporciona al intercambiador térmico 144, como se describe con mayor detalle anteriormente. Otra parte del agua de lavado usada 126 se proporciona a la sección de control de emisiones 114.

5 La cantidad de agua de lavado usada 126 que se proporciona a la sección de control de emisiones 114 puede controlarse abriendo o cerrando una válvula de control 170 que se coloca entre la sección de enfriamiento de gas de combustión 116 y la sección de control de emisiones 114. La válvula de control 170 puede accionarse manualmente o automáticamente. La válvula de control 170 está en comunicación con el controlador 164, que puede abrir o cerrar la válvula de control 170 en base a información, lecturas, o señales referentes a cantidades de agua de lavado
10 proporcionadas a la sección de control de emisiones 114 por otras fuentes aquí descritas.

Ya que el gas de combustión que contiene solvente reducido 124 tiene muy poco o nada de solvente, el agua de lavado usada 126, que se ha puesto en contacto con el gas de combustión 124, tendrá muy poca concentración de solvente. Por tanto, el agua de lavado usada 126 puede recircularse para su reutilización en la sección de enfriamiento de gas de combustión 116 o proporcionarse a la sección de control de emisiones 114. La reutilización
15 del agua de lavado usada 126 puede reducir la cantidad de agua dulce proporcionada a la torre de absorción en la forma de corriente de agua 122 y agua de lavado 132.

El incremento de una cantidad de agua proporcionada a la sección de control de emisiones 114 facilita la circulación y distribución adecuadas de agua que entra en contacto a contracorriente con el gas de combustión descarbonatado 120. Al mantenerse una circulación y una distribución de agua adecuadas en la sección de control de emisiones 114,
20 la cantidad deseada de solvente puede retirarse del gas de combustión descarbonatado 120. Un mantenimiento o circulación adecuados de agua en la sección de control de emisiones 114 puede lograrse al proporcionarse el agua de lavado usada 126 a la sección de control de emisiones. Estos esfuerzos no aumentan los costes asociados a proporcionar agua dulce, por ejemplo corriente de agua 122, a la sección de control de emisiones.

Para reducir además la cantidad de la corriente de agua 122 proporcionada a la sección de control de emisiones 114, al menos una parte del agua de lavado que contiene solvente 161 retirada del elemento colector 160 por una bomba 172 en una línea secundaria 158 puede recircularse y proporcionarse a la parte superior de la sección de control de emisiones.

Como se muestra en la figura 2, al menos una parte del agua de lavado que contiene solvente 161 en la línea secundaria 158 es dirigida por la línea 174 para unirse con al menos una parte de agua de lavado usada 126 para formar un líquido de reciclaje 176. El líquido de reciclaje 176 se introduce en la parte superior de la sección de control de emisiones 114 a través del distribuidor 166. Una vez introducido en la sección de control de emisiones 114, el líquido de reciclaje 176, junto con la corriente de agua 122, desciende al menos una longitud L de la torre de absorción 100, absorbiendo así el solvente del gas de combustión descarbonatado 120 para formar el gas de combustión 124.

35 La cantidad del agua de lavado que contiene solvente 161 proporcionada a la sección de control de emisiones 114 se regula mediante una válvula de control 178. Como se muestra en la figura 2, la válvula de control 178 se coloca en la línea 174, sin embargo, se considera que la válvula de control 178 puede colocarse en la línea secundaria 158. La válvula de control 178 está en comunicación con el controlador 164, que abre o cierra la válvula de control 178 en base a información, lecturas o señales referentes a cantidades del agua de lavado proporcionada a la sección de control de emisiones 114 por otras fuentes aquí descritas.
40

Las realizaciones anteriores se ejemplifican en los ejemplos incluidos a continuación, que se proporcionan para ejemplificar ciertos aspectos de las realizaciones descritas. Los ejemplos no se proporcionan para limitar de ninguna manera las realizaciones.

Ejemplos

45 **Ejemplo 1**

Para ilustrar la efectividad del sistema mostrado en la figura 1, se llevó a cabo una simulación para mostrar el impacto sobre las emisiones de solventes así como la neutralidad del agua. En esta simulación, se utilizó un gas de combustión con 90 % de CO₂ retirado de una planta de energía impulsada por lignito de ~260 Mwe (Megavatio de energía eléctrica). Se asumió que las emisiones de solvente requerido eran ~2 partes por millón por volumen
50 (ppmv). En base a las condiciones de gas de combustión de entrada, se calculó que las temperaturas de salida del gas de combustión eran de ~112 grados Fahrenheit (°F)) para poder obtener neutralidad del agua. La simulación incluyó una solución absorbente que contiene amina.

La siguiente tabla ilustra el impacto del sistema mostrado en la figura 1 en comparación con el método convencional, es decir, teniendo solo un lecho de agua de lavado. Con el método convencional (caso 1, a continuación), si la circulación se ajusta para proporcionar neutralidad del agua al mantener temperaturas de gas de salida más cercanas, el control de emisiones de solvente no se logra (9 ppmv vs 2 ppmv). Por otro lado, si las velocidades de circulación se ajustan para dar emisiones de solvente de ~7 ppmv (caso 3), las temperaturas de salida no satisfacen las restricciones de neutralidad del agua. Tanto el control de emisiones de solvente como la neutralidad del agua se logran en el sistema ilustrado en la figura 1.
55

Tabla 1: Comparación de diagrama de lavado con agua convencional y nuevo

Caso #	Tipo de caso	Emisión de solvente ppmv	Temperatura de salida de gas de combustión limpio, grados F	Velocidad de circulación del agua, Gpm
1	Convencional	9,2	112,40	6100
2	Sistema de la figura 1	2,0	111,75	6100 + 20 (compensación)
3	Convencional	7,1	98,85	8000

Ejemplo 2

5 Para ilustrar la efectividad del sistema mostrado en la figura 2, se llevó a cabo una simulación para mostrar el impacto en las emisiones de solvente así como la neutralidad del agua. El sistema de la figura 2 se comparó con un sistema convencional, es decir, que tiene solo un lecho de agua de lavado, y también con un sistema de acuerdo con la figura 1.

10 Con el diagrama de flujo convencional (caso 4, a continuación), si la circulación se ajusta para proporcionar neutralidad del agua al mantener temperaturas de gas de combustión de salida más cercanas, el control de emisiones de solvente no se logra (9 ppmv vs 2 ppmv). Si las velocidades de circulación se ajustan para dar emisiones de solvente ~7ppmv (caso 5), la temperatura de salida del gas de combustión no satisface las restricciones de neutralidad del agua. Aunque el control de emisiones y la neutralidad del agua se logran al utilizar un sistema de acuerdo con la figura 1 (caso 6), las velocidades de emisión de solvente pueden disminuirse además al utilizar un sistema de acuerdo con la figura 2 (caso 7).

15 Tabla 2: Comparación de sistemas convencionales con sistemas ilustrados en las figuras 1 y 2.

Caso #	Tipo de caso	Emisión de solvente ppmv	Temperatura de salida de gas de combustión limpio, grados F	Velocidad de circulación del agua, Gpm
4	Convencional	9,2	112,40	6100
5	Convencional 2	7,1	98,85	8000
6	Sistema de la figura 1	2,0	111,75	6100 + 20 (compensación)
7	Sistema de la figura 2	0,46	111,70	6100 + 10 (compensación) + 1800 (recirculación)

REIVINDICACIONES

1. Método para recuperar un solvente de un gas de combustión descarbonatado (120) en una sección de lavado con agua (112) de una columna de absorción (100), comprendiendo la sección de lavado con agua (112) una sección de control de emisiones (114) y una sección de enfriamiento de gas de combustión (116), habiendo tenido el gas de combustión descarbonatado (120) dióxido de carbono absorbido y retirado mediante contacto de vapor - líquido con una solución absorbente de dióxido de carbono (119) que contiene el solvente en la columna de absorción (100), comprendiendo el método:
- 5 proporcionar una corriente de agua dulce (122) a la sección de control de emisiones (114) de la columna de absorción (100) para un contacto a contracorriente con el gas de combustión descarbonatado (120) a fin de recuperar el solvente del gas de combustión descarbonatado (120) para formar un agua de lavado que contiene solvente (161) y un gas de combustión que contiene solvente reducido (124); y
- 10 llevar un agua de lavado enfriada (132) a un contacto a contracorriente con el gas de combustión que contiene solvente reducido en la sección de enfriamiento de gas de combustión (116) de la columna de absorción para enfriar el gas de combustión que contiene solvente reducido (124), formando así un gas de combustión enfriado (125) y un agua de lavado usada (126), comprendiendo el método, además:
- 15 recoger el agua de lavado usada con un dispositivo de recogida (138) que está dispuesto entre la sección de enfriamiento de gas de combustión (116) y la sección de control de emisiones (114) y que proporciona el agua de lavado usada a un elemento colector (140);
- retirar el agua de lavado usada (126) del elemento colector (140), y
- 20 proporcionar una parte del agua de lavado usada retirada a la sección de control de emisiones (114) abriendo o cerrando una válvula de control (170) que está situada entre la sección de enfriamiento de gas de combustión (116) y la sección de control de emisiones (114), en el que un controlador (164) abre o cierra la válvula de control (170) en base a información, lecturas o señales referentes a las cantidades de agua de lavado proporcionadas a la sección de control de emisiones (114);
- 25 proporcionar un resto del agua de lavado usada retirada (126) a un intercambiador térmico (144);
- enfriar el agua de lavado usada retirada (126) en el intercambiador térmico (144) para formar agua de lavado enfriada (132, 145); y proporcionar el agua de lavado enfriada (132, 145) a la sección de enfriamiento de gas de combustión (116).
- 30 comprendiendo además el método recoger el agua de lavado que contiene solvente (161) en un dispositivo de recogida (150) dentro de la sección de control de emisiones (114); retirar el agua de lavado que contiene solvente (161) a través de una línea secundaria (158, 174) desde un elemento colector (160) del dispositivo de recogida (150);
- comprendiendo además el método proporcionar un líquido de reciclaje (176) a la parte superior de la sección de control de emisiones (114) a través de un distribuidor de líquido (166), en el que el líquido de reciclaje (176) incluye al menos una parte del agua de lavado que contiene solvente (161) retirada de la sección de control de emisiones (114) y mezclarse directamente allí con la parte del agua de lavado usada que se va a proporcionar a la sección de control de emisiones (114), en el que la cantidad de agua de lavado que contiene solvente (161) proporcionada a la sección de control de emisiones (114) es regulada por una válvula de control (178) dispuesta en la línea secundaria (158, 174), en el que el controlador (164) abre o cierra la válvula de control (178) en base a información, lecturas o señales referentes a las cantidades de agua de lavado proporcionadas a la sección de control de emisiones (114);
- 40
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el solvente es una solución que contiene amina.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:
- proporcionar al menos una parte del agua de lavado que contiene solvente a un lecho absorbente (110) en la columna de absorción (100).
- 45

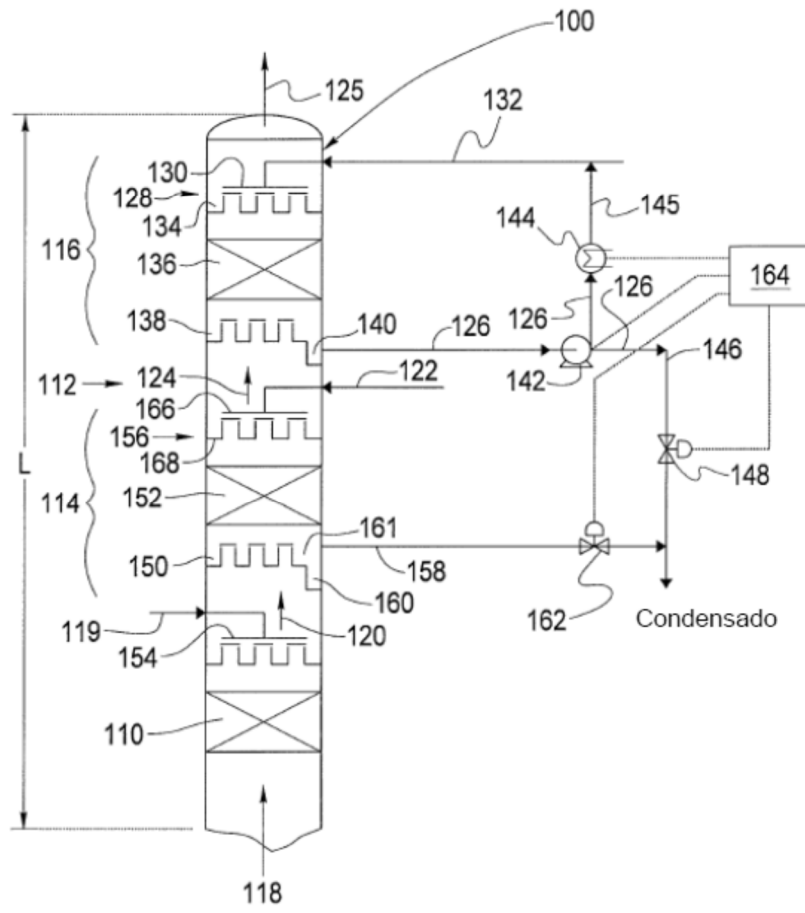


FIG. 1

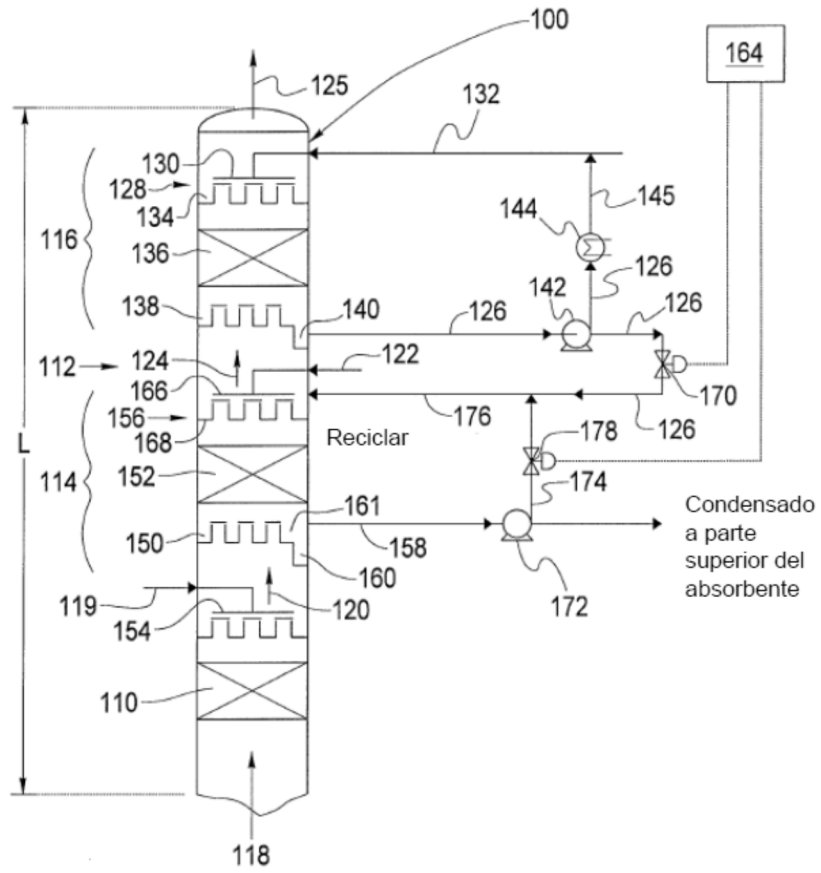


FIG. 2