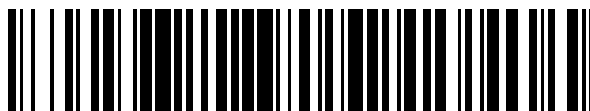


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 253**

51 Int. Cl.:

B01F 3/04 (2006.01)

B01F 15/00 (2006.01)

G01N 25/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10001326 .7**

96 Fecha de presentación: **09.02.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2218496**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Método para la humidificación de gas estable y ajustable**

30 Prioridad:
12.02.2009 US 152023 P
29.01.2010 US 696103

73 Titular/es:
Linde AG
Klosterhofstrasse 1
80331 München , DE

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.08.2012

72 Inventor/es:
Lee, Ron C.;
Suchak, Naresh y
Lindman, Nils

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.08.2012

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 386 253 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para la humidificación de gas estable y ajustable

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La invención se refiere a un método para producir una humidificación relativa y ajustable de forma continua de una corriente de gas. El método utiliza una técnica de mezcladura que es estable y fiable bajo condiciones operativas variables.

10 Es conocido que la cantidad máxima de vapor de agua en equilibrio que puede estar contenida en una corriente de gas nitrógeno es una función única de la temperatura y de la presión de la corriente mixta. La cantidad máxima corresponde a una condición de una humedad relativa del 100%. Para cualquier cantidad menor de vapor de agua, la humedad relativa es simplemente la relación de la cantidad real de vapor de agua contenida en el nitrógeno a la

15 cantidad máxima de vapor de agua a saturación.

Se conocen diversos dispositivos de humidificación que utilizan columnas de burbujas para producir corrientes de gas generalmente saturadas. En algunos casos, estos dispositivos proporcionan una entrada de calor y/o un control de la temperatura del líquido en la columna de burbujas para proporcionar un grado de control frente a la cantidad de humidificación. La patente de EE.UU. n° 6.299.147 enseña el uso de un dispositivo de humidificación de dos etapas que proporciona una humidificación precisa a través del control de la presión de una corriente de gas saturada. El vapor de agua se emplea también para producir una corriente de gas saturada. Mientras que la patente de EE.UU. n° 6.299.147 enseña la producción de una humedad relativa variable, está prevista principalmente para fines de calibración y se basa en disposiciones mecánicas y de control complejas. La mayoría de estos dispositivos anteriores están dirigidos a métodos para producir una corriente de gas saturada al 100%.

El documento US 3665748 describe que se proporciona un calibrador mejorado para analizadores de la humedad. Un flujo de un gas de soporte seco y limpio en dos corrientes, una de las cuales atraviesa una bomba de saturador mejorada, en donde se satura por completo con agua, y luego esta corriente saturada se mezcla con la otra corriente seca para proporcionar una corriente húmeda controlada para la calibración. Se utiliza un reductor capilar para controlar una de las corrientes. La invención utiliza una simple relación matemática para la concentración del agua, medios para variar cada uno de los parámetros en la relación, independientemente de los demás, y medios para determinar de forma simple valores para los parámetros, cualesquiera que varíen durante una calibración.

35 El documento US 3894419 describe un método para la calibración de analizadores de la humedad, que incluye medios para introducir en un mezclador corrientes separadas de un gas seco y un gas húmedo. La corriente de gas húmedo se hace pasar a través de un saturador mantenido a una temperatura constante para mantener una presión de vapor constante de humedad en la corriente húmeda. Cada uno del gas seco y del gas húmedo se hace pasar a través de un reductor de flujo que hace que el caudal de cada una de las corrientes de gas dependa del diferencial de presión a través de los reductores. Una primera válvula reguladora de la presión mantiene una presión constante a la salida del mezclador.

40 Como tal, en ese sentido existe una necesidad reconocida de producir una corriente de gas con un grado continuamente variable de humedad relativa que sea tanto relativamente simple en su producción, pero que también se pueda producir a lo largo de una amplia gama de condiciones de flujo y presión.

45 SUMARIO DE LA INVENCION

La invención acomete estas necesidades, ya que proporciona un método para producir una humidificación relativa y ajustable de forma continua de una corriente de gas.

La invención proporciona un método de humidificar la corriente de gas, que comprende las etapas de:

55 disociar una corriente de gas seco en una primera corriente de gas y una segunda corriente de gas;

alimentar dicha segunda corriente de gas a una unidad de humidificación, formando con ello una corriente de gas humidificada casi saturada; y

combinar dicha primera corriente de gas y dicha corriente de gas humidificada; y

en donde la corriente de producto de gas humidificada se acondiciona adicionalmente haciéndola pasar a través de un dispositivo de filtración con el fin de producir un producto de gas estéril.

- 5 La corriente de gas que se puede humidificar se selecciona del grupo que consiste en aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, helio, argón, dióxido de carbono o mezclas de éstos. El método de la invención se puede emplear, sin embargo, en cualquier corriente de gas que pueda ser humidificada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10

La figura es un esquema del proceso de humidificación de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 15 La invención prevé producir una humidificación relativa y ajustable de forma continua de una corriente de gas. Para los fines de la invención, humidificación significa la vaporización de cualquier líquido volátil tal como agua. Existe una humedad relativa del 100% cuando el gas inerte está saturado con el vapor del líquido volátil. Cuando se encuentra en funcionamiento, cualquier número de gases inertes tales como aire, oxígeno, nitrógeno, argón y helio se puede humidificar mediante una diversidad de líquidos volátiles tales como agua, para los fines de la descripción, la figura
- 20 prevé la humidificación de nitrógeno seco con vapor de agua.

- La figura muestra una alimentación de nitrógeno 1 a través de la tubería 2 a un conjunto de válvula 3 que mide el flujo de nitrógeno al sistema. El gas nitrógeno a presión 4 es escindido en dos corrientes 5 y 8 separadas. La primera corriente de gas nitrógeno 8 es dirigida a través de la válvula 6 a un coeficiente de flujo $C_{v,1}$ y la segunda corriente de gas nitrógeno 5 es dirigida a través de una válvula 9 a un coeficiente de flujo $C_{v,2}$. Ambos flujos de gas nitrógeno 5 y 8 son controlados por caudalímetros 7 y 10 individuales que se pueden ajustar para proporcionar el caudal deseado de cada una de las corrientes de gas nitrógeno.
- 25

- La segunda corriente de gas nitrógeno 5, después de atravesar la válvula 9 y el caudalímetro 10, es dirigida a través de la tubería 11 a una unidad de humidificación 20 en donde será humidificada hasta esencialmente el 100%. Aunque esta cantidad relativa de humidificación no tiene que ser del 100%, ya que cualquier valor será suficiente, siempre que la corriente de gas resultante sea estable. La humidificación mostrada es una columna de burbujas 23 que tiene una entrada para la alimentación del líquido volátil, en este caso agua, así como un dispositivo de detección del nivel 21 y un calefactor 22. El calefactor 22 es opcional, pero se puede emplear para conseguir el nivel apropiado de humidificación de la corriente de gas dirigida a la columna de burbujas.
- 30
- 35

- La corriente de gas, ya humidificada, abandona la columna de burbujas 20 a través de la tubería 13 en donde se une con la primera corriente de gas 8 en un empalme 12 en donde se pueden mezclar las dos corrientes 8 y 13. La corriente de gas mixta 14 resultante tendrá una humedad relativa 15 a la temperatura 16 y presión 17.
- 40

La humedad relativa después de la mezclado es esencialmente igual a la relación del flujo de masa humidificado (es decir, la segunda corriente de gas) al flujo de masa total, tanto de la primera como de la segunda corrientes de gas:

$$RH = \frac{\dot{m}_2}{\dot{m}_1 + \dot{m}_2} = \frac{1}{1 + \frac{\dot{m}_1}{\dot{m}_2}}$$

45

Los caudales (no obstruidos) para los flujos bifurcados se proporcionan por

$$\dot{m} = C_v \sqrt{\frac{P \cdot \Delta P \cdot SG}{T}}$$

en que

- 50 SG = densidad relativa con relación al aire

C_v = coeficiente de flujo

Dado que las presiones y temperaturas son esencialmente las mismas para las dos ramas:

$$\frac{\dot{m}_2}{\dot{m}_1} = \frac{C_{v,2}}{C_{v,1}}$$

entonces

$$RH = \frac{1}{1 + \frac{C_{v,1}}{C_{v,2}}}$$

5 Sin estar ligados por la teoría, este cálculo implica que una vez que se han ajustado las válvulas variables para una humedad relativa RH particular, la relación de mezcla y la RH permanecerán siendo relativamente constantes, independientemente de las perturbaciones de flujo y presión.

10 El control de la humedad relativa se consigue mediante ajustes adecuados de las válvulas 6 y 9, ya sea manualmente o a través de una lógica de control que mide o deduce la RH del producto de gas humidificado. La medición directa del producto de gas humidificado es posible mediante una toma de muestras continua o periódica de la corriente de gas. Alternativamente, los caudales de las dos corrientes de gas componentes se pueden medir tal como se muestra en la figura. La humedad relativa se deduce luego utilizando la relación de estos dos flujos.

15 También es posible combinar estos dos métodos utilizando una medición directa de la RH para calibrar el método de medición del flujo indirecto.

Es posible un control preciso adicional sobre la humedad relativa de la corriente de gas al controlar la temperatura del líquido en la columna de burbujas utilizando el calefactor opcional en la figura. En general, el riesgo de que el líquido salga en el producto de gas humidificado es mínimo o inexistente, debido a que la columna de burbujas se aproximará sólo generalmente a una saturación completa. Debería emplearse un diseño adecuado para asegurar que todo vapor arrastrado no sea expulsado por la corriente de gas saturada. En la técnica se conocen los métodos de conseguir esto, y éstos implican, generalmente, dimensionar adecuadamente la tubería de descarga procedente de la columna de burbujas para asegurar que el líquido no sea arrastrado en la corriente de gas de descarga. Además, se pueden emplear dispositivos para la eliminación del vapor, así como inclinar adecuadamente la tubería de descarga para asegurar que cualquier condensado del líquido retorne de una manera en contracorriente a la columna de burbujas.

20

25

Es posible un tratamiento aguas abajo adicional del producto de gas humidificado para ajustar adicionalmente la temperatura y presión de la corriente de producto humidificado. Existen métodos analíticos bien conocidos para predecir la humedad relativa a una temperatura y presión aguas abajo nuevas, utilizando las condiciones conocidas aguas arriba (corriente de gas humidificada) de temperatura, presión y humedad relativa.

30

La corriente de producto de gas humidificado se acondiciona adicionalmente haciéndola pasar a través de un dispositivo de filtración adecuado con el fin de producir un producto de gas estéril. Un producto de gas estéril de este tipo a una temperatura, presión y humedad relativa continuamente variables, se puede emplear ventajosamente en dispositivos de molienda por chorro para la reducción del tamaño de materiales generalmente utilizados en la industria farmacéutica.

35

Tal como se ha comentado previamente, cualquier número de gases tales como aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, helio, argón, dióxido de carbono o mezclas de estos gases así como de otros gases se puede humidificar por los métodos de la invención.

40

Se puede emplear cualquier número de líquidos para proporcionar humedad a la corriente de gas seco además del agua, siendo el único requisito que la presión de vapor del líquido sea suficiente para permitir la producción de una mezcla de gas/vapor.

45

Se pueden realizar modificaciones al proceso identificado en la figura para controlar y medir la corriente de gas saturada y seca, incluido el uso de válvulas y caudalímetros adicionales.

Además, los métodos para medir o deducir la RH producida se pueden modificar, incluyendo cualquier número de dispositivos de medición del RH y técnicas tanto continuas como en tandas.

50

5 El procesamiento aguas abajo o aguas arriba de la corriente de gas del producto es posible en función de las propiedades finales deseadas de la corriente de gas humidificada, que incluye utilizar intercambiadores de calor, válvulas para el control de flujo y/o presión adicionales, y se pueden emplear componentes relacionados y medios para la mezcla del gas y acondicionamiento del flujo adicionales.

El control y ajuste adicional de los diversos componentes de la corriente, incluida la temperatura del líquido en la columna de burbujas, se pueden emplear para producir la corriente de gas humidificada final.

10 Los dispositivos de mezcla gas-líquido también se pueden variar además de la columna de burbujas para producir la corriente de gas saturada. Los mezcladores de gas/líquido que se pueden emplear tendrán el fin principal de producir una corriente de gas saturada a través del contacto directo con el líquido. Adicionalmente, se encuentran dentro del alcance de la invención diversos tipos y diseños de columnas de burbujas, y métodos para producir las burbujas.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método para humidificar una corriente de gas (1), que comprende las etapas de:
- a) disociar una corriente de gas seco (1) en una primera corriente de gas (5) y una segunda corriente de gas (8);
- b) alimentar dicha segunda corriente de gas (8) a una unidad de humidificación (20), formando con ello una corriente de gas (13) humidificada casi saturada;
- 10 c) combinar dicha primera corriente de gas (5) y dicha corriente de gas humidificada (13); y
- d) en donde la corriente de producto de gas humidificada (14) se acondiciona adicionalmente haciéndola pasar a través de un dispositivo de filtración con el fin de producir un producto de gas estéril.
- 15 2.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha corriente de gas (1) se selecciona del grupo que consiste en aire, oxígeno, nitrógeno, argón y helio.
- 3.- El método según la reivindicación 1, en el que el flujo de dicha primera corriente de gas (5) y dicha segunda corriente de gas (8) se controla mediante caudalímetros (7, 10).
- 20 4.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha segunda corriente de gas (8) se humidifica hasta aproximadamente una humedad del 100%.
- 25 5.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha unidad de humidificación (20) es una columna de burbujas (23).
- 6.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha humedad relativa de dicha primera y segunda corrientes de gas (14) combinadas se controla ajustando el caudal de dicha primera corriente de gas (5) y dicha segunda corriente de gas (8).
- 30 7.- El método según la reivindicación 6, en el que dicho ajuste se realiza manualmente o a través de una lógica de control.
- 35 8.- El método según la reivindicación 1, en el que la humedad relativa de la corriente de gas se controla mediante la temperatura de dicha unidad de humidificación.
- 9.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha corriente de producto de gas estéril se utiliza en dispositivos de molienda por chorro.
- 40 10.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha corriente de gas se humidifica con agua.

