

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 652**

51 Int. Cl.:

**G01N 1/22** (2006.01)

**H01J 49/04** (2006.01)

**G01N 21/39** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2009 PCT/FR2009/001333**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2010 WO10058107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2009 E 09768111 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 2350606**

54 Título: **Dispositivo de muestreo de gas**

30 Prioridad:

**24.11.2008 FR 0806593**

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

**20.02.2020**

73 Titular/es:

**AP2E (100.0%)  
Les Méridiens Bât A - La Duranne 240 Rue Louis  
de Broglie  
13793 Aix en Provence Cedex 3, FR**

72 Inventor/es:

**LONIGRO, LUCIEN y  
CHOLAT, PIERRE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 743 652 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**

Dispositivo de muestreo de gas

5 La presente invención se refiere al muestreo de gas, y en particular a gases industriales, particularmente con el fin de llevar a cabo un análisis de sus composiciones. La presente invención se aplica en particular al análisis de gases calientes y húmedos, particularmente en instalaciones químicas o petroquímicas, plantas de cemento, plantas de fabricación de acero, incineradores, o instalaciones de proceso o producción de gas.

Un dispositivo de muestreo generalmente comprende una sonda para extraer gas y una tubería para transmitir las muestras de gas extraídas a un sistema para explotar muestras, como un analizador de gases.

10 Generalmente, el muestreo de gases con el objetivo de analizar sus composiciones constituye un paso clave, en particular cuando los gases a extraer están calientes y comprenden una alta proporción de agua en forma de vapor. En este contexto, es realmente delicado realizar análisis fiables, y los dispositivos de muestreo actuales requieren operaciones de mantenimiento frecuentes.

15 En particular, el muestreo de gases calientes y húmedos plantea un problema de condensación. De hecho, el punto de rocío, también llamado "temperatura de condensación" del agua contenido en gases calientes que tienen una tasa alta de vapor de agua, puede alcanzar varias docenas, incluso varios cientos de grados Celsius. El resultado es que, a temperatura ambiente, el vapor de agua contenido en estos gases puede condensarse en gotas que se depositan en las paredes en contacto con los gases. Si los gases extraídos comprenden moléculas solubles en agua, las moléculas tienden a ser atrapadas y a disolverse en las gotas. El resultado es que las composiciones de los gases que se transmiten al dispositivo de explotación no corresponden a las composiciones de los gases extraídos. Por lo tanto, el dispositivo de muestreo de gas puede afectar las composiciones de los gases extraídos y, por lo tanto, la calidad de las mediciones tomadas si el sistema que explota las muestras de gases extraídos es un analizador de gases. Además, las gotas formadas en las paredes pueden causar fenómenos de corrosión, y aún más, ya que las gotas pueden ser ácidas debido a las moléculas de gas que se disuelven en las mismas. Por lo tanto, el dispositivo de muestreo de gas también puede afectar los costos de operación y las condiciones del sistema en el que está integrado.

20 Algunos dispositivos de muestreo de gas están diseñados para mantener los gases extraídos a una temperatura superior al punto de rocío del vapor de agua contenido en los gases extraídos, tanto en la sonda como en la tubería. Por lo tanto, algunos de estos dispositivos están diseñados para mantener la muestra de gases extraídos a una temperatura que puede alcanzar uno o dos centenares de grados Celsius. Por lo tanto, tales dispositivos tienen un alto costo de fabricación, debido en particular a la complejidad de la tubería que se debe calentar y la presencia necesaria de reguladores de temperatura, también, los altos costos de operación y mantenimiento debido en particular a la energía requerida para mantener el dispositivo a una temperatura relativamente alta. Además, estos dispositivos implican que el sistema de explotación también está diseñado para funcionar a la misma temperatura.

30 Otros dispositivos de muestreo comprenden una sonda calentada y un dispositivo para secar la muestra de gas extraída. Tal dispositivo de secado implementa membranas, o un medio de enfriamiento. Estos dispositivos también tienen altos costos de fabricación y mantenimiento debido a la presencia del dispositivo de secado que puede requerir operaciones frecuentes de mantenimiento con ciertos gases a extraer. Además, estos dispositivos desnaturalizan la muestra extraída, ya que modifican la composición de la misma.

35 Otros dispositivos de muestreo permiten diluir la muestra extraída en otro gas, como el aire libre de polvo. Con ese fin, estos dispositivos comprenden una sonda que no está necesariamente calentada, un sistema Venturi que realiza la aspiración y la dilución de las muestras de gas, una tubería no calentada y un sistema que suministra el gas de dilución bajo presión con un flujo alto. Estos dispositivos también tienen el inconveniente de desnaturalizar la muestra extraída ya que su composición también se modifica debido a su dilución en otro gas, y aún más, puesto que el gas de dilución puede además traer impurezas. Además, si el dispositivo de muestreo está conectado a un dispositivo de análisis, este último debe ser muy sensible para poder detectar bajas cantidades de componentes gaseosos debido a la dilución.

40 Por lo tanto, es deseable poder extraer muestras de gas sin el fenómeno de la condensación, pero sin desnaturalizarlas o sin necesitar mantenerlas a temperatura alta, secarlas o diluirlas.

La invención está definida por las reivindicaciones correspondientes.

50 Los documentos EP194955 y US5445964 describen un proceso de muestreo según el preámbulo de la reivindicación 1 y un dispositivo de muestreo según preámbulo de la reivindicación 3.

55 Una realización describe un método de muestreo de gas que comprende las etapas de extraer el gas mediante una sonda, transmitir los gases extraídos a un dispositivo de análisis de gases extraídos a través de una primera tubería, disminuir la presión de los gases extraídos que se realiza al aspirar los gases extraídos en la primera tubería por una segunda tubería que se comunica con la primera tubería a través del dispositivo de análisis, disminuir la presión de los gases extraídos que se realiza para mantener en la primera y segunda tubería y en el dispositivo de análisis una

- presión capaz de mantener el punto de rocío de los gases extraídos en un valor inferior a la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis. De acuerdo con la invención, los gases se extraen a través de una boquilla de expansión calibrada de tipo sónico, dispuesta en la sonda (1), el método comprende las etapas de: calentar la primera y segunda tubería y el dispositivo de análisis para alcanzar una primera temperatura igual a un máximo de dos docenas de grados Celsius si la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis es inferior a la primera temperatura, y regular la potencia de aspiración de los gases extraídos aplicada a la segunda tubería, para mantener la presión en la primera tubería constante, en un valor inferior al tercio de la presión de los gases extraídos aguas arriba de la boquilla de expansión.
- De acuerdo con una realización, el método comprende filtrar los gases extraídos para retirar partículas sólidas susceptibles de estar presentes en los gases extraídos, antes de disminuir la presión.
- Una realización también describe un dispositivo de muestreo de gas que comprende una sonda para extraer muestras de gas, un dispositivo de análisis de gases extraídos, una primera tubería para transmitir los gases extraídos por la sonda al dispositivo de análisis, y un dispositivo de aspiración conectado al dispositivo de análisis de gas por una segunda tubería para aspirar los gases extraídos en la primera tubería a través del dispositivo de análisis, y disminuir la presión de los gases extraídos en la primera tubería y en el dispositivo de análisis, la disminución de la presión de los gases extraídos se realiza para mantener en el primera y segunda tubería, y en el dispositivo de análisis, una presión capaz de mantener el punto de rocío de los gases extraídos en un valor inferior a la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis. Según la invención, la sonda comprende una boquilla de expansión calibrada de tipo sónico, el método de muestreo de gas comprende: calentar la primera y segunda tubería y el dispositivo de análisis para alcanzar una primera temperatura igual a un máximo de dos docenas de grados Celsius si la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis es inferior a la primera temperatura, y regular la potencia de aspiración de los gases extraídos aplicada a la segunda tubería, para mantener la presión en el primera tubería constante, en un valor inferior al tercio de la presión de los gases extraídos aguas arriba de la boquilla de expansión.
- Según una realización, la sonda comprende un filtro para retirar partículas sólidas susceptibles de estar presentes en los gases extraídos antes de disminuir la presión.
- Según una realización, el dispositivo de aspiración comprende una bomba conectado al dispositivo de análisis a través de la segunda tubería.
- Una realización también describe un sistema de análisis de gas que comprende un dispositivo de muestreo de gas como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de análisis que es del tipo basado en una detección por espectroscopia que mide el decrecimiento de energía en una cavidad resonante.
- A continuación se describirán las realizaciones de la invención, en relación, pero sin limitación, con las figuras adjuntas en las que:
- La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de muestreo de gas de acuerdo con una realización, acoplado a un dispositivo de explotación de muestras de gas,
- La figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de muestreo de gas de acuerdo con otra realización, acoplado a un dispositivo de explotación de muestras de gas.
- La figura 1 muestra un dispositivo de muestreo de gas que comprende una sonda 1 y una tubería 2 que une la sonda a un dispositivo de explotación de muestras de gas EXD. El dispositivo EXD está conectado a un dispositivo de aspiración 3, como una bomba, por una tubería 4 que se comunica con la tubería 2 a través del dispositivo EXD. Por lo tanto, el dispositivo de aspiración aspira el gas extraído por la sonda 1. El dispositivo de aspiración 3 está conectado a un proceso y/o dispositivo de evacuación PRCS para procesar y/o evacuar los gases extraídos.
- La sonda 1 comprende una entrada de gas 10, un filtro 11 para filtrar partículas sólidas posiblemente presentes en los gases que ingresan a la sonda a través de la entrada 10, y una boquilla de expansión 12 tal como una sección de tubo capilar, que recibe los gases procesados por el filtro 11 y cuya salida está conectada a la tubería 2. La combinación del dispositivo de aspiración 3 y la boquilla de expansión 12 permite obtener una presión, inferior a la presión de los gases en la entrada 10 de la sonda 1, en las tuberías 2, 4 y en el dispositivo EXD. El dispositivo de aspiración puede estar asociado a medios de regulación para mantener en un valor de consigna la presión en la tubería 2 y en el dispositivo de explotación EXD.
- De acuerdo con una realización, las características de la boquilla 12 y el dispositivo de aspiración 3 se eligen para disminuir la presión de gas en las tuberías 2, 4 y en el dispositivo EXD, para disminuir así los puntos de rocío de los gases extraídos por la sonda 1.
- Según una realización, la presión en las tuberías 2, 4 y en el dispositivo EXD se mantiene por debajo de un valor tal que la temperatura de las tuberías 2, 4 y del dispositivo EXD permanece más alta que el punto de rocío más alto de los gases en las tuberías 2, 4 y en el dispositivo EXD. En las aplicaciones objetivo, los gases extraídos generalmente comprenden vapor de agua y, por lo tanto, el punto de rocío más alto de los gases extraídos es el del agua.

Por lo tanto, los gases en las tuberías 2, 4 y en el dispositivo EXD no pueden condensarse. Por lo tanto, no es necesario calentar las tuberías 2, 4 y el dispositivo EXD, o diluir los gases, o secarlos. Por lo tanto, los gases muestreados no están desnaturalizados. Además, debido a su baja presión en relación con la presión atmosférica, los gases extraídos pueden circular rápidamente en las tuberías 2, 4. El resultado es que los gases extraídos se mantienen poco en el contacto con las tuberías. La sonda 1 y el dispositivo para transportar los gases extraídos que consiste en las tuberías 2, 4 y el dispositivo de aspiración también tienen la ventaja de ser significativamente más simples que los de la técnica anterior. El resultado es que el dispositivo de muestreo tiene costos de fabricación, operación y mantenimiento significativamente más bajos que los dispositivos de muestreo de la técnica anterior.

La boquilla 12 es, por ejemplo, una boquilla calibrada de tipo sónico que garantiza un flujo de gas constante cuando se respeta la siguiente condición:

$$P1 - P2 > 2 P2 \quad (1)$$

donde P1 es la presión de los gases extraídos aguas arriba (dada la dirección del flujo de gas en la boquilla), y P2 es la presión de los gases extraídos aguas abajo de la boquilla. Cuando se respeta la condición (1), la velocidad de flujo de los gases en la parte recta de la sección de mínimo paso de gas en la boquilla alcanza la velocidad del sonido en estos gases. En otras palabras, la condición (1) se respeta cuando la presión en la tubería 2 es menor que el tercio de la presión aguas arriba de la boquilla 12. En consecuencia, siempre que la presión en la tubería 2 respeta la condición (1), es independiente de la potencia de aspiración del dispositivo 3.

La potencia de aspiración del dispositivo de aspiración 3 puede ajustarse para respetar siempre la condición (1) incluso si está sujeta a variaciones relacionadas con la tecnología utilizada para hacer el dispositivo de aspiración, en ausencia de regulación. De esta forma, el flujo de gas en las tuberías 2, 4 es constante y se puede determinar con precisión, sin necesidad de regular la potencia de aspiración. Al ser un elemento puramente estático, la boquilla 12 también tiene la ventaja de no requerir operaciones de mantenimiento si está hecha de materiales inertes en relación con los gases susceptibles de ser extraídos por la sonda 1.

Cabe señalar que la expansión del gas generalmente provoca un enfriamiento de los gases extraídos. Si la temperatura de los gases a extraer, es decir, de la sonda 1 es más alta que la temperatura ambiente de la tubería 2 y del dispositivo de explotación EXD, la sonda calienta los gases enfriados por la expansión. Por lo tanto, la disminución de temperatura que resulta de la expansión del gas se compensa al menos parcialmente por la temperatura ambiente de la sonda. Si los gases a extraer están a la temperatura ambiente de la tubería 2 y el dispositivo de explotación EXD, el punto de rocío es más bajo que la temperatura ambiente. La disminución de presión a realizar es, por lo tanto, baja, de modo que la disminución de temperatura que resulta de la expansión del gas también es baja.

Puede suceder que no sea posible alcanzar una presión en la tubería lo suficientemente baja como para evitar la condensación de los gases extraídos, teniendo en cuenta la potencia de aspiración admisible o teniendo en cuenta una presión mínima requerida para explotar los gases extraídos. Esta situación puede ocurrir cuando los gases a extraer están muy calientes y muy húmedos, de modo que el punto de rocío de los gases es muy alto y la temperatura ambiente de la tubería 2 es baja. Las tuberías 2 y 4 y el dispositivo de explotación EXD pueden asociarse entonces a medios tales como un aislamiento térmico, o medios de calentamiento, para mantenerlos a una temperatura superior al punto de rocío de los gases extraídos.

Por lo tanto, la figura 2 muestra un dispositivo de muestreo que difiere del de la figura 1 en que las tuberías 2 y 4 están equipadas con medios de calentamiento 22, y en que el dispositivo de explotación EXD comprende una cámara calentada 21 en la que circulan los gases extraídos.

Debe observarse que los medios de calentamiento 22 no pueden compararse con los medios de calentamiento que se requieren en los dispositivos de la técnica anterior que transmiten los gases extraídos a presión atmosférica, ya que el punto de rocío de los gases extraídos se ha disminuido de una manera que puede ser significativo, por la boquilla 12 combinada con el dispositivo de aspiración 3. De hecho, en algunas aplicaciones, los medios de calentamiento requeridos en la técnica anterior deben poder llevar la tubería a una temperatura que pueda alcanzar los doscientos grados Celsius, mientras que los medios de calentamiento 22 que podrían ser necesarios en el dispositivo de muestreo de la figura 2 deben poder llevar las tuberías 2, 4 a una temperatura máxima de una o dos docenas de grados Celsius.

El dispositivo de explotación EXD comprende, por ejemplo, un dispositivo de análisis de gas, y/o un dispositivo para realizar mezclas con otros gases.

En una realización, el dispositivo de explotación EXD comprende un analizador de gases a baja presión basado en una espectroscopía que mide el decrecimiento de energía en una cavidad resonante. Tal analizador se describe, por ejemplo, en las solicitudes de patente WO9957542 (también publicada con el número US 6.504.145) y WO 2003/031949 (también publicada con el número US 7.450.240). Dicho analizador comprende una cavidad óptica resonante en la que circulan los gases extraídos, una fuente láser tal como un diodo láser, que suministra un haz láser cuya longitud de onda es ajustable, que se envía a la cavidad resonante. La luz que sale de la cavidad resonante es recibida por un fotodetector, y la señal suministrada por el fotodetector es analizada por un circuito de

5 análisis de señal. El haz láser se aplica a la cavidad durante períodos de duración ajustables, de modo que entre los períodos de emisión del haz láser, los fotones atrapados en la cavidad están sujetos al decrecimiento exponencial en función del tiempo. Si la cavidad está vacía, o si la longitud de onda de los fotones está fuera de la banda de absorción de un gas que se encuentra en la cavidad, el decrecimiento de los fotones atrapados en la cavidad tiene un cierto constante de tiempo que depende principalmente de las pérdidas introducidas por los espejos que forman la cavidad resonante. Esta constante de tiempo se reduce si el espectro de absorción de un gas presente en la cavidad comprende una banda de absorción en la longitud de onda de los fotones atrapados en la cavidad.

10 A los expertos en la técnica les constara claramente que la presente invención es susceptible de diversas realizaciones. En particular, la invención no se limita a un dispositivo para disminuir la presión que comprende una boquilla de expansión y una bomba de aspiración.

Por lo tanto, la bomba puede ser reemplazada por una fuente de vacío, tal como el vacío espacial si el dispositivo de muestreo está destinado a equipar una nave espacial, o una fuente de depresión, por ejemplo, si los gases a ser extraídos por la sonda están a una presión más alta que la presión atmosférica.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de muestreo de gases que comprende etapas de:

extraer gases mediante una sonda (1) que tiene una boquilla de expansión (12),

5 transmitir los gases extraídos a un dispositivo de análisis de gas extraído (EXD) a través de una primera tubería (2),

Disminuir la presión de los gases extraídos en la primera tubería y en el dispositivo de análisis, disminuir la presión de los gases extraídos que se realiza aspirando los gases extraídos en la primera tubería por una segunda tubería (4) que se comunica con la primera tubería a través del dispositivo de análisis, disminuir la presión de los gases extraídos que se realiza para mantener en la primera y segunda tubería y en el dispositivo de análisis una presión capaz de mantener el punto de rocío de los gases extraídos en un valor inferior a la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis,

10 caracterizado porque la boquilla de expansión (12) es una boquilla calibrada de tipo sónico, el dispositivo comprende etapas de:

15 calentar la primera y segunda tubería y el dispositivo de análisis para alcanzar una primera temperatura igual a un máximo de dos docenas de grados Celsius si la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis es inferior a la primera temperatura, y

Regular una potencia de aspiración de los gases extraídos, aplicada a la segunda tubería, para mantener la presión en la primera tubería constante en un valor inferior al tercio de la presión de los gases extraídos aguas arriba de la boquilla de expansión.

20 2. El método según la reivindicación 1, que comprende una etapa de filtrar los gases extraídos para retirar partículas sólidas susceptibles de estar presentes en los gases extraídos, antes de disminuir la presión.

3. El dispositivo de muestreo de gas que comprende:

una sonda (1) para la extracción de gas, que comprende una boquilla de expansión,

un dispositivo de análisis de gas extraído (EXD),

25 una primera tubería (2) para transmitir los gases extraídos por la sonda al dispositivo de análisis, y

un dispositivo de aspiración (3) conectado al dispositivo de análisis de gas por una segunda tubería (4) para aspirar los gases extraídos en la primera tubería a través del dispositivo de análisis, y disminuir la presión de los gases extraídos en la primera tubería (2) y en el dispositivo de análisis, la disminución de la presión de los gases extraídos que se realiza para mantener en la primera y segunda tubería y en el dispositivo de análisis una presión capaz de mantener el punto de rocío de los gases extraídos en un valor inferior a la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis,

30 caracterizado porque la boquilla de expansión (12) es una boquilla calibrada de tipo sónico, el dispositivo de muestreo comprende:

35 medios de calentamiento para calentar la primera y segunda tubería y el dispositivo de análisis para alcanzar una primera temperatura igual a un máximo de dos docenas de grados Celsius si la temperatura de la primera y segunda tubería y del dispositivo de análisis es inferior a la primera temperatura, y

40 medios de regulación para regular la potencia de aspiración de los gases extraídos aplicados a la segunda tubería, para mantener la presión en la primera tubería constante, en un valor inferior a un tercio de la presión de los gases extraídos aguas arriba de la boquilla de expansión.

4. El dispositivo según la reivindicación 3, en el que la sonda (1) comprende un filtro (11) para retirar partículas sólidas susceptibles de estar presentes en los gases extraídos, antes de disminuir la presión.

5. El dispositivo según la reivindicación 3 o 4, que comprende medios de aislamiento térmico para mantener la temperatura en la primera tubería (2), en el dispositivo de análisis (EXD) y en la segunda tubería (4) por encima del punto de rocío de los gases extraídos.

6. El dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 5, en el que el dispositivo de aspiración comprende una bomba (3) conectada al dispositivo de análisis (EXD) a través de la tubería (4).

7. El sistema de análisis de gas, caracterizado porque comprende un dispositivo de muestreo de gas de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, siendo el dispositivo de análisis de gas (EXD) del tipo de baja presión basado en una espectroscopía que mide el decrecimiento de energía en una cavidad resonante.

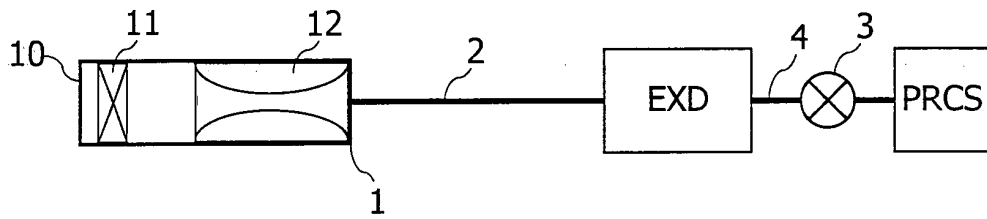


Fig. 1

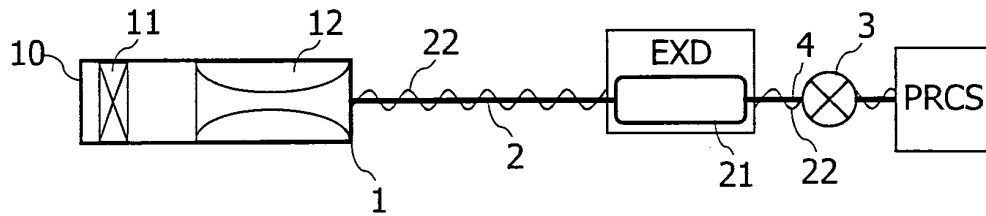


Fig. 2