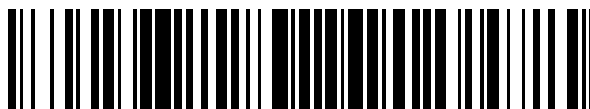


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 231**

51 Int. Cl.:

B01D 53/64 (2006.01)
B01J 20/34 (2006.01)
B01J 20/20 (2006.01)
B01D 53/10 (2006.01)
C04B 18/06 (2006.01)
C10L 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2013** **PCT/US2013/031487**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013** **WO13138620**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2013** **E 13761498 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020** **EP 2825293**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de carbón activado y residuos de combustión del carbón**

30 Prioridad:

14.03.2012 US 201261685240 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
14.08.2020

73 Titular/es:

**MERCURY CAPTURE INTELLECTUAL
PROPERTY, LLC (100.0%)
12601 Plantside Drive
Louisville, KY 40299, US**

72 Inventor/es:

**D'AMICO, PETER;
POLING, CHRISTOPHER y
LESNIAK, THOMAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 779 231 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

Procedimiento de tratamiento de carbón activado y residuos de combustión del carbón

Campo

La presente divulgación se refiere al tratamiento de carbón activado y residuos de combustión del carbón.

5 Antecedentes

En su estado virgen, el carbón activado en polvo (PAC) es una forma de carbón activado que ha sido procesado para hacer que el carbono sea extremadamente poroso, lo que da como resultado un área de gran superficie disponible para la adsorción. Otras formas de carbón activado son generalmente más gruesas, con tamaños de material particulado más grandes. Ambas formas de carbón activado pueden ser usadas para capturar contaminantes indeseables, polucionantes u otras composiciones no deseadas, que incluyen metales pesados tal como mercurio, de los flujos, corrientes de escape u otras corrientes de procesos industriales que surgen de la operación de centrales eléctricas, hornos de cemento, incineradores y otras industrias. A nivel mundial a menudo es preferido el PAC para la captura de formas de mercurio y otros metales pesados de una corriente de gases de escape de cualquiera de las plantas industriales anteriores. Como resultado de su uso en procesos industriales, el PAC no solo es un producto especializado, sino uno que a menudo no es reciclado debido a los desafíos en la manipulación adecuada del mercurio y otros metales pesados capturados por el PAC.

En consecuencia, el PAC usado (o "gastado"), cargado con mercurio y otros metales pesados, generalmente presenta un dilema con respecto a su eliminación. El carbón activado gastado que contiene menos que doscientos sesenta (260) ppm de mercurio puede ser vertido en rellenos sanitarios o estabilizado, por ejemplo, atrapado en hormigón, de acuerdo con las regulaciones federales actuales. Por el otro lado, se considera que el carbón activado gastado que contiene más que doscientos sesenta (260) ppm de mercurio está en una subcategoría de alto contenido de mercurio cuyo vertido en rellenos sanitarios está prohibido. Es el carbón activado gastado que contiene más que doscientos sesenta (260) ppm de mercurio el que actualmente está acumulándose en los depósitos y en las minas abandonadas a una tasa estimada de mil (1000) toneladas por año. Además, el problema de la eliminación del carbón activado gastado no es exclusivo de los Estados Unidos de América.

El carbón activado gastado puede ser reciclado o regenerado a través de un proceso denominado regeneración térmica. Esta técnica, sin embargo, tiene ciertos inconvenientes y desventajas. Por ejemplo, las características físicas más finas del propio PAC hacen que esta forma de carbón activado sea generalmente inadecuada para los procesos de regeneración térmica usados para el carbón activado gastado en general. Además, el proceso de regeneración térmica requiere equipos y procesos adecuados para provocar desorción a altas temperaturas, que generalmente requieren tanto de una atmósfera inerte como de temperaturas operativas mayores que aproximadamente quinientos (500) grados Celsius. Esto hace que los contaminantes sean desorbidos del carbón activado e ingresan en una corriente de gas. Además, para neutralizar o "quemar" los contaminantes, generalmente es requerida una segunda fase de proceso, en la que la corriente de gas debe estar contenida y procesada, a menudo a temperaturas aún más altas que la primera fase, tal como de 1260 grados Celsius (2300 grados Fahrenheit).

Si bien dicha regeneración térmica puede neutralizar ciertos contaminantes, generalmente no trata los metales pesados, tal como el mercurio, que pueden permanecer en la corriente de gas después de la regeneración térmica, lo que requiere la aplicación contraproducente adicional de carbón activado virgen o PAC para recapturar los metales pesados de la corriente.

En la mayoría de las aplicaciones industriales típicas, el carbón activado gastado o PAC gastado pueden ser capturados en un sistema de recolección de material particulado tal como una cámara de filtros o un precipitador electrostático. En ciertas industrias, el PAC gastado puede ser capturado como una corriente de material independiente, mientras que, en otros, el PAC gastado puede ser mezclado con otro material particulado, tal como cenizas volantes. Independientemente del enfoque para la captura de carbón activado gastado o PAC gastado, su posterior procesamiento y usos están severamente restringidos debido a su contenido de mercurio u otro metal pesado. Así que, por ejemplo, las cenizas volantes mezcladas con PAC gastado pueden no ser utilizadas por los hornos de cemento como materia prima debido al contenido de mercurio y metales pesados que es volatilizado en el proceso del horno de cemento. Además, el uso de PAC gastado puede ser problemático en hormigón premezclado debido a los problemas de índice de espuma causados por el propio carbón. Como resultado, el PAC gastado es principalmente un desecho que debe ser vertido en rellenos sanitarios.

Las propiedades y la composición del PAC gastado pueden ser significativamente afectadas por las materias primas, los agentes de adsorción, el diseño o la operación de un sistema de inyección de PAC. Por lo tanto, las características químicas y físicas constitutivas del PAC gastado, el PAC gastado con cenizas volantes u otros residuos de combustión del carbón (CCR) deben ser evaluadas en una planta o instalación individual. Por ejemplo, el PAC gastado, el PAC gastado con cenizas volantes u otros CCR pueden en efecto alterar el pH y la concentración o la dosis de la solución de reactivo requerida para cada instalación específica.

El documento DE 196 30 719 A1 describe un proceso de regeneración térmica que implica el calentamiento y enfriamiento de adsorbente cargado con polucionantes. El documento DE 196 30 719 A1 hace foco en particular en el carbono halogenado.

- 5 El documento WO 2012/024511 A1 describe un procedimiento para tratar y reducir los polucionantes del polvo del horno de cemento (CKD) mediante el calentamiento del polvo de horno de cemento recolectado para separar un metal pesado del CKD y el posterior tratamiento del metal pesado vaporizado con un reactivo químico (sulfuro de metal alcalinotérreo) para formar un material particulado que contiene el metal pesado.

El documento US 5 405 812 A desvela un procedimiento para regenerar un medio de adsorción que contiene carbono.

Sumario

- 10 Son desvelados en la presente memoria sistemas y procedimientos de tratamiento para carbón activado gastado, carbón activado en polvo gastado (PAC) y/o residuos de combustión del carbón (CCR). Se debe apreciar que el carbón activado usado en plantas industriales puede adoptar muchas formas o nombres, que incluyen carbón activado en polvo, así como residuos de la combustión del carbón, y que los sistemas y procedimientos desvelados en la presente memoria no están limitados a las implementaciones desveladas, sino que pueden cubrir otros carbonos activados y
- 15 residuos. Los sistemas y procedimientos de tratamiento desvelados en la presente memoria se refieren a la eliminación de mercurio y otros metales pesados del carbón activado gastado que ha sido usado previamente para la reducción de la contaminación con metales pesados. En otra realización ilustrativa, los sistemas y procedimientos de tratamiento desvelados en la presente memoria se refieren a la eliminación de mercurio y otros metales pesados de los CCR o subproductos tal como cenizas volantes, cenizas de fondo y/o yeso sintético. Tanto las cenizas volantes como los
- 20 residuos de desulfuración de gases de combustión (FGD) han sido identificados como CCR con el potencial de tener concentraciones aumentadas de mercurio y/u otros polucionantes.

- Un procedimiento para tratar PAC gastado y/o uno o más CCR incluye recolectar el PAC gastado y/o CCR y calentar el PAC y/o CCR recolectado a altas temperaturas en una atmósfera inerte para separar al menos un metal pesado del PAC y/o CCR recolectado para crear una corriente limpia de PAC y/o CCR y una corriente de metales pesados, como
- 25 se define en forma adicional en la reivindicación 1.

Adicionalmente, el procedimiento incluye proporcionar un sulfuro de metal alcalinotérreo soluble en agua, combinar la corriente de metal pesado con el sulfuro de metal alcalinotérreo soluble en agua para crear una corriente combinada, y eliminar al menos una porción de un metal pesado de la corriente combinada.

- En una realización ilustrativa, el procedimiento puede incluir proporcionar un catalizador para crear la corriente combinada, y/o proporcionar un tensioactivo para crear la corriente combinada.
- 30

- Las ventajas de los sistemas y procedimientos de tratamiento desvelados en la presente memoria incluyen la capacidad de tratar el PAC gastado y/o CCR antes de que sean vertidos en el relleno sanitario o de otro modo desechados, y permitir que los PAC y/o CCR tratados sean nuevamente reciclados en otros usos para minimizar la liberación potencial de metales pesados. Mediante la combinación de un proceso de desorción térmica y el uso de
- 35 reactivos químicos, el PAC gastado y/o CCR pueden ser reciclados, reactivados y reutilizados. Además, a través de un proceso similar de aplicación de calor en un ambiente inerte, el mercurio y otros metales pesados pueden ser eliminados del PAC gastado y/o CCR y capturados con un reactivo químico como un residuo. En cualquier caso, el residuo resultante debe estar presente en una forma altamente concentrada y estable no lixiviable. Después, este residuo puede ser desechado, reciclado o usado como materia prima comercializable en otros procesos.

- 40 Estos y otros aspectos de la divulgación pueden ser entendidos más fácilmente a partir de la siguiente descripción y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- Una realización del sistema y procedimiento de tratamiento de carbón activado y residuos de combustión del carbón es ilustrada en la figura de los dibujos acompañantes en los que es considerado que las referencias iguales se refieren a partes iguales o correspondientes, y en los que:
- 45

La Figura 1 ilustra un diagrama de una realización de un aparato y procedimientos relacionados para tratar carbón activado en polvo gastado (PAC) y/o residuos de combustión del carbón (CCR).

Descripción detallada

- 50 Un sistema y procedimiento de tratamiento para tratar y/o reducir la contaminación por carbón activado en polvo (PAC) y/o residuos de combustión del carbón (CCR) es descrito con referencia a la Fig. 1. Como es ilustrado en la Fig. 1, el PAC gastado y/o uno o más CCR 21 pueden ser recolectados en un sistema de recolección de material particulado, por ejemplo, una cámara de filtros o un precipitador electrostático (ESP), y transferidos a una unidad para almacenamiento 23, por ejemplo, un silo. Desde la unidad para almacenamiento, el PAC gastado y/o CCR son transferidos a un recipiente o zona para volatilización 25. Como es ilustrado en la Fig. 1, el PAC gastado y/o CCR son

transferidos a o a través del recipiente para volatilización 25 por medio de un tornillo de dosificación 27. Los expertos en la técnica apreciarán que la configuración exacta del mecanismo de transporte, ya sea por tornillo de dosificación u otros medios, y la configuración de la zona o recipiente para volatilización, así como su relación espacial entre sí, puede ser variada dependiendo de la aplicación particular, por lo que pueden ser usados medios o procedimientos más allá del ilustrado para transferir el PAC gastado y/o CCR al recipiente para volatilización.

Para volatilizar el mercurio y/u otros metales pesados capturados en el PAC gastado y/o CCR, es añadido calor al PAC gastado y/o CCR, en la zona para volatilización 25. Por ejemplo, el punto de ebullición del mercurio es de aproximadamente trescientos cincuenta y seis con cincuenta y ocho centésimas (356,58) en grados Celsius o aproximadamente 356,580 grados Celsius (seiscientos setenta y tres con ochocientos cuarenta y cuatro milésimas (673,844) en grados Fahrenheit), después de tal punto el mercurio existe como un gas. Las pruebas han demostrado que varias formas de mercurio serán volatilizadas a temperaturas mucho menores, comenzando desde una tan baja como cien (100) grados Celsius y a que serán medidas en un analizador de mercurio.

En una realización ilustrativa, es añadido calor al PAC gastado y/o CCR en el tornillo de dosificación 27, y/o en un recipiente para volatilización que rodea o continúa al tornillo regulador. El mercurio y otros metales pesados capturados en el PAC gastado y/o CCR serán vaporizados en una corriente de gas 29, generalmente combinada con la atmósfera inerte, dejando una corriente limpia de PAC y/o CCR 31 que puede ser eliminada y/o reciclada en el sistema. La aplicación de calor puede ser variada de modo que sea adaptada al proceso o aplicación industrial particular. En una posible implementación, la cantidad de energía térmica gastada es ajustada para que sea suficiente para separar el mercurio del PAC gastado y/o CCR, sin ser tan excesiva como para desperdiciar energía. En algunas aplicaciones, una temperatura mínima deseable para aplicar es de 356 grados Celsius, que corresponde a la temperatura de sublimación (sólido a vapor) del mercurio, pero, nuevamente, es posible que la separación de mercurio del PAC gastado o CCR para algunos procesos pueda ser lograda con temperaturas inferiores de hasta 150 grados Celsius, o más ventajosamente puede ocurrir a temperaturas tan altas como de 500 grados Celsius.

En una realización ilustrativa, el calor residual o el exceso de calor de uno o más procesos dentro de la central eléctrica, horno, enfriador u otro proceso industrial pueden ser usados para elevar la temperatura del PAC gastado y/o CCR hasta el punto de causar la liberación de los metales pesados del PAC gastado y/o CCR. En ausencia de calor residual o en exceso, o si dicho calor es insuficiente, una fuente de calor de refuerzo, o cualquier otra fuente adecuada de calor, gas, electricidad o de otro tipo, puede ser asociada operativamente con el PAC gastado y/o CCR. El potencial de combustión del PAC y/o CCR existe a altas temperaturas. Por lo tanto, durante el calentamiento del PAC gastado y/o CCR, la zona para volatilización 25 debe ser una atmósfera inerte, por ejemplo, una zona de reducción de oxígeno con un contenido de oxígeno de aproximadamente dos por ciento (2%) o menos, o un gas inerte adecuado.

En otra realización ilustrativa, el PAC gastado y/o CCR pueden ser calentados hasta el punto de combustión. Esto liberará cualquier metal pesado, incluyendo el mercurio allí contenido, en la corriente de gas que puede ser tratada con los reactivos químicos. Esto también da como resultado la creación de una ceniza de combustión residual, que puede ser recolectada y utilizada o desechada.

La corriente de gas que contiene mercurio vaporizado y otros metales pesados puede ser transferida a una unidad para tratamiento. En una realización ilustrativa, una unidad para tratamiento 33 incluye, pero sin limitación, sistemas de conductos, cámaras y similares. Una solución para tratamiento 35 es inyectada o pulverizada en la corriente de gas que contiene el mercurio vaporizado y/u otros metales pesados, para tratar y eliminar de este modo al menos parcialmente mercurio y/u otros metales pesados de la corriente de aire. El patrón de pulverización, tamaño de gota, velocidad de pulverización y otros parámetros de la unidad para tratamiento 33 son seleccionados para lograr los niveles de reducción de mercurio pretendidos para el proceso industrial particular.

La solución para tratamiento es una solución acuosa de pulverización que contiene un sulfuro alcalinotérreo soluble en agua.

En numerosas aplicaciones, el objetivo económico puede ser usar la menor cantidad de sulfuro alcalinotérreo como sea operativamente posible. Por ejemplo, la cantidad del sulfuro alcalino-térreo usada puede variar de acuerdo con la dispersión en la corriente de gas, la velocidad de la corriente de gas, la concentración de mercurio y otros metales pesados en la corriente de gas y otros parámetros de este tipo.

La solución para tratamiento puede incluir uno o más agentes catalizadores que tienen un pH de aproximadamente siete (7) o más, tal como un fosfato adecuado. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que, de acuerdo con el pH del PAC y/o CCR y/o la corriente de aire que contiene el mercurio vaporizado y/u otros metales pesados, puede que el agente catalizador no sea usado.

En otra realización ilustrativa, la solución para tratamiento puede incluir uno o más tensioactivos. En una realización, el tensioactivo está compuesto por uno o más copolímeros en bloque de óxido de polietileno-polietileno y/o sus ésteres de fosfato. La adición del tensioactivo al fluido de tratamiento puede ser opcional. Cuando es incluido el tensioactivo, el tensioactivo puede ser proporcionado en una cantidad suficiente para ayudar en el mantenimiento del agente de reacción o reactivo en el fluido de tratamiento antes de la reacción con los metales.

- El precipitado es el residuo del procedimiento y sistema de tratamiento descritos anteriormente, en la forma de mercurio y/u otros metales pesados y contaminantes. Este residuo es recolectado o de lo contrario filtrado por cualquier medio adecuado, en esta implementación mostrado como un silo para residuos 37. En relación con la manipulación del mercurio u otro residuo contaminante, el mercurio y/u otros metales pesados recolectados posteriormente también
- 5 pueden ser procesados, reciclados o eliminados de otro modo de forma adecuada. Un filtro de material particulado pequeño 39, mostrado corriente abajo del silo 37, puede ser usado como parte del procedimiento para tratamiento de residuos y, en ciertas implementaciones, puede ser colocado o configurado de otro modo para capturar la porción de metal pesado de la corriente de gas resultante. De manera similar, pueden ser empleados otros implementos y equipos para procesamiento en relación con el residuo formado mediante el procedimiento de tratamiento, de modo que el
- 10 mercurio u otros metales pesados sean capturados en forma seca o en forma líquida, tal como una suspensión, dependiendo del proceso industrial, los objetivos o cualquier número de parámetros. El mercurio u otros residuos de metales pesados recolectados a través de este procedimiento pueden asumir otras características o formas adicionales, dependiendo de la aplicación.
- Después, el aire limpio remanente es expulsado a la atmósfera a través de un sistema de recolección de material particulado. Cualquier residuo que sea capturado adicionalmente en el sistema de recolección de material particulado
- 15 puede ser devuelto al contenedor para almacenamiento.
- En una realización ilustrativa, el sistema y procedimiento para tratamiento ilustrados en la Fig. 1 pueden ser usados para tratar el PAC gastado y/o CCR de forma continua o no continua para eliminar el mercurio y/u otros metales pesados del PAC y/o s CCR a medida que aumentan las concentraciones en el PAC y/o CCR. La forma no continua
- 20 puede ser ajustada a, o en respuesta a, las mediciones de la cantidad de mercurio y/u otros metales pesados tomadas de una o más muestras del PAC y/o CCR.
- En una realización ilustrativa, el recipiente para volatilización puede tomar una variedad de formas, incluyendo, pero sin limitación, sistemas de conductos, cámaras y otros recipientes de este tipo.
- El sistema de recolección de material particulado puede ser cualquiera de la variedad de aparatos adecuados para
- 25 capturar, filtrar o de otro modo recolectar polvo de plantas industriales o centrales eléctricas y otras operaciones diversas. Dada la variedad de configuraciones de las plantas industriales o centrales eléctricas posibles, los expertos en la técnica apreciarán que el sistema de recolección de material particulado, así como el aparato o sistema para tratar el PAC gastado y/o CCR pueden estar asociados en forma operativa con una o más operaciones de la planta industrial o central eléctrica con capacidad de recibir material para tratamiento, en numerosas ubicaciones adecuadas
- 30 con relación a los componentes de la planta industrial o central eléctrica. En numerosas implementaciones posibles, el aparato para tratamiento estará asociado en forma operativa con el proceso industrial para recibir el PAC gastado y/o CCR después de su punto de recolección en la instalación, y devolver los PAC y/o CCR limpios antes de su punto de introducción en el proceso industrial.
- Por ejemplo, si bien PAC y/o CCR han sido discutidos como el material siendo tratado, los sistemas y procedimientos descritos anteriormente, y las variaciones dentro del ámbito de la presente divulgación, también son adecuados para
- 35 formas de carbono activado diferentes al PAC, de cualquier textura, tamaño de partícula o características, solos o en combinación con otras composiciones o constituyentes de la corriente de gas, independientemente de que sean usados para capturar mercurio, metales pesados u otros contaminantes, asociados con cualquier número de procesos industriales.
- De manera similar, asimismo pueden ser tratados residuos diferentes a CCR usando las implementaciones descritas
- 40 en la presente memoria, y las variaciones adecuadas dentro del ámbito de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para tratar carbón activado en polvo (PAC) gastado y/o residuos de combustión del carbón (CCR), que comprende:

recolectar PAC gastado y/o CCR de un sistema de recolección de material particulado,

5 transferir el PAC gastado y/o CCR a una unidad de almacenamiento (23),

transferir el PAC gastado y/o CCR a un recipiente o zona para volatilización (25),

calentar el PAC gastado y/o CCR en una atmósfera inerte para volatilizar al menos un metal pesado capturado en el PAC gastado y/o CCR para así vaporizar al menos un metal pesado en una corriente de gas (29),

10 inyectar o pulverizar una solución para tratamiento (35) que comprende un sulfuro alcalinotérreo soluble en agua en la corriente de gas que contiene el al menos un metal pesado vaporizado en una unidad para tratamiento (33) para así precipitar el al menos un metal pesado vaporizado de la corriente de gas en forma de un residuo,

recolectar o filtrar el residuo en un silo (37).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además recolectar al menos uno del PAC gastado y/o el CCR de un proceso industrial.

15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la solución para tratamiento (35) incluye uno o más tensioactivos.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además permitir al menos la combustión de uno del PAC gastado y/o CCR creando una ceniza de combustión residual.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende además recolectar la ceniza de combustión residual.

20

Fig. 1

