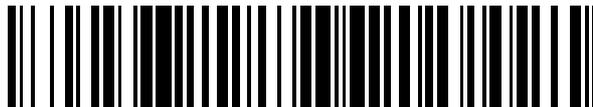


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 602**

51 Int. Cl.:

B01D 53/64 (2006.01)

B01J 20/28 (2006.01)

C01B 32/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2015 PCT/US2015/012219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15112582**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2015 E 15702111 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3096866**

54 Título: **Carbón activado de tamaño de partícula fina**

30 Prioridad:

21.01.2014 US 201461929624 P

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

11.02.2020

73 Titular/es:

**CABOT CORPORATION (100.0%)
Two Seaport Lane, Suite 1300
Boston, MA 02210, US**

72 Inventor/es:

ADLER, GERALD D.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 741 602 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

Carbón activado de tamaño de partícula fina

5 Campo de la invención

En el presente documento se divulga un método de eliminación de mercurio utilizando el carbón activado de tamaño de partícula fina.

10 Antecedentes

Debido a la calidad del aire y las regulaciones de emisiones, las plantas de servicios públicos que queman carbón a menudo deben tratar cualquier gas de combustión para garantizar que contenga solo ciertos niveles de compuestos regulados, como los óxidos de nitrógeno (NO_x), los óxidos de azufre (SO_x) y los metales pesados, como mercurio. Por lo general, los absorbentes se inyectan en el gas de combustión para adsorber las impurezas de mercurio antes de que el gas se agote en el medio ambiente. En los documentos WO 2012/030560 y US 8,080,088 B1, se ha utilizado carbón activado para este propósito. Si bien gran parte del desarrollo se ha centrado en mejorar la eliminación de mercurio, es probable en el futuro estándares federales de cumplimiento de mercurio más estrictos. En consecuencia, sigue existiendo una necesidad constante de desarrollar absorbentes para la eliminación del mercurio.

20 Resumen

La presente invención proporciona un método de eliminación de mercurio, que comprende:

25 inyectar carbón activado en el gas de combustión generado por la combustión del carbón,

en donde el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 μm a 28 μm y una relación d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3.

30 El carbón activado con un tamaño de partícula fina puede prepararse mediante un método, que comprende: someter una materia prima de carbón activado que tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} de no más de 20 mm a al menos un proceso seleccionado de la clasificación por aire y la molienda para formar carbono activado de tamaño de partícula fina que tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 μm a 28 μm y una relación d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3.

35 También se divulgan carbonos activados preparados de acuerdo con los métodos divulgados en el presente documento.

40 Una composición puede comprender carbón activado que tiene una distribución de tamaño de partícula de d_{95} que varía de 1 μm a 28 μm y una relación de d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3.

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración básica de una central eléctrica de carbón que incluye la vía del gas de combustión en la combustión del carbón;

La figura 2 es un diagrama de flujo de una central eléctrica de carbón con una entrada de fluido;

50 La figura 3A es un gráfico de la eliminación de Hg frente a la velocidad de inyección para las muestras de carbón activado del Ejemplo 3 donde la concentración de Hg en la salida se ajusta al 3% de O₂; La figura 3B es el gráfico de eliminación de Hg ajustado;55 La figura 4A es un gráfico de la eliminación de Hg frente a la velocidad de inyección para las muestras de carbón activado del Ejemplo 4 donde la concentración de Hg de salida se ajusta al 3% de O₂; La figura 4B es el gráfico de eliminación de Hg ajustado;60 La figura 5A es un gráfico de la eliminación de Hg frente a la velocidad de inyección para las muestras de carbón activado del Ejemplo 5 donde la concentración de Hg en la salida se ajusta al 3% de O₂; La figura 5B es el gráfico de eliminación de Hg ajustado; y

65 La figura 6 es una gráfica de la resistencia cohesiva de una composición que comprende carbono activado con tamaño de partícula fina y sílice, en función del mayor estrés de consolidación;

La figura 7 es un gráfico del rendimiento del molino (lb/h) [1 lb = 0.454 kg] para varias distribuciones de tamaño de partícula d_{50} , incluida la muestra F del Ejemplo 7; y

La figura 8 es un gráfico de la eliminación de Hg ajustada frente a la tasa de inyección de absorbente para las muestras del Ejemplo 8.

Descripción detallada

En el presente documento se divulga un método para adsorber el mercurio de las corrientes de gases de combustión, por ejemplo, el gas de combustión emitido desde las centrales eléctricas de carbón que utilizan carbón activado con un tamaño de partícula fina. También se divulgan métodos para fabricar el carbón activado con un tamaño de partícula fina.

Si bien los materiales absorbentes de tamaño de partícula fina pueden parecer ideales para adsorber impurezas como las impurezas de mercurio, estos tamaños no se emplean por una o más razones, incluyendo la dificultad de transportar/manejar los materiales, desgaste excesivo y abrasión en las unidades mecánicas, contención y tiempo y gastos para su preparación en relación con los materiales de mayor tamaño.

Los materiales de tamaño de partículas finas a menudo se forman a partir de materiales más gruesos (por ejemplo, Polvos granulares o gruesos) utilizando diversos métodos y dispositivos conocidos en la técnica, tales como pulverizadores, trituradores, molinos de chorro, molinos de rodillos, molinos de bolas, molinos de martillos y clasificadores (por ejemplo, clasificadores de aire). Sin embargo, muchos de estos dispositivos no son capaces de ciertas distribuciones de tamaño de partícula, por ejemplo, debido a las limitaciones mecánicas/de potencia, las configuraciones del molino.

En el presente documento se divulgan métodos para formar carbón activado con un tamaño de partícula fina, según lo indicado por una distribución de tamaño de partícula d_{95} , donde d_{95} representa el tamaño de partícula del 95% de la población de partículas en una base de volumen. El tamaño de partícula se puede determinar por cualquier método conocido en la técnica, como un LSTM 13 320 o un analizador de tamaño de partículas por difracción láser LSTM 200, ambos disponibles de Beckman Coulter.

El carbón activado se usa a menudo como un absorbente en muchas aplicaciones, como la eliminación de impurezas. Por ejemplo, el carbón activado es un absorbente típico para la eliminación del mercurio de los gases de combustión. Sin querer limitarse a ninguna teoría, los carbonos activados de tamaño de partícula fina descritos en el presente documento pueden mejorar la eliminación de Hg de los gases de combustión debido a su alta área de superficie externa específica. Debido a que el tiempo de contacto entre el absorbente y el gas de combustión suele ser muy corto, como a lo sumo varios segundos (por ejemplo, en aplicaciones como la eliminación de mercurio en centrales eléctricas configuradas con precipitadores electrostáticos y filtros de tela), no hay tiempo suficiente para que Hg se adhiera a las superficies internas del absorbente (es decir, el área de la superficie dentro de los poros de la partícula). En su lugar, Hg se une principalmente a la superficie externa, a la que se puede acceder fácilmente en el tiempo disponible antes de que se elimine el absorbente. Reducir el tamaño del material medido por d_{95} a una d_{50} constante aumenta el área de superficie externa específica de un absorbente de carbón activado en la mayor medida posible a un d_{50} dado, mejorando así la capacidad de los absorbentes para eliminar Hg del gas de combustión en esta aplicación. Es bien sabido en la técnica que un material con una d_{50} más pequeño superará consistentemente a los materiales con una d_{50} más grande si la misma distribución de tamaño de partícula está en su lugar. Sin embargo, se ha descubierto que el rendimiento se mejora ajustando la distribución general del tamaño de partícula, como por ejemplo reduciendo d_{95} .

El absorbente utilizado en el método de la presente invención tiene una relación d_{95} a d_{50} , pequeña que varía, de 1.5 a 3. Se ha descubierto que los absorbentes que poseen tales relaciones d_{95}/d_{50} pueden lograr un rendimiento mejorado en un grado dado de fluidez. Las características de flujo de un polvo se ven afectadas en gran medida por el tamaño de partícula mediano, donde el flujo suele ser más difícil con tamaños de partícula más pequeños y/o distribuciones de tamaño de partícula más amplias. Al generar una distribución de tamaño de partícula más estrecha en un tamaño de partícula mediano dado, tanto el rendimiento como el flujo pueden maximizarse. Además, al utilizar una distribución de tamaño de partícula más estrecha para permitir el flujo en un sistema dado, también se puede utilizar un tamaño de partícula mediano más pequeño, lo que aumenta aún más el potencial de rendimiento mejorado.

Sin desear estar limitado por la teoría, debido a que se cree que el rendimiento de un carbón activado está impulsado por un área de superficie específica externa en tiempos de contacto tan cortos, la estructura interna de poros y el área de superficie interna generalmente no son parámetros útiles para evaluar el rendimiento de la eliminación de Hg. Como tales, los materiales con una densidad más alta a menudo tendrán un rendimiento inferior al de un producto de densidad más baja en base al peso, pero se desempeñarán igualmente en una base volumétrica. Sin desear estar limitados por la teoría, cuando se comparan dos materiales con valores de d_{50} muy similares pero diferentes de d_{95} , el material con menor d_{95} superará al otro.

El carbón activado utilizado en el método de la presente invención preferiblemente tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 μm a 28 μm , por ejemplo, de 1 μm a 27 μm , de 1 μm a 26 μm , de 1 μm a 25 μm , de 1 μm a 23 μm , de 1 μm a 20 μm , de 1 μm a 18 μm , de 1 μm a 15 μm , de 1 μm a 10 μm , de 3 μm a 28 μm , de 3 μm a 27 μm , de 3 μm a 26 μm , de 3 μm a 25 μm , de 3 μm a 23 μm , de 3 μm a 20 μm , de 3 μm a 18 μm , de 3 μm a 15 μm , de

3 µm a 10 µm, de 5 µm a 28 µm, de 5 µm a 27 µm, de 5 µm a 26 µm, de 5 µm a 25 µm, de 5 µm a 23 µm, de 5 µm a 20 µm, de 5 µm a 18 µm, de 5 µm a 15 µm, o de 5 µm a 10 µm.

El carbón activado tiene una relación d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3, por ejemplo, de 2 a 3 o de 2.5 a 3.

5 El carbón activado utilizado en el método de la presente invención puede tener una distribución de tamaño de partícula caracterizada por una media o distribución de tamaño de partícula d_{50} que varía de 1 µm a 18 µm, por ejemplo, de 1 µm a 15 µm, de 1 µm a 13 µm, de 1 µm a 10 µm, de 3 µm a 18 µm, de 3 µm a 15 µm, de 3 µm a 13 µm, de 3 µm a 10 µm, de 4 µm a 18 µm, de 4 µm a 15 µm, de 4 µm a 13 µm de 4 µm a 10 µm, de 5 µm a 18 µm, de 5 µm a 15 µm, de 5 µm a 13 µm, de 5 µm a 10 µm, de 8 µm a 18 µm, de 8 µm a 15 µm, de 8 µm a 13 µm, de 9 µm a 18 µm, de 9 µm a 15 µm, o de 9 µm a 13 µm.

15 En otra realización, el carbón activado utilizado en el método de la presente invención puede tener una distribución de tamaño de partícula caracterizada por una distribución de tamaño de partícula d_{90} que varía de 1 µm a 20 µm, por ejemplo, de 1 µm a 15 µm, de 1 µm a 13 µm, de 1 µm a 12 µm, de 1 µm a 10 µm, de 3 µm a 20 µm de 3 µm a 15 µm, de 3 µm a 12 µm, de 3 µm a 10 µm, de 5 µm a 20 µm, de 5 µm a 15 µm, de 5 µm a 12 µm, o de 5 µm a 10 µm.

20 En otra realización, el carbón activado utilizado e el método de la presente invención puede tener una distribución de tamaño de partícula caracterizada por una distribución de tamaño de partícula $d_{99.9}$ que varía de 1 µm a 15 µm, por ejemplo, de 1 µm a 15 µm, de 1 µm a 12 µm, de 1 µm a 10 µm, de 3 µm a 15 µm, de 3 µm a 12 µm, de 3 µm a 10 µm, de 5 µm a 15 µm, de 5 µm a 12 µm, o de 5 µm a 10 µm.

El carbón activado de tamaño de partícula fina se puede preparar por un método, que comprende:

25 someter una materia prima de carbón activado que tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} de no más de 20 mm a al menos un proceso seleccionado de aire de clasificación y molienda para formar el carbón activado de tamaño de partícula fina que tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 µm a 28 µm y una relación de d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3.

30 En una realización, la materia prima de carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} de no más de 10 mm.

35 En una realización, la materia prima puede ser cualquier carbón activado obtenido por carbonización/activación (que puede ocurrir por separado o simultáneamente, por ejemplo, a través de vapor, gas y/o tratamiento químico a alta temperatura, como en un horno) una materia prima como una fuente carbonosa. En una realización, los carbonos activados útiles pueden obtenerse de materias primas seleccionadas de turba, madera, materiales lignocelulósicos, biomasa, residuos, llantas, huesos de olivos, huesos de melocotón, cascarillas de maíz, cascarilla de arroz, coque de petróleo, lignito, carbón antracita, carbón, carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, cáscaras de coco, cáscaras de pacana y cáscaras de nuez y otras materias primas conocidas en la técnica. Estas materias primas pueden ser carbonizadas y activadas (por ejemplo, activación de vapor, activación de gas o activación química) para formar la materia prima de carbón activado. En una realización, los carbonos activados divulgados aquí son carbonos activados basados en lignito o carbonos activados basados en carbón bituminoso (por ejemplo, derivados de lignito o carbón bituminoso).

45 En una realización, la materia prima de carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} de no más de 20 mm, por ejemplo, no más de 10 mm, no más de 5 mm, no más de 1 mm, no más de 750 µm, no más de 500 µm, o no más de 250 µm, no más de 100 µm, o no más de 50 µm. La materia prima puede estar en forma granular o en polvo.

50 En una realización, la materia prima de carbón activado se somete a al menos un proceso que forma partículas que tienen una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 µm a 28 µm. En una realización, el al menos un proceso se selecciona de la clasificación por aire y la molienda. En una realización, el al menos un proceso es la clasificación de aire, donde los clasificadores de aire (también conocidos como separadores de aire o separadores de ciclones) logran la separación forzando las partículas hacia arriba con un gas presurizado (por ejemplo, aire) dentro de un paso anular, cilíndrico o cónico. En una realización, este pasaje es un separador de ciclón o similar. En otra realización, este pasaje es un cuerpo de molino, que puede tener o no estructuras internas para promover patrones de flujo. Las partículas más pequeñas están suficientemente arrastradas en el gas de transporte para pasar a través de un separador centrífugo. En general, el separador centrífugo (a menudo una rueda clasificadora de aire) gira a velocidades muy altas, de manera que las partículas más grandes (que están menos arrastradas a una velocidad dada del gas en relación con las partículas más pequeñas) se rechazan y se devuelven a la zona de molienda para una molienda adicional. La corriente de aire puede ser proporcionada por varios dispositivos conocidos en la técnica, incluidos compresores o ventiladores de tiro inducido. En una realización, el clasificador de aire contiene una rueda clasificadora, y la distribución del tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 µm a 28 µm) se logra operando a una velocidad de la rueda que varía del 20% al 120% de la velocidad máxima nominal de la rueda, por ejemplo, del 50% al 120%, del 80% al 120%, del 20% al 100%, del 50% al 100%, o del 80% al 100% de la velocidad máxima nominal de la rueda.

En otra realización, el al menos un proceso se selecciona de molienda, por ejemplo, molienda por chorro o molienda por martillo. En una realización, la molienda se selecciona de la molienda por chorro en la que las partículas se inyectan en una cámara y el desgaste partícula-partícula logra la reducción de tamaño. En otra realización, la molienda se logra mediante una molienda de martillo en el que las partículas de materia prima impactan las cuchillas o martillos giratorios, lo que resulta en una reducción del tamaño de partícula.

En una realización, el al menos un proceso es una combinación de molienda y clasificación con aire, ya sea concurrentemente o en serie. Por ejemplo, un molino clasificador de aire aplica un flujo de aire presurizado para transportar las partículas de la materia prima a través de un molino de impacto (por ejemplo, un molino de martillos), reduciendo el tamaño de partícula y posteriormente sometido a una clasificación adicional. Las partículas más gruesas son rechazadas por el clasificador de aire y pueden ser transportadas de vuelta al molino para una molienda adicional y reducción del tamaño de partículas. Un ejemplo de un molino clasificador de aire es el molino de martillo Mikro-ACM® 100/molino de clasificación de aire disponible en Hosokawa.

Como alternativa, un molino clasificador de aire puede complementarse con un bucle de eductor externo, que es un bucle de reciclaje que extrae el material de la zona del clasificador y lo mezcla con el material de alimentación. Un ejemplo de este molino es un molino de clasificación de aire Mikro e-ACM® de Hosokawa ("eACM"). La evacuación del material de la parte superior de la cámara del molino (es decir, la zona de rueda clasificadora) reduce el tiempo para que el material rechazado regrese a la zona de molienda, ya que el proceso ya no se basa únicamente en la gravedad en este paso. Debido a este reciclado externo, tampoco hay necesidad de envolverse dentro de la cámara del molino. Además, para un ACM estándar, la materia prima a menudo se introduce por encima del disco del rotor, mientras que, para un eACM, la materia primase introduce debajo del disco del rotor con el gas de barrido, de modo que la materia primase introduce de forma neumática en el molino a través de la entrada de aire. El material de alimentación debajo del disco del rotor garantiza al menos una pasada a través del área de molienda (el espacio entre las puntas/martillos de molienda y el revestimiento) antes de encontrar la rueda clasificadora, lo que resulta en un rendimiento más alto que un ACM estándar. El rendimiento de los ACM se amplía directamente con la potencia del motor de accionamiento, de modo que un modelo de 100 HP puede alcanzar aproximadamente 6.6 veces el rendimiento de un modelo de 15 HP. Sin embargo, si se compara el rendimiento de un eACM de 15 HP y un ACM de diseño estándar de 100 HP, el eACM más pequeño puede igualar aproximadamente el rendimiento de un molino mucho más grande.

Un clasificador de aire de molino de chorro reduce el tamaño de la partícula por desgaste partícula-partícula. El gas de transporte puede llevar las partículas hacia arriba a un clasificador. Las partículas más gruesas no están suficientemente arrastradas en el gas de transporte y son demasiado grandes para pasar a través del clasificador giratorio. Estas partículas grandes son rechazadas por la rueda clasificadora y son devueltas a la cámara de molienda por chorro para una reducción de tamaño adicional. Un ejemplo de un molino de chorro/clasificador de aire es un molino de chorro Alpine AFG 400 disponible de Hosokawa. En una realización, para un molino de chorro, la distribución de tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm) se logra controlando el rendimiento normalizado en caballos de fuerza del molino de chorro en unidades de lb/(hr-hp) [1 lb = 0.454 kg; 1 hp = 735.5 W]. En una realización, la molienda de chorro funciona a una potencia normalizada que varía de 0.1 a 2 lb/(hr-hp), por ejemplo, de 0.1 a 1.5 lb/(hr-hp), de 0.1 a 1.25 lb/(hr-hp), de 0.1 a 1 lb/(hr-hp), de 0.1 a 0.75 lb/(hr-hp), de 0.1 a 0.5 lb/(hr-hp), 0.2 a 2 lb/(hr-hp), por ejemplo, de 0.2 a 1.5 lb/(hr-hp), de 0.1 a 1.25 lb/(hr-hp), de 0.2 a 1 lb/(hr-hp), de 0.2 a 0.75 lb/(hr-hp), o de 0.2 a 0.5 lb/(hr-hp).

En una realización, el al menos un proceso se selecciona de la clasificación/molienda de aire, por ejemplo, con un molino clasificador de aire (por ejemplo, con molino de martillo). En una realización, el molino clasificador de aire funciona con una rueda clasificadora, y la distribución del tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm) se logra operando a una velocidad de la rueda que varía del 20% al 120% de la velocidad máxima nominal de la rueda, por ejemplo, del 50% al 120%, del 80% al 120%, del 20% al 100%, del 50% al 100%, o del 80% al 100% de la velocidad máxima nominal de la rueda. En otra realización, la distribución de tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm) se logra controlando el caudal de aire en relación con la potencia de molienda, como lo indica un caudal de aire ajustado en caballos de fuerza en unidades de aCFM/hp (caudal de aire/potencia de la trituradora). En una realización, el molino clasificador de aire funciona a una velocidad de flujo de aire ajustada en caballos de fuerza que varía de 10 a 150 aCFM/hp, por ejemplo, de 10 a 125 ACFM/hp, de 10 a 100 ACFM/hp, de 25 a 150 ACFM/hp, por ejemplo, de 25 a 125 ACFM/hp, de 25 a 100 ACFM/hp, de 50 a 150 ACFM/hp, por ejemplo, de 50 a 125 ACFM/hp, o de 50 a 100 ACFM/hp.

En otra realización, el al menos un proceso se selecciona de la clasificación/molienda del aire, por ejemplo, con un molino de chorro/clasificador de aire realizado en serie. En una realización, para un molino de chorro, la distribución de tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm) se logra controlando el rendimiento normalizado en caballos de fuerza del molino de chorro en unidades de lb/(hr-hp). En una realización, la molienda por chorro funciona a rendimiento normalizado en caballos de fuerza que varía de 0.1 a 2 lb/(hr-hp), por ejemplo, de 0.1 a 1.5 lb/(hr-hp), de 0.1 a 1.25 lb/(hr-hp), de 0.1 a 1 lb/(hr-hp), de 0.1 a 0.75 lb/(hr-hp), de 0.1 a 0.5 lb/(hr-hp), 0.2 a 2 lb/(hr-hp), por ejemplo, de 0.2 a 1.5 lb/(hr-hp), de 0.1 a 1.25 lb/(hr-hp), de 0.2 a 1 lb/(hr-hp), de 0.2 a 0.75 lb/(hr-hp), o de 0.2 a 0.5 lb/(hr-hp).

En otra realización, el al menos un proceso se selecciona de molienda y clasificación del aire realizado en serie. En una realización, un molino triturador o pulverizador se puede usar inicialmente para generar un polvo que tiene una d_{95} mayor que 31 micrones (por ejemplo, un polvo grueso, como un polvo que varía de 31 a 200 μm). La distribución de tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm) se puede lograr sometiendo esta corriente de polvo grueso a clasificación de aire (por ejemplo, a través del ciclón) para separar partículas que tienen menos de un tamaño de umbral (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm) a partir de tamaños de partículas más grandes (fracción gruesa). Opcionalmente, las partículas más grandes (por ejemplo, Una distribución de tamaño de partícula d_{95} mayor que 28 μm , al menos 50 μm , al menos 100 μm , al menos 250 μm , al menos 500 μm , o al menos 1 mm) se pueden moler y clasificar más, por ejemplo, con un molino que tiene tecnología de clasificación de aire interno para producir un material con la distribución de tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm). Las dos corrientes se pueden volver a combinar para generar la distribución de tamaño de partícula d_{95} divulgada (por ejemplo, de 1 μm a 28 μm).

La materia prima de carbón activado que se clasifica y/o se muele puede ser un carbón activado carbonoso, o un carbón activado tratado (por ejemplo, vapor o activado químicamente). En una realización, el carbono activado de la materia prima se trata químicamente, por ejemplo, halogenado, tal como fluorado, clorado, bromado o yodado. En una realización, el carbón activado de materia prima es carbonoso y se trata químicamente después de clasificar y/o moler (por ejemplo, halogenado, como fluorado, clorado, bromado o yodado después de clasificar y/o moler).

De acuerdo con la presente invención, el carbón activado de tamaño de partícula fina divulgado aquí se puede usar como un absorbente para eliminación de mercurio, a partir de gases de combustión generados por la combustión de carbón en centrales eléctricas de carbón. Por consiguiente, la presente invención proporciona un método de eliminación de mercurio, que comprende:

inyectar carbón activado en el gas de combustión generado por la combustión del carbón,

en el que el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 μm a 28 μm y una relación de d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3.

La eliminación de mercurio o la adsorción de mercurio se entienden como la eliminación o adsorción de formas elementales o iónicas de mercurio.

La figura 1 es un diagrama de flujo que muestra la configuración básica de una planta 2 de energía. La planta 2 de energía puede ser una planta de energía operativa, un sitio de prueba experimental, una planta piloto o un modelo a escala de laboratorio. El carbón 14 se suministra a una caldera 4 que contiene agua. La combustión del carbón 14 por la caldera 4 calienta el agua para generar vapor, lo que hace que el gas de combustión salga de la caldera 4 a través de la vía indicada por la flecha 6 a través de un economizador (no mostrado) colocado entre la caldera y la inyección de absorbente. El absorbente en partículas 10 se inyecta aguas abajo de la caldera 4, lo que resulta en la adsorción de la impureza de mercurio sobre el absorbente 10. Un dispositivo 8 de recogida de partículas separa el absorbente 12 gastado del flujo de gas. El dispositivo 8 de recolección de partículas puede comprender uno o más dispositivos conocidos en la técnica, tales como un precipitador electrostático (ESP), un filtro de emisiones particuladas.

Opcionalmente, la planta 2 de energía puede configurarse para tener un precalentador 16 de aire colocado entre la caldera 4 y el dispositivo 8 de recolección de partículas, donde el precalentador 16 de aire enfría el gas de combustión que sale de la caldera, que puede alcanzar temperaturas de hasta por encima de 1093°C (2000°F). Aguas arriba de la entrada 16a del precalentador de aire se denomina "lado caliente", mientras que aguas abajo de la salida 16b del precalentador de aire se denomina "lado frío", ya que las temperaturas pueden disminuir en uno o más cientos de grados Fahrenheit. El absorbente 10, aunque se muestra que se inyecta aguas abajo del calentador 16 de aire, se puede inyectar en el lado frío o en el lado caliente del calentador 16 de aire.

El gas de combustión en las centrales eléctricas de operación a menudo contiene otras impurezas que pueden interferir con la adsorción de impurezas de mercurio. Por ejemplo, el SO_3 , una impureza común en los gases de combustión, puede competir con las impurezas de mercurio para los sitios de adsorción en el carbón activado. Para determinar la eficiencia de la eliminación de mercurio en presencia de SO_3 , la FIG. 1 muestra una fuente de SO_3 18 para aumentar las cantidades controladas en el gas de combustión aguas arriba 20a o aguas abajo 20b del precalentador 16 de aire.

La configuración básica de la figura 1 puede configurarse de varias maneras diferentes. Después de la separación del absorbente 12 gastado, el gas de combustión puede someterse a un tratamiento o purificación adicional mediante, por ejemplo, depuradores para eliminar otros contaminantes del gas de combustión, como SO_x y NO_x , dispositivos adicionales de recolección de partículas, y calentadores de aire.

Una planta de energía se puede equipar con una entrada de fluido, configurada para que una parte del gas de combustión pase por alto la ruta principal y permita que las pruebas se realicen en una escala más pequeña, como se ilustra en la figura 2. La figura 2 ilustra esquemáticamente la configuración de una planta de energía en el Centro de Investigación de Mercurio en la Unidad Plant Crist 5 de la Gulf Power Company en Pensacola, FL. La planta 52 de energía comprende una caldera 54 desde la cual el gas de combustión se dirige a un precipitador electrostático del

lado caliente (ESP) que se puede colocar aguas arriba (lado caliente ESP 58a) o aguas abajo (lado frío ESP 58b) del calentador de aire 66. El depurador 80 se coloca aguas abajo del calentador 66 de aire y ESP 58a o ESP 58b para eliminar otros contaminantes como SO_x y NO_x.

5 Para probar la eliminación de mercurio en presencia de SO₃, la unidad 52 está equipada con una línea de entrada de fluido 70 (dentro del contorno punteado) que contiene las vías de desvío del lado 52a caliente y el lado 52b frío que convergen a la ruta 52c para generar gas de combustión con una temperatura que es el promedio de los gases del lado caliente y del lado frío. El gas de combustión que entra en la entrada de fluido 70 opcionalmente pasa a través de un depurador 72, un calentador 74 de aire y un dispositivo 76 de recolección de partículas, que incluye un ESP o un filtro de emisiones particuladas. El absorbente 10 se puede inyectar en las entradas 10a (lado caliente) o 10b (lado frío). De manera similar, la inyección de SO₃ 18 puede ocurrir en el lado (18a) caliente o en el lado (18b) frío. La concentración de mercurio puede monitorizarse antes y después de la inyección del absorbente 10 y SO₃ 18 aguas arriba y aguas abajo del dispositivo 76 de recolección de partículas. La concentración de salida de mercurio se mide con un sistema de medición de emisiones continuo. La concentración de entrada se mide utilizando trampas de absorbentes. Las trampas de absorbente se evalúan utilizando un Ohio Lumex.

En algunos casos, por ejemplo, para corrientes de gases de combustión con alto contenido de SO₃, la concentración significativamente mayor de SO₃ junto con la capacidad del SO₃ para unirse competitivamente al carbono activado puede presentar un desafío para la eliminación de mercurio. También se ha descubierto que el material de tamaño de partícula fina divulgado tiene una fuerza de cohesión incrementada en relación con la materia prima de carbón activado. El aumento de la fuerza de cohesión puede afectar el flujo en los sistemas de alimentación en las centrales eléctricas de carbón, lo que resulta en una menor capacidad de alimentación del absorbente. También se ha descubierto que el carbón activado de tamaño de partícula fina puede formar un puente durante el almacenamiento (por ejemplo, en una tolva o en un silo).

En el presente documento se divulgan una composición que comprende un mayor número de sitios de unión para acomodar la adsorción tanto de mercurio como de SO₃. Por consiguiente, una realización proporciona una composición que comprende carbón activado y sílice, tal como sílice pirógena. La sílice pirógena comprende partículas primarias de sílice fuertemente fusionadas para formar agregados, que a su vez están débilmente asociados con otros agregados para formar aglomerados. Ejemplos de sílices ahumadas para el control de flujo incluyen aquellas que se venden bajo CAB-O-SIL®, disponibles de Cabot corporation, incluidas CAB-O-SIL® M-5, PTG, MS-55, EH-5, TS-720, TS-610, y TS-530. Los resultados en las propiedades de flujo creciente del carbón activado, de manera que aumenta el número de sitios de unión accesibles.

En una realización, la sílice, por ejemplo, sílice pirógena, está presente en una composición que comprende carbón activado en una cantidad que varía de 0.05% a 2% en peso, por ejemplo, de 0.1% a 2% en peso, con respecto al peso total de la composición. En una realización, la composición que comprende el carbón activado es un material en polvo. En otra realización, la sílice está presente en la composición en una cantidad que varía de 0.05% a 1.5% en peso, por ejemplo, de 0.05% a 1% en peso, de 0.05% a 0.5% en peso, de 0.1% a 2% en peso, de 0.1% a 1.5% en peso, de 0.1% a 1% en peso, o de 0.1% a 0.5% en peso con respecto al peso total de la composición.

También se ha descubierto que una composición que comprende carbono activado con un tamaño de partícula fina y sílice (por ejemplo, sílice pirógena) puede tener propiedades de flujo mejoradas en comparación con una composición que comprende carbono activado sin la sílice. Otra realización proporciona un método de eliminación de mercurio, que comprende inyectar una composición que comprende carbón activado y sílice (por ejemplo, sílice pirógena) en el gas de combustión generado por la combustión del carbón, en donde el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula de d₉₅ que varía de 1 μm a 28 μm y una relación de d₉₅/d₅₀ que varía de 1.5 a 3. La sílice puede estar presente en la composición en cantidades que oscilan entre el 0.05% y el 2% en peso, con respecto al peso total de la composición, o en otras cantidades como se divulgan en el presente documento.

Ejemplos

Todos los tamaños de partículas se midieron como dispersiones líquidas con un analizador de tamaño de partículas por difracción láser LS™ 13 320 o LS™ 200, ambos disponibles en Beckman Coulter.

Ejemplo 1: Preparación de carbón activado con tamaño de partícula fina mediante molienda a chorro/clasificación de aire

El carbón activado, bromado y basado en lignito de materia prima utilizado fue DARCO® Hg-LH Extra, disponible comercialmente de Cabot Corporation - Carbón activado Norit. El molino utilizado fue un molino de chorro Alpine AFG 400 de Hosokawa.

La Tabla 1 a continuación proporciona las condiciones operativas para el molino de chorro, y las propiedades de la materia prima y los carbonos activados molidos.

ES 2 741 602 T3

Tabla 1. Condiciones de operación

	Materia prima	Muestra A1	Muestra B	Muestra C1
Velocidad de la rueda [RPM]	N/A	6000	5000	4000
Presión del aire [KPa] ([psi])	N/A	620 90	689.5 100	689.5 100)
Tamaño de punta [mm]	N/A	6.3	6.3	8.0
d ₁₀ [mm]	1.4	1.0	1.0	1.4
d ₅₀ [mm]	15.9	2.6	3.2	6.4
d ₉₅ [mm]	53.5	6.3	8.7	16.3
Rendimiento [kg/hr] ([lb/hr])	N/A	45.4 100	63.6 140	181.6 400)

5 **Ejemplo 2: Preparación de carbón activado con tamaño de partícula fina mediante molienda de martillos/clasificación por aire**

En este Ejemplo, una materia prima de carbón activado se sometió a molienda de martillo y clasificación de aire. Las propiedades del carbón activado basado en lignito como materia prima se proporcionan en la Tabla 2 a continuación.

10

Tabla 2

Humedad [%]	0.87
Ceniza [%]	40.3
Melazas RE [db]	85
Número de yodo [mg/g]	495
Malla+ 4 [%]	11
Malla 4 - 8 [%]	81
Malla 8 x 30 [%]	8
Malla - 30 [5]	1
Diámetro partícula promedio [mm]	3.6

Esta materia prima se molió con un molino de martillos Mikro-ACM® 100/molino de clasificación de aire de Hosokawa.

15 La Tabla 3 a continuación proporciona las condiciones de operación y las propiedades de los carbonos activados molidos.

Tabla 3

Muestra D	
Potencia de la trituradora [kW] ([HP])	73.55 100)
Velocidad del rotor del motor [Hz]	60
Velocidad del aire [am ³ /min] ([aCFM])	232.4 8300)
Velocidad de alimentación [kg/hr] ([lb/hr])	227 500)

Potencia de clasificador [kW] ([HP])	11.3 15)
Clasificador VFD [Hz]	60
Velocidad de la punta del rotor [m/s] ([ft/s])	5334 17500)
d ₁₀ [mm]	1.9
d ₅₀ [mm]	8.9
d ₉₅ [mm]	23.9

Ejemplo 3: Eliminación de Hg con carbón activado molido con chorro/clasificado con aire

5 Este ejemplo demuestra la capacidad de eliminación de Hg del carbón activado bromado, molido por chorro/clasificado por aire, preparado de la misma manera que la muestra C1 del ejemplo 1 (muestra C2). Estos resultados se compararon con un carbón activado granular que se molió con un molino de rodillos de laboratorio Modelo B de Williams Patent Crusher and Pulverizer Co., y luego se bromó utilizando el mismo método que se describió en la Patente de EE.UU. No. 8,551,431, (Muestra comparativa A). Los experimentos de eliminación de mercurio se realizaron en el Centro de Investigación de Mercurio en la Unidad Plant Crist 5 de la Gulf Power Company en Pensacola, FL, en una entrada de fluido de una central eléctrica de carbón con una unidad de 75 MWe que tiene una entrada de fluido equivalente a 5 MWe. La unidad se ilustra esquemáticamente en la figura 2. La inyección de absorbente se realizó en el lado frío del calentador de aire (10b). Las muestras se alimentaron a la unidad con un alimentador gravimétrico calibrado. La concentración de SO₃ se reportó en las tablas a continuación. La temperatura en el lado caliente osciló entre 357-366°C (675-690°F), en la entrada de ESP (lado frío) de 141-149°C (285-300°F) y en la salida de ESP a 132-138°C (270-280°F). El caudal de la unidad de gases de combustión fue aproximadamente 560 metros cúbicos reales por minuto [am³/min] (20,000 pies cúbicos reales por minuto (acFM)).

15 La distribución del tamaño de partícula de la Muestra C2 y la Muestra comparativa A se muestran en la Tabla 4, y los datos de eliminación de Hg se muestran en la Tabla 5 a continuación.

20

Tabla 4

	Muestra Comp. A	Muestra C2
d ₅	2.2	
d ₁₀		1.4
d ₅₀	7.7	6.8
d ₉₀		15.3
d ₉₅	30.7	17.4

Tabla 5

	Velocidad [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Tiempo de inicio	Tiempo de finalización	Eliminación al 3% O ₂ [%]	Eliminación ajustada [%]
Muestra C2 (12.7 ppm SO ₃)	0.0	14:03	14:13	0.406	0.000
	1.5 (3.3)	14:23	14:29	0.533	0.127
	3.0 (6.7)	14:34	14:49	0.609	0.203
	4.5 (10.0)	15:03	15:24	0.671	0.265
Muestra Comp A (9.3 ppm SO ₃)	0.0	9:26	9:59	0.422	0.000
	1.5 (3.3)	10:13	10:26	0.496	0.074

	3.0 (6.7)	10:35	10:54	0.567	0.145
	4.5 (10.0)	11:05	11:20	0.622	0.200
	6.0 (13.3)	11:25	11:32	0.694	0.272
	7.6 (16.7)	11:50	11:56	0.777	0.355

Los datos de la Tabla 5 también se representan gráficamente en las figuras 3A y 3B, que muestran la eliminación de Hg frente a la velocidad de inyección para las muestras de carbón activado (figura 3A: eliminación de Hg en la salida ajustada al 3% de O₂; figura 3B: eliminación de Hg ajustada). Se puede ver que el carbón activado que tiene un valor bajo de d₉₅ (Muestra C2) alcanza una tasa de eliminación de Hg más alta que la de la Muestra comparativa A, incluso a una mayor concentración de SO₃ (12.7 ppm de SO₃ versus 9.3 ppm de SO₃ para la Muestra comparativa A). Los niveles de Hg en la entrada se determinaron mediante trampas de absorbente, aguas arriba de la inyección de carbón activado. Los niveles de mercurio en la trampa de absorbente se midieron utilizando un espectrómetro Zeeman Mercury Ohio Lumex RA-915+ con anexos RP-M324 y RP-M324M.

Ejemplo 4: Eliminación de Hg con carbón activado de martillo de molido/clasificado por aire

En este carbón activado del Ejemplo 2 (Muestra D) se broma de la manera descrita en la Patente de EE. UU. No. 8,551,431, para formar la Muestra D1. La muestra DA luego se analiza para la eliminación de Hg con el método descrito en el Ejemplo 3, y los resultados se comparan con el producto de la molienda de bola de la materia prima DARCO® Hg-LH Extra (Muestra comparativa B). El molino de bola se realizó con 4 tamaños de medios diferentes de 1.27 cm, 1.9 cm, 2.54 cm, y 3.18 cm (1/2", 3/4", 1", 1 1/4") como se muestra en la Tabla 6, y los datos de eliminación de Hg se muestran en la Tabla 7. Tenga en cuenta que la Muestra comparativa B y la Muestra D1 se comparan sobre una base volumétrica para tener en cuenta la diferencia en la actividad. En este ejemplo, los materiales de partida para el producto bromado tenían diferentes niveles de actividad y, por lo tanto, diferentes densidades. Para tener en cuenta esta diferencia, los datos se presentan y comparan de forma volumétrica en la Tabla 7.

Tabla 6

	Muestra Comp. B*	Muestra D1
d ₅ (mm)	2.5	1.9
d ₅₀ (mm)	12.2	9.6
d ₉₅ (mm)	76.3	27.9
Densidad de apisonado [kg/m ³] ([lb/ft ³])	529.7 32.7	717.7 44.3)

* El tamaño de partícula medido de la muestra molida con bola (Muestra Comp. B) aumentó debido a la floculación; sin embargo, durante la prueba de eliminación de Hg, la partícula probablemente se desenredará.

Tabla 7

	Velocidad [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Velocidad [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Tiempo de inicio	Tiempo de finalización	Eliminación al 3% O ₂ [%]	Eliminación ajustada [%]
Muestra D/Br 4% Br (14.0 ppm SO ₃)	0.0	0.00	13:05	13:28	0.361	0.000
	1.5 (3.3)	0.036 (0.08)	13:43	13:55	0.466	0.105
	3.0 (6.7)	0.068 (0.15)	14:09	14:15	0.524	0.163
	4.5 (10.0)	0.104 (0.23)	14:35	14:47	0.583	0.222
Muestra Comp B/Br (8.1 ppm SO ₃)	0.0	0.00	8:35	8:50	0.314	0.000
	1.5 (3.3)	0.045 (0.10)	9:04	9:15	0.413	0.099
	3.0 (6.7)	0.091 (0.20)	9:23	9:35	0.478	0.164
	4.5 (10.0)	0.141 (0.31)	9:44	9:58	0.547	0.233

Estos datos también se grafican en las figuras 4A y 4B, que muestran la eliminación de Hg frente a la velocidad de inyección para el carbón activado (figura 4A: eliminación de Hg al 3% de O₂; figura 4B: eliminación de Hg ajustada). Se puede ver que el carbón activado que tiene un valor d₉₅ bajo (muestra D1) alcanza una tasa de eliminación de Hg más alta que la de la muestra comparativa B.

Ejemplo 5: Eliminación de Hg con carbón activado molido con chorro/Clasificación de aire, y solo clasificación de aire únicamente (Ciclón)

Este ejemplo muestra los datos de eliminación de Hg (eliminación de Hg realizada con el método descrito en el Ejemplo 3) para un carbón activado bromado sometido a molienda por chorro/clasificación de aire de una manera similar a la de la Muestra A1 del Ejemplo 1 (Muestra A2). Este ejemplo también muestra los datos de eliminación de Hg para el carbón activado sometido a clasificación de aire solo a través de ciclón, que luego fue bromado por el método descrito en el Ejemplo 4 (Muestra E). Estos datos se comparan con los datos de eliminación de Hg para DARCO® Hg-LH Extra (Muestra comparativa C). La Tabla 8 a continuación muestra la distribución de tamaño de partícula para la Muestra A2, la Muestra E (así como la distribución de tamaño de partícula prebromada), y la Muestra Comparativa C, y la Tabla 9 muestra los datos de eliminación de Hg correspondientes.

Tabla 8

	Muestra A2	Muestra E (Comparación)	Muestra E Prebromada (Comparación)	Muestra Comp C
d ₅		2.4	2.0	2.8
d ₁₀	1.227	2.9		
d ₅₀	3.028	6.0	4.5	16.4
d ₉₀	5.995	14.8		
d ₉₅	6.819	20.0	14.1	53.3

Tabla 9

	Velocidad [kg/MMacf] (lb/MMacf)	Tiempo de inicio	Tiempo de finalización	Eliminación al 3% O ₂ [%]	Eliminación ajustada [%]
Muestra A2 (8.1 ppm SO ₃)	3.0 (6.7)	10:32	10:48	0.634	0.320
	4.5 (10.0)	10:52	11:21	0.804	0.490
Muestra E (Comparación) (9.2 ppm SO ₃)	3.0 (6.7)	18:23	18:29	0.640	0.289
	4.5 (10.0)	18:40	18:56	0.741	0.390
	0.0	12:23	12:40	0.324	0.000
	3.0 (6.7)	14:25	14:39	0.600	0.276
	4.5 (10.0)	15:05	15:19	0.722	0.398
Muestra Comp C (9.2 ppm SO ₃)	0.0	12:23	12:40	0.324	0.000
	1.5 (3.3)	13:22	13:29	0.422	0.098
	3.0 (6.7)	13:36	13:48	0.512	0.188
	4.5 (10.0)	13:55	14:13	0.582	0.258

Estos datos también se grafican en las figuras 5A y 5B, que muestran la eliminación de Hg frente a la velocidad de inyección (figura 5A: eliminación de Hg al 3% de O₂; figura 5B: eliminación de Hg ajustada). Se puede ver que los carbonos activados que tienen un valor d₉₅ y d₅₀ bajo logran una velocidad de eliminación de Hg más alta que la de la Muestra comparativa C.

Ejemplo 6: Adición de sílice al carbono activado del tamaño de partícula fina

ES 2 741 602 T3

En este Ejemplo, se añadió una sílice pirógena (CAB-O-SIL® M-5) a la Muestra B de carbón activado del Ejemplo 1 en las cantidades indicadas en la Tabla 10. La Tabla 10 también muestra la resistencia cohesiva (kPa, columna de la derecha) y el mayor esfuerzo de consolidación (kPa, columna de la izquierda) para cada mezcla de sílice.

5

Tabla 10

Sílice (% en peso)									
0		0.05		0.1 0.25				0.5	
0.860	0.622	0.849	0.646	0.852	0.637	0.854	0.635	0.813	0.586
1.976	1.292	1.840	1.208	1.880	1.152	1.842	1.273	1.979	1.197
4.207	2.358	4.044	2.160	4.128	2.124	4.274	2.014	4.335	1.910
9.490	4.413	9.438	4.038	9.505	3.861	9.369	4.019	9.570	3.827

Estos datos también se grafican en la figura 6, que muestra la fuerza cohesiva en función de la mayor tensión de consolidación. Se puede ver que hay un beneficio de agregar sílice como un auxiliar de flujo para la reducción de la fuerza de cohesión, que mejora la capacidad de transmitir el material.

10

Ejemplo 7: Preparación de carbón activado por tamaño de partícula fina mediante eACM

En este Ejemplo, la materia prima del Ejemplo 2 (Tabla 2) se sometió a una reducción del tamaño de partícula a través de un Molino de Clasificación de Aire Mikro e-ACM® de Hosokawa de Hosokawa ("eACM"). Las condiciones de operación para el eACM se muestran en la Tabla 11.

15

Tabla 11

Tipo de molino	15 eACM
Tipo de Material	Darco FGD
Tipo de rotor	Tipo 8 Flag (Con punta TC)
Rotor RPM	7,000
Rotor Amps (Inactivo)	9.9 - 10.0
Rotor Amps (Carga)	188 - 19.2
Clasificador RPM	1.750
Clasificador Amps (Inactivo)	1.95 - 1.96
Clasificador Amps (Carga)	1.93 - 1.91
Presión del Eductor (psig)	80
Flujo de eductor (SCFM)	20
Configuración de puerta de eductor	100% abierto
Tipo de revestimiento	Cerámica deflectora múltiple
Flujo de aire (CFM)	500
Presión del molino (en WG)	20/25
Presión del sistema (en WG)	30/40
Velocidad de la sopladora (Hz)	30.3/35.7
Amp. de la sopladora	21.2/22.9
Temp. de salida del molino (°C)	108/130
Cantidad de alimentación (lb)	400.0

ES 2 741 602 T3

Tiempo (MIN)	30.4
Capacidad (lb/hr)	789
*1 psig = 100.67 kPa; 1 lb = 0.454 kg	

El carbón activado de tamaño de partícula fina resultante tenía una d_{50} de 9.17 μm , una d_{95} de 28.7 μm y una relación d_{95}/d_{50} de 2.87 ("Muestra F").

- 5 El rendimiento de producción del molino para el eACM es notablemente superior al de un diseño estándar cuando se ajusta para el tamaño del molino (caballos de fuerza). La figura 7 es un gráfico del rendimiento del molino (lb/hr) para diversas distribuciones de tamaño de partícula d_{50} . El molino de eACM a 11 kW (15 HP) logra un rendimiento significativamente mayor para partículas que tienen una distribución de tamaño de partícula d_{50} de 8-9 μm (ver Muestra F) en comparación con un ACM estándar que funciona a 73.5 kW (100 HP) o 7.35 kW (10 HP) para partículas de un rango de tamaño similar. La figura 7 también muestra que los tamaños de partícula más pequeños (d_{50} que van desde 5 μm a 8 μm) también se pueden lograr a un alto rendimiento con velocidades de clasificador aumentadas.

Ejemplo 8: Eliminación de Hg con carbón activado por tamaño de partícula fina preparado por eACM

- 15 Este ejemplo demuestra la capacidad de eliminación de Hg del carbón activado de tamaño de partícula fina del Ejemplo 7 ("Muestra F") en comparación con un carbón activado que tiene una relación d_{95}/d_{50} de 3.19 ("Muestra comparativa D"), y DARCO® Hg-LH Extra, disponible comercialmente de Cabot Corporation – Carbón activado Norit, ("Muestra comparativa E"). Las respectivas distribuciones y proporciones de tamaño de partícula se proporcionan en la Tabla 12.

Tabla 12

Muestra	d_{50} [mm]	d_{95} [mm]	Relación [-]
Muestra F	9.17	26.4	2.88
Comp D	7.86	25.1	3.19
Comp E	14		3.56

- 25 La muestra F y la muestra comparativa E se bromaron como se describió en el Ejemplo 3. (La muestra comparativa D se obtuvo en forma bromada). Los experimentos de remoción de mercurio se realizaron en el Centro de Investigación de Control de Emisiones (ECRF) ubicado dentro de la Planta Poplar River de Sask Power (Coronach, SK), en una entrada de fluido de una planta de energía alimentada con carbón. La entrada de fluido es equivalente a 0.5 MWe con un caudal de gas de combustión aproximado de 56 metros cúbicos reales por minuto [am^3/min] (2000 pies cúbicos reales por minuto (aCFM)). El control de partículas se logró con un precipitador electrostático (ESP), y la eliminación de mercurio a través de la ESP se midió mediante Tekran® 2537 CEM. La inyección de absorbente se realizó aguas arriba del precipitador electrostático a una temperatura de aproximadamente 150°C, aunque la temperatura puede ser moderada hasta aproximadamente 180°C. El ECRF no tiene aguas arriba o aguas abajo de los puertos de inyección del precalentador de aire (APH) porque no hay APH en la unidad de entrada de fluido. En cambio, la temperatura deseada de los gases de combustión se logra mezclando los gases de combustión aguas arriba y aguas abajo de la planta principal APH. Los resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

	Velocidad [g/hr]	Velocidad [kg/MMacf] ([lb/MMacf])	Tiempo de inicio	Tiempo finalización	Eliminación en la entrada O ₂ [%]	Eliminación ajustada [%]
Muestra F	75	0.63 (1.38)	13:15	13:27	0.542	0.530
	91	0.76 (1.67)	13:35	13:47	0.572	0.559
	133	1.11 (2.44)	13:55	14:07	0.641	0.629
Comp D	75	0.63 (1.3)8	10:07	10:20	0.524	0.511
	91	0.76 (1.67)	10:27	10:40	0.571	0.558
	133	1.11 (2.44)	10:47	11:00	0.649	0.636

ES 2 741 602 T3

Comp E	30	0.25 (0.54)	14:42	15:05	0.319	0.306
	59	0.49 (1.08)	15:12	15:25	0.420	0.408
	91	0.76 (1.67)	15:32	15:45	0.516	0.504
	133	1.11 (2.44)	15:52	16:05	0.602	0.590

Estos datos también se grafican en la figura 8, que muestra la eliminación de Hg ajustada frente a la tasa de inyección de absorbente. Se puede observar que la Muestra F alcanza una tasa de eliminación de Hg más alta sobre el rango de tasas de inyección de absorbente en comparación con la de las Muestras comparativas D y E.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método de eliminación de mercurio, que comprende:
 - 5 inyectar carbón activado en el gas de combustión generado por la combustión del carbón, en donde el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{95} que varía de 1 μm a 28 μm y una relación d_{95}/d_{50} que varía de 1.5 a 3.
 - 10 2. El método de la reivindicación 1, en el que el carbón activado tiene una relación d_{95}/d_{50} que varía de 2 a 3.
 - 15 3. El método de la reivindicación 1, en el que el carbón activado tiene una relación d_{95}/d_{50} que varía de 2.5 a 3.
 - 20 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{50} que varía de 4 μm a 18 μm .
 - 25 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{50} que varía de 8 μm a 18 μm .
 - 30 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{50} que varía de 9 μm a 18 μm .
 - 35 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula d_{90} que varía de 1 μm a 13 μm .
 - 40 8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el carbón activado tiene una distribución de tamaño de partícula $d_{99.9}$ que varía de 5 μm a 15 μm .
 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el carbón activado es un carbón activado a base de lignito.
 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el carbón activado es un carbón activado bituminoso basado en carbón.
 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el carbón activado es un carbón activado halogenado.
 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el carbón activado es un carbón activado bromado.
 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que el carbón activado se proporciona como una composición que comprende además sílice en una cantidad que varía de 0.05% a 2% en peso con respecto al peso total de la composición.

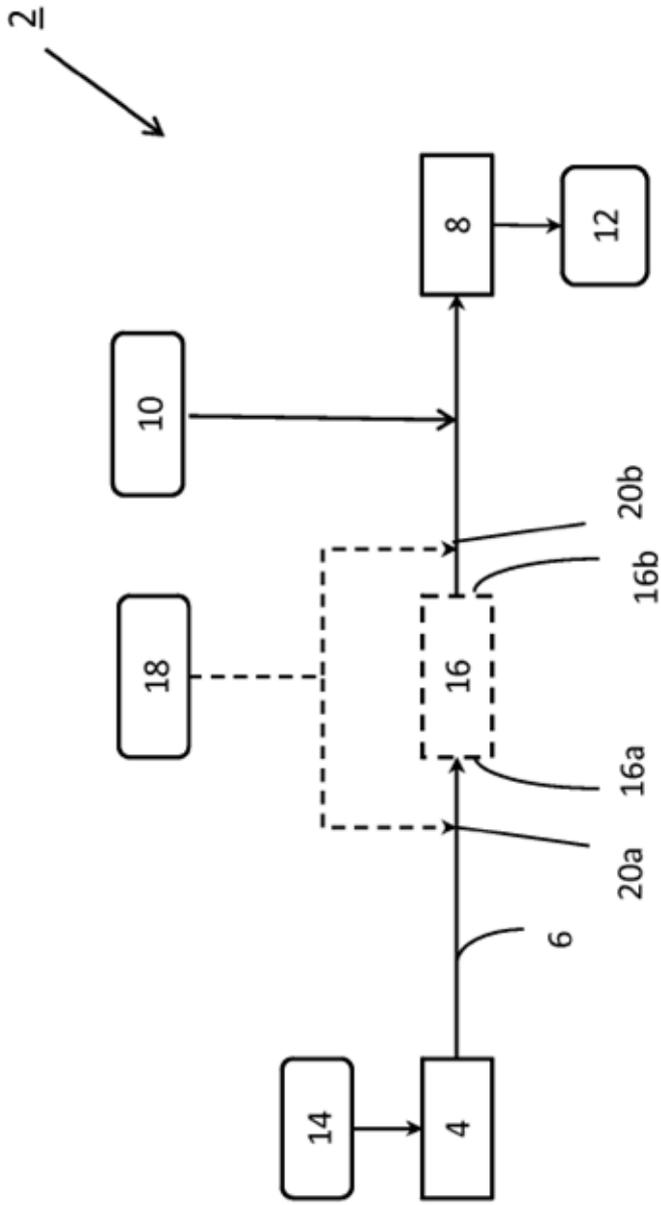


FIG. 1

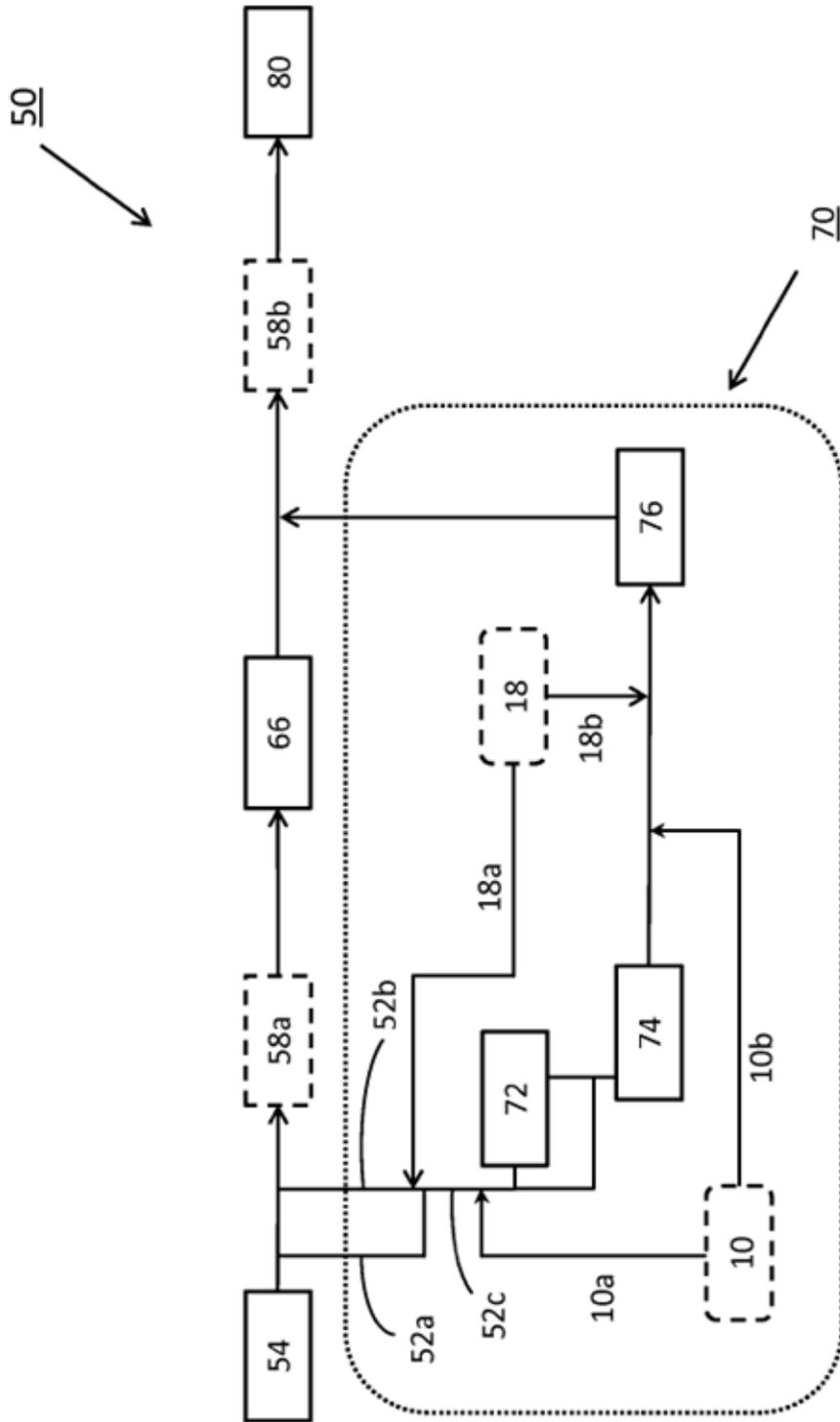


FIG. 2

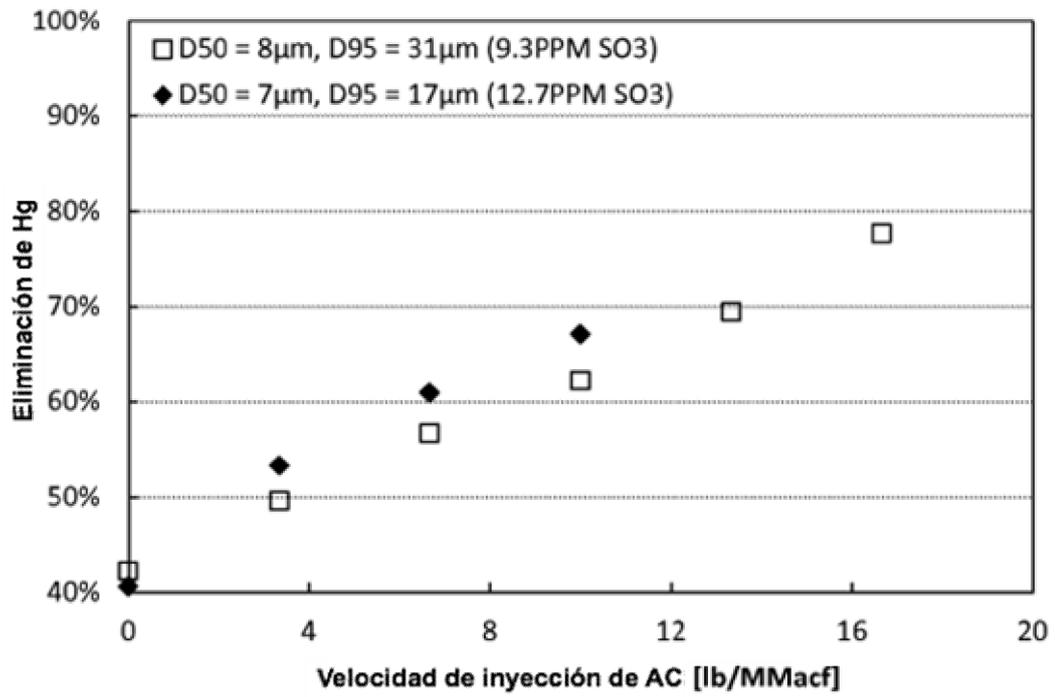


FIG. 3A

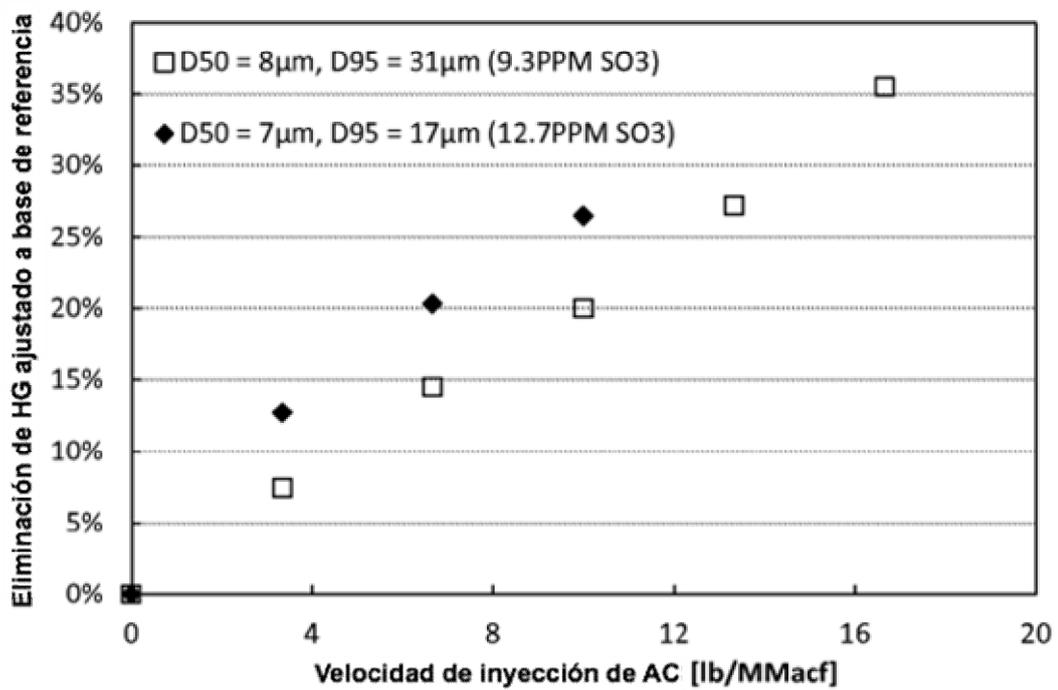


FIG. 3B

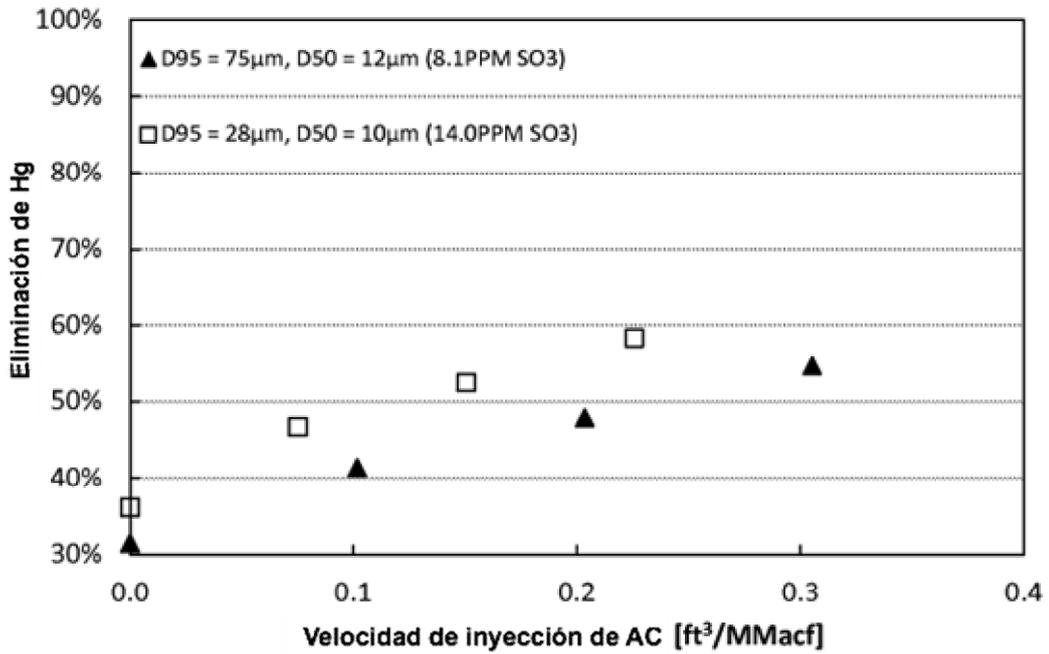


FIG. 4A

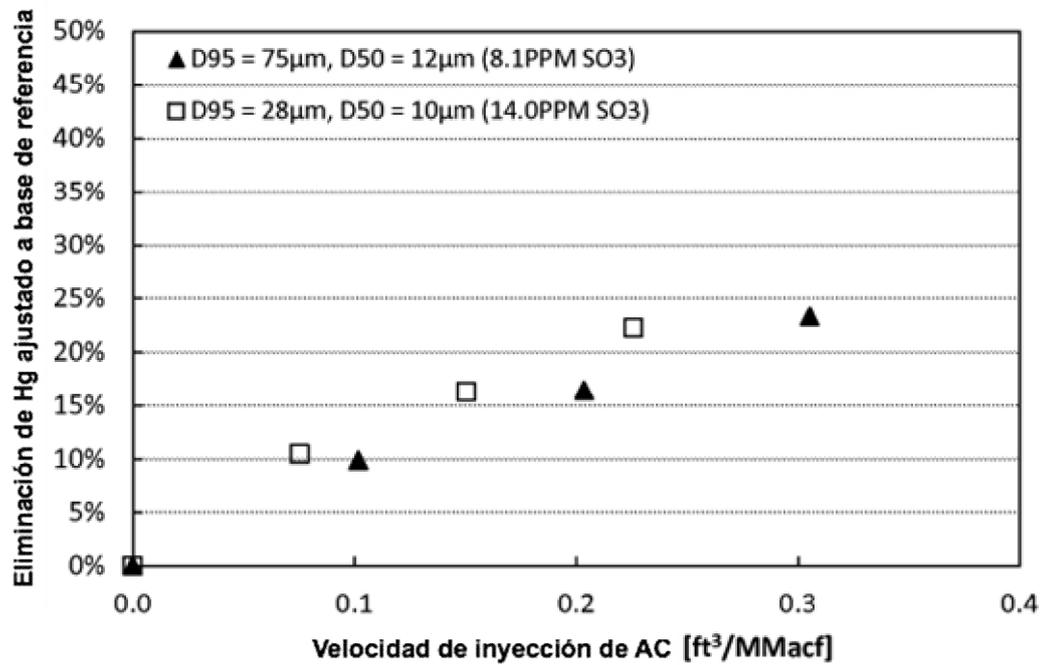


FIG. 4B

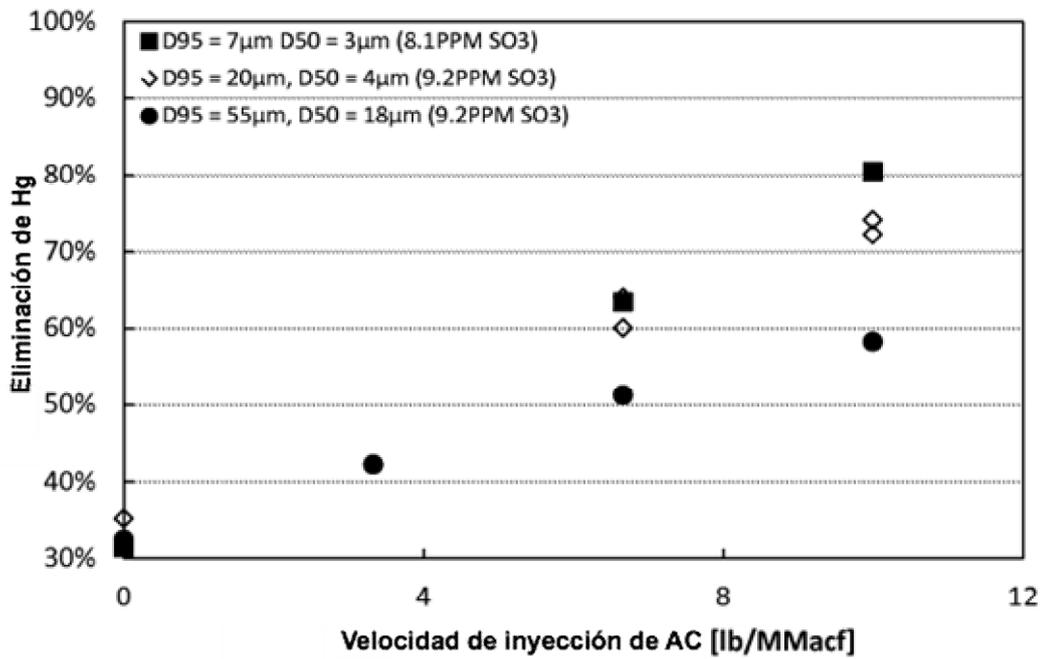


FIG. 5A

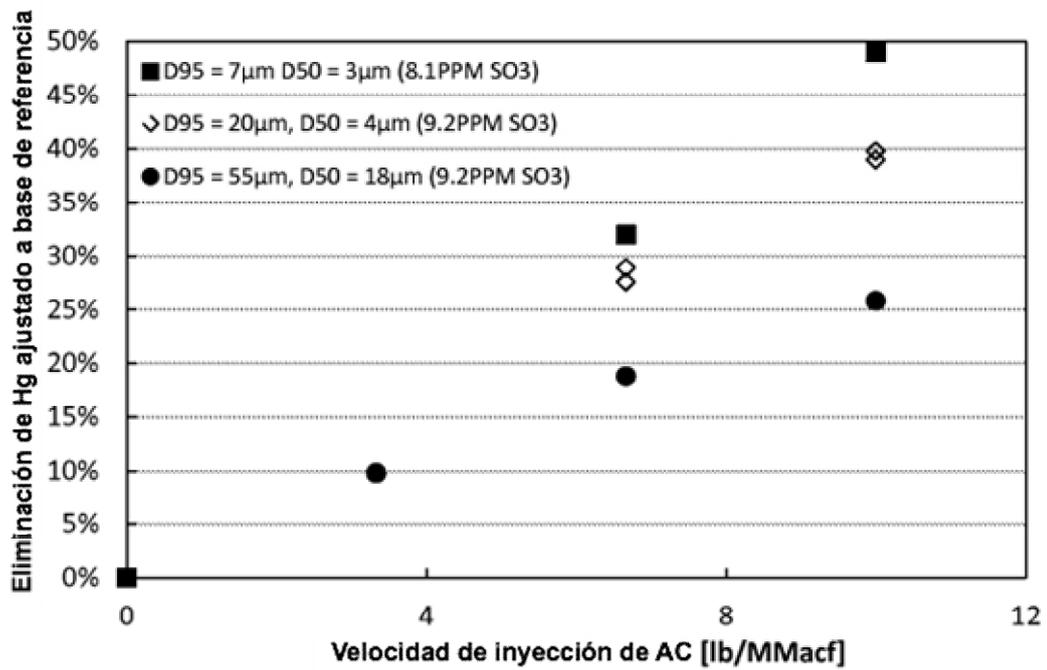


FIG. 5B

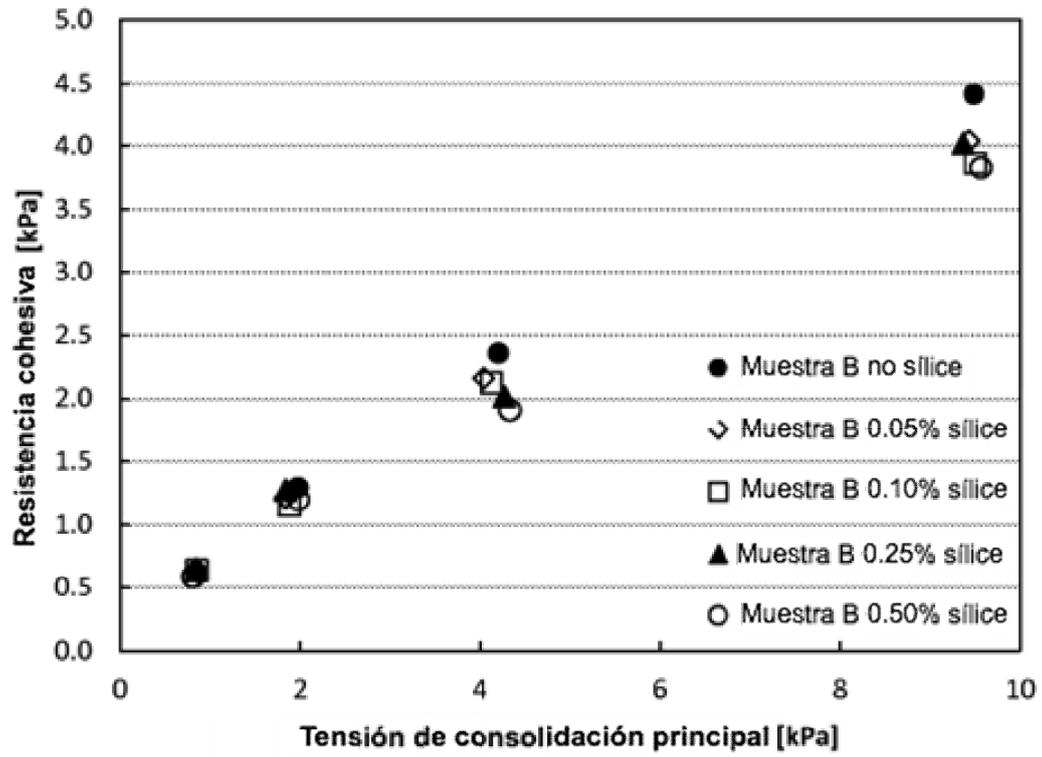


FIG. 6

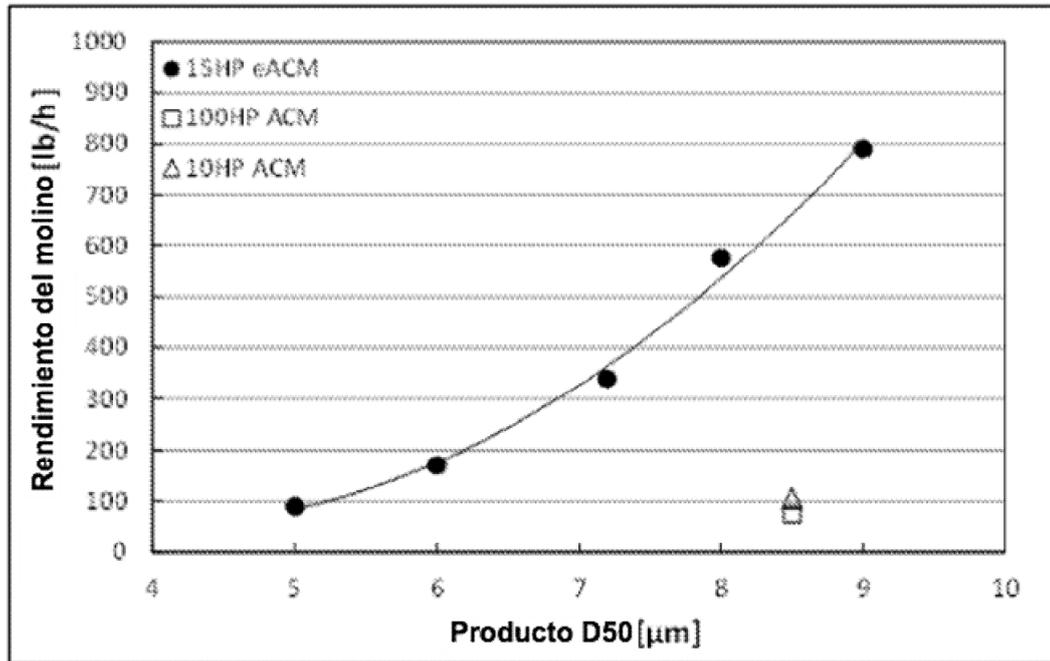


FIG. 7

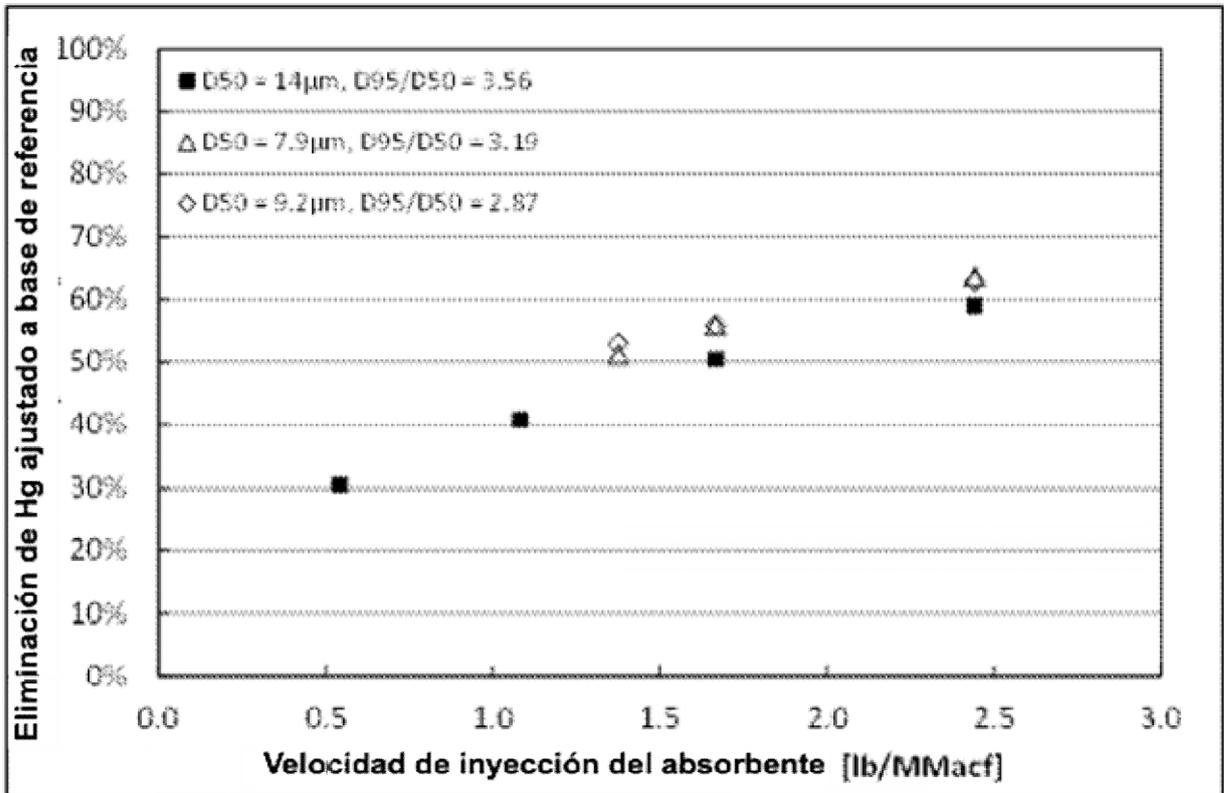


FIG. 8