

**CARBÓN EN PARTÍCULAS FINAS, SISTEMAS, APARATOS Y
MÉTODOS PARA RECOLECTAR Y UTILIZAR EL MISMO**

REFERENCIA CRUZADA CON SOLICITUD RELACIONADA

5 La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional estadounidense No. 62/008.389, presentada el 05 de junio de 2014, la cual se incorpora a la presente en su totalidad por referencia.

ANTECEDENTES

10 Las plantas de preparación y procesamiento del carbón se utilizan para limpiar y/o separar el carbón en bruto para obtener un producto de carbón limpio de un tamaño y/o calidad deseado. Por ejemplo, las plantas de preparación típicas de carbón pueden incluir una variedad de unidades de
15 trituration, ruptura, dimensionamiento, beneficio, almacenamiento, separación por densidad, flotación por espuma, desperdicios y/o embalse. Sin embargo, en los sistemas típicos de procesamiento de carbón, las cantidades de carbón en partículas finas se pierden debido a que los
20 sistemas actuales no pueden capturar el carbón en partículas finas. De acuerdo a ello, sería deseable proporcionar sistemas, aparatos y métodos para capturar el carbón en partículas finas y por ende mejorar la eficacia del proceso y reducir la cantidad de desperdicio del proceso en las plantas

de procesamiento de carbón. Además, sería deseable proporcionar un producto de carbón en partículas finas de alta calidad que se pueda usar en una variedad de aplicaciones, por ejemplo, en inyección de carbón pulverizado, como carbón coquizable, es decir, carbón metalúrgico o como carbón para calderas.

BREVE SÍNTESIS DE LA DIVULGACIÓN

Se proporcionan en la presente métodos para recolectar carbón en partículas finas. En las realizaciones, los métodos comprenden deshidratar un lodo de efluente de carbón limpio que posee un contenido de sólidos de 30 % o menos en peso, para producir un carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

También en la presente se proporcionan aparatos y sistemas para recolectar carbón en partículas finas. En las realizaciones, los aparatos comprenden una centrífuga de tazón sólido que retiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, los sistemas comprenden un aparato de desagüe que retiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor.

También en la presente se proporciona un carbón en partículas finas. En realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un

contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

También en la presente se proporcionan métodos para realizar coque y métodos para realizar hierro o acero. En las realizaciones, los métodos para realizar coque comprenden calentar, en ausencia de aire, un carbón en partículas finas o una mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón durante un tiempo y una temperatura suficiente para convertir el carbón en partículas finas o la mezcla en coque, en donde el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En las realizaciones, los métodos para realizar hierro o acero comprenden inyectar un carbón en partículas finas o una mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón en un alto horno que contiene coque y mena de hierro, en donde el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

20

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un diagrama en planta parcial que ilustra una realización de un sistema y aparato para recolectar carbón en partículas finas en un circuito de carbón limpio de una planta de preparación de carbón.

La FIG. 2 es una vista transversal de una realización de una centrífuga de tazón sólido para recolectar carbón en partículas finas desde un lodo de efluente de carbón limpio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 Se proporcionan en la presente métodos, aparatos y sistemas para recolectar carbón en partículas finas. Por ejemplo, estos métodos, aparatos y sistemas se pueden incorporar en una planta de procesamiento de carbón para recolectar una porción del carbón en partículas finas que
10 normalmente se pierde en el sistema (por ejemplo, carbón en partículas finas que el sistema no recolecta de otra manera debido al tamaño y que se recicla de manera continua a través del sistema o se descarta en una corriente de desechos). En un sistema de procesamiento de carbón limpio típico, 3% o más
15 del carbón procesado se puede perder debido a que el sistema es incapaz de capturar el carbón en partículas finas.

De manera adicional, se proporcionan en la presente carbón en partículas finas y métodos para su uso. El carbón en partículas finas puede tener propiedades tales como
20 tamaño, composición y/o contenido de agua que puede ser útil en la inyección de carbón pulverizado (PCI) como carbón coquizable, es decir, carbón metalúrgico, o como carbón para calderas. Por ejemplo, el carbón en partículas finas puede ser un carbón en partículas finas de alta calidad.

Se describen en la presente métodos, aparatos y sistemas así como también carbón en partículas finas y métodos para su uso.

Métodos, aparatos y sistemas para recolectar carbón en partículas finas

En un aspecto, se proporciona un método para recolectar carbón en partículas finas. El método puede incluir recolectar carbón en partículas finas desde una preparación de carbón o una planta de procesamiento.

En las realizaciones, un método para recolectar carbón en partículas finas incluye deshidratar un lodo de efluente de carbón limpio que posee un contenido de sólidos de 30 % o menos en peso, para producir un carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

Como se usa en la presente, la frase "lodo de efluente de carbón limpio" se refiere a una mezcla de agua y partículas de carbón que está presente en un sistema, y en el cual el contenido de ceniza y/o azufre de las partículas de carbón se ha reducido de aquel carbón en bruto a partir del cual se derivaron las partículas de carbón. Se deberá comprender que mientras las realizaciones divulgadas en la presente se refieren a métodos, aparatos y sistemas para

recolectar carbón en partículas finas a partir de un lodo de efluente de carbón limpio, la presente divulgación también pretende abarcar otros lodos que contienen partículas, que incluyen lodos que contienen carbón distintos de los lodos de efluentes de carbón limpio, así como también otros lodos de procesamiento, tales como lodos minerales, mena u otros lodos que contienen partículas.

Como se usa en la presente, el término "aproximadamente" significa más o menos 10% del valor numérico del número que se está utilizando. Las cantidades de ciertos componentes, tales como sólidos o agua, del lodo de efluente y del carbón en partículas finas están presentes en la presente como porcentajes "en peso" y, a menos que se indique de otro modo, la frase "en peso" se refiere al peso total del lodo de efluente o del carbón en partículas finas, incluyendo dichos ciertos componentes.

En realizaciones, el lodo de efluente de carbón limpio tiene un contenido de sólidos desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 25 % en peso. En otras realizaciones, el lodo de efluente de carbón limpio tiene un contenido de sólidos desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 20 % en peso. En una realización, el lodo de efluente de carbón limpio tiene un contenido de sólidos de aproximadamente 17 % en peso.

En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas contiene al menos 95% en peso de los sólidos contenidos en el lodo de efluente de carbón limpio. En una realización, el carbón en partículas finas contiene al menos 99 % en peso de los sólidos contenidos en el lodo de efluente de carbón limpio.

En las realizaciones, el contenido de agua del carbón en partículas finas es desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso. En realizaciones particulares, el contenido de agua del carbón en partículas finas es desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso. En realizaciones adicionales, el contenido de agua del carbón en partículas finas es desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso. En otras realizaciones, el contenido de agua del carbón en partículas finas es desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 9 % en peso. En una realización particular, el contenido de agua del carbón en partículas finas es aproximadamente 8 % en peso. En otra realización, el contenido de agua del carbón en partículas finas es aproximadamente 7 % en peso. Cuando el carbón en partículas finas se recolecta mediante los métodos proporcionados en la presente, el carbón en partículas finas puede tener una temperatura elevada durante un cierto período luego de la recolección. Como se usa en la presente, la frase

“contenido de agua” se refiere a la cantidad de agua en el carbón en partículas finas luego de que la temperatura del carbón en partículas finas ha regresado a temperatura ambiente después de que el carbón en partículas finas se ha recolectado mediante los métodos proporcionados en la presente.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. Como se usa en la presente, la frase “un tamaño de partícula desde aproximadamente X μm hasta aproximadamente Y μm ” o “tamaño de partícula de aproximadamente Z μm ” significa que la dimensión promedio más grande de las partículas de carbón en partículas finas oscila desde aproximadamente X μm a aproximadamente Y μm , o es aproximadamente Z μm . La dimensión promedio más grande se puede determinar utilizando cualquiera de las técnicas conocidas en la materia, que incluyen pero no se limitan a técnicas de dispersión de la luz. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 1000 μm . En realizaciones adicionales, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 900 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente

800 μm . En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 700 μm . En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 600 μm . En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 500 μm . En aun más otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 400 μm . En diversas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 300 μm . En una cantidad de realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 200 μm . En realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 125 μm . En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm . En realizaciones adicionales, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a

aproximadamente 75 μm . En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm . En aun otra realización, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 44 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. Como se usa en la presente, la frase "un tamaño de partícula de X mallas o menos" significa que al menos una mayoría sustancial de las partículas de una muestra particular del carbón en partículas finas pasa a través de X mallas o un tamaño de malla mayor que X. El carbón en partículas finas, en las realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 200 mallas o menos. El carbón en partículas finas, en algunas realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. El carbón en partículas finas, en ciertas realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas. El carbón en partículas finas, en algunas realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde aproximadamente 50 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En general, deshidratar el lodo de efluente de carbón limpio u otro lodo que contiene partículas se puede llevar a cabo utilizando aparatos de deshidratación conocidos, tales como diversos tipos de centrífugas que pueden realizar la separación de sólidos-líquidos.

En las realizaciones, deshidratar el lodo de efluente de carbón limpio incluye centrifugar el lodo en una centrífuga con tazón sólido. Como se usa en la presente, la frase “centrífuga con tazón sólido” se refiere a una centrífuga que tiene un tazón externo sólido y que continuamente separa dos sustancias con diferentes densidades utilizando la fuerza centrífuga que resulta de la rotación. Como se muestra en la Figura 2, en una realización, una centrífuga con tazón sólido **200** incluye un tazón giratorio externo sólido **202** y un desplazamiento giratorio interno **204**. En ciertas realizaciones, la centrífuga **200** incluye una placa de contención **212** que controla la profundidad del estanque en la centrífuga.

En ciertas realizaciones, como se muestra en la Figura 2, en funcionamiento, una corriente de ingreso o alimentación **206**, tal como un lodo de efluente de carbón limpio u otro lodo que contiene partículas se introduce en la centrífuga **200** y se envía al tazón sólido **202** mediante uno o más puertos. Tanto el tazón sólido **202** como el desplazamiento

interno, o hélice, **204** rotan para separar los componentes del ingreso **206** en base a sus densidades. El desplazamiento **204** actúa como una cinta transportadora y rota a una velocidad diferencial con relación al tazón **202** para permitir la
5 continua eliminación de partículas sólidas **210** (por ejemplo, carbón en partículas finas) de las aguas residuales **208**.

Las centrífugas con tazón sólido adecuadas pueden incluir aquellas fabricadas por Centrisys Centrifuge Systems (Kenosha, Wisconsin). Por ejemplo, la centrífuga con tazón
10 sólido puede incluir cualquier diseño, características o combinación de características divulgadas en la presente y/o conocidas por aquellos con experiencia en la técnica para lograr la separación deseada.

En ciertas realizaciones, los métodos además incluyen
15 ajustar, en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos, al menos un parámetro seleccionado de: par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de
20 la represa de la placa de contención. Es decir, uno, dos o los tres parámetros se pueden ajustar en base a las propiedades del ingreso y/o salida deseados, tales como contenido de agua, contenido de sólidos y/o tamaño de partícula.

Por ejemplo, la velocidad diferencial se puede seleccionar en base a las partículas que se separan para evitar daños y para igualar rangos de densidad. Por ejemplo, las centrífugas con tazón sólido pueden funcionar con fuerzas

5 centrífugas en exceso de 1000 veces, tal como 3000 veces, la fuerza de gravedad de manera tal que las partículas sólidas más densas se presen hacia afuera contra la pared del tazón giratorio y la fase líquida menos densa forme una capa interna concéntrica. Por ejemplo, la velocidad y el par de

10 fuerzas de la centrífuga se pueden ajustar en base a la densidad y/o turbidez del lodo de ingreso.

Por ejemplo, en un lodo de efluente de carbón limpio, el carbón en partículas finas puede tener una gravedad específica de 2,0 o menos, tal como desde aproximadamente 1,5

15 a aproximadamente 1,6 o aproximadamente 1,55. Dado que la gravedad específica de las partículas puede variar relativamente de manera significativa debido a las impurezas presentes en las partículas, los parámetros de la centrífuga se pueden ajustar en consecuencia. Además, se deberá

20 comprender que también se pueden ajustar una amplia variedad de parámetros del sistema adicionales, tales como velocidad de giro, temperatura y tasa de flujo.

En general, estos parámetros se pueden ajustar de manera manual o a través del uso de un control computarizado, este

último permite el ajuste automático y continuo de cada parámetro. Los sistemas de control computarizado se describen en detalle más adelante.

En realizaciones, como se muestra en la Figura 1, la
5 etapa de deshidratación ocurre en el circuito de carbón limpio de una planta de procesamiento de carbón. Como se usa en la presente, la frase "circuito de carbón limpio" se refiere a la porción de una planta de procesamiento de carbón en la cual el contenido de ceniza y/o azufre de las
10 partículas de carbón se reduce de aquel carbón en bruto a partir del cual se derivaron las partículas de carbón. Por ende, en ciertas realizaciones, se proporciona una centrífuga con tazón sólido **106** para deshidratar un lodo de efluente de carbón limpio corriente abajo de una o más unidades de
15 tecnología de carbón limpio **102**, dentro de una planta de procesamiento de carbón **100**.

En las realizaciones, la etapa de deshidratación ocurre corriente abajo del proceso que no recolecta el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325
20 mallas o menor. Por ejemplo, otros separadores tales como centrífugas, ciclones, celdas de flotación o cribas, que no son capaces de recolectar carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos pueden

estar presentes corriente arriba del aparato de deshidratación.

En ciertas realizaciones, como se muestra en la Figura 1, una centrífuga con tazón sólido **106** se ubica corriente abajo de una centrífuga de tamiz **104** que no recolecta el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. Es decir, la centrífuga con tazón sólido se diseña y ubica para capturar de manera efectiva el carbón en partículas finas que de otro modo recircula en un flujo de reciclaje o se descarta en un flujo de desechos.

En las realizaciones, la etapa de deshidratación ocurre corriente arriba del proceso que recolecta el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. De manera típica, dicho proceso incluiría el procesamiento de residuos. Por ejemplo, el proceso que recolecta carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos puede incluir una unidad espesante.

En funcionamiento, por ejemplo en el esquema de planta que se muestra en la Figura 1, si no se recicla el drenaje del tamiz de la centrífuga de tamiz, hay una importante pérdida de producto y residuo aumentado. Sin embargo, si se recicla el drenaje del tamiz, la distribución del tamaño de partícula del lodo se reducirá durante el ciclo de

funcionamiento, y de ese modo se reducirá la producción y aumentará el uso en el tamiz. Los presentes métodos, aparatos y sistemas solucionan estos inconvenientes al recolectar el carbón en partículas finas del drenaje del tamiz y de ese modo se mejora la producción de la planta general y aumenta la vida útil de otro equipamiento de planta. Además, el carbón en partículas finas producido mediante estos métodos, aparatos y sistemas muestra propiedades de carbón de alta calidad y se puede usar en una variedad de aplicaciones, como se describe en detalle más adelante.

Se describen en la presente métodos para recolectar carbón en partículas finas. En las realizaciones, los métodos para recolectar carbón en partículas finas comprende deshidratar un lodo de efluente de carbón limpio que posee un contenido de sólidos de 30 % o menos en peso, para producir un carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En algunas realizaciones, deshidratar el lodo de efluente de carbón limpio comprende centrifugar el lodo en una centrífuga con tazón sólido. La centrífuga con tazón sólido puede incluir un tazón giratorio, un desplazamiento interno y una placa de contención. Los métodos proporcionados en la presente pueden incluir ajustar, en base a las propiedades

del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos, al menos un parámetro seleccionado del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención. La etapa de deshidratación puede ocurrir en el circuito de carbón limpio de una planta de procesamiento de carbón. La etapa de deshidratación puede ocurrir corriente abajo del proceso que no recolecta el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menor. La etapa de deshidratación puede ocurrir corriente arriba del proceso que recolecta el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menor. El proceso que recolecta carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos puede comprender un espesante. El lodo de efluente de carbón limpio, en realizaciones particulares, posee un contenido de sólidos desde aproximadamente 3% a aproximadamente 25% en peso, desde aproximadamente 10% a aproximadamente 20% en peso o aproximadamente 17% en peso. El carbón en partículas finas, en las realizaciones, contiene al menos 95% en peso de los sólidos contenidos en el lodo de efluente de carbón limpio. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas contiene al menos 99 % en peso de los sólidos contenidos en

el lodo de efluente de carbón limpio. El contenido de agua del carbón en partículas finas, en las realizaciones, es desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso, desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 9 % en peso, aproximadamente 8 % en peso o aproximadamente 7 % en peso. El tamaño de partícula del carbón en partículas finas puede ser 100 mallas o menos. En las realizaciones, desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas, o aproximadamente 50% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas. El tamaño de partícula del carbón en partículas finas puede ser 325 mallas o menos. El tamaño de partícula del carbón en partículas finas puede ser desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 1000 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 900 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 800 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 700 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 600 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 500 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 400 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 300 μm o desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 200 μm , desde

aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm , desde
aproximadamente 30 μm a aproximadamente 125 μm , desde
aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm , desde
aproximadamente 30 μm a aproximadamente 75 μm , desde
5 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm o
aproximadamente 44 μm .

En otro aspecto, se proporciona un aparato para
recolectar carbón en partículas finas. Por ejemplo, el
aparato puede incluir cualquiera de las características
10 divulgadas en la presente así como también cualquier
combinación de las características divulgadas en la presente
y/o conocidas por aquellos con experiencia en la técnica para
lograr la separación deseada.

En las realizaciones, un aparato para recolectar carbón
15 en partículas finas desde un lodo de efluente de carbón
limpio incluye una centrífuga con tazón sólido que retiene un
tamaño de partícula de 1000 μm o menor. Por ejemplo, la
centrífuga con tazón sólido se puede configurar para retener
cualquiera de los tamaños de partículas finas de carbón
20 divulgados en la presente. En una realización, la centrífuga
con tazón sólido retiene un tamaño de partícula de 100 mallas
o menos. En una realización, la centrífuga con tazón sólido
retiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos.

En las realizaciones, el aparato incluye una centrífuga con tazón sólido que incluye un tazón giratorio, un desplazamiento interno y una placa de contención, en donde al menos un parámetro seleccionado del grupo que incluye par de
5 fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención se ajusta en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos. En una
10 realización, cada parámetro del grupo que incluye par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención se ajusta en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las
15 propiedades del carbón en partículas finas o ambos.

En las realizaciones, el aparato incluye una centrífuga con tazón sólido configurado para deshidratar el lodo de efluente de carbón limpio que posee un contenido de sólidos de 30 % o menos en peso, para producir un carbón en
20 partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

Se proporcionan en la presente aparatos para recolectar carbón en partículas finas. En las realizaciones, los aparatos para recolectar carbón en partículas finas desde un

lodo de efluente de carbón limpio comprenden una centrífuga con tazón sólido que retiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. La centrífuga con tazón sólido puede retener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, o 325 mallas o menos. La centrífuga con tazón sólido también puede comprender un tazón giratorio, un desplazamiento interno y una placa de contención, y al menos un parámetro seleccionado del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención se puede ajustar en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos. La centrífuga con tazón sólido también puede comprender un tazón giratorio, un desplazamiento interno y una placa de contención, y cada parámetro del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención se puede ajustar en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos. La centrífuga con tazón sólido se puede configurar para deshidratar el lodo de efluente de carbón limpio que posee un contenido de sólidos de 30 % o menos en peso, para producir

un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

En otro aspecto, se proporciona un sistema para recolectar carbón en partículas finas. Por ejemplo, el sistema puede incluir cualquiera de las características divulgadas en la presente así como también cualquier combinación de las características divulgadas en la presente y/o conocidas por aquellos con experiencia en la técnica para lograr la separación deseada.

En las realizaciones, un sistema para recolectar carbón en partículas finas incluye un aparato de deshidratación que retiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. Por ejemplo, el aparato de deshidratación se puede configurar para retener cualquiera de los tamaños de partículas finas de carbón divulgados en la presente. En una realización, el aparato de deshidratación retiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En una realización, el aparato de deshidratación retiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. En ciertas realizaciones, el aparato de deshidratación incluye una centrífuga con tazón sólido.

En las realizaciones, el sistema incluye un circuito de carbón limpio de una planta de procesamiento de carbón; el aparato de deshidratación se ubica en el circuito de carbón limpio. En ciertas realizaciones, el aparato de

deshidratación se ubica corriente abajo de las unidades de procesamiento que no recolectan el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. En una realización, el aparato de deshidratación se ubica corriente arriba de una unidad de procesamiento que recolecta el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. Por ejemplo, la unidad de procesamiento que recolecta carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos puede incluir un espesante.

En las realizaciones, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio que tiene un contenido de sólidos de 30% o menos en peso. En ciertas realizaciones, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio que tiene un contenido de sólidos desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 25% en peso. En otras realizaciones, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio que tiene un contenido de sólidos desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 20% en peso. En una realización, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio que tiene un contenido de sólidos de aproximadamente 17% en peso.

En las realizaciones, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En ciertas realizaciones, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso. En otras realizaciones, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso. En realizaciones particulares, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso. En otras realizaciones, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 9 % en peso. En una realización, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso. En otra realización, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua de aproximadamente 7 % en peso.

En ciertas realizaciones, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas y el carbón en partículas finas contiene al menos 95% en peso de los sólidos contenidos en el lodo de efluente de carbón limpio. En otras realizaciones, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas y el carbón en partículas finas contiene al menos 99% en peso de los sólidos contenidos en el lodo de efluente de carbón limpio.

En las realizaciones, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas y desde aproximadamente 40 % a aproximadamente 60 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas. En ciertas realizaciones, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas y aproximadamente 50 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, un ingreso del aparato de deshidratación incluye un lodo de efluente de carbón limpio, una salida del aparato de deshidratación incluye un carbón en partículas finas, el aparato de deshidratación incluye una centrífuga con tazón sólido que incluye un tazón giratorio,

un desplazamiento interno y una placa de contención, y al menos un parámetro seleccionado del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención se ajusta en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos.

En las realizaciones, el sistema incluye al menos una memoria que almacena instrucciones ejecutables por computadora y al menos un controlador configurado para acceder a al menos una memoria, en donde al menos un controlador se configura para ejecutar las instrucciones ejecutables por computadora para recibir, desde una interfaz, las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos e indicar, en respuesta a la recepción de las propiedades, el ajuste de al menos un parámetro seleccionado del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención. Por ejemplo, la interfaz puede incluir una interfaz basada en computadora o manual mediante la cual se pueden ajustar los parámetros. En una realización, la interfaz incluye al menos un sensor

adecuado configurado para detectar las propiedades relevantes del lodo de efluente de carbón limpio.

Por ejemplo, el/los controlador(es) puede(n) incluir cualquier unidad de procesamiento adecuada capaz de aceptar
5 datos digitales como ingreso, procesar los datos de ingreso de acuerdo con las instrucciones ejecutables por computadora y generar datos de salida. El/los controlador(es) se puede(n) configurar para ejecutar las instrucciones ejecutables por computadora para lograr o facilitar el rendimiento de
10 diversas operaciones, tales como los ajustes a los parámetros. El/los controlador(es) también se puede(n) configurar para utilizar y dirigir diversos recursos de hardware disponibles en los aparatos o sistemas divulgados en la presente para realizar los ajustes de los diversos
15 parámetros, facilitar el almacenamiento de datos y demás. El/los controlador(es) puede(n) incluir cualquier tipo de unidad de procesamiento adecuada que incluye, pero no se limita a, una unidad de procesamiento central, un microprocesador, un microcontrolador, un microprocesador de
20 computadora con conjunto de instrucciones reducidas (RISC), un microprocesador de computadora con conjunto de instrucciones complejas (CISC), un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC), una matriz de puerta de

campo programable (FPGA), un sistema en un chip (Soc) y demás.

La memoria puede almacenar instrucciones ejecutables por computadora que se cargan y ejecutan mediante el/los controlador(es) así como también datos manipulados y/o generados mediante el/los controlador(es) durante la ejecución de las instrucciones ejecutables por computadora. La memoria puede incluir memoria volátil (memoria que mantiene su estado cuando se suministra con energía) tal como memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o memoria no volátil (memoria que mantiene su estado aun cuando no se suministra con energía) tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria flash y demás. En ciertas realizaciones, la memoria incluye múltiples tipos de memoria diferentes, tales como diversos tipos de memoria de acceso aleatorio estático (SRAM), diversos tipos de memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM), diversos tipos de ROM inalterable y/o variantes grabables de ROM, tales como memoria de solo lectura eléctricamente programable y borrable (EEPROM), memoria flash y demás. En ciertas realizaciones, la memoria incluye al menos un almacenamiento de datos.

Los sistemas o aparatos también pueden incluir almacenamiento de datos adicionales, tales como almacenamiento removible y/o almacenamiento no removible que

incluye, pero no se limita a, almacenamiento magnético, almacenamiento en disco óptico y/o almacenamiento en cinta. El/los almacenamiento(s) de datos puede(n) proporcionar almacenamiento de instrucciones ejecutables por computadora y otros datos. El/los almacenamiento(s) de datos puede(n) incluir almacenamiento que es interno y/o externo al sistema o aparato. La memoria y/o el/los almacenamiento(s) de datos, removibles y/o no removibles, son ejemplos de medios de almacenamiento legibles por computadora (CRSM).

10 La memoria puede almacenar datos, instrucciones ejecutables por computadora, aplicaciones y/o diversos módulos de programa que incluyen, por ejemplo, uno o más sistemas operativos, uno o más sistemas de gestión de base de datos (DBMS) y uno o más módulos de programa tales como
15 módulo de determinación de datos, módulo de señalización de interfaz y módulo sensor.

 El sistema operativo (O/S) puede proporcionar una interfaz entre otras aplicaciones y/o módulos de programa ejecutables por el sistema o aparato y los recursos de hardware del sistema o aparato. De manera más específica, el
20 O/S puede incluir un conjunto de instrucciones ejecutables por computadora para manejar los recursos del hardware del sistema o aparato y para proporcionar servicios comunes a otras aplicaciones y/o módulos de programa (por ejemplo,

manejar la ubicación de memoria entre las diversas aplicaciones y/o módulos de programa). El O/S puede incluir cualquier sistema operativo conocido en la actualidad o que se pueda desarrollar en el futuro que incluye pero no se limita a cualquier sistema operativo de computadora de escritorio o computadora portátil, cualquier sistema operativo de servidor, cualquier sistema operativo de teléfono móvil, cualquier sistema operativo de computadora central o cualquier otro sistema operativo propietario o libre.

El DBMS puede soportar la funcionalidad para acceder, recuperar, almacenar y/o manipular datos almacenados en uno o más almacenamientos de datos proporcionados de manera externa al sistema dispensador y/o uno o más almacenamientos de datos internos proporcionados, por ejemplo, como parte del/los almacenamiento(s) de datos. El DBMS puede usar cualquiera de una variedad de modelos de bases de datos (por ejemplo, modelo relacional, modelo objeto, etc.) y puede soportar cualquiera de una variedad de lenguajes de consulta. Por ejemplo, el DBMS puede permitir acceso externo y recuperación de los datos.

El sistema o aparato también puede incluir una o más interfaces de entrada/salida (I/O) que pueden facilitar la recepción, mediante el sistema o aparato, de ingreso de

información mediante uno o más dispositivos I/O configurados para comunicarse con el sistema o aparato así como también la salida de información del sistema o aparato hacia uno o más de los dispositivos I/O. Los dispositivos I/O pueden incluir, pero no se limitan a, una interfaz de usuario tal como botones o un sensor de movimiento manual, un monitor, un teclado numérico, un teclado, un puntero, un panel de control, una pantalla táctil, un control remoto, un altavoz, un micrófono, un dispositivo de impresión, otros dispositivos periféricos y demás. El sistema además puede incluir una o más interfaces de red que pueden facilitar la comunicación entre el sistema o aparato y otros componentes.

Se deberá comprender que cualquiera de los componentes de los sistemas o aparatos descritos en la presente puede incluir componentes de hardware, software o firmware alternativos o adicionales más allá de aquellos descritos sin apartarse del alcance de la divulgación. Más en particular, se deberá apreciar que los componentes de software, firmware o hardware descritos como que forman parte de cualquiera de los componentes del sistema o aparatos son meramente ilustrativos y que algunos componentes pueden no estar presentes o que componentes adicionales se pueden proporcionar en diversas realizaciones.

Mientras diversos módulos de programa se han descrito con respecto a diversos componentes ilustrativos de los sistemas y aparatos, se deberá apreciar que la funcionalidad descrita como soportada por los módulos de programa se puede
5 permitir mediante cualquier combinación de hardware, software y/o firmware. También se deberá apreciar que cada uno de los módulos anteriormente mencionados puede representar, en diversas realizaciones, una partición lógica de la funcionalidad soportada. Esta partición lógica se describe
10 para facilitar la explicación de la funcionalidad y puede no ser representativa de la estructura del software, firmware y/o hardware para implementar la funcionalidad. Por consiguiente, se deberá apreciar que la funcionalidad descrita como proporcionada por un módulo en particular se
15 puede proporcionar, en diversas realizaciones, al menos en parte mediante uno o más otros módulos. Además, uno o más módulos pueden no estar presentes en ciertas realizaciones, mientras que en otras realizaciones, módulos adicionales no descritos pueden estar presentes y pueden soportar al menos
20 una porción de la funcionalidad descrita y/o funcionalidad adicional. Además, mientras ciertos módulos se pueden describir como submódulos de otro módulo, en ciertas realizaciones, dichos módulos se pueden proporcionar como módulos independientes.

Se describen en la presente sistemas para recolectar carbón en partículas finas. En las realizaciones, el sistema para recolectar carbón en partículas finas puede comprender un aparato de deshidratación que retiene un tamaño de

5 partícula de 1000 μm o menor. El aparato de deshidratación puede retener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, o 325 mallas o menos. El aparato de deshidratación puede comprender una centrífuga con tazón sólido. El sistema puede comprender un circuito de carbón limpio de una planta de

10 procesamiento de carbón; el aparato de deshidratación se ubica en el circuito de carbón limpio. El aparato de deshidratación se puede ubicar corriente abajo de las unidades de procesamiento que no recolectan el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325

15 mallas o menos. El aparato de deshidratación se puede ubicar corriente arriba de las unidades de procesamiento que recolectan el carbón en partículas finas que tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. La unidad de procesamiento que recolecta carbón en partículas finas que

20 tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos puede comprender un espesante. Un ingreso del aparato de deshidratación puede comprender un lodo de efluente de carbón limpio que tiene un contenido de sólidos de 30% o menos en peso. Un ingreso del aparato de deshidratación puede

comprender un lodo de efluente de carbón limpio que tiene un contenido de sólidos desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 25% en peso. Un ingreso del aparato de deshidratación puede comprender un lodo de efluente de carbón
5 limpio que tiene un contenido de sólidos desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 20 % en peso o aproximadamente 17% en peso. Una salida del aparato de deshidratación puede comprender un carbón en partículas finas que tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5% a
10 aproximadamente 20% en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso, desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 9 % en peso, aproximadamente 8 % en peso o
15 aproximadamente 7 % en peso. Dentro de los sistemas descritos en la presente, un ingreso del aparato de deshidratación puede comprender un lodo de efluente de carbón limpio, una salida del aparato de deshidratación puede comprender un carbón en partículas finas y/o el carbón en partículas finas
20 puede contener al menos 95 % en peso o al menos 99 % en peso de los sólidos contenidos en el lodo de efluente de carbón limpio. Dentro de los sistemas descritos en la presente, una salida del aparato de deshidratación puede comprender un carbón en partículas finas y/o desde aproximadamente 40 % a

aproximadamente 60 % en peso, o aproximadamente 50 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas. También, dentro de los sistemas descritos en la presente, un ingreso del aparato de deshidratación puede comprender un lodo de efluente de carbón limpio, una salida del aparato de deshidratación puede comprender un carbón en partículas finas, el aparato de deshidratación puede comprender una centrífuga con tazón sólido que comprende un tazón giratorio, un desplazamiento interno y una placa de contención, y/o al menos un parámetro seleccionado del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención se puede ajustar en base a las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos. Los sistemas descritos en la presente también pueden comprender al menos una memoria que almacena instrucciones ejecutables por computadora y al menos un controlador configurado para acceder a al menos una memoria, en donde al menos un controlador se puede configurar para ejecutar las instrucciones ejecutables por computadora para (1) recibir, desde una interfaz, las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio, las propiedades del carbón en partículas finas o ambos e (2) indicar, en respuesta a la recepción de las

propiedades, el ajuste de al menos un parámetro seleccionado del grupo que consiste en par de fuerzas centrífugas, velocidad rotacional diferencial entre el tazón giratorio y el desplazamiento interno y la altura de la represa de la placa de contención. La interfaz puede comprender una interfaz de usuario manual. La interfaz puede comprender al menos un sensor configurado para detectar las propiedades del lodo de efluente de carbón limpio.

Carbón en partículas finas y métodos para su uso

En un aspecto, se proporciona un carbón en partículas finas. El carbón en partículas finas se puede producir mediante los métodos, aparatos y sistemas descritos en la presente. El carbón en partículas finas se puede usar para inyección de carbón pulverizado (PCI), como carbón coquizable, es decir, carbón metalúrgico, o como carbón para calderas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso. En realizaciones particulares, el carbón en

partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 9 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso. En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 7 % en peso. Cuando el carbón en partículas finas se recolecta mediante los métodos proporcionados en la presente, el carbón en partículas finas puede tener una temperatura elevada durante un cierto período luego de la recolección.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. La dimensión promedio más grande se puede determinar utilizando cualquiera de las técnicas conocidas en la materia, que incluyen pero no se limitan a técnicas de dispersión de la luz. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 1000 μm . En realizaciones adicionales, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 900 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente

800 μm . En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 700 μm . En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 600 μm . En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 500 μm . En aun más otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 400 μm . En diversas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 300 μm . En una cantidad de realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 200 μm .

En realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 125 μm . En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm . En realizaciones adicionales, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30

μm a aproximadamente 75 μm . En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm . En aun otra realización, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de aproximadamente 44 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. El carbón en partículas finas, en las realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 200 mallas o menos. El carbón en partículas finas, en algunas realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. El carbón en partículas finas, en ciertas realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas. El carbón en partículas finas, en algunas realizaciones, tiene un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde aproximadamente 50 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso, y un

tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso, y un tamaño de partícula de 325 mallas o menos.

5 En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 20% en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es
10 retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas
15 realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm . En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde
20 aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso, y un tamaño de partícula de aproximadamente 44 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de

1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 325

mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 15 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde
5 aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde
10 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de aproximadamente 44 μm .

15 En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde
20 aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos,

en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas
5 tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente
10 10 % en peso, y un tamaño de partícula de aproximadamente 44 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las
15 realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso, y un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso y un tamaño de partícula de 100
20 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso, y

un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua de aproximadamente 8 % en peso, y un tamaño de partícula de

5 aproximadamente 44 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU (unidad térmica británica / libra) relativamente alta. Como se usa en la presente, la frase "BTU relativamente alta" significa una BTU desde aproximadamente

10 12.000 a aproximadamente 16.000 cuando el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 20% en peso. El carbón en partículas finas que tiene una BTU relativamente alta puede ser adecuado para usar como carbón coquizable, es

15 decir, carbón metalúrgico, PCI, carbón para calderas o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 12.400 a aproximadamente 14.000 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente

20 20 % en peso. En una realización, el carbón en partículas finas tiene una BTU de aproximadamente 12.500 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 12.800 a aproximadamente

16.000 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En una realización, el carbón en partículas finas tiene una BTU de aproximadamente 13.500 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 13.500 a aproximadamente 16.000 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En otra realización, el carbón en partículas finas tiene una BTU de aproximadamente 14.000 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 15.000 a aproximadamente 16.000 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En realizaciones adicionales, el carbón en partículas finas tiene una BTU de aproximadamente 15.500 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente

16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 12.000 a

5 aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un
10 contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

15 En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En otras
20 realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU que es adecuada para usar como carbón para calderas. Como se usa en la presente, la frase “una BTU que es adecuada para usar como carbón para calderas” significa una BTU desde aproximadamente 6.000 a aproximadamente 13.500 cuando el carbón en partículas finas tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 20% en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 7.000 a aproximadamente 13.500 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene una BTU desde aproximadamente 9.000 a aproximadamente 13.500 y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 28 % en peso. En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 15 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 10 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un

contenido de cenizas desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso. En aun otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 8 % en peso. En una realización, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas inferior a 6 % en peso.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15% en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15% en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10% en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde aproximadamente

50 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a
5 aproximadamente 15% en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En otras realizaciones, el carbón en
10 partículas finas tiene un contenido de cenizas desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente
15 30 μm a aproximadamente 50 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre desde aproximadamente 0,3 % a aproximadamente 4,5 % en peso. Como se usa en la presente, la frase "azufre total" se refiere al azufre total que puede
20 estar presente en el carbón en partículas finas, que incluye azufre sulfato, azufre orgánico y azufre inorgánico. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3 % a aproximadamente 2 %. En realizaciones particulares, el carbón

en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,6 % a aproximadamente 1,3 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 1,3 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 1,0 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre orgánico desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 0,9 % en peso.

El carbón en partículas finas, en algunas realizaciones, puede ser adecuado para usar como carbón coquizable, es decir, carbón metalúrgico y posee un contenido de azufre total de menos que 0,8% en peso. El carbón en partículas finas, en otras realizaciones, puede ser adecuado para usar como carbón para calderas y posee un contenido de azufre desde aproximadamente 0,3 % a aproximadamente 4,5 % en peso.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 28 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En

las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 28 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 2 % en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente 1,3% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 10% en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 2 % en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 1,3 % en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 10 % en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 37 % en peso. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 25 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 25 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 20 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 20 % en peso. En realizaciones adicionales, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil de aproximadamente 17 % en peso. El carbón en partículas finas, en aun otras realizaciones, es adecuado para usar como carbón coquizable, es decir, carbón metalúrgico y posee un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15% a aproximadamente 37 % en peso.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7% a aproximadamente 37% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a

aproximadamente 28 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7% a aproximadamente 37% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 28 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 25 % en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 2 % en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15% a aproximadamente 20% en peso, un contenido de azufre total

desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente 1,3% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 10% en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 53 % en peso. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 45 % en peso. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7% a aproximadamente 37% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 28 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia

volátil desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 25 % en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 2 % en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm . En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 20 % en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 1,3 % en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 10 % en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, y un tamaño de partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm .

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 80 % a aproximadamente 95 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 80 % a aproximadamente 92 %. En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 80 % a

aproximadamente 85 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono de aproximadamente 80 % en peso. El análisis elemental del carbono y otros elementos se puede realizar mediante métodos conocidos, que incluyen ASTM D-5373-02.

En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 40 % a aproximadamente 95 % en peso. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 65 % a aproximadamente 95 % en peso. En una cantidad de realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 75 % a aproximadamente 95 % en peso. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de carbono desde aproximadamente 80% a aproximadamente 95 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7% a aproximadamente 37% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un

contenido de carbono desde aproximadamente 80 % a aproximadamente 85 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15% a aproximadamente 20% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente 1,3% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 10% en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

En general, el carbón en partículas finas puede tener un contenido de oxígeno de 20 % o menos en peso. En ciertas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 18 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 12 % en peso. En algunas realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 8 % en peso. En una cantidad de realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a

aproximadamente 5 % en peso. En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 2 % en peso. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 1,5 % en peso. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 1,0 % a aproximadamente 1,5 % en peso. Sin estar limitados por ninguna teoría en particular, se cree que un contenido de oxígeno de aproximadamente 2 % o menos en peso es beneficioso ya que la oxigenación en la superficie del carbón en partículas finas puede interferir con la producción de CO, que es importante en ciertos procesos industriales, que incluyen los métodos para realizar acero proporcionados en la presente.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 1,5 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7% a aproximadamente 37% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente

15 % en peso, y un tamaño de partícula de 1000 μm o menor. En las realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 1,5 % en peso, un contenido de materia

5 volátil desde aproximadamente 7% a aproximadamente 37% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3% a aproximadamente 4,5% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 3% a aproximadamente 15 % en peso, una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, un

10 contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. En otras realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un contenido de oxígeno desde aproximadamente 1,0 % a aproximadamente 1,5 % en peso, un contenido de materia

15 volátil desde aproximadamente 15% a aproximadamente 20% en peso, un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,8% a aproximadamente 1,3% en peso, un contenido de cenizas desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 10% en peso, una BTU desde aproximadamente 14.000 a aproximadamente 16.000, un

20 contenido de agua desde aproximadamente 5% a aproximadamente 10 % en peso y un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, en donde desde aproximadamente 40% a aproximadamente 60 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas.

Mezclas

En otro aspecto, se proporcionan mezclas que comprenden el carbón en partículas finas y al menos otro carbón. El carbón en partículas finas y al menos otro carbón se pueden
5 mezclar mediante cualquiera de los métodos conocidos en la técnica. Por ejemplo, la mezcla se puede realizar al depositar cargas alternas del carbón en partículas finas y al menos otro carbón en un recipiente. Las mezclas se pueden usar para PCI, como carbón metalúrgico, es decir, carbón
10 coquizable o carbón para calderas. En algunas realizaciones, la mezcla es homogénea. En otras realizaciones, la mezcla no es homogénea. El al menos otro carbón y las cantidades de cada componente de las mezclas se pueden seleccionar para proporcionar a la mezcla con una o más de las características
15 deseadas, optimizar financieramente las compras de carbón, neutralizar una o más desventajas de al menos uno de los componentes del carbón o una combinación de los mismos. Las características deseadas pueden depender del uso pretendido de las mezclas.

20 Por ejemplo, al menos otro carbón se puede seleccionar para proporcionar a la mezcla con una cantidad deseada o porcentaje de agua, cenizas, azufre, materia volátil, carbono, oxígeno o una combinación de los mismos. Como un ejemplo adicional, al menos otro carbón que tiene un

contenido de materia volátil de aproximadamente 30 % en peso se puede mezclar con una cierta cantidad de un carbón en partículas finas que tiene un contenido de materia volátil de aproximadamente 17 % en peso para producir una mezcla que

5 tiene un contenido de materia volátil de menos de 30 % en peso. Dicho al menos otro carbón se puede seleccionar para formar una mezcla que es adecuada para PCI o para usar como carbón para calderas o carbón coquizable, es decir, carbón metalúrgico. Una mezcla que es adecuada para PCI puede ser

10 una mezcla que evita el residuo carbonoso excesivo.

Los carbones en partículas finas o mezclas proporcionados en la presente se pueden asociar con desechos para el almacenamiento y transporte. Como se usa en la presente, el término "residuos" se refiere a cualquier cereal

15 ya procesado, sedimento o una combinación de los mismos obtenidos, por ejemplo, a partir de la producción de bebidas. Como se usa en la presente, la frase "asociado con residuos" se refiere a mezclar con residuos, cubrir con residuos o una combinación de los mismos al menos una porción de un carbón

20 en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón.

Agglomerados

En otro aspecto, el carbón en partículas finas o mezclas que comprenden el carbón en partículas finas y al menos otro

carbón se pueden usar para formar un aglomerado o parte de un aglomerado. En algunas realizaciones, los aglomerados incluyen el carbón en partículas finas y al menos una mena. En otras realizaciones, los aglomerados incluyen al menos una mena y una mezcla que comprende un carbón en partículas finas y al menos otro carbón. La mena de los aglomerados puede ser cualquier mena de metal, tal como mena de hierro. Los aglomerados se pueden formar utilizando cualquiera de las técnicas conocidas en la materia. Los aglomerados se pueden agregar a un alto horno, por ejemplo, durante la producción de hierro o acero.

En la presente se proporciona un carbón en partículas finas. En realizaciones, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En algunas realizaciones, el contenido de agua es desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso, desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 9 % en peso, aproximadamente 8 % en peso o aproximadamente 7 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula en donde desde aproximadamente

40% a aproximadamente 60 % en peso, o aproximadamente 50 % en peso del carbón en partículas finas es retenido por 325 mallas. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula de 325 mallas o menos. El carbón en partículas

5 finas puede tener una BTU desde aproximadamente 12.000 a aproximadamente 16.000, desde aproximadamente 12.400 a aproximadamente 14.000, desde aproximadamente 12.800 a aproximadamente 16.000, desde aproximadamente 13.500 a aproximadamente 16.000, desde aproximadamente 14.000 a

10 aproximadamente 16.000, desde aproximadamente 15.000 a aproximadamente 16.000, aproximadamente 12.500, aproximadamente 13.500, aproximadamente 14.000 o aproximadamente 15.500. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de azufre total desde aproximadamente 0,3

15 a aproximadamente 4,5 % en peso, desde aproximadamente 0,3 a aproximadamente 2 % en peso, desde aproximadamente 0,6 % a aproximadamente 1,3 % en peso, desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 1,3 % en peso, desde aproximadamente 0,8 % a aproximadamente 0,9 % en peso, aproximadamente 1,0 % en peso

20 o menos de aproximadamente 0,8 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de cenizas desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 28 % en peso, desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 15 % en peso, desde aproximadamente 3 % a aproximadamente 10 % en peso, desde

aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, desde aproximadamente 6 % a aproximadamente 8 % en peso o menos de 6 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7 % a

5 aproximadamente 37 % en peso, desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 37 % en peso, desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 25 % en peso, desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 25 % en peso, desde aproximadamente 10 % a aproximadamente 20 % en peso, desde aproximadamente 15 % en

10 peso a aproximadamente 20 % en peso o aproximadamente 17 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de materia volátil desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 53 % en peso, o desde aproximadamente 7 % a aproximadamente 45 % en peso. El carbón en partículas finas

15 puede tener un contenido de carbono desde aproximadamente 40 % a aproximadamente 95 % en peso, desde aproximadamente 65 % a aproximadamente 95 % en peso, desde aproximadamente 75 % a aproximadamente 95 % en peso, desde aproximadamente 80 % a aproximadamente 95 % en peso, desde aproximadamente 80 % a

20 aproximadamente 92 % en peso o desde aproximadamente 80 % a aproximadamente 85 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de oxígeno de 2 % o menos en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de oxígeno desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 18 % en

peso, desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 12 % en
 peso, desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 8 % en
 peso, desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 5 % en
 peso, desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 2 % en
 5 peso o desde aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 1,5 % en
 peso. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de
 partícula desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 1000
 μm , desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 900 μm ,
 desde aproximadamente 30 μm a aproximadamente 800 μm , desde
 10 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 700 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 600 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 500 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 400 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 300 μm , desde
 15 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 200 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 150 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 125 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm , desde
 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 75 μm , desde
 20 aproximadamente 30 μm a aproximadamente 50 μm o
 aproximadamente 44 μm .

Métodos para realizar coque

En un aspecto adicional, se proporcionan métodos para
 realizar coque. En las realizaciones, el método incluye

calentar, en ausencia de aire, un carbón en partículas finas descrito en la presente, o una mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón, durante un tiempo y una temperatura suficientes para convertir el carbón en partículas finas o la mezcla en coque. En realizaciones particulares, el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso.

En general, el carbón en partículas finas o las mezclas que comprenden el carbón en partículas finas y al menos otro carbón se pueden convertir en coque utilizando las técnicas conocidas en la materia. Para los procesos de fabricación de coque proporcionados en la presente, el carbón en partículas finas o la mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón, en las realizaciones, tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, un contenido de cenizas inferior a 10 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 37 % en peso, un contenido de azufre inferior a 1,0 % en peso y un contenido de carbono fijo desde aproximadamente 60 % a aproximadamente 74 % en peso. Para los procesos de fabricación de coque proporcionados en la presente, el carbón en partículas finas o la mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro

carbón, en algunas realizaciones, tiene un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso, un contenido de cenizas inferior a 8 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 25 % en peso, un contenido de azufre inferior a 0,8 % en peso y un contenido de carbono fijo desde aproximadamente 60 % a aproximadamente 74 % en peso.

Se proporcionan métodos para realizar coque. En las realizaciones, los métodos para realizar coque comprenden calentar, en ausencia de aire, un carbón en partículas finas o una mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón durante un tiempo y una temperatura suficiente para convertir el carbón en partículas finas o la mezcla en coque, en donde el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 10 % en peso, un contenido de cenizas inferior a 10 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 37 % en peso, un contenido de azufre inferior a 1,0 % en peso y un contenido de carbono fijo desde aproximadamente 60 % a aproximadamente 74 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un contenido de agua

desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 7 % en peso, un contenido de cenizas inferior a 8 % en peso, un contenido de materia volátil desde aproximadamente 15 % a aproximadamente 25 % en peso, un contenido de azufre inferior a 0,8 % en peso y un contenido de carbono fijo desde aproximadamente 60 % a aproximadamente 74 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, o un tamaño de partícula de 325 mallas o menos.

Métodos para realizar acero

En aun otro aspecto, se proporcionan métodos para fabricar acero que dependen en parte del carbón en partículas finas descrito en la presente. El carbón en partículas finas o una mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón, en las realizaciones, se utiliza para PCI en los procesos de fabricación de acero proporcionados en la presente. En otras palabras, el carbón en partículas finas o mezcla se puede usar en cualquiera de los procesos de inyección de carbón conocidos en la técnica. En una realización, el método para fabricar acero incluye inyectar un carbón en partículas finas descrito en la presente o una mezcla que comprende un carbón en partículas finas y al menos otro carbón, en un alto horno que contiene coque y mena de hierro. En una realización particular, el carbón en partículas finas usado para PCI tiene un tamaño de partícula

de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En otra realización, el carbón en partículas finas usado para PCI tiene un tamaño de partícula de 200 mallas o menos y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. En aun otra realización, el carbón en partículas finas usado para PCI tiene un tamaño de partícula de 200 mallas o menos y un contenido de agua desde aproximadamente 8 % a aproximadamente 10 % en peso.

En una realización particular, el carbón en partículas finas o la mezcla reemplaza hasta 40 % del coque requerido en los procesos de fabricación estándar de acero sin PCI. En una realización, los procesos de fabricación de acero proporcionados en la presente alcanzan un índice de coque desde aproximadamente 275 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 325 kg/ton de metal caliente con niveles de inyección desde aproximadamente 175 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 225 kg/ton de metal caliente de un carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón. En otra realización, los procesos de fabricación de acero proporcionados en la presente alcanzan un índice de coque desde aproximadamente 290 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 310 kg/ton de metal caliente con niveles de

inyección desde aproximadamente 190 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 210 kg/ton de metal caliente de un carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón. En una
5 realización adicional, los procesos de fabricación de acero proporcionados en la presente alcanzan un índice de coque de aproximadamente 300 kg/ton de metal caliente con niveles de inyección de aproximadamente 200 kg/ton de metal caliente de un carbón en partículas finas o mezcla que comprende el
10 carbón en partículas finas y al menos otro carbón.

En las realizaciones, el carbón en partículas finas o una mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón se inyecta en cantidades iguales a través de todas las toberas de un alto horno.

15 En las realizaciones, la proporción de reemplazo del carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón es desde aproximadamente 0,7 a aproximadamente 0,9 kg de carbón en partículas finas o mezcla por kg de coque. En otras
20 realizaciones, la proporción de reemplazo del carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón es desde aproximadamente 0,8 a aproximadamente 0,9 kg de carbón en partículas finas o mezcla por kg de coque. En realizaciones

adicionales, la proporción de reemplazo del carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón es aproximadamente 0,85 kg de carbón en partículas finas o mezcla por kg de coque. La proporción de reemplazo del carbón en partículas finas o mezcla se puede calcular con un balance de masa y calor de un horno y la composición química del carbón en partículas finas o mezcla.

Según corresponda, se utilizan diversos procedimientos de ASTM para analizar el carbón en partículas finas para las características proporcionadas en la presente.

15

20

Se proporcionan en la presente métodos para realizar hierro o acero. En las realizaciones, los métodos para realizar hierro o acero comprenden inyectar un carbón en partículas finas o una mezcla que comprende un carbón en partículas finas y al menos otro carbón en un alto horno que contiene coque y mena de hierro, en donde el carbón en partículas finas tiene un tamaño de partícula de 1000 μm o menor y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos y un contenido de agua desde aproximadamente 5 % a aproximadamente 20 % en peso. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos y un contenido de agua desde aproximadamente 8 % a aproximadamente 10 % en peso. El carbón en partículas finas o la mezcla puede reemplazar hasta 40 % del coque requerido en los procesos de fabricación estándar de acero sin PCI. El alto horno puede alcanzar un índice de coque desde aproximadamente 275 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 325 kg/ton de metal caliente con niveles de inyección desde aproximadamente 175 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 225 kg/ton de metal caliente de un carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón. El alto horno puede alcanzar un índice de coque desde

aproximadamente 290 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 310 kg/ton de metal caliente con niveles de inyección desde aproximadamente 190 kg/ton de metal caliente hasta aproximadamente 210 kg/ton de metal caliente de un

5 carbón en partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón. El alto horno puede alcanzar un índice de coque de aproximadamente 300 kg/ton de metal caliente con niveles de inyección de aproximadamente 200 kg/ton de metal caliente de un carbón en

10 partículas finas o mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón. El carbón en partículas finas o la mezcla se puede inyectar en cantidades iguales a través de todas de las toberas del alto horno. La proporción de reemplazo del carbón en partículas finas, o

15 mezcla que comprende el carbón en partículas finas y al menos otro carbón, puede ser desde aproximadamente 0,7 a aproximadamente 0,9 kg de carbón en partículas finas o mezcla / kg de coque, desde aproximadamente 0,8 a aproximadamente 0,9 kg de carbón en partículas finas o mezcla / kg de coque o

20 aproximadamente 0,85 kg de carbón en partículas finas o mezcla / kg de coque. El carbón en partículas finas puede tener un tamaño de partícula de 100 mallas o menos, o un tamaño de partícula de 325 mallas o menos.

Se deberá apreciar que puede ser deseable combinar diversas de las características, propiedades y funciones anteriormente divulgadas y otras, o alternativas de las mismas con muchos otros diferentes productos, métodos, sistemas, aparatos o aplicaciones que pretenden estar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aquellos con experiencia en la técnica podrán realizar posteriormente diversas alternativas, modificaciones, variaciones o mejoras imprevistas o inesperadas en la actualidad que también pretenden estar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15

20