

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 623**

51 Int. Cl.:

F26B 3/04 (2006.01)

C10L 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2009 PCT/US2009/050087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2010 WO2010006157**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2009 E 09795179 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2318795**

54 Título: **Actualización de materiales carbonados**

30 Prioridad:

09.07.2008 US 169913

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

19.06.2017

73 Titular/es:

**Skye Energy Holdings, Inc (100.0%)
200 Seventh Avenue Suite 105
Santa Cruz, CA 95062, US**

72 Inventor/es:

SHAFFER, DAVID, B.

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 617 623 T3

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

Actualización de materiales carbonados**Descripción****5 CAMPO DE LA INVENCION**

[0001] La invención descrita es en el campo de la mejora de materiales carbonosos. La invención descrita está también en el campo de aparatos para mejorar materiales carbonosos. La invención descrita está también en el campo de materiales carbonosos, por ejemplo, carbón, y mejora su calidad.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Crecientes necesidades energéticas del mundo requieren el uso de diversos materiales carbonosos, especialmente aquellos que previamente han sido considerados menos adecuados para su uso como combustible. Muchos materiales carbonosos son menos adecuados para su uso como combustible debido a que su contenido de humedad es muy alto. La combustión de materiales carbonosos con altos contenidos de humedad impone una penalización en la eficiencia de calentamiento, debido a la energía adicional requerida para vaporizar la humedad durante la combustión y debido a los costos adicionales del equipo necesarios para manejar el vapor de agua adicional. El alto contenido de humedad también requiere condiciones de funcionamiento no óptimas en las instalaciones de combustión para evitar la formación de ácido sulfúrico corrosivo en los gases de combustión. Los materiales carbonosos húmedos también son susceptibles a la congelación en climas fríos, aumentando la dificultad de manejo y transporte. Además, un elevado contenido de humedad aumenta los costes de transporte, porque cuando se mueve una cantidad de material carbonoso que representa un cierto valor de calentamiento, cualquier humedad retenida en el material añade peso pero no valor de calentamiento.

15

20

25

[0003] Como un ejemplo del problema general de alta humedad en materiales carbonosos, considérense los extensos depósitos de carbón sub-bituminoso en el oeste de Estados Unidos. Este carbón no es ampliamente utilizado en el este de los Estados Unidos, a pesar de su bajo contenido de azufre útil, porque el carbón subbituminoso occidental retiene cantidades significativas de humedad, que van del 20 por ciento al 50 por ciento. El alto contenido de humedad del carbón subbituminoso occidental contribuye significativamente al costo total del carbón para los compradores del este, debido a que los costos de transporte representan la mayor parte del coste del carbón del oeste para un comprador del carbón del este. Además, a los consumidores de carbón del este existentes se les prohíbe cambiar al carbón del oeste porque el equipo de combustión oriental a menudo no puede ser económicamente adaptado para acomodar el carbón del oeste húmedo. Diferentes aspectos del mismo problema general surgen en la combustión y otros usos de carbones bituminosos, lignito, turba, biomasa y otros materiales carbonosos. En consecuencia, existe una historia de intentos de mejorar los materiales carbonosos disminuyendo el contenido de humedad de los materiales.

30

35

[0004] Los intentos de disminuir el contenido de humedad de los materiales carbonosos se remonta al menos a la Patente de Estados Unidos. 1.679.078 a Fleissner. Derivados más recientes del procedimiento de Fleissner están representados, por ejemplo, en la Patente de EE.UU. N° 4.514.912 de Janusch. Fleissner describió el tratamiento del carbón pardo, también conocido como lignito, con vapor a ciertas temperaturas y presiones. Fleissner describe la colocación del lignito en un autoclave, y expulsando la humedad del lignito calentándolo con vapor bajo presión superatmosférica, y después se despresuriza el autoclave. El producto de material carbónico del proceso de Fleissner, aunque tiene un contenido de humedad reducido al principio, es higroscópico y rápidamente se humedecerá una vez expuesto a la humedad atmosférica. El producto del producto de Fleissner también tiende a crear polvo y es susceptible a la combustión espontánea, dos problemas importantes en la manipulación del carbón. Además, el proceso de Fleissner no es económicamente atractivo debido a la baja eficiencia energética. La Patente de EE.UU. 4.514.910 describe un método y aparato para la deshidratación de carbón de bajo grado, tal como lignito. El carbón se forma en partículas, se somete a vaporización atmosférica, se precalienta con vapor arrastrado en líquido y se alimenta a un alimentador de alta presión, se alimenta a un separador de líquido/partículas en la parte superior de un recipiente de deshidratación vertical y se pone en contacto con vapor saturado. Las partículas fluyen hacia abajo en el recipiente de deshidratación, y se someten a un lavado a contracorriente en el fondo del recipiente. Una suspensión de líquido y partículas descargadas desde el fondo del recipiente de deshidratación tiene su presión reducida gradualmente en un segundo alimentador de alta presión y se transfiere a un bucle de baja presión. El líquido y las partículas se separan, y después las partículas se someten a enfriamiento por evaporación.

40

45

50

55

[0005] Por consiguiente, es deseable proporcionar métodos eficientes de energía, sistemas y aparatos para el mejoramiento de materiales carbonosos. También es deseable proporcionar materiales carbonosos que no sólo tengan contenido reducido de humedad e impurezas, sino que también tengan estabilidad a la humedad atmosférica, polvosidad reducida y menor probabilidad de combustión espontánea.

60

RESUMEN DE LA INVENCION

[0006] El método de la invención comprende la reducción del contenido de agua en un material carbonoso que comprende carbón mediante el calentamiento del material carbonoso con vapor a presión superior a la atmosférica, y el

65

presión del material carbonoso a presión superatmosférica por un gas distinto del vapor.

[0007] Los sistemas descritos en el presente documento que incluyen un procesador para reducir el contenido de agua en un material carbonoso, y un depósito, conectado al procesador, para almacenar fluidos, y para transmitir fluidos hacia y desde el procesador.

[0008] Sistemas se describen en el presente documento que incluyen un procesador para reducir el contenido de agua en un material carbonoso, y un medio de transporte con carril para mover el material carbonoso dentro y fuera del procesador.

[0009] Métodos se describen en el presente documento que incluyen la provisión de material carbonoso rodeado de una atmósfera a una primera presión, en contacto con el material carbonoso con vapor de agua, en el que el vapor tiene una primera temperatura y una segunda presión mayor que la primera presión, por un primer tiempo suficiente para reducir el porcentaje en peso de un constituyente del material carbonoso, poner en contacto el material carbonoso con agua líquida por segunda vez suficiente para reducir la temperatura de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una segunda temperatura, poner en contacto el material carbonoso con un gas, vapor, suficiente en cantidad para mantener la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una tercera presión, mayor que la primera presión, hasta al menos el final de la segunda vez, reduciendo la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso a al máximo la primera presión.

[0010] Métodos se describen en el presente documento incluyendo la provisión de material carbonoso rodeado de una atmósfera a una primera presión, en contacto con el material carbonoso con un gas suficiente en cantidad para mantener la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una segunda presión mayor que la primera presión, irradiando el material carbonoso con radiación de microondas por primera vez suficiente para reducir el porcentaje en peso de agua en el material carbonoso, calentando de este modo la atmósfera que rodea al material carbonoso a una primera temperatura, enfriando el material carbonoso por segunda vez suficiente para reducir la temperatura de la atmósfera que rodea el material carbonoso a una segunda temperatura menor que aproximadamente 93°C (200 °F), reduciendo la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso a al máximo la primera presión.

[0011] En el presente documento se describen aparatos que incluyen un recipiente capaz de soportar presión interna superior a la atmosférica, un medio de transporte con carril para mover un material carbonoso en y fuera del recipiente, una primera escotilla en el recipiente a través de la cual puede pasar el transporte de carril.

[0012] Se describen en el presente documento aparatos que incluyen un carril, una cabeza adaptada para desplazarse a lo largo del carril, un miembro estructural que comprende un extremo superior y un extremo inferior, en el que el extremo superior se fija a la cabeza, un marco estructural colocado en la parte inferior del elemento estructural, y una superficie soportada por el bastidor estructural, en el que la superficie es intercambiable.

[0013] También se describen composiciones hechas de acuerdo con los métodos descritos en la presente memoria.

[0014] La descripción general y la siguiente descripción detallada son ejemplares y únicamente explicativas y no son restrictivas de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0015] El resumen, así como la siguiente descripción detallada, se entenderá mejor cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos. Con el fin de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos ejemplos de realizaciones de la invención; sin embargo, la invención no está limitada a los métodos, composiciones y dispositivos específicos descritos. Además, los dibujos no están necesariamente dibujados a escala. En los dibujos:

FIG. 1 representa una realización de un sistema para la mejora de material carbonoso incluyendo pero no limitado a un procesador.

FIG. 2 representa una forma de realización adicional de un sistema para la mejora de material carbonoso, incluyendo pero no limitado a un procesador y un tanque de recuperación de energía.

FIG. 3 representa una realización adicional de un sistema para la mejora de material carbonoso incluyendo pero no limitado a un procesador, un tanque de recuperación de energía, un preprocesador, y una centrifugadora.

FIG. 4 representa una realización adicional de un sistema para la mejora de material carbonoso incluyendo pero no limitado a un procesador, un tanque de recuperación de energía, una plantilla de mojado, una centrifuga, un soporte de aire, y un sistema para el agua de proceso de reciclaje.

FIG. 5 representa una realización de un aparato para la mejora de material carbonoso, incluyendo pero no

limitado a un recipiente con una escotilla.

FIG. 6 representa una forma de realización adicional de un aparato para la mejora de material carbonoso, incluyendo pero no limitado a un recipiente y un depósito de recuperación de energía.

FIG. 7 representa una forma de realización adicional de un aparato para la mejora de material carbonoso incluyendo pero no limitado a un recipiente con dos escotillas.

FIG. 8 representa una realización de un aparato para transportar material carbonoso, incluyendo pero no limitado a una sobrecarga sobre carriles de transporte.

FIG. 9 muestra una realización adicional de un aparato para la mejora de material carbonoso incluyendo pero no limitado a un recipiente y un transporte de carriles suspendido.

FIG. 10 representa una realización adicional de un aparato para transportar material carbonoso incluyendo, pero no limitado a, un medio de transporte.

FIG. 11 representa una forma de realización adicional de un aparato para la mejora de material carbonoso, incluyendo pero no limitado a un recipiente y un medio de transporte.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES ILUSTRATIVAS

[0016] La presente invención puede entenderse más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conexión con las figuras y ejemplos adjuntos, que forman una parte de esta descripción. Debe entenderse que esta invención no está limitada a los dispositivos, métodos, aplicaciones, condiciones o parámetros específicos descritos y/o mostrados en la presente memoria. También, tal como se usa en la memoria descriptiva que incluye las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyen el plural, y la referencia a un valor numérico particular incluye al menos ese valor particular, a menos que el contexto claramente lo indique de otra manera. El término "pluralidad", tal como se utiliza aquí, significa más de uno. Cuando se expresa un intervalo de valores, otra realización incluye desde el valor particular y/o el otro valor particular. De manera similar, cuando los valores se expresan como aproximaciones, mediante el uso del antecedente "aproximadamente", se entenderá que el valor particular forma otra realización. Todos los rangos son inclusivos y combinables.

[0017] Es de apreciarse que ciertas características de la invención que, para claridad, se describen en el presente documento en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. A la inversa, se pueden proporcionar también por separado o en cualquier subcombinación diversas características de la invención que se describen brevemente en el contexto de una única realización. Además, la referencia a los valores indicados en intervalos incluye todos y cada uno de los valores dentro de ese intervalo.

MÉTODOS

[0018] En los métodos de la invención, el contenido de agua de un material carbonoso se reduce calentando el material carbonoso con vapor a presión superior a la atmosférica, y después enfriando el material carbonoso con agua mientras se controla la presión del material carbonoso a presión superior a la atmosférica. Al menos una manera de conseguir esto consiste en colocar el material carbonoso en un recipiente, y después en presurizar el recipiente con vapor. Mientras que está expuesto al calor y a la presión del vapor, el contenido de agua del material carbonoso disminuirá. Después de que el contenido de agua del material carbonoso se haya reducido en una cantidad deseada, el material carbonoso puede enfriarse.

[0019] Por ejemplo, el enfriamiento se puede realizar por la ducha, el lavado, lapulverización, o la puesta en contacto de otra manera del material carbonoso con un líquido que comprende agua. La introducción de agua líquida relativamente fría en el recipiente puede hacer que el vapor presente en el recipiente se condense rápidamente y, por lo tanto, reduzca la presión en el recipiente a presión atmosférica. Alternativamente se describe el enfriamiento logrado por descompresión, por ejemplo abriendo el recipiente a la atmósfera, donde la presión disminuirá rápidamente. Los métodos de la invención como se reivindica requieren que se enfríe el material carbonoso con agua mientras que se controle la presión del material a presión superatmosférica. En varios métodos descritos en la presente memoria, esta reducción rápida de presión puede evitarse controlando la presión en el recipiente. La presión puede controlarse para variar de numerosas maneras, por ejemplo para permanecer relativamente constante durante el proceso de enfriamiento. La presión superatmosférica es una presión mayor que 1 atmósfera, o equivalentemente, cero psig.

[0020] En varios métodos descritos en este documento, el enfriamiento puede comenzar después de la eliminación de algunos, muchos, o todos los medios de calentamiento de todo el material carbonoso. Por ejemplo, cuando el medio de calentamiento es un gas presurizado, el gas puede ser ventilado desde un recipiente que rodea al material carbonoso. Por ejemplo, el gas puede ser ventilado desde un recipiente que rodea al material carbonoso y después se proporciona a un tanque de recuperación de energía. En un ejemplo adicional, el medio de calentamiento puede

5 ser vapor. En lugar de enfriarse con agua líquida inmediatamente después de la conclusión del calentamiento, el vapor puede, por ejemplo, ventilarse. El vapor puede ser ventilado ligeramente, parcialmente, sustancialmente o completamente. El vapor puede ser reemplazado por un gas presurizado distinto del vapor, tal como el aire, durante la ventilación, para controlar la presión. Después de la ventilación y sustitución del vapor, el enfriamiento se puede llevar a cabo con agua.

10 **[0021]** Mediante el mantenimiento de la presión por encima de la presión atmosférica durante el enfriamiento, los métodos de la invención enfrían el material carbonoso bajo presión. Otra descripción para el control de la presión durante el enfriamiento es permitir que la presión caiga durante el enfriamiento, pero para controlar la disminución, de modo que se produzca gradualmente en lugar de rápidamente. Un método alternativo de control consiste en incluir al menos un periodo de mantenimiento de la presión esencialmente sin cambios en combinación con periodos de disminución gradual ya sea antes o después del primer periodo, o ambos. La presión también se puede aumentar durante los periodos de enfriamiento, incluyendo el aumento de la presión por encima de la presión más alta a la que el material carbonoso se calienta con vapor superatmosférico. También se contemplan otras variaciones de presión durante el proceso de enfriamiento, cuya elección puede depender de los objetivos particulares del proceso de mejora y del material carbonoso seleccionado.

20 **[0022]** El acto de poner en contacto el material carbonoso con agua no contradice los fines de determinados métodos en los que un objeto es la reducción del contenido de agua del material carbonoso. Esto se debe a que la etapa de calentamiento con vapor a presión superatmosférica fuerza el agua desde el interior del material carbonoso al exterior del material carbonoso, donde puede secarse por cualquier medio de secado convencional, incluyendo pero no limitado a centrifugación, soplado con calor o aire seco, y simplemente permitir que los carbonosos se sequen en la atmósfera. Así, el agua adicional en la superficie del material carbonoso no es problemática, puesto que el interior del material carbonoso tendrá, sin embargo, un menor contenido de agua que antes del tratamiento por estos métodos, y este agua superficial adicional también puede secarse por medios ya discutidos.

30 **[0023]** En varios de los métodos aquí descritos, mientras que se calientan con vapor de agua a presión superior a la atmosférica, otros constituyentes son forzados desde el interior del material carbonoso junto con el agua, por ejemplo, azufre, mercurio, sodio, cloruros y arsénico. Estos constituyentes pueden ser eliminados por lavado durante la etapa de enfriamiento con agua. Como resultado de este proceso, los componentes distintos del agua pueden eliminarse del material carbonoso. La eliminación de ciertos constituyentes puede ser ventajosa, cuando, por ejemplo, estos constituyentes contribuyen en última instancia a la contaminación cuando el material carbonoso se quema. El azufre, el mercurio, el sodio, los cloruros y el arsénico son ejemplos de constituyentes de materiales carbonosos que contribuyen a la contaminación o al desgaste de otros equipos de procesamiento.

40 **[0024]** Antes del calentamiento con vapor a presión superior a la atmosférica, el material carbonoso puede ser precalentado. Una etapa de precalentamiento puede en algunos casos proporcionar una eficacia adicional, por ejemplo permitiendo la reutilización de agua de proceso caliente. El material carbonoso también puede precalentarse por exposición a un ambiente caliente, un fluido caliente o radiación tal como radiación de microondas, generada, por ejemplo, por tubos de klystron. El precalentamiento es un elemento adicional que puede combinarse con cualquier otra combinación de etapas y características descritas en la presente memoria.

45 **[0025]** Como un ejemplo de cómo precalentar el material carbonoso, puede pulverizarse, lavarse, ducharse, sumergirse en, o de lo contrario, contactarse con un líquido. Esto puede lograrse en una plantilla húmeda. Un ejemplo de plantilla húmeda es un aparato que permite que el material carbonoso se clasifique o se separe por el tamaño de las partículas físicas, y en el proceso el material carbonoso se humedece.

50 **[0026]** Como un ejemplo adicional de cómo precalentar el material carbonoso, puede exponerse a vapor. Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, cuando se puede reciclar vapor de proceso de calidad inferior para precalentar el material carbonoso. El precalentamiento con vapor se puede llevar a cabo en un recipiente, una plantilla húmeda u otro proceso unitario capaz de manipular material carbonoso y vapor.

55 **[0027]** Todavía otro ejemplo de cómo precalentar el material carbonoso es exponer el material carbonoso en un gas caliente, tal como el aire. La exposición al aire puede ocurrir en una variedad de unidades de proceso, incluyendo pero no limitado a una plantilla de aire, donde el carbón puede ser clasificado y dimensionado, así como precalentado por aire caliente.

60 **[0028]** Cuando el pre-calentamiento se lleva a cabo con un líquido, el líquido puede comprender agua, soluciones acuosas, o hidrocarburos incluyendo los productos de petróleo líquidos. Por ejemplo, el agua de proceso reciclado puede incluir varios constituyentes adquiridos durante las etapas del proceso en las cuales el agua se había usado previamente. Alternativamente, se pueden añadir constituyentes al agua para el precalentamiento para un efecto útil. Por ejemplo, se puede añadir peróxido de hidrógeno al agua para el precalentamiento.

65 **[0029]** El material carbonoso en los métodos de la invención comprende carbón. Los materiales carbonosos descritos en la presente memoria pueden comprender, por ejemplo, cualquier material que sea combustible o que pueda mejorarse para convertirse en combustible por los medios descritos en la presente memoria u otros procesos

de mejora. Los materiales carbonosos también pueden incluir cualquier material que comprenda carbono susceptible de mejora. Los materiales carbonosos también pueden comprender mezclas de cualquier material carbonado individual, incluyendo pero sin limitarse a los materiales carbonosos descritos en la presente memoria, o mezclas de materiales carbonosos y cualquier otro material. En varios aspectos de la invención, el material carbonoso puede ser carbón. Cualquier forma de carbón puede ser adecuada para la mejora, incluyendo carbón que ha sido pretratado por cualquier técnica tal como deshidratación, tamaño o lavado.

[0030] Varios ejemplos de materiales carbonosos que comprenden carbón adecuado para su uso como se describe en el presente documento incluyen el carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, lignito, turba y antracita, u otros carbones de cualquier rango. El carbón es un combustible fósil que generalmente sigue una progresión de rango inferior a rango más alto, ya que se forma naturalmente. Estos carbones tienen niveles variables de materiales volátiles, humedad, carbono fijo, valores de calentamiento y similares. La turba, que también puede considerarse un precursor del carbón, es una aglomeración sólida de materia orgánica parcialmente decaída. Se puede obtener en matorrales, pantanos u otros humedales adecuados. Puede procesarse de diversas maneras antes de la mejora por métodos descritos en la presente memoria, incluyendo compactación y deshidratación.

[0031] El lignito es un carbón de rango inferior, a veces conocido como el lignito. El lignito puede tener un contenido de humedad tan alto como 70 por ciento, y asimismo tiene un contenido de ceniza relativamente alto. Por lo tanto, el valor de calentamiento del lignito es menor que los carbones de rango más alto. Debido a su bajo valor de calentamiento, el lignito es a menudo económicamente desventajoso como fuente de combustible, especialmente si debe transportarse antes de la combustión.

[0032] El carbón bituminoso es un mayor rango de carbón, que tiene un contenido de humedad en un rango de alrededor de 20 por ciento. El carbón bituminoso es denso y blando, y puede comprender varios niveles de azufre y otros constituyentes, dependiendo de la fuente del carbón.

[0033] El carbón sub-bituminoso es el carbón de un rango entre el lignito y carbón bituminoso. El carbón subbituminoso es particularmente común en los Estados Unidos, especialmente en el oeste de Estados Unidos, donde se piensa que las reservas demostradas representan varios cientos de millones de toneladas de carbón. El carbón subbituminoso puede obtenerse, por ejemplo, de la Cuenca de Carbón del Río Polvo. El carbón de esta región puede tener un contenido de humedad que oscila entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 50 por ciento, lo que representa niveles de humedad que cargan significativamente el equipo de combustión.

[0034] Antracita es un mayor rango de carbón, teniendo entre sus propiedades una alta proporción de carbono, alta dureza, bajo contenido de humedad y susceptibilidad al polvo.

[0035] En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonoso puede comprender biomasa que comprende cualquier variedad de fuentes de biomasa, así como combinaciones de los mismos. Las fuentes adecuadas de materia prima de biomasa pueden incluir materia vegetal, materia animal, materia marina, desechos orgánicos y otros materiales de origen biológico. Ejemplos de materia vegetal pueden incluir madera, hojas, gramíneas, papel usado, cultivos energéticos, recortes de árboles, materia vegetal de desecho usada en la producción de alimentos tales como desechos de cultivos (por ejemplo, tallos de maíz, paja de trigo y similares), caña de azúcar (p.ej. bagazo), desechos vegetales, desechos de frutas y verduras (por ejemplo, cáscaras de banano, cáscaras de naranja, cáscaras de limón, cáscaras de lima, cáscaras de papa, cáscaras de melón, semillas, fosas y similares), así como frutos enteros, verduras enteras, granos enteros, hierbas enteras y similares. Otros ejemplos incluyen materias primas de biomasa que han sido procesadas, incluyendo por compresión, para formar, por ejemplo, biobrillos u otros materiales que comprenden biomasa.

[0036] En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonoso puede incluir coque de petróleo. El coque de petróleo es un material carbonoso sólido que puede derivarse, por ejemplo, de carbón, operaciones de unidad de coquización o operaciones de unidad de craqueo. El coque de petróleo puede incluir coque retardado, coque de fluido, coque de aguja, coque lenticular, capa de coque, agregados o mezclas de los mismos.

[0037] En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonoso puede comprender productos de desecho carbonáceos. Los productos de desechos carbonosos pueden incluir cualquier material que contenga carbono susceptible de mejorar y representar residuos de fuentes industriales, naturales o municipales. Por ejemplo, los productos de desecho carbonáceos pueden incluir desechos de aguas residuales, residuos de refinería, residuos agrícolas, mezclas de los mismos y similares.

[0038] Durante el calentamiento con vapor de agua a presión superior a la atmosférica, el vapor utilizado para la calefacción puede ser, por ejemplo, vapor saturado o vapor sobrecalentado. El vapor saturado se refiere al vapor en equilibrio con agua líquida, que puede estar presente durante el calentamiento del material carbonoso. Cuando el vapor presente es vapor saturado, la temperatura y la presión del vapor están relacionadas por un equilibrio termodinámico comúnmente representado por tablas de vapor. Cuando el vapor se calienta más allá de su temperatura de equilibrio a una presión dada, el vapor se puede denominar vapor sobrecalentado. El vapor puede

estar ligeramente sobrecalentado, o puede estar sobrecalentado significativamente, dependiendo del nivel deseado de supercalentamiento.

[0039] La temperatura deseada a la que el material carbonoso se calienta depende de varios factores, incluyendo, pero no limitado a, las propiedades del material carbonoso inicial, las propiedades finales deseadas del material carbonoso, la naturaleza del material carbonoso, así como el proceso de condiciones tales como eficiencia energética, limitaciones de materiales y condiciones ambientales. En algunos casos, puede ser deseable calentar el material carbonoso a una temperatura de por lo menos aproximadamente 121°C. El calentamiento del material carbonoso promueve cambios estructurales deseables en el material carbonoso y conduce la humedad, así como otros durante el proceso de calentamiento, el material carbonoso puede llegar a ser húmedo a medida que el condensado líquido se forma en su superficie y se desplaza hasta su superficie. Se entiende que los efectos del calentamiento ocurren junto con los efectos de la presurización, o independientemente, y los cambios en el material carbonoso no se atribuyen particularmente al calentamiento o a la presurización de una manera que restringe el alcance de la presente invención.

[0040] En aspectos adicionales descritos en este documento, el calentamiento del material carbonoso puede causar que alquitranes y otros hidrocarburos en el material carbonoso se hagan maleables. En otros aspectos adicionales descritos aquí, los grupos de carboxilo presentes en la superficie del material carbonoso pueden degradarse por descarboxilación. La descarboxilación también puede aumentar el valor calorífico de los materiales carbonosos, lo que agrava el aumento del valor calorífico provocado por la disminución del nivel de humedad del material carbonoso.

[0041] En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonoso se puede calentar a una temperatura de al menos aproximadamente 204°C (400°F). Para el calentamiento con vapor saturado, por ejemplo, esta temperatura refleja una presión de aproximadamente 1586 kPa (230 psig). A esta temperatura, algunos de los efectos de la mejora pueden ser mayores que a temperaturas más bajas.

[0042] En algunos casos, puede ser deseable calentar el material carbonoso a una temperatura no mayor de aproximadamente 538°C (1000°F). La pirólisis es un proceso mediante el cual el material orgánico se descompone a altas temperaturas. Evitando el calentamiento excesivo del material carbonoso, la pirólisis puede estar limitada. Un cierto grado de pirólisis puede ser aceptable o deseable en algunos de los métodos descritos en la presente memoria.

[0043] A la luz de las consideraciones anteriores, algunos aspectos descritos en este documento incluyen el calentamiento del material carbonoso a una temperatura en el intervalo de aproximadamente (121°C (250°F) a aproximadamente 538°C (1000°F). Otros aspectos revelados en la presente memoria descriptiva incluyen el calentamiento del material carbonoso a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 204°C (400°F) a aproximadamente 399°C (750°F) Otros aspectos adicionales descritos aquí incluyen el calentamiento del material carbonoso a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 227°C (440 °F) a aproximadamente 288°C (550 °F). El calentamiento se puede realizar por vapor de agua. Donde el vapor es vapor saturado, las presiones acordes con las temperaturas antes mencionadas se pueden calcular a partir de una mesa de vapor.

[0044] Ciertas técnicas para calentar el material carbonoso incluyen el calentamiento del vapor de agua a presión superior a la atmosférica. La presión del vapor puede ser dictada por la temperatura del vapor, por ejemplo en el caso del vapor saturado, pero la presión también puede controlarse independientemente durante el proceso de calentamiento. Esto puede ser el caso, por ejemplo, cuando se calienta con vapor sobrecalentado, o cuando se calienta con otro medio gaseoso, irradiación, u otra técnica de calentamiento convectivo o conductivo. Cuando se calienta con vapor, por ejemplo, la presión del vapor puede mantenerse esencialmente sin cambios durante el calentamiento. La presión también se puede aumentar, gradual o rápidamente, durante el calentamiento con vapor. Además, la presión puede controlarse para incluir períodos de estasis así como períodos de aumento o disminución, en cualquier combinación que pueda ser adecuada.

[0045] En varios aspectos descritos en este documento, vapor de agua a presión superior a la atmosférica se utiliza para calentar el material carbonoso. Al exponer el material carbonoso al vapor presurizado, el material carbonoso se calienta y se presuriza. Como variables de proceso, la temperatura y la presión pueden ser controladas independientemente, aunque en ciertas situaciones, como el calentamiento con vapor saturado, se acoplan las variables de presión y temperatura. Por lo tanto, en ciertos aspectos descritos en la presente memoria, se entiende que calentar el material carbonoso también significa presurizar el material carbonoso.

[0046] Los materiales carbonosos pueden ser presurizados en diversos grados durante el proceso de calentamiento. Por ejemplo, en ciertos aspectos aquí descritos, el material carbonoso puede presurizarse a al menos aproximadamente 103 kPa (15 psig). La presurización puede ser causada por vapor, o por cualquier otro fluido, incluyendo pero no limitado a líquidos, gases y fluidos supercríticos. Ejemplos de gases incluyen aire, gases inertes, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y mezclas de los mismos. Otros ejemplos de gases incluyen vapor mezclado con cualquier gas, tal como aire, gases de inserción, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. Ejemplos de líquidos incluyen agua, soluciones acuosas, hidrocarburos líquidos, líquidos iónicos y mezclas de los mismos. Ejemplos de fluidos

supercríticos incluyen dióxido de carbono supercrítico.

[0047] En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonáceo puede estar presurizado a al menos aproximadamente 1723 kPa (250 psig). Ciertas presiones, en combinación con ciertas temperaturas, pueden dar lugar a una mejora deseable de los materiales de carbonacilo, y las temperaturas y presiones particulares elegidas varían dependiendo del efecto deseado y de la naturaleza de los materiales. En otros aspectos más aquí descritos, el material carbonoso puede presurizarse a no más de aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). La limitación de la presión más alta del proceso pueden presentar ventajas tales como materiales de coste reducido para el recipiente utilizado para contener el fluido a presión.

[0048] A la luz de las consideraciones anteriores, aspectos adicionales descritos en este documento pueden presurizar el material carbonoso de aproximadamente 103 kPa (15 psig) a aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). Otros aspectos descritos en este documento pueden presurizar el material carbonoso de aproximadamente 2758 kPa (400 psig) a aproximadamente 5171 kPa (750 psig). Otros aspectos descritos en este documento pueden presurizar el material carbonoso de aproximadamente 3447 kPa (500 psig) a aproximadamente 4826 kPa (700 psig). Un intervalo intermedio puede presentar potencialmente un equilibrio entre efectuar la mejora deseable del material carbonoso y limitando los materiales y los costes de energía, así como evitar la pirólisis excesiva del material carbonoso.

[0049] La duración del calentamiento del material carbonoso puede variar dependiendo de las otras condiciones de proceso relacionadas, tales como la temperatura y la presión, y dependiendo de la naturaleza del material carbonoso, la mejora deseada, y varias limitaciones de energía o económicas. Por ejemplo, puede ser deseable operar ciertos métodos descritos en este documento a fin de acelerar el material carbonoso a través del proceso, reduciendo al mínimo el tiempo de permanencia en el equipo de proceso en el que se confía. En ciertos aspectos descritos en este documento el material carbonoso se calienta durante un tiempo en el intervalo de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 60 minutos. En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonoso se calienta durante un tiempo en el intervalo de aproximadamente 15 minutos a aproximadamente 25 minutos.

[0050] En algunos ejemplos, en la conclusión de la etapa de calentamiento, el enfriamiento del material carbonoso puede comenzar. En algunos casos, no es deseable enfriar el material carbonoso por la liberación de la presión y exponiendo el material carbonoso a la atmósfera relativamente fresca. Esto puede alterar el nivel de equilibrio de humedad en el material carbonoso, expandiéndose los poros en el material a medida que sale rápidamente la humedad del material. Este proceso, frecuentemente llamado popcorning, puede conducir a la formación de polvo, y los problemas acordes con la combustión espontánea. Por lo tanto, el método de la invención incluye el enfriamiento del material carbonoso a presión superior a la atmosférica.

[0051] En aspectos adicionales descritos en este documento, el enfriamiento bajo presión puede hacer que el tamaño de lámina del material carbonoso para reducirse en tamaño, sin reducir el número de microporos en la superficie de las partículas. En aspectos adicionales descritos en este documento, el enfriamiento a presión conduce a partículas más pequeñas, más duras, más estables de material carbonoso de enfriamiento por descompresión. Por ejemplo, al enfriarse por descompresión, el nivel de humedad en el material carbonoso puede disminuir, pero el nivel de humedad de equilibrio en el material carbonoso puede no disminuir tanto, contribuyendo potencialmente a la combustión espontánea o la formación de polvo. El polvo también se puede reducir y controlar el mantenimiento de la superficie del material carbonoso húmedo cuando sea posible. En aspectos adicionales descritos en este documento, calentamiento seguido por enfriamiento bajo presión puede disminuir el índice de Hardgrove del material carbonoso, lo que refleja un aumento de la dureza. Como resultado del incremento de la dureza, la presente invención puede permitir que materiales carbonosos considerados previamente demasiado blandos para determinados usos pueden convertirse en formas más duras, haciendo que sean más adecuadas.

[0052] Los métodos de la invención incluyen la adición de un gas para controlar la presión del material carbonoso durante el enfriamiento. Por ejemplo, cuando el enfriamiento se efectúa por aplicar al material carbonoso agua líquida, el gas puede ser añadido para controlar la presión a niveles superiores a la atmosférica. El gas se puede añadir, por ejemplo, antes de la aplicación, durante la aplicación, después de la aplicación, o en cualquier combinación. Cuando el calentamiento se lleva a cabo con vapor de agua, la adición del gas permite que la presión se controle, alterando de otro modo la rápida caída de la presión que acompañaría el vapor de condensación.

[0053] En un ejemplo, se puede producir la siguiente secuencia de eventos. En primer lugar, el material carbonoso se calienta con vapor de agua en un recipiente, y al final del calentamiento, la atmósfera en el recipiente está a una temperatura particular y presión superatmosférica. En este ejemplo, se introduce agua a continuación, para enfriar el material carbonoso, provocando que el vapor se condense rápidamente, y que la presión disminuya rápidamente. En este ejemplo, se introduce gas a presión, tomando el lugar del vapor de agua y manteniendo la presión dentro del recipiente a un nivel superior a la atmosférica, mientras que se enfría el material carbonoso. Este procedimiento de ejemplo, entre otros, puede reducir el efecto popcorning apretando el material carbonoso durante el enfriamiento, y manteniendo el nivel de humedad de equilibrio del material carbonoso en un nivel deseable, y manteniendo el tamaño de poro del material carbonoso en un nivel deseable.

5 **[0054]** Mediante la introducción de un nuevo gas, diferente al vapor, para controlar la presión, la presión puede programarse para seguir una trayectoria deseada. Esta ruta puede incluir aumentos en la presión, la disminución de la presión, y los períodos de presión relativamente constantes. Finalmente, la presión puede ser reducida hasta la presión atmosférica, de modo que el material carbonoso a continuación, se puede utilizar para otros fines. Por ejemplo, cuando se llevan a cabo los métodos en un recipiente a presión, cuando el enfriamiento se ha completado, el gas a presión puede ser ventilado y el recipiente puede ser abierto, lo que permite la eliminación del material carbonoso para su posterior procesamiento. En un ejemplo adicional, la presión en el recipiente se puede reducir, por ejemplo a 345 kPa (50 psig), y presión restante en el recipiente puede utilizarse, por ejemplo, para forzar los líquidos fuera del recipiente.

15 **[0055]** En ciertos aspectos descritos aquí, el gas utilizado para controlar la presión del material carbonoso durante el enfriamiento puede ser aire. El aire es fácilmente disponible, y puede presentar ciertas ventajas relacionadas con su composición, incluyendo su proporción significativa de oxígeno, que puede reaccionar de forma deseable con el material carbonoso en cumplimiento de los objetivos de la modernización. En aspectos adicionales descritos en este documento, el gas utilizado para controlar la presión del material carbonoso puede incluir aire, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, y mezclas de los mismos. Los constituyentes del gas utilizado para controlar la presión del material carbonoso pueden contribuir a las características del producto final de la mejora. En aspectos adicionales descritos en este documento, el gas puede comprender oxígeno, por ejemplo oxígeno en un rango entre 1 por ciento y 30 por ciento, por ejemplo en un rango entre 10 por ciento y 14 por ciento.

25 **[0056]** En la conclusión de la etapa de enfriamiento, puede ser deseable devolver el material carbonoso a la presión atmosférica para su procesamiento posterior. La etapa de enfriamiento puede concluir cuando el material carbonoso alcanza una determinada temperatura. En los métodos de la invención, el material carbonoso se enfrió por debajo de 100°C (212°F) evitando así la combustión espontánea. El enfriamiento por debajo de 66°C o 60°C (150°F o 140°F) aumenta la seguridad del proceso. El medio fluido utilizado para la etapa de enfriamiento, habiéndose calentado por contacto con el material carbonoso, se puede reciclar de una manera eficiente de energía.

30 **[0057]** Todos los aspectos mencionados anteriormente descritos en este documento pueden usarse en cualquier combinación. Por ejemplo, en ciertos aspectos descritos en el presente documento, carbón sub-bituminoso se puede calentar primero con vapor a presión superior a la atmosférica, para llegar a una temperatura de entre 260°C (500°F) y 371°C (700°F), así como una presión en un rango de desde 3.447 hasta 4.826 kPa (500 psig a 700 psig). En este ejemplo, el carbón subbituminoso puede calentarse durante unos 25 minutos. Tras el calentamiento, el carbón sub-bituminoso a continuación, se puede enfriar con una ducha de agua. A medida que se introduce el agua, el aire a presión del mismo modo se puede introducir para controlar la presión del material carbonoso. En este ejemplo, mientras que el carbón subbituminoso se enfría, la presión del carbón subbituminoso se mantiene esencialmente constante con respecto a la presión final en la que se calienta el carbón sub-bituminoso. En este ejemplo, una vez que el carbón sub-bituminoso alcanza una temperatura conveniente, tal como 60°C (140°F), el aire a presión se ventila y el carbón sub-bituminoso se mejora, teniendo un contenido de humedad más bajo, así como bajos contenidos de otros constituyentes indeseables, tales como azufre, arsénico, sodio, cloruros, y mercurio

45 **[0058]** En ciertos aspectos descritos en este documento, el material carbonoso mejorado que resulta de los métodos descritos en el presente documento se puede quemar. La combustión de estos materiales actualizados será más eficiente que la de los respectivos materiales no regulados hacia arriba, debido al contenido de humedad disminuido. En aspectos adicionales descritos en este documento, los materiales carbonosos más actuales pueden ser quemados en un horno implementado como parte de un calor, vapor, agua caliente, o una instalación de generación de energía. Por ejemplo, los materiales carbonosos mejorados se pueden quemar en un horno diseñado para calentar una caldera y generar vapor. En aspectos adicionales descritos en este documento, el vapor puede entonces usarse para girar una turbina, y donde la turbina está conectada a un generador el efecto último es para generar electricidad. Por lo tanto, en ciertos aspectos descritos en este documento, la energía del material carbonoso mejorado finalmente se convierte en energía eléctrica. Al hacer uso de los procesos de mejoramiento descritos en este documento, la generación de electricidad se realiza en última instancia de modo más eficiente y productivo.

55 **[0059]** En aspectos adicionales descritos en este documento, el material carbonoso se pone en contacto por diversos medios. Estos medios pueden incluir, por ejemplo, la atmósfera ambiente, vapor, vapor presurizado, líquidos incluyendo, por ejemplo, el agua líquida, y los gases, por ejemplo aire, como aire a presión. En varios aspectos descritos en este documento, el material carbonoso puede ponerse en contacto con estos medios en la serie. Por ejemplo, el material carbonoso puede comunicarse primero con la atmósfera ambiente. Entonces, en este ejemplo, el material carbonoso puede ponerse en contacto con vapor de agua a presión superior a la atmosférica. Después, en este ejemplo, el material carbonoso puede ponerse en contacto con agua líquida. Después, en este ejemplo, el material carbonoso puede ponerse en contacto con un gas a presión, que no sea vapor de agua. Por último, en este ejemplo, el material carbonoso puede volver a ponerse en contacto con la atmósfera ambiente. En un ejemplo diferente, puede ser deseable superponerse estos pasos de manera que, a veces, el material carbonoso esté en contacto con varios medios de comunicación al mismo tiempo. Esto puede ocurrir ya sea transitoriamente, o intencionalmente para lograr un efecto de mejora deseado.

[0060] En aspectos adicionales descritos en este documento, se proporciona un material carbonoso, rodeado de una atmósfera a una primera presión. A continuación, el material carbonoso se pone en contacto con vapor de agua, en el que el vapor tiene una primera temperatura y una segunda presión mayor que la primera presión, en un primero momento suficiente para reducir el porcentaje en peso de un constituyente del material carbonoso. A continuación, el material carbonoso se pone en contacto con agua líquida para un segundo tiempo suficiente para reducir la temperatura de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una segunda temperatura. A continuación, el material carbonoso se pone en contacto con un gas, diferente al vapor, en cantidad suficiente para mantener la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una tercera presión, mayor que la primera presión, por lo menos hasta el final del segundo momento. Después, la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso se reduce a un máximo de la primera presión.

[0061] El constituyente del material carbonoso sujeto a la reducción puede, en algunos aspectos descritos en este documento, ser agua. En aspectos adicionales descritos en la presente, el constituyente puede ser azufre, mercurio, sodio, cloruros, o arsénico. En otros aspectos descritos aquí, varios o todos estos componentes pueden estar sujetos a reducción, así como otros componentes no enumerados. La mejora de materiales carbonosos de la eliminación de la humedad es un aspecto descrito en este documento, pero la eliminación de otros componentes puede presentar un efecto secundario, un beneficio adicional, o puede ser el propósito principal de varios de los métodos descritos en este documento. Ciertos constituyentes del material carbonoso pueden hacer que el material carbonoso sea inadecuado para su uso para la combustión, o como materia prima para otros procesos, tales como productos químicos y procesos de fabricación de materiales.

[0062] Al referirse a tres presiones particulares, el ejemplo antes mencionado no limita las presiones a las que el material carbonoso puede ser expuesto a sólo tres valores particulares. De hecho, las presiones no pueden ser alteradas de forma instantánea, por lo que incluso en los ejemplos en que se desean tres presiones particulares, otras presiones surgirán en los períodos de transición. Además, puede ser deseable pasar a través de ciertas presiones adicionales o permanecer en ciertas otras presiones adicionales, para efectuar la mejora del material carbonoso.

[0063] En ciertos aspectos descritos en este documento, la tercera presión es aproximadamente igual a la segunda presión. Por ejemplo, puede ser deseable para calentar y enfriar el material carbonoso a esencialmente la misma presión. En un ejemplo, la presión del material carbonoso se incrementa durante la etapa de calentamiento hasta que se alcanzó una presión final de calentamiento, y después de que la presión de calentamiento se mantiene sustancialmente durante algún período de la refrigeración. En otro ejemplo, la presión puede caer inicialmente durante el período de enfriamiento. Los métodos de la invención requieren que la presión se controle a presión superatmosférica mientras que el material se enfría por debajo de 100°C (212°F). En un ejemplo adicional, la presión puede caer inicialmente durante el período de enfriamiento, pero se restablecerá a una presión elevada de enfriamiento que es menor, igual o mayor que la presión de calentamiento final. Así, dependiendo de la presión deseada como una función de tiempo, la segunda presión se puede mantener esencialmente sin cambios. Del mismo modo, la tercera presión puede mantenerse esencialmente sin cambios. Las presiones segunda y tercera pueden ser también aproximadamente iguales, o diferentes.

[0064] La primera presión refleja una presión a la que el material carbonoso se expone antes del calentamiento. El material carbonoso puede ser expuesto a presiones distintas de la primera presión antes del calentamiento. Por ejemplo, la primera presión puede ser la presión atmosférica.

[0065] La segunda presión refleja por lo menos una presión a la que se somete a presión el material carbonoso durante el calentamiento. La presión puede llegar a otros niveles, además de la segunda presión durante el calentamiento. En aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión puede ser al menos aproximadamente 103 kPa (15 psig). En todavía aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión puede ser al menos aproximadamente 2758 kPa (400 psig). En aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión puede ser como máximo alrededor de 6895 kPa (1000 psig). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión puede estar en un intervalo de aproximadamente 103 kPa (15 psig) a aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión puede estar en un intervalo de aproximadamente 2758 kPa (400 psig) a aproximadamente 5171 kPa (750 psig). Por ejemplo, la segunda presión puede ser de aproximadamente 4.137 kPa (600 psig).

[0066] La primera temperatura refleja por lo menos una temperatura a la que se calienta el material carbonoso. La temperatura puede llegar a otros niveles, además de la primera temperatura durante el calentamiento. En aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede ser de al menos aproximadamente 121°C (250°F). En otros aspectos adicionales, la primera temperatura puede ser de al menos aproximadamente 204°C (400°F). En otros aspectos adicionales, la primera temperatura puede ser como máximo de aproximadamente 538°C (1000°F). En otros aspectos adicionales, la primera temperatura puede estar en un intervalo de aproximadamente 121°C (250°F) a aproximadamente 538°C (1000°F). En otros aspectos adicionales, la primera temperatura puede estar en un intervalo de aproximadamente 204°C (400°F) a aproximadamente 399°C (750°F). En otros aspectos adicionales, la primera temperatura puede estar en un intervalo de aproximadamente 260°C (500°F) a

aproximadamente 371°C (700°F). Por ejemplo, la primera temperatura puede ser de aproximadamente 316°C (600°F).

[0067] La primera vez refleja una variable de proceso relacionado con la naturaleza deseada de la modernización. Cuanto más tiempo se calienta el material carbonoso, cuanto más energía se puede requerir. Además, cuanto más tiempo el material carbonoso se calienta, mayor será el grado de reducción de humedad o de otros componentes. Mejora deseada a menudo puede requerir un equilibrio de la reducción de constituyente, así como las necesidades de energía, y por lo tanto el tiempo es una variable de proceso importante. El primer momento que refleja al menos un momento durante el cual se calienta el material carbonoso. El material carbonoso puede ser calentado durante otros momentos, además del primer momento. En ciertos aspectos descritos en este documento, el primer momento se encuentra en un intervalo de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 60 minutos. En aspectos adicionales descritos en este documento, el primer momento se encuentra en un intervalo de aproximadamente 15 minutos a aproximadamente 25 minutos. Por ejemplo, el primer momento puede ser de aproximadamente 20 minutos.

[0068] La segunda temperatura refleja al menos una temperatura a la que el material carbonoso se puede enfriar. El enfriamiento a otras temperaturas también puede ser deseable. En ciertos aspectos descritos en este documento, la segunda temperatura puede ser menos de aproximadamente 93°C (200°F). En aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda temperatura puede ser menos de aproximadamente 66°C (150°F). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda temperatura puede ser de aproximadamente la temperatura ambiente. Puede en algunos casos ser deseable enfriar el material carbonoso a una temperatura inferior a la temperatura de ebullición del agua a fin de mejorar la seguridad y limitar la expansión de los poros del material carbonoso. Puede, en otros casos ser deseable enfriar el material carbonoso a temperaturas más bajas que el punto de ebullición del agua para, por ejemplo, mejorar aún más la seguridad y reducir la posibilidad de combustión espontánea. Ciertos valores de la segunda temperatura pueden ser impuestos por los requisitos de seguridad industrial.

[0069] La tercera presión refleja por lo menos una presión a la que el material carbonoso se puede enfriar. La refrigeración a otras presiones también puede ser deseable. En ciertos aspectos descritos en este documento, la tercera presión es mayor que la segunda presión. En aspectos adicionales descritos en este documento, la tercera presión es menor que la segunda. En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la tercera presión se varía durante el segundo tiempo. Por ejemplo, la tercera presión puede ser al menos aproximadamente 103 kPa (15 psig). Por ejemplo, la tercera presión puede ser al menos aproximadamente 2758 kPa (400 psig). Por ejemplo, la tercera presión puede ser como máximo de aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). Por ejemplo, la tercera presión puede estar en un intervalo de aproximadamente 103 kPa (15 psig) a aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). Por ejemplo, la tercera presión tal vez en un intervalo de aproximadamente 2758 kPa (400 psig) a aproximadamente 5171 kPa (750 psig). Por ejemplo, la tercera presión puede ser de aproximadamente 4137 kPa (600 psig).

[0070] La tercera presión es establecida por un gas distinto de vapor. Los gases adecuados pueden incluir, por ejemplo, aire, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, gases inertes, o cualquier mezcla de los mismos. Cualquier gas capaz de presurización necesario para efectuar la mejora deseada puede ser adecuado. Ciertos gases pueden, además de proporcionar un medio a presión, además, proporcionar cierta reactividad o la falta de reactividad deseable en la mejora. Ejemplos de gases potencialmente reactivos incluyen oxígeno y hidrógeno, y mezclas de gases, incluyendo el oxígeno y el hidrógeno.

[0071] El segundo momento refleja al menos un momento durante el cual el material carbonoso se puede enfriar. Este tiempo puede, por ejemplo, reflejar el tiempo durante el cual el material carbonoso se riega con agua. Puede también, por ejemplo, reflejar el tiempo durante el cual el material carbonoso se está enfriando mientras está expuesto a presión superior a la atmosférica. El enfriamiento durante otros momentos también puede ser deseable. Por ejemplo, si, al término del segundo momento, el material carbonoso tiene una temperatura mayor que la temperatura ambiente, a continuación, el material carbonoso puede continuar enfriándose después de la conclusión del segundo momento. Este enfriamiento posterior no puede, por ejemplo, producirse mientras que el material carbonoso está expuesto a presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, cuando se expuso el material carbonoso a presión superatmosférica en lugar de un recipiente, el enfriamiento durante el segundo momento se puede producir en el interior del recipiente, y el enfriamiento posterior se puede producir fuera del recipiente, o en el interior del recipiente pero después de exponerse el interior del recipiente a las condiciones atmosféricas. El segundo momento puede ser, por ejemplo, el tiempo suficiente para enfriar el material carbonoso a una temperatura que permite el mantenimiento de la integridad estructural del material carbonoso. En un ejemplo adicional, el segundo momento, puede ser suficiente para enfriar el material carbonoso a una temperatura especificada por los requisitos de seguridad que efectúan una reducción en la probabilidad de la combustión espontánea del material carbonoso.

[0072] En ciertos aspectos descritos en este documento, material carbonoso puede estar previsto y rodeado de una atmósfera a una primera presión. A continuación, el material carbonoso puede ser contactado con un gas suficiente en cantidad para mantener la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una segunda presión mayor que la primera presión. A continuación, el material carbonoso puede ser irradiado con la radiación de microondas por un primer tiempo suficiente para reducir el porcentaje en peso de agua en el material carbonoso, calentando de este

modo la atmósfera que rodea el material carbonoso a una primera temperatura. A continuación, el material carbonoso se puede enfriar para un segundo momento suficiente para reducir la temperatura de la atmósfera que rodea al material carbonoso a una segunda temperatura inferior a aproximadamente 93°C (200°F). Después, la presión de la atmósfera que rodea al material carbonoso puede reducirse a un máximo de la primera presión.

[0073] En aspectos adicionales descritos en este documento, el enfriamiento del material carbonoso durante el segundo momento puede llevarse a cabo poniendo en contacto el material carbonoso con agua líquida. En otros aspectos adicionales descritos en el presente documento que comprende el calentamiento con radiación de microondas, el calentamiento puede, además, llevarse a cabo mediante el calentamiento con un medio de convección tal como vapor, u otros gases tales como aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, o mezclas de los mismos. La calefacción también puede, además, llevarse a cabo mediante la exposición del material carbonoso a un líquido, tal como agua o hidrocarburos líquidos, o medio fluido supercrítico, como el dióxido de carbono. Cuando el calentamiento se lleve a cabo, al menos en parte, por la radiación de microondas, cualquier forma de radiación de microondas capaz de calentar material carbonoso, o un medio en contacto con el material carbonoso, puede utilizarse.

[0074] En ciertos aspectos descritos en este documento, la primera temperatura refleja sólo una temperatura a la que el material carbonoso se puede calentar con, al menos en parte, la radiación de microondas. En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede ser de al menos aproximadamente 121°C (250°F). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede ser de al menos aproximadamente 204°C (400°F). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede ser como máximo de aproximadamente 537°C (1000°F). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede estar en el intervalo de aproximadamente 121°C (250°F) a aproximadamente 537°C (1000°F). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede estar en el intervalo de aproximadamente 204°C (400°F) a aproximadamente 399°C (750°F). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la primera temperatura puede estar en el intervalo de aproximadamente 260°C a alrededor de 371 C (500°F a aproximadamente 700°F). Por ejemplo, la primera temperatura puede ser de 316°C (600°F).

[0075] El medio en el que se lleva a cabo el material carbonoso durante el calentamiento y el enfriamiento puede ser un medio fluido, tal como un medio de gas, líquido o fluido supercrítico. En ciertos aspectos descritos en este documento, el medio se somete a presión. La segunda presión representa al menos una presión a la que se lleva a cabo el material carbonoso durante el calentamiento. En ciertos aspectos descritos en este documento, la segunda presión es al menos aproximadamente 103 kPa (15 psig). En aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión es al menos aproximadamente 2758 kPa (400 psig). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión es como máximo alrededor de 6895 kPa (1000 psig). En otros aspectos adicionales descritos en este documento, la segunda presión está en el intervalo de aproximadamente 103 kPa (15 psig) a aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). En otro aspecto descrito en el presente documento, la segunda presión está en el intervalo de aproximadamente 2758 kPa (400 psig) a aproximadamente 5171 kPa (750 psig). Por ejemplo, la segunda presión puede ser 4.137 kPa (600 psig).

[0076] En ciertos aspectos descritos en este documento, la primera presión puede representar al menos una presión a la que el material carbonoso se expone antes del calentamiento con, al menos en parte, la radiación de microondas. En aspectos adicionales descritos en este documento, la tercera presión puede representar al menos una presión a la que está expuesto el material carbonoso después del enfriamiento. Por ejemplo, la primera presión puede ser de aproximadamente la presión atmosférica. Por ejemplo, la segunda presión puede ser mayor que la primera presión. Por ejemplo, la tercera presión puede ser de aproximadamente la presión atmosférica. Por ejemplo, la tercera presión puede ser mayor que la segunda presión. En otros aspectos adicionales descritos en este documento, las primeras, segundas, o terceras presiones pueden variarse durante el curso de la mejora. Por ejemplo, la tercera presión se puede variar durante el segundo momento.

[0077] En ciertos aspectos descritos en este documento, el primer momento, refleja al menos un momento durante el cual el material carbonoso se calienta con, al menos en parte, la radiación de microondas. El material carbonoso puede calentarse durante otros momentos, además del primer momento. En ciertos aspectos descritos en este documento, el primer momento se encuentra en un intervalo de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 60 minutos. En aspectos adicionales descritos en este documento, el primer momento se encuentra en un intervalo de aproximadamente 15 minutos a aproximadamente 25 minutos. Por ejemplo, el primer momento puede ser de aproximadamente 20 minutos.

[0078] En aspectos adicionales descritos en este documento, el segundo momento refleja al menos un momento durante el cual se enfría el material carbonoso. Después del calentamiento por, al menos en parte, la radiación de microondas, el material carbonoso puede ser enfriado por, por ejemplo, la ducha con agua líquida. El material carbonoso también se puede enfriar por exposición a cualquier medio de convección fresco, tal como un gas, líquido o fluido supercrítico. Por ejemplo, el material carbonoso puede ser mantenido en un gas a presión durante el enfriamiento, y al menos en parte enfriado por el gas a presión. Por ejemplo, el gas puede ser aire, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, gases inertes, o mezclas de los mismos. El segundo momento puede ser, por ejemplo, el tiempo

suficiente para enfriar el material carbonoso a una temperatura que permite el mantenimiento de la integridad estructural del material carbonoso. En un ejemplo adicional, el segundo momento, puede ser suficiente para enfriar el material carbonoso a una temperatura especificada por los requisitos de seguridad que efectúan una reducción en la probabilidad de la combustión espontánea del material carbonoso.

[0079] Materiales carbonosos pueden ser actualizados por los métodos descritos en el presente documento. Materiales carbonosos tratados por los métodos descritos en el presente documento pueden tener propiedades deseables, tales como un menor contenido de agua, azufre, arsénico, sodio, cloruros, mercurio, u otros constituyentes, incluyendo pero no limitado a los componentes no deseados. Como resultado, los materiales carbonosos mejorados por los métodos descritos en este documento pueden tener valores de calentamiento superiores, densidades de energía, y pueden reducir los efectos de la contaminación producida por la combustión o de otro modo el procesamiento adicional de materiales carbonosos. Las composiciones que comprenden materiales carbonosos mejorados por los métodos descritos en el presente documento pueden incluir, por ejemplo, carbón sub-bituminoso, o cualquier otro material carbonoso descrito en este documento.

SISTEMAS

[0080] Los métodos descritos en este documento pueden opcionalmente ser implementados utilizando los sistemas descritos en el presente documento. Asimismo, los sistemas descritos en este documento pueden ser capaces de implementar los métodos descritos en este documento, además de otros métodos, dentro de los límites de los sistemas descritos en este documento. Los sistemas descritos en este documento pueden entenderse mejor con referencia a ciertas figuras meramente ejemplares.

[0081] La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 100 capaz de mejorar materiales carbonosos. El sistema 100 puede incluir un procesador 102 para reducir el contenido de agua en el material carbonoso. El procesador 102 puede ser capaz de aceptar como entrada un material carbonoso, y proporcionar como salida un material carbonoso habiéndose mejorado por el procesador. El procesador 102 también puede ser adecuado para la reducción de constituyentes adicionales en el material carbonoso, incluyendo, pero no limitado a, azufre, arsénico, sodio, cloruros, y mercurio, así como combinaciones de los mismos.

[0082] El procesador 102 puede, por ejemplo, comprender un recipiente. El procesador 102 puede, por ejemplo, comprender un recipiente capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El procesador 102 puede, por ejemplo, comprender un autoclave. El procesador 102 puede ser de cualquier tamaño necesario para procesar una cantidad deseada de material carbonoso. Por ejemplo, el procesador 102 puede ser un procesador de laboratorio o a escala de banco, capaz, por ejemplo, de procesamiento de varias onzas o varias libras de material carbonoso a la vez. En un ejemplo adicional, el procesador 102 puede ser un procesador a escala piloto, capaz, por ejemplo, de procesamiento de varias libras o varias toneladas de material carbonoso, por ejemplo 907 kg (una tonelada) de carbón, a la vez. En un ejemplo adicional, el procesador 102 puede ser un procesador de escala industrial, capaz, por ejemplo, de procesamiento de varias toneladas de material carbonoso, por ejemplo alrededor de 54 toneladas (60 toneladas) de carbón por hora. Por ejemplo, el procesador 102 puede ser capaz de procesar al menos aproximadamente 18 toneladas (20 toneladas) de carbón a la vez. Por ejemplo, el procesador 102 puede ser capaz de procesar varios lotes de carbón, tales como tres lotes de carbón, con un total de menos aproximadamente 54 toneladas (60 toneladas) de carbón por hora.

[0083] El procesador puede estar diseñado para mejorar el material carbonoso, mientras que se gasta la energía de manera eficiente. Por ejemplo, el procesador puede ser capaz de mejorar cada 450 g (una libra) de material carbonoso, en el que el material carbonoso es carbón, por menos de 1.055 J (aproximadamente 500 BTU).

[0084] El procesador 102 puede estar construido de cualquier material adecuado para el procesamiento de materiales carbonosos. Por ejemplo, cuando el procesador 102 es un recipiente a presión, el procesador puede ser construido de un material adecuado para soportar presiones superiores a la atmosférica. En un ejemplo adicional, el procesador 102 puede estar construido de acero o de carbono de acero. En un ejemplo adicional, el procesador 102 puede estar construido de acero inoxidable. Ciertos materiales pueden ser más deseables que otros, a fin de proporcionar resistencia a la corrosión, resistencia a la presión física, y resistencia a asalto térmico y químico.

[0085] El procesador 102 puede incluir un mecanismo de entrada/salida 104 para hacer que el material carbonoso a entre y salga del procesador 102. En algunos aspectos descritos en este documento, el mecanismo de entrada/salida 104 puede reflejar la carga del procesador 102 con el material carbonoso, y descargarlo. La carga y descarga del procesador 102 puede llevarse a cabo mediante técnicas manuales o técnicas mecanizadas. Las técnicas manuales pueden incluir, por ejemplo, una pala, llevar, entrega, y similares. Por ejemplo, en un procesador de a escala de banco 102, el mecanismo de entrada/salida 104 puede representar una cesta que se puede colocar en el procesador 102 y posteriormente retirarse del procesador 102. Cuando el procesador 102 es un recipiente, el mecanismo de entrada/salida puede operar a través de una o más puertas, escotillas, o cámaras de aire en el recipiente.

[0086] En un procesador de escala industrial 102, el mecanismo 104 de entrada/salida puede representar una

técnica de mecanizado para la carga y descarga. Por ejemplo, el mecanismo 104 de entrada/salida puede representar un medio de transporte mecanizado para mover material carbonoso dentro y fuera del recipiente. Por ejemplo, el mecanismo de entrada/salida 104 puede representar un medio de transporte con carril, o un carro móvil, o una cinta transportadora, para mover material carbonoso dentro y fuera del recipiente.

[0087] El medio de transporte de carril, reflejado por el mecanismo de entrada/salida 104, puede ser, por ejemplo, una sobrecarga sobre carriles de transporte, o puede ser una planta dispuesta sobre carriles de transporte. El medio de transporte de carril puede incluir, por ejemplo, uno, dos o más carriles. El medio de transporte de carril puede incluir un mecanismo para la propulsión. El mecanismo de propulsión puede ser externo al medio de transporte, tal como la propulsión manual, propulsión animal, por ejemplo caballos, bueyes, camellos, elefantes, o mulas, o propulsión accionada por el motor en forma de, por ejemplo, una locomotora, cargadora o un tractor. El medio de transporte de carril puede ser, por ejemplo, un monocarril dispuesto ya sea en el suelo o en el aire. El medio de transporte puede comprender carros, cestas, carretillas, o góndolas con capacidad para transportar el material carbonoso, y corriendo a lo largo de un carril o carriles.

[0088] El procesador 102 puede ser capaz de aceptar entradas y proporcionar salidas a través de corrientes de proceso en general. En algunos aspectos descritos en este documento, una entrada 106 puede proporcionarse al procesador 102. La entrada 106 puede entregar, por ejemplo, los medios de calentamiento tales como vapor. La entrada 106 puede representar una corriente de proceso, tuberías, o línea, conectada al procesador 102. La entrada 106 puede estar adaptada para manejar vapor, incluyendo alta temperatura y vapor de alta presión. Por ejemplo, la entrada 106 puede ser capaz de suministrar vapor de agua a presiones de hasta aproximadamente 6895 kPa (1000 psig) y a temperaturas de hasta aproximadamente 538°C (1000°F). Cuando el procesador 102 comprende un recipiente, la entrada 106 puede, por ejemplo, comprender una tubería conectada al recipiente a través de un puerto de admisión de vapor al interior del recipiente. El vapor de agua se puede suministrar al procesador 102 por la entrada 106 con el fin de proporcionar un medio de calentamiento, así como una atmósfera presurizada dentro de la cual el material carbonoso puede mejorarse. El vapor se puede suministrar a través de un puerto adaptado para, por ejemplo, un colector adaptado para distribuir o vapor de burbujeo a través del interior del recipiente.

[0089] En aspectos adicionales descritos en este documento, una entrada 108 puede proporcionarse al procesador 102. La entrada 108 puede entregar, por ejemplo, medios de enfriamiento tal como agua líquida. La entrada 108 puede representar una corriente de proceso, tuberías, o la línea, conectada al procesador 102. Cuando el procesador 102 comprende un recipiente, la entrada 108 puede, por ejemplo, comprender una tubería conectada al recipiente a través de un puerto de admisión de agua, o soluciones que comprenden agua, al interior del recipiente. La entrada 108 puede estar adaptada para manejar el agua de diferentes temperaturas y presiones, y puede construirse de materiales adecuados para la resistencia a las presiones físicas y químicas aplicadas por el agua u otros constituyentes transportados en el agua. El agua se puede suministrar al procesador 102 por la entrada 108 con el fin de proporcionar un medio de enfriamiento, así como un medio para el lavado o enjuague de los contenidos del procesador 102, incluyendo, pero no limitado a materiales carbonosos. El agua puede ser entregado a través de un puerto adaptado para, por ejemplo, un colector adaptado para distribuir, duchar, o rociar agua en todo el interior del recipiente.

[0090] En otros aspectos adicionales descritos en este documento, una entrada 110 puede proporcionarse al procesador 102. La entrada 110 puede entregar, por ejemplo, medios de presurización como el gas. La entrada 110 puede representar una corriente de proceso, tuberías, o la línea, conectada al procesador 102. Cuando el procesador 102 comprende un recipiente, la entrada 108 puede, por ejemplo, comprender una tubería conectada al recipiente a través de un puerto de admisión de gas al recipiente interior. La entrada 110 puede estar adaptada para manejar el gas comprimido, incluyendo el gas presurizado a presiones superiores a la atmosférica. Por ejemplo, la entrada 110 puede ser capaz de suministrar gases a presiones de hasta aproximadamente 6895 kPa (1000 psig). Los gases pueden ser entregados al procesador 102 por la entrada 110 con el fin de proporcionar un medio a presión, así como un medio para el calentamiento o enfriamiento, para materiales carbonosos. El gas puede ser entregado a un puerto adaptado para, por ejemplo, un colector adaptado para distribuir gas a través del interior del recipiente, incluyendo, por ejemplo, la entrega a través de una o más válvulas de expansión.

[0091] En otros aspectos adicionales descritos en esta memoria, el procesador 102 puede entregar su contenido a través de cualquier medio adecuado. Por ejemplo, se pueden liberar gases a través de conductos de ventilación, válvulas o puertos, ya sea en las tuberías, líneas, corrientes, o conductos, o en la atmósfera. También se pueden liberar gases a través de una o más puertas o escotillas en el procesador 102. Además, los líquidos y otros líquidos pueden ser liberados a través de los drenajes, los puertos o válvulas dispuestas en cualquier lugar en el procesador 102, incluyendo la parte superior, los lados o la parte inferior. Por ejemplo, los líquidos pueden ser liberados a través de uno o más puertos en la parte inferior del procesador 102, y el procesador 102 puede ser diseñado para provocar el paso de líquidos a uno o más puertos de la parte inferior del procesador 102.

[0092] La Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 200 capaz de mejorar materiales carbonosos. El sistema 200 puede incluir un procesador 102 para reducir el contenido de agua en el material carbonoso. Cualquiera o todas las características del sistema de ejemplo 100 se puede incorporar en el sistema ejemplar 200. El procesador 102 puede aceptar una entrada de material carbonoso a través de algún mecanismo de entrada 202.

Cualquiera de los mecanismos antes mencionados para mover material carbonoso, incluyendo mecanismos de entrada/salida 104, se pueden implementar en el mecanismo de entrada 202. Por ejemplo, el material carbonoso puede ser introducido al procesador 102 por medio de un medio de transporte de carril, tal como una sobrecarga sobre carriles de transporte, tal como una cesta, carretilla, o góndola que cuelga de un carril aéreo. En un ejemplo adicional, el transporte de barandilla comprende un carril y un carrito que se pueden mover a lo largo del carril. En un ejemplo adicional, el transporte de barandilla comprende un carril, una cabeza movable a lo largo del carril, y un carro, que cuelga de la cabeza, para llevar el material carbonoso.

[0093] Un procesador 102 puede estar configurado con uno o más puertos para mover los fluidos dentro y fuera del procesador 102, en el que estos puertos pueden, por ejemplo, estar conectados a otras unidades a través de cursos de agua, tubos, líneas, conductos, tubos, y similares. Por ejemplo, una corriente 204 puede proporcionarse para llevar a los fluidos en y fuera del procesador 102. La corriente 204 puede representar tubos, líneas, conductos, tubos, u otros medios para el transporte de fluidos. La corriente 204 puede estar diseñada por medio de válvulas, tales como válvulas de retención, u otras técnicas, para permitir entradas al procesador 102. La corriente 204 también se puede diseñar por medios similares para permitir las salidas del procesador. La corriente 204 también puede estar diseñada para el movimiento en dos direcciones. Por ejemplo, la corriente 204 puede representar una corriente que lleva vapor, agua, gases, otros líquidos, u otros fluidos, tales como dióxido de carbono supercrítico. Por ejemplo, la corriente 204 puede comprender un tubo capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, la corriente 204 puede ser de acero o de acero inoxidable y puede ser capaz de soportar aproximadamente 6895 kPa (1000 psig).

[0094] La corriente 204 puede en algunos casos ser conectada a un tanque de recuperación de energía 206. El tanque de recuperación de energía puede aceptar entradas de la corriente 204, puede proporcionar salidas a la corriente 204, y puede, por ejemplo, aceptar entradas de uno o más flujos adicionales, o proporcionar salidas de una o más corrientes. El tanque de recuperación de energía 206 puede ser un recipiente capaz de contener fluidos, incluyendo gases, líquidos y fluidos supercríticos. Los fluidos también pueden tener sólidos arrastrados dentro de ellos. En algunos aspectos descritos en este documento, los fluidos mantenidos por el tanque de recuperación de energía 206 puede estar presurizado. Por ejemplo, el depósito de recuperación de energía 206 puede contener vapor de agua a presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, el depósito de recuperación de energía 206 puede contener vapor de agua a una presión de hasta aproximadamente 6895 kPa (1000 psig).

[0095] El tanque de recuperación de energía 206 puede, por ejemplo, tener puertos adicionales dispuestos a lo largo de la parte inferior o los lados del tanque de recuperación de energía 206 para permitir la extracción de líquidos, incluyendo los sólidos arrastrados dentro de los líquidos. El tanque de recuperación de energía 206 puede, por ejemplo, tener puertos adicionales dispuestos a lo largo de las paredes del tanque de recuperación de energía 206 para permitir la retirada o la adición de gases. El tanque de recuperación de energía 206 puede estar construido de materiales adecuados para la celebración de fluidos, incluyendo fluidos corrosivos, a presiones o temperaturas elevadas, incluyendo presiones de hasta aproximadamente 6895 kPa (1000 psig) o temperaturas de hasta aproximadamente 538°C (1000°F). Por ejemplo, el depósito de recuperación de energía 206 puede estar construido de acero o de acero inoxidable.

[0096] El procesador 102, corriente 204, y el tanque de recuperación de energía 206 puede funcionar en concierto tal que la corriente 204 proporciona un mecanismo para la comunicación de fluidos y de energía entre el tanque de procesador 102 y la recuperación de energía 206. Por ejemplo, si el procesador 102 contiene un gas a presión, y se permite que el gas pase a través de la corriente 204, el gas puede después llenar el depósito de recuperación de energía 206. Por ejemplo, si el procesador 102 contiene líquidos, los líquidos pueden drenar o forzarse por presión del procesador 102, pasar a través de la corriente 204, y entrar en el tanque de recuperación de energía 206. Por ejemplo, si el procesador 102 contiene un fluido caliente, se puede permitir que ese fluido pase a través de la corriente 204 y entrar en el tanque de recuperación de energía 206, transfiriendo con ello la energía del fluido caliente desde el procesador 102 al tanque de recuperación de energía 206. En un ejemplo adicional, el fluido que pasa desde el procesador 102 al tanque de recuperación de energía 206 puede incluir una mezcla de cualquiera de los líquidos, gases y sólidos arrastrados dentro de los líquidos o gases, o fluidos supercríticos tales como dióxido de carbono supercrítico.

[0097] Del mismo modo, comunicación similar entre el procesador 102 y el tanque de recuperación de energía 206 a través de la corriente 204 se puede efectuar en la dirección opuesta, permitiendo que los gases, líquidos, u otros líquidos pasan desde el tanque de recuperación de energía 106 al procesador 102. Este tipo de comunicación puede ocurrir en secuencia. Por ejemplo, un fluido presurizado puede estar almacenado en el procesador 102. Después, se puede permitir que el fluido a presión pase a través de la corriente 204, por ejemplo mediante la apertura de una válvula. A continuación, el fluido a presión puede entrar en el tanque de recuperación de energía 206, y el tanque de recuperación de energía se puede sellar posteriormente de la corriente 204, por ejemplo mediante el cierre de una válvula. En un ejemplo adicional, este proceso puede ser invertido mediante la apertura de una válvula para permitir que el fluido a presión salga del tanque de recuperación de energía 206, pasan a través de la corriente 204, y vuelven a entrar en el procesador 102.

[0098] De manera similar a la entrada 202, con respecto a la salida 208, cualquiera de los mecanismos

anteriormente mencionados para mover el material carbonoso, incluyendo los mecanismos de entrada/salida 104, se pueden implementar en la salida 208. Por ejemplo, el material carbonoso puede ser proporcionado desde el procesador 102 por medio de un medio de transporte de carril, tal como una sobrecarga sobre carriles de transporte, tal como una cesta, carretilla, o góndola que cuelga de un carril aéreo. Al igual que con el mecanismo de entrada/salida 104, no es necesario que el material carbonoso entre y salga del procesador 102 por diferentes medios o los mismos medios. Por ejemplo, el procesador 102 puede comprender una escotilla, dos escotillas, o más escotillas, y el mecanismo de entrada/salida puede operar a través de una o más de estas escotillas.

[0099] La Figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 300 capaz de mejorar materiales carbonosos. El sistema 300 puede incluir un procesador 102 para reducir el contenido de agua en el material carbonoso. Cualquiera o todas las características del sistema de ejemplo 100 o el sistema de ejemplo 200 se puede incorporar en el sistema ejemplar 300. Por ejemplo, las corrientes 106, 108, 110, y 204 pueden incorporar cualquier o todas las características antes mencionadas y ejemplos atribuidos o componentes similares. Del mismo modo, el depósito de recuperación de energía 206 puede, en el contexto de sistema ejemplar 300, incorporar cualquiera o todas las características antes mencionadas.

[0100] El sistema ejemplar 300 puede incorporar más corrientes para mover sólidos, líquidos, gases y mezclas de estos materiales que representan flujos multifásicos, a través del sistema. Por ejemplo, la corriente 302 puede proporcionar material carbonoso al sistema 300. El material carbonoso puede proporcionarse en lotes o de forma continua. Por ejemplo, el material carbonoso se puede proporcionar en lotes entregados por camión, carro, carretilla, góndola, autovía, cesta, saco, o cualquier otro método apropiado para la entrega de lotes de material sólido o semisólido. Por ejemplo, el material carbonoso puede ser proporcionado de forma continua, por ejemplo entregado por la cinta transportadora, el transporte sólido fluidizado, alimentador de tornillo, u otros medios de transporte de sólidos de forma continua o semi-sólidos. La corriente 302 puede representar cualquiera de los métodos antes mencionados de suministro de material carbonoso.

[0101] La corriente 302 puede proporcionar material carbonoso a un preprocesador 304. El preprocesador 304 puede aplicarse para procesar, tratar, o mejorar el material carbonoso antes de entrar en el procesador 102. Por ejemplo, el preprocesador 304 puede: ordenar las partículas de material carbonoso; partículas de tamaño de material carbonoso; aplastar partículas de material carbonoso; partículas húmedas de material carbonoso; partículas secas de material carbonoso; partículas del tamiz de material carbonoso; irradiar las partículas de material carbonoso; partículas conminutas de material carbonoso; deshidratar las partículas de material carbonoso; exponer las partículas de material carbonoso a los gases, líquidos o fluidos supercríticos; partículas de calor de material carbonoso; partículas frías de material carbonoso; y similares. En otros ejemplos, el material carbonáceo puede estar presente en formas distintas de partículas. Por ejemplo, los materiales carbonáceos pueden proporcionarse en una suspensión, en un polvo, o en una masa grande. Cualquiera de los tratamientos antes mencionados, así como combinaciones de los mismos, se pueden aplicar a materiales carbonosos en otras formas por el preprocesador 304.

[0102] En aspectos adicionales descritos en este documento, el preprocesador 304 es una trituradora. Una trituradora se puede utilizar para procesar material sólido, triturando el material y reduciendo así el tamaño de las partículas de material. Por ejemplo, cuando el material carbonoso es carbón de un cierto tamaño, por ejemplo, partículas de 2 pulgadas, la trituradora puede reducir el tamaño de las partículas de carbón a un tamaño más pequeño, por ejemplo, un tamaño en el intervalo de polvo fino a aproximadamente 12 pulgadas, por ejemplo, partículas de 1 pulgada, partículas de 3/4 de pulgada, partículas de 1/2 pulgada, partículas de 1/4 de pulgada, o partículas de 1/8 de pulgada. Trituradoras pueden ser operadas para producir partículas sólidas de prácticamente cualquier tamaño deseado. Trituradoras pueden operar a través de una variedad de medios, incluyendo rodillos, molinos, y similares. La trituración puede, por ejemplo, ser deseable para exponer más superficies del material carbonoso a los fluidos de trabajo de los aspectos adicionales de los sistemas y métodos descritos en este documento. Por ejemplo, la trituración de material carbonoso puede facilitar el lavado de azufre de las superficies expuestas del material carbonoso.

[0103] En aspectos adicionales descritos en este documento, el preprocesador 304 puede ser una pantalla o un soporte de aire. Pantallas y plantillas en general, son equipos de proceso diseñado para separar o clasificar las partículas sólidas. Pantallas y plantillas pueden basarse en, por ejemplo, la gravedad, agitación, un fluido de trabajo, o combinación de las mismas. Una plantilla de aire puede comprender una plantilla en la que un fluido de trabajo que comprende aire se utiliza para facilitar el funcionamiento de la plantilla. Por ejemplo, un soporte de aire puede comprender una o más superficies, por ejemplo una cinta transportadora o serie de placas, que comprende poros de diversos tamaños. Las superficies pueden moverse, agitarse, o exponerse a aire en movimiento con el fin de facilitar el movimiento de material carbonoso a través de y por las superficies.

[0104] Por ejemplo, cuando el material carbonoso representa una cierta distribución de tamaño de partículas, la distribución del tamaño de poros en las superficies puede seleccionarse para separar partículas finas de las partículas gruesas. De esta manera, por ejemplo, el polvo de carbón puede separarse de las partículas de carbón más grandes. Tal separación de tamaños de partículas se puede realizar por una pantalla o un soporte de aire. En algunos casos, puede ser deseable pasar polvo de carbón al procesador 102, pero en otros casos puede que no, dependiendo de la mejora deseada y el diseño específico del equipo de transporte de carbón y el procesador 102. El fluido de trabajo en la plantilla de aire también se puede utilizar para calentar, enfriar, secar, o cepillar las superficies

del material carbonoso.

[0105] Por ejemplo, un soporte de aire puede comprender una lecho que está en una pendiente, en la que la lecho puede vibrar para que el material carbonoso se mueva por la pendiente. En relación con este ejemplo, el aire puede pasar a través del material, y el material puede después ordenarse por densidad a medida que el material más ligero suba más alto que el material más pesado. La plantilla de aire puede, por ejemplo, ser deseable para separar piritas del material carbonoso.

[0106] En aspectos adicionales descritos en este documento, el preprocesador 304 puede ser una plantilla húmeda. Una plantilla húmeda puede comprender una plantilla en la que un fluido de trabajo que comprende agua, o una solución de agua y varios componentes se utilizan para facilitar la operación de la plantilla. Por ejemplo, el fluido de trabajo puede comprender agua y peróxido de hidrógeno. Por ejemplo, el fluido de trabajo puede comprender agua que arrastra partículas sólidas. Una plantilla húmeda puede comprender una o más superficies, por ejemplo una cinta transportadora o serie de placas, que comprende poros de diversos tamaños. Las superficies pueden ser movidas, agitadas, o expuestas a los fluidos en movimiento, incluyendo líquidos, tales como agua y gases con el fin de facilitar el movimiento de material carbonoso a través de y por las superficies. Por ejemplo, cuando el material carbonoso representa una cierta distribución de tamaño de partículas, la distribución del tamaño de poros en las superficies puede seleccionarse para separar partículas finas de las partículas gruesas. De esta manera, por ejemplo, el polvo de carbón puede separarse de las partículas de carbón más grandes.

[0107] Otros aspectos de una plantilla húmeda incluyen humectantes, lavado, ducha o enjuague del material carbonoso. Componentes del material carbonoso pueden de esta manera retirarse y llevarse por el fluido de trabajo. Por ejemplo, cuando el material carbonoso es carbón, y el fluido de trabajo es agua, la plantilla húmeda puede efectuar una limpieza de la superficie del carbón, llevándose, por ejemplo, azufre y cenizas. Otros aspectos de una plantilla húmeda incluyen el calentamiento o enfriamiento del material carbonoso con el fluido de trabajo. Por ejemplo, la plantilla húmeda no sólo puede ordenar el material carbonoso, también puede lavar el material carbonoso, y puede también pre-calentar el material carbonoso. Por ejemplo, el agua utilizada en la plantilla de mojado puede ser de una temperatura en el intervalo entre aproximadamente 38°C (100°F) y aproximadamente 93°C (200°F).

[0108] En aspectos adicionales descritos en este documento, el preprocesador 304 puede ser una centrifugadora. El material carbonoso puede estar mojado en algunos aspectos descritos en el presente documento. El material carbonoso puede ser inherentemente húmedo, como en el caso de, por ejemplo, la turba. El material carbonoso puede haber sido humedecido por otros pasos de tratamiento previo, por ejemplo, una etapa de lavado o húmeda de precalentamiento. El material carbonoso puede también humedecerse debido a la exposición a condiciones ambientales húmedas, por ejemplo precipitaciones.

[0109] Sin embargo, el material carbonoso húmedo no puede ser deseable para su uso en las otras unidades de mejora, incluyendo el procesador 102. Por ejemplo, cuando el procesador 102 calienta el material carbonoso, calefacción de exceso de agua en la superficie del material carbonoso puede ser un desperdicio de energía térmica. Por lo tanto, el preprocesador 304 puede incluir el secado del material carbonoso. La reducción de la humedad de la superficie del material carbonoso puede, entre otros efectos, limitar la cantidad de material carbonoso que se calienta en el procesador 102, por lo tanto, la reducción de la energía gastada. Durante el proceso de secado y en función de la naturaleza del proceso, el carbón puede también enfriarse.

[0110] Por ejemplo, el preprocesador 304 puede ser una centrifugadora. Una centrífuga puede estar diseñada como un procedimiento discontinuo o continuo, en la configuración vertical u horizontal, y se puede operar a diferentes velocidades para extraer diferentes cantidades de agua en función de la mejora deseada. Se puede, por ejemplo, ser una centrífuga de vibración.

[0111] En otros aspectos adicionales descritos en este documento, el preprocesador 304 es una combinación de operaciones de la unidad, incluyendo, por ejemplo, una plantilla húmeda y una centrífuga. Un ejemplo adicional de un preprocesador 304 es una combinación de un soporte de aire, una plantilla húmeda, y una centrifugadora. Un ejemplo adicional de un preprocesador 304 es una combinación de una trituradora, un soporte de aire, una plantilla húmeda, y una centrifugadora. El preprocesador 304 puede proporcionar efectos deseables mediante la eliminación de ciertos constituyentes del material carbonoso antes de la exposición al procesador 102. Por ejemplo, mediante la eliminación de cenizas y piritas, la energía no necesita gastarse en el procesador 102 calentando estos constituyentes.

[0112] El preprocesador 304 puede proporcionar material carbonoso, así como otros productos, para el uso adicional en el sistema 300. Asimismo, el preprocesador 304 puede requerir ciertas entradas. Por ejemplo, cuando el preprocesador 304 es una plantilla húmeda, el preprocesador 304 puede requerir una entrada de fluido de trabajo, por ejemplo agua, y puede producir una salida de agua. Entre los resultados contemplados del preprocesador 304 es, por ejemplo, la corriente 306, proporcionando material carbonoso habiéndose procesado por el preprocesador 304. Al igual que con la corriente 302, la corriente 306 puede representar una variedad de mecanismos para el transporte de material carbonoso, que incluye medios continuos.

[0113] La corriente 306 puede proporcionar material carbonoso al cargador 308. El cargador 308 puede convertir el medio de transporte representado por la corriente 306 en el medio de transporte representado por la entrada 202. Por ejemplo, donde el material carbonoso se mueve a través de la corriente 306 por medio de una cinta transportadora, y donde el material carbonoso es movido por la entrada 202 por medio de un medio de transporte de carril, la carga 308 puede aceptar el material carbonoso de la cinta transportadora y cargarlo en el transporte de barandilla. Por ejemplo, el transporte de barandilla puede comprender carros que puedan contener material carbonoso. El cargador, por ejemplo, puede comprender personas con palas que mueven el material carbonoso de la salida de una cinta transportadora en los carros. En un ejemplo adicional, la cinta transportadora puede depositar el material carbonoso en una o más tolvas capaces de guiar el material carbonoso en los carros. En un ejemplo I, una máquina tal como una retroexcavadora o cargador puede usarse para colocar el material carbonoso en los carros.

[0114] Las corrientes 302 y 306 y la entrada 202 pueden operar en concierto con el preprocesador 304, el cargador 308, y el procesador 102. Por ejemplo, la corriente 302 puede proporcionar material carbonoso, por ejemplo carbón, al preprocesador 304. El preprocesador 304 puede tratar, procesar, o mejorar el material carbonoso en cualquiera de las formas antes mencionadas. La corriente 306 puede después proporcionar material carbonoso en el cargador 308. El cargador 308 puede entonces cargar el material carbonoso en el mecanismo de entrada 202, por ejemplo un transporte de barandilla que comprende un carro. El mecanismo de entrada 202 puede entonces proporcionar el material carbonoso al procesador, en el que se puede procesar, por ejemplo, de acuerdo con la descripción del sistema de 200.

[0115] Todas las características y los aspectos del sistema 200, el procesador 102, y el tanque de recuperación de energía 206 se pueden incorporar en el sistema 300. En el contexto del sistema 300, por ejemplo, el procesador 102 puede funcionar de manera diferente debido a la incorporación del preprocesador 304. Por ejemplo, cuando el preprocesador 304 lleva a cabo pre-calentamiento del material carbonoso, el procesador 102 puede proporcionar menos calor que sería necesario de otro modo para la mejora adecuada.

[0116] El procesador 102 puede proporcionar material carbonoso a la salida 208, en el que la salida 208 puede tener, por ejemplo, cualquiera o todas de las características descritas en el presente documento. La salida 208 puede proporcionar material carbonoso a una descarga 310. El descargador 310 puede, de una manera similar pero inversa para el cargador 308, proporcionar una transición entre el mecanismo de salida 208, y otros medios para el transporte de los materiales carbonosos a otros aspectos del sistema 300. Por ejemplo, el descargador 310 puede recibir carros de material carbonoso, por ejemplo carbón, movido por un medio de transporte de carril. El descargador 310 puede, por ejemplo, descargar el transporte de carril a través del paleado manual, paleado mecánico, el vertido o degüelle a través de una o más aberturas en, por ejemplo, carros de transporte de carril. El descargador 310 puede proporcionar el material carbonoso a los medios continuos para el transporte de material carbonoso, tal como una cinta transportadora o mecanismo de tornillo. El descargador 310 puede proporcionar el material carbonoso a medios adicionales para el transporte de material carbonoso, tal como camiones, vagones de ferrocarril, y similares.

[0117] Después de proporcionarse por el descargador 310, el material carbonoso puede procesarse adicionalmente, mejorarse o tratarse mediante, por ejemplo, cualquiera o todos los componentes del sistema descritos en este documento. Por ejemplo, el descargador 310 puede proporcionar material carbonoso, directa o indirectamente, a una centrífuga 312. El material carbonoso puede ser húmedo, en algunos aspectos descritos en este documento. Después de residencia en el procesador 102, el material carbonoso puede aún estar húmedo. Por ejemplo, el procesador 102 puede exponer el material carbonoso a un medio líquido, por ejemplo una ducha de agua. Por ejemplo, el procesador 102 puede calentar el material carbonoso, o calentar el material carbonoso bajo presión, y de ese modo forzar la humedad del interior del material carbonoso en el exterior del material carbonoso.

[0118] Además, el material carbonoso puede ser inherentemente húmedo, como en el caso de, por ejemplo, turba. El material carbonoso puede haber sido humedecido por otros pasos de tratamiento previo, por ejemplo, una etapa de lavado o de pre-calentamiento en húmedo. El material carbonoso puede también haberse humedecido debido a la exposición a condiciones ambientales húmedas, por ejemplo precipitaciones. Sin embargo, el material carbonoso húmedo no se puede desear para su uso en las otras unidades de mejoramiento, o para su uso en la venta comercial, el transporte, la combustión, o la transformación química. Por ejemplo, cuando el material carbonoso es un combustible, y el material carbonoso debe ser transportado, cualquier exceso de humedad de la superficie puede aumentar el coste de transporte. Por lo tanto, la centrífuga 312 se puede proporcionar para eliminar el agua del material carbonoso. Una centrífuga puede estar diseñada como un procedimiento discontinuo o continuo, en la configuración vertical u horizontal, y se puede operar a diferentes velocidades para extraer diferentes cantidades de agua en función de la mejora deseada.

[0119] El material carbonoso puede proporcionarse por la centrífuga 312 a un post-procesador 314. El material carbonoso puede ser transferido entre la centrífuga 312 y el post-procesador 314 por cualquiera de los corrientes, entradas, salidas, y los mecanismos de transporte antes mencionados. El post-procesador 314 puede incluir, por ejemplo, un secador de aire o un dispositivo de recubrimiento. Un secador de aire puede suministrar aire caliente o seco que puede pasar por encima del material carbonoso y secar aún más su exterior. Un revestimiento puede

proporcionar al material carbonoso una química sustancia, solución, o material para el recubrimiento de material carbonoso. El recubrimiento puede consistir en aplicar, pulverizar, inmersión, duchar, y similares. El revestimiento puede, por ejemplo, comprender un tratamiento para la reducción de la probabilidad de la combustión espontánea. En otros ejemplos, el revestimiento puede suprimir incendios, o el recubrimiento puede reducir la formación de polvo. El revestimiento puede, por ejemplo, comprender un gel, líquido o espuma. El recubrimiento, por ejemplo, puede comprender cera, un polímero orgánico, o mezcla de los mismos.

[0120] La Figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 400 capaz de mejorar materiales carbonosos. El sistema 400 puede incluir un procesador 102 para reducir el contenido de agua en el material carbonoso. Cualquiera o todas las características del sistema de ejemplo 100, el sistema de ejemplo 200, o el sistema de ejemplo 300 se puede incorporar en el sistema de ejemplo 400. El material carbonoso puede ser proporcionado al sistema 400 por, por ejemplo, corriente 402. La corriente 402 es un ejemplo de una corriente de proceso, y puede reflejar un medio de transporte de material carbonoso incluyendo cualquiera o todos los medios de transporte descritos en el presente documento, incluyendo los relativos a la corriente 302. El material carbonoso de la corriente 402 se puede proporcionar, por ejemplo, de una fuente natural de material carbonoso, por ejemplo, una mina de carbón. El material carbonoso de la corriente 402 se puede proporcionar, por ejemplo, de una red de transporte que entrega material carbonoso, por ejemplo una red de ferrocarril que entrega carbón.

[0121] El sistema 400 puede comprender además corrientes, numeradas o no numeradas. Cuando las corrientes de sistema 400 transporten material carbonoso, el material carbonoso puede ser transportado por cualquiera de los métodos de transporte continuos o por lotes antes mencionados.

[0122] El material carbonoso puede ser proporcionado por la corriente 402 a una trituradora 404. La trituradora 404 puede ser ejemplificada por el preprocesador 304 descrito en el presente documento, en el que el preprocesador 304 comprende una trituradora. Por ejemplo, la corriente 402 puede proporcionar carbón en una cinta transportadora, y la cinta transportadora puede alimentar el carbón en una trituradora 404, en la que la trituradora 404 se basa en, por ejemplo, rodillos para triturar las partículas de carbón.

[0123] El material carbonoso puede estar provisto de la trituradora 404 a la pantalla 406. La pantalla 406 puede incluir también un fluido de trabajo que comprende un gas. La pantalla 406 puede comprender también un soporte de aire. La pantalla 406 puede ejemplificarse por el preprocesador 304 descrito en el presente documento, en el que el preprocesador 304 comprende una pantalla o un soporte de aire. La pantalla 406 puede proporcionar material carbonoso de varios tamaños. Algunos tamaños de material carbonoso pueden ser más adecuados para el procesamiento que otros. Por otra parte, una cierta cantidad de material carbonoso puede desviarse del procesamiento en el procesador 102 u otros aspectos del sistema 400. Por ejemplo, una corriente 408 puede ser proporcionada para llevar cierto carbonoso adelante en el sistema 400, saltándose el procesador 102 o ciertos aspectos del sistema 400. Por ejemplo, cuando el material carbonoso es un combustible, puede que no sea necesario mejorar todo el combustible, o puede que no sea económicamente viable mejorar todo el combustible. Por lo tanto, la corriente 408 puede eliminar alguna porción del combustible desde el sistema 400 antes de gastarse energía no necesaria, mejorando el combustible. Por ejemplo, la corriente 408 puede entregar cierto material carbonoso a una instalación de almacenamiento y mezcla en el que, por ejemplo, carbón mejorado se mezcla con carbón no mejorado, así como el carbón que ha experimentado diferentes variedades de la mejora.

[0124] El material carbonoso puede proporcionarse a partir de la pantalla 406 a la plantilla húmeda 410. La plantilla húmeda 410 puede ejemplificarse por el preprocesador 304 descrito en el presente documento, en el que el preprocesador 304 comprende una plantilla húmeda. La plantilla húmeda 410 puede proporcionar una corriente 412, en la que la corriente 412 proporciona un fluido de trabajo para la plantilla húmeda 410. Por ejemplo, la corriente 412 puede proporcionar agua de proceso a la plantilla húmeda 410. La plantilla húmeda puede proporcionar un flujo de salida 414. La plantilla húmeda puede producir agua de proceso utilizada comprende agua y materiales de lavado de los materiales carbonosos. Estos materiales pueden incluir, por ejemplo, cenizas y azufre. El agua de proceso también puede comprender partículas sólidas de ceniza o material carbonoso arrastrado en el líquido. La corriente 414 puede ser capaz de transportar cualquiera de estas salidas de distancia de la plantilla húmeda.

[0125] Un sistema 416 puede proporcionarse para servir a diversos aspectos del sistema 400. Por ejemplo, el sistema 416 puede producir un flujo de salida 412. Por ejemplo, el sistema 416 puede aceptar la corriente 414 como una entrada. El sistema 416 puede, por ejemplo, ser un sistema de reciclaje de agua de proceso. El sistema 416 puede, por ejemplo, ser un sistema de reciclaje de agua de proceso. El sistema 416 puede, por ejemplo, comprender uno o más de cada uno de los siguientes o combinaciones de los mismos: un suministro de agua, una caldera, un intercambiador de calor, un tanque de almacenamiento, un tanque de suspensión, una prensa de suspensión, una corriente de eliminación de residuos sólidos, una corriente de eliminación de residuos líquidos, sistemas de tratamiento de residuos, corrientes para el transporte de vapor de agua, corrientes para el transporte de agua, corrientes para el transporte de lodos, y similares.

[0126] Por ejemplo, el sistema 416 puede comprender un suministro de agua que proporciona agua a una caldera. La caldera puede proporcionar vapor a diversos aspectos del sistema 400, incluyendo, pero no limitado al procesador 102. El sistema 416 puede comprender intercambiadores de calor que permiten que corrientes calientes

contacten corrientes frías, transfiriendo calor y conservando energía con ello siempre que sea posible. El sistema 416 puede comprender tanques que incluyen uno o más puertos de admisión de agua de proceso, y uno o más puertos para la salida de agua de proceso, y uno o más puertos para la salida de suspensión, o de purga. El sistema 416 puede estar adaptado para manejar cualquier variedad de contaminantes u otros constituyentes derivados de la adaptación de los materiales carbonosos. Por ejemplo, el sistema 416 puede comprender componentes diseñados para procesar azufre, mercurio, sodio, cloruros, arsénico, selenio, metales pesados, residuos orgánicos, residuos inorgánicos, y otros productos de desecho.

[0127] La plantilla húmeda 410 puede proporcionar material carbonoso a una centrífuga 420. La centrífuga 420 puede ejemplificarse por el preprocesador 304 descrito en el presente documento, en el que el preprocesador 304 comprende una centrifugadora. La centrífuga 420 puede producir líquidos o partículas sólidas, o mezclas de los mismos, incluyendo agua de proceso o material carbonoso arrastrado en agua de proceso. Los líquidos o partículas sólidas o mezclas de los mismos producidos por la centrífuga 420 se pueden proporcionar para la corriente 422. La corriente 422 puede proporcionar la salida de la centrífuga al sistema 416. Por ejemplo, la corriente 422 puede alimentarse a un intercambiador de calor en el que la energía en la corriente 422 se puede usar para calentar otra corriente en el sistema 416. Por ejemplo, la corriente 422 se puede alimentar a un tanque, donde, por ejemplo, las partículas sólidas pueden sedimentarse en el fondo del tanque, y el agua de proceso puede extraerse de la parte superior del tanque arrastrando menos material sólido.

[0128] Todas las unidades de pre-procesamiento 404, 406, 410, y 420 pueden operarse en concierto entre sí y en concierto con el sistema 416 para proporcionar un mecanismo para el pre-procesamiento de material carbonoso proporcionado mediante la corriente 402, y en última instancia, proporcionando el material carbonoso en el cargador 308.

[0129] La centrífuga 420 puede proporcionar material carbonoso a un cargador 308. En general, el sistema 400 puede incluir un procesador 102 para reducir el contenido de agua en el material carbonoso. Por ejemplo, las corrientes 106, 108, 110, y 204 pueden incorporar cualquiera o todas las características antes mencionadas y ejemplos atribuidos o componentes similares. Del mismo modo, el depósito de recuperación de energía 206 puede, en el contexto de sistema ejemplar 300, incorporar cualquiera o todas las características antes mencionadas. Además, el cargador 308 y descargador 310 del sistema 300 se pueden incorporar en el sistema 400 en concierto con el procesador 102. Por ejemplo, el carbón puede proporcionarse por la centrífuga 420. El carbón puede cargarse en un carro en el cargador 308. El carbón puede ser proporcionado por un mecanismo de entrada 202, por ejemplo un medio de transporte de carril, al procesador 102. Tras el procesamiento, el carbón puede proporcionar una salida 208, por ejemplo, un medio de transporte de carril, a un descargador 310. El descargador 310 a continuación, puede proporcionar el carbón a una centrífuga 312, por ejemplo mediante la descarga del carbón de carros y sobre una cinta transportadora.

[0130] Fluidos de trabajo comprimidos pueden proporcionarse en el sistema por un compresor 424. Por ejemplo, el fluido de trabajo puede ser un gas, tal como aire. El compresor 424 puede ser capaz de presurizar un gas hasta una presión de aproximadamente 20684 kPa (3000 psig). El compresor puede proporcionar el gas a un tanque de almacenamiento 426, que puede almacenar el gas a presión de hasta aproximadamente 20684 kPa (3000 psig). El tanque de almacenamiento 426 puede después proporcionar el gas comprimido a través de la corriente 110 para el procesador 102. Por ejemplo, el tanque de almacenamiento 426 puede estar conectado a una o más válvulas y uno o más reguladores, de modo que la presión del gas que se desplaza al procesador puede controlarse. Mediante el control de la presión del gas proporcionado por la corriente 110, la presión de la atmósfera en el procesador 102 puede controlarse del mismo modo.

[0131] El procesador 102 puede proporcionar un flujo de corriente 428. La corriente 428 se puede proporcionar al sistema 416. Por ejemplo, la corriente 428 puede llevar fluido de trabajo fuera del procesador 102. Por ejemplo, la corriente 428 puede llevar agua de proceso, o agua de proceso arrastrando sólidos fuera del procesador 102. La corriente 428 proporcionarse como una entrada a un tanque de almacenamiento. Por ejemplo, agua de proceso proporcionada al depósito de almacenamiento por la corriente 428 puede arrastrarse partículas de sólidos en su interior, por ejemplo material carbonoso. Las partículas sólidas pueden instalarse en un tanque de almacenamiento del sistema 416, y el agua de proceso se pueden extraer de la parte superior que contiene una cantidad reducida de partículas sólidas.

[0132] El tanque de recuperación de energía 206 puede proporcionar una corriente 430. La corriente 430 puede comprender cualquiera de los mismos aspectos como corriente 428. Por ejemplo, la corriente 430 puede llevar agua de proceso y arrastrar material carbonoso sólido de distancia desde el tanque de recuperación de energía 206 al sistema 416, en el que el agua de proceso se puede reciclar en la forma antes mencionada.

[0133] La centrífuga 312 puede proporcionar una corriente 432. La corriente 432 puede comprender cualquiera de los mismos aspectos como corriente 428. Por ejemplo, la corriente 432 puede llevar agua de proceso y arrastrar material carbonoso sólido fuera de la centrífuga 312 al sistema 416, en donde el agua de proceso se puede reciclar en la forma antes mencionada.

[0134] Cualquiera de los sistemas 100, 200, 300 o 400 se pueden combinar con otros elementos para el procesamiento de materiales carbonosos, o realización de un tratamiento de fluidos incluyendo gases y líquidos, o productos de desecho de procesamiento, o procesar pienso. Cualquiera de los sistemas 100, 200, 300 o 400 pueden comprender además un horno, para la combustión de material carbonoso tratado o mejorado por cualquier parte o todo de cualquiera de los sistemas 100, 200, 300, o 400. Por ejemplo, el material carbonoso tratado por el procesador 102 se puede quemar en un horno. En otro aspecto descrito en este documento, el horno de combustión de material carbonoso puede conectarse a una caldera para generar vapor. En otro aspecto descrito en este documento, el vapor producido por la caldera se puede utilizar para la turbina. En un aspecto adicional descrito en este documento, la turbina puede estar conectada a un generador. Por ejemplo, los componentes antes mencionados, horno, caldera, turbina y el generador pueden actuar en concierto con el fin de convertir la energía química en el material carbonoso en energía eléctrica producida por el generador.

[0135] Cualquiera de los sistemas 100, 200, 300, o 400 pueden diseñarse para la modularización o derrape simple, incluyendo el procesador 102 y cualquier accesorio. Por ejemplo, los sistemas modulares de esta invención pueden construirse en una fábrica, y enviados por camión, tren, barco o al sitio donde se puede hacer funcionar el sistema. Como resultado, el tiempo de construcción y el coste de despliegue pueden reducirse. La producción central también puede servir para reducir el tiempo para la fabricación de los procesadores 102 y un accesorio. Por ejemplo, los procesadores 102 pueden fabricarse en menos de aproximadamente 8 meses.

20 APARATOS

[0136] La Figura 5 es un diagrama de un ejemplo de aparato 500 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de materiales carbonosos. El aparato 500 puede reflejar un ejemplo del procesador 102. El aparato 500 puede incluir un recipiente, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El aparato 500 puede ser adecuado para la mejora de material carbonoso, por ejemplo, de acuerdo con los métodos descritos en este documento. El aparato 500 puede ser adecuado para incorporación, por ejemplo, en los sistemas descritos en este documento.

[0137] Un aspecto del aparato 500 puede ser un recipiente 502. El recipiente 502 puede proporcionar la estructura necesaria para soportar y contener la presión superior a la atmosférica. El recipiente 502 puede estar dispuesto horizontalmente en el suelo. Por ejemplo, el recipiente 502 puede estar soportado por una base, puntales, una plataforma, u otros medios adecuados. El recipiente 502 puede incorporarse en una estructura más grande, tal como una plataforma móvil o plataforma no móvil, que puede incorporar más aparatos en combinación con el aparato 500. Por ejemplo, el recipiente 502 puede estar hecho de acero, acero de carbono, acero inoxidable u otras aleaciones adecuadas para recipientes de alta presión. El recipiente 502 puede comprender uno o más segmentos, incluyendo, por ejemplo, una carcasa cilíndrica y una o dos tapas de los extremos esféricos. Por ejemplo, el recipiente 502 puede comprender una carcasa cilíndrica y una tapa de extremo esférica y una escotilla. Por ejemplo, el recipiente 502 puede comprender una carcasa cilíndrica y dos escotillas.

[0138] En algunos aspectos descritos en este documento, puede ser deseable reducir al mínimo el número de partes en movimiento en el interior del procesador 102. Por ejemplo, el recipiente 502 puede tener pocas o ninguna partes móviles en su interior. Por ejemplo, el recipiente 502 se puede implementar sin una cinta transportadora, un tornillo o una esclusa de aire de funcionamiento continuo. Por ejemplo, el recipiente 502 se puede implementar sin partes móviles. Por ejemplo, el recipiente 502 se puede implementar con piezas móviles reflejadas solamente por una o más ruedas incorporadas en los medios de transporte en movimiento material carbonoso.

[0139] El recipiente 502 puede ser de cualquier tamaño que sea necesario para acomodar una cantidad deseada de material carbonoso. Limitaciones de la eficiencia energética, resistencia de materiales, y el coste pueden afectar la elección del tamaño del recipiente. Por ejemplo, el recipiente 502 puede comprender una sección transversal circular o sustancialmente circular, y por ejemplo, el recipiente 502 puede tener un diámetro de entre 30 cm (1 pie) y 6,1 m (20 pies), por ejemplo aproximadamente 2,4 m (8 pies). Por ejemplo, el recipiente puede ser de entre aproximadamente 1,8 m (6 pies) de largo y aproximadamente 45,8 m (150 pies) de largo, por ejemplo de aproximadamente 21,3 m (70 pies) de largo. Por ejemplo, las paredes del recipiente pueden ser de entre 6 mm (1/4 de pulgada) de espesor y 8 cm (3 pulgadas) de espesor, por ejemplo de aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada) de espesor. El espesor de las paredes del recipiente puede depender en parte de la presión superior a la atmosférica deseada, así como en las limitaciones de materiales, coste y consideraciones de seguridad. Por ejemplo, si el recipiente está destinado a sostener las presiones superiores a la atmosférica de hasta aproximadamente 6894 kPa (1000 psig), las paredes del vaso pueden ser de aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada) de espesor. Por ejemplo, el recipiente puede ser capaz de procesar entre 27 toneladas (30 toneladas) y 54 toneladas (60 toneladas) de materia prima y producir entre 14 y 45 toneladas (15 y de aproximadamente 50 toneladas) de producto, en cada lote. En otros ejemplos, el recipiente puede ser de entre 6,1 m (20 pies) de largo y 45,8 m (150 pies) de largo. Por ejemplo, el recipiente puede ser de aproximadamente 95 pies de largo. A medida que el recipiente se hace más grande, se puede procesar más material carbonoso en cada lote.

[0140] En aspectos adicionales descritos en este documento, el recipiente 502 puede reflejar un procesador de escala piloto. Un procesador de escala piloto puede representar un recipiente de aproximadamente 1,2 m (4 pies) de diámetro y aproximadamente 3,0 m (10 pies) de largo. Por ejemplo, un procesador de escala piloto puede procesar

de aproximadamente 907 kg (1 ton) de materia prima en cada ciclo.

[0141] El recipiente 502 puede tener dos superficies, una superficie interior 504 y una superficie exterior 506. El recipiente 502 puede tener una o más aberturas o puertos que pueden estar abiertos o cerrados. Las aberturas pueden conectar la superficie exterior del recipiente a la superficie interior del recipiente. Al abrir o cerrar las aberturas o puertos en el recipiente, el entorno en el exterior del recipiente puede comunicarse con el entorno en el interior del recipiente 502.

[0142] Por ejemplo, una abertura o puerto en el recipiente 502 puede incluir una o más aberturas o puertos a través del cual pueden pasarse uno o más fluidos de trabajo. Los fluidos de trabajo pueden incluir líquidos, tales como agua o hidrocarburos líquidos, gases, tales como vapor de agua o aire, y los fluidos supercríticos tales como dióxido de carbono supercrítico, así como mezclas de los mismos. Cualquier abertura particular, puede estar adaptada para llevar más de un fluido. Por ejemplo, una abertura que pasa desde la superficie externa 506 a la superficie interior 504 del recipiente 502 puede incluir una abertura 508 a través de la cual los líquidos, por ejemplo agua, pueden pasar. Puede haber una o más aberturas 508, por ejemplo dos aberturas 508. La abertura 508 puede, por ejemplo, incluir un agujero fabricado en la pared del recipiente, a través de la cual puede pasar una tubería o tubo que lleva agua. La abertura 508 puede estar adaptada para, por ejemplo, incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 508.

[0143] El fluido que pasa a través de la abertura 508 puede viajar en una cabecera 510, dispuesta en el interior del recipiente 502. La cabecera 510 puede ser un tubo, tubería o colector con numerosas perforaciones. Por ejemplo, la cabecera 510 puede comprender un tubo, conectado a la abertura 508. La cabecera 510 puede, por ejemplo, comprender acero o acero inoxidable. La cabecera 510 puede estar unida a la parte superior de la superficie interior 504 del recipiente 502. La cabecera 510 puede, por ejemplo, estar unida a la pared del recipiente 502, cerca de o en la abertura 508. La cabecera 510 puede tener al menos una entrada, por ejemplo la abertura 508, y numerosas maneras para que el contenido de fluido de la cabecera 510 pueda escapar. Por ejemplo, la cabecera 510 puede tener numerosas perforaciones a través de las cuales los líquidos, por ejemplo agua, pueden pasar. Por ejemplo, la cabecera 510 puede llenarse por el agua, admitida a través de la abertura 508. El agua puede después salir de la cabecera 510 a través de las perforaciones, y entrar en la cavidad principal del recipiente, por ejemplo aplicándose al contenido del recipiente, por ejemplo aplicándose material carbonoso.

[0144] En otro aspecto del aparato 500, un puerto o abertura 512 puede pasar desde la superficie externa 506 a la superficie interior 504 del recipiente 502. La abertura 512 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 502, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 508. puede haber una o más aberturas 512, por ejemplo dos aberturas 512. La abertura 512, puede, por ejemplo, transmitir vapor, incluyendo vapor de agua a presión superior a la atmosférica, por ejemplo vapor saturado o vapor supercalentado. La abertura 512 puede estar adaptada o incluir una válvula para controlar la corriente del fluido a través de la abertura 512.

[0145] El fluido que pasa a través de la abertura 512 pueden viajar en una cabecera 514, dispuesta en el interior del recipiente 502. La cabecera 514 puede comprender, por ejemplo, cualquiera de los aspectos de la cabecera 510. Por ejemplo, la cabecera 514 puede comprender un tubo con perforaciones, a través del cual puede pasar el vapor. Por ejemplo, la cabecera 514 puede ser un colector de distribución de gas adaptado para la distribución de vapor. Por ejemplo, la cabecera 514 puede llenarse por el vapor, admitido por la abertura 512. El vapor puede entonces salir de la cabecera 514 a través de las perforaciones, y entrar en la cavidad principal del recipiente, por ejemplo la exposición de los contenidos del recipiente para cocerse al vapor. Por ejemplo, el vapor de presión superior a la atmosférica puede entrar en el recipiente a través de la abertura 512 y cabecera 514, presurizando con ello el recipiente con vapor.

[0146] En otro aspecto del aparato 500, un puerto o abertura 516 puede pasar desde la superficie externa 506 a la superficie interior 504 del recipiente 502. La abertura 516 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 502, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 508. Puede haber una o más aberturas 516, por ejemplo tres aberturas 516. La abertura 516, puede, por ejemplo, transmitir vapor, agua, u otros fluidos, incluyendo gases o suspensiones líquidas, incluyendo fluidos a presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, la abertura 516 puede drenar líquidos de pie en el fondo del recipiente 502, ya sea por gravedad o bajo presión. La abertura 516 puede estar adaptada a o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 516.

[0147] El fluido que pasa a través de la abertura 516 puede pasar a través de una válvula 518, en la que la válvula 518 puede, por ejemplo, accionarse para controlar el flujo de fluido a través de la abertura 516. La abertura 516 puede además estar conectada a un colector 520, incorporando una válvula 518 o no. Puede haber varias válvulas 518, y donde hayan varias aberturas 516, pueden, por ejemplo, conectarse al mismo colector 520 o múltiples colectores 520. Por ejemplo, el colector 520 puede ser una cabecera de drenaje de condensado. Por ejemplo, el colector 520 puede recoger condensado drenado desde el recipiente 502 a través de tres aberturas 518. El colector 520 puede tener una abertura adicional 522 para permitir el drenaje o limpieza del colector 520.

[0148] En otro aspecto del aparato 500, un puerto o abertura 524 puede pasar desde la superficie externa 506 a la

superficie interior 504 del recipiente 502. La abertura 524 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 502, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 508. puede haber una o más aberturas 524. La abertura 524, puede, por ejemplo, transmitir vapor, agua, u otros fluidos, incluyendo gases o suspensiones líquidas, incluyendo fluidos a presión superatmosférica. Por ejemplo, la abertura 524 puede transmitir gases presurizados, tales como aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, o mezclas de los mismos en el recipiente 502. La abertura 524 puede estar adaptada a, o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 524. En algunos casos, la abertura 524 puede estar adaptada a un colector para distribuir el fluido que pasa a través de la abertura 524 en el recipiente. Por ejemplo, la abertura 524 puede estar adaptada a un colector de distribución de gas adaptado para la distribución de aire. En otros casos, la abertura 524, por ejemplo, puede no estar unida a un colector. Por ejemplo, cuando la abertura 524 transmite aire en el recipiente, el aire puede liberarse directamente en el recipiente en el punto de la abertura 524.

[0149] En otro aspecto del aparato 500, la abertura 526 puede pasar desde la superficie externa 506 a la superficie interior 504 del recipiente 502. La abertura 526 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 502, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 508. Puede haber una o más aberturas 526. La abertura 526, puede, por ejemplo, transmitir vapor, agua, u otros fluidos, incluyendo gases o suspensiones líquidas, incluyendo fluidos a presión superatmosférica.

[0150] Por ejemplo, la abertura 526 puede transmitir gases presurizados, tales como aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, o mezclas de los mismos fuera del recipiente 502. Por ejemplo, la abertura 526 puede ser un orificio de ventilación, lo que permite la liberación de cualquiera de los contenidos del recipiente 502. Por ejemplo, el contenido del recipiente 502 puede estar bajo presión, y pueden propulsarse a través de la abertura 526 por la presión del recipiente. La abertura 526 puede estar adaptada para o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 526. La abertura 526 puede transmitir fluidos desde el recipiente 502 directamente a la atmósfera circundante, o la abertura 526 puede transmitir fluidos desde el recipiente 502 para promover tuberías o unidades organizativas diseñadas para manejar los fluidos, por ejemplo mediante el reciclaje o el tratamiento.

[0151] En otro aspecto del aparato 500, el recipiente 502 puede tener una o más aberturas que permiten material sólido, por ejemplo de material carbonoso, para colocarse en y retirarse del recipiente 502. Por ejemplo, un extremo o ambos extremos del recipiente 502 puede comprender una puerta o escotilla. Por ejemplo, un extremo del recipiente 502 puede comprender una escotilla 528. La escotilla 528 puede estar diseñada para abrirse y cerrarse rápidamente. La escotilla 528 puede ser lo suficientemente fuerte para resistir la presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, la escotilla 528 puede ser lo suficientemente fuerte como para soportar una presión de aproximadamente 1000 psig. Por ejemplo, la escotilla 528 puede construirse de acero, acero de carbono, o acero inoxidable. La escotilla puede comprender juntas y sellos necesarios para contener la presión superior a la atmosférica.

[0152] Por ejemplo, la escotilla 528 puede colocarse y sellarse. La escotilla 528 puede pivotar en su lugar, por ejemplo, a lo largo de las bisagras, y sellarse. La escotilla 528 puede accionarse manualmente o por control de la computadora. La escotilla 528, puede, por ejemplo, colocarse bajo el control de un sistema de cables y poleas capaces de colocar la escotilla.

[0153] En otro aspecto del aparato 500, el recipiente 502, dispuesto en la superficie interior 504, puede tener los componentes necesarios para el funcionamiento de un medio de transporte dentro del recipiente 502. Por ejemplo, cuando el transporte es un medio de transporte de carril, un carril 530 puede estar dispuesto en la superficie interior 504. Puede haber uno o más carriles 530. Los carriles pueden estar dispuestos en la parte superior del recipiente 502, la parte inferior del recipiente 502, o el lado del recipiente 502, o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el carril 530 puede estar unido a la parte superior del recipiente 502. El carril 530 puede estar diseñado como parte de un transporte de carril superior. Por ejemplo, el carril 530 puede estar adaptado a uno o más recipientes capaces de transportar material carbonoso. El carril 530 puede facilitar el desplazamiento de material carbonoso dentro y fuera del recipiente 502 a través de la escotilla 528. El carril 530 puede hacer tope con otro carril fuera del recipiente, de modo que el transporte de carril puede mover desde el interior del recipiente 502 al exterior del recipiente 502 a lo largo de los carriles.

[0154] La Figura 6 es un diagrama de un ejemplo de aparato 600 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de materiales carbonosos. El aparato 600 puede incorporar cualquiera o todos los aspectos del aparato 500, además de otros aspectos. El aparato 600 puede reflejar un ejemplo del procesador 102. El aparato 600 puede incluir un recipiente, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El aparato 600 puede ser adecuado para la mejora del material carbonoso, por ejemplo, de acuerdo con los métodos descritos en el presente documento. El aparato 600 puede ser adecuado para incorporación, por ejemplo, en los sistemas descritos en este documento.

[0155] En varios aspectos del aparato 600, un colector 602 está conectado a uno o más puertos o aberturas 516 en el recipiente 502. El colector 602 puede estar conectado a la abertura 516 a través de una válvula 518. La abertura 516 puede tener cualquier o la totalidad de los mismos aspectos que la abertura 516 en el contexto de aparato 500. Por ejemplo, la abertura 516 puede drenar líquidos de pie en el fondo del recipiente 502, ya sea por gravedad o bajo presión, en el colector 602. Por ejemplo, el colector 602 puede ser una cabecera de drenaje de condensado. El

colector 602 puede tener una abertura adicional 522 para permitir el drenaje o limpieza del colector 520.

[0156] En aspectos adicionales del aparato 600, el colector 602 puede estar conectado a una válvula 604, a través de la cual puede pasar el contenido del colector. Por ejemplo, la válvula 604 puede transmitir fluidos, tales como agua o vapor de agua, fuera del colector 602. Alternativamente, la válvula 604 puede admitir fluidos, tales como agua o vapor en el colector 602. Por ejemplo, la válvula 604 puede admitir vapor en el colector 602 y, posteriormente, el vapor puede admitirse en el recipiente 502.

[0157] En aspectos adicionales del aparato 600, la válvula 604 puede estar conectada a un tanque de recuperación de energía 606. El tanque de recuperación de energía 606 puede reflejar un ejemplo del tanque de recuperación de energía 206. La energía del depósito de recuperación 606 puede incorporar cualquiera o todas las características del tanque de recuperación de energía 206. Por ejemplo, el depósito de recuperación de energía 606 puede ser un recipiente capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, el depósito de recuperación de energía 606 puede estar construido de acero, acero de carbono, o acero inoxidable. El tanque de recuperación de energía 606 puede dimensionarse adecuadamente para comunicarse con un recipiente 502 de una manera eficiente en energía y físicamente eficaz. Por ejemplo, para ciertas aplicaciones, la recuperación de energía del tanque 606 puede ser de aproximadamente 1,2 m (4 pies) de diámetro, aproximadamente 10,7 m (35 pies) de largo, y puede tener paredes que tienen un espesor de aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada). El tanque de recuperación de energía 606 debe dimensionarse apropiadamente para comunicar de manera eficiente fluidos entre el tanque de recuperación de energía 606 y el recipiente 502. El tanque de recuperación de energía 606 puede estar compuesto de una carcasa cilíndrica y una o más tapas de los extremos esféricos, por ejemplo, dos tapas de los extremos esféricos. El tanque de recuperación de energía 606 puede, por ejemplo, tener un peso de aproximadamente 9 toneladas (20.000 libras).

[0158] En aspectos adicionales descritos en este documento, una versión a escala piloto del recipiente 502 puede incorporar una versión a escala piloto del tanque de recuperación de energía 606. Por ejemplo, un tanque de recuperación de energía a escala piloto puede ser de aproximadamente 40 cm (6 pulgadas) de diámetro y de aproximadamente 4,3 m (14 pies) de largo.

[0159] El recipiente 502 y el tanque de recuperación de energía 606 se puede operar en concierto, de tal manera que los fluidos pueden transmitirse desde el recipiente 502 al tanque de recuperación de energía 606, y desde el tanque de recuperación de energía 606 al recipiente 502. Los fluidos de transmisión pueden incluir líquidos, tales como agua, soluciones de agua, composiciones líquidas de petróleo y suspensiones, incluyendo materiales carbonosos de suspensión en agua, y sus mezclas. Los fluidos de transmisión pueden incluir gases, tales como vapor, aire, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, gases inertes y los gases oxidantes, y sus mezclas. Los fluidos de transmisión pueden incluir fluidos supercríticos, como el dióxido de carbono supercrítico. Los fluidos pueden transmitirse entre el tanque de recuperación de energía 606 y el recipiente 502 a través de una o más válvulas 604 o 518, a través de uno o más colectores 602, y a través de una o más aberturas 516.

[0160] La Figura 7 es un diagrama de un ejemplo de aparato 700 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de materiales carbonosos. El aparato 700 puede incorporar cualquiera o todos los aspectos de los aparatos 500 y 600, además de otros aspectos. El aparato 700 puede reflejar un ejemplo del procesador 102. El aparato 700 puede incluir un recipiente, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El aparato 700 puede ser adecuado para la mejora de material carbonoso, por ejemplo, de acuerdo con los métodos descritos en este documento. El aparato 700 puede ser adecuado para su incorporación, por ejemplo, en los sistemas descritos en este documento.

[0161] Un aspecto del aparato 700 puede ser un recipiente 702. El recipiente 702 puede proporcionar la estructura necesaria para soportar y contener la presión superior a la atmosférica. El recipiente 702 puede estar dispuesto horizontalmente en el suelo. Por ejemplo, el recipiente 702 puede estar soportado por una base, puntales, una plataforma, u otros medios adecuados. El recipiente 702 puede incorporarse en una estructura más grande, tal como una plataforma móvil o plataforma no móvil, que puede incorporar más aparatos en combinación con el aparato 700. Por ejemplo, el recipiente 702 puede estar hecho de acero, acero de carbono, acero inoxidable u otras aleaciones adecuadas para recipientes de alta presión. El cuerpo del recipiente 702 puede estar compuesto de uno o más segmentos, incluyendo, por ejemplo, una carcasa cilíndrica y una o dos tapas de los extremos esféricos. Por ejemplo, el recipiente 702 puede estar compuesto de una carcasa cilíndrica y dos escotillas.

[0162] El recipiente 702 puede ser de cualquier tamaño necesario para acomodar una cantidad deseada de material carbonoso. Limitaciones de la eficiencia energética, resistencia de materiales, y el coste puede afectar la elección del tamaño del recipiente. Por ejemplo, el recipiente puede tener un diámetro de aproximadamente 8 pies. Por ejemplo, el recipiente puede ser de aproximadamente 21,3 m (70 pies) de largo. Por ejemplo, las paredes del recipiente puede ser de aproximadamente 2,5 cm (1 pulgada) de espesor. El espesor de las paredes del recipiente puede depender en parte de la presión superior a la atmosférica deseada, así como en las limitaciones de materiales, coste y consideraciones de seguridad. Por ejemplo, si el recipiente está destinado a sostener las presiones superiores a la atmosférica de hasta aproximadamente 6895 kPa (1000 psig), las paredes del recipiente pueden ser de unos 2,5 cm (1 pulgada) de espesor.

5 **[0163]** El recipiente 702 puede tener dos superficies, una superficie interior 704 y una superficie exterior 706. El recipiente 702 puede tener una o más aberturas o puertos que pueden abrirse o cerrarse. Las aberturas pueden conectar la superficie exterior del recipiente a la superficie interior del recipiente. Al abrir o cerrar las aberturas o puertos en el recipiente, el medio ambiente en el exterior del recipiente puede comunicarse con el entorno en el interior del recipiente 702.

10 **[0164]** Por ejemplo, una abertura o puerto en el recipiente 702 pueden incluir una o más aberturas o puertos a través de los cuales pueden pasarse uno o más fluidos de trabajo. Fluidos de trabajo pueden incluir líquidos, tales como agua o hidrocarburos líquidos, gases, tales como vapor de agua o aire, y los fluidos supercríticos tales como dióxido de carbono supercrítico, así como mezclas de los mismos. Cualquier abertura particular puede estar adaptada para llevar más de un fluido. Por ejemplo, una abertura que pasa desde la superficie externa 706 a la superficie interior 704 del recipiente 702 puede incluir una abertura 708 a través del cual los líquidos, por ejemplo agua, pueden pasar. Puede haber una o más aberturas 708, por ejemplo dos aberturas 708. La abertura 708 pueden, por ejemplo, incluir un agujero fabricado en la pared del recipiente 702, a través de la cual puede pasar una tubería o tubo que lleva agua. La abertura 708 puede estar adaptada a o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 708.

20 **[0165]** El fluido que pasa a través de la abertura 708 puede viajar en una cabecera 710, dispuesta en el interior del recipiente 702. Puede haber una o más aberturas 708 y una o más cabeceras 710, por ejemplo con una abertura 708 conectada a cada cabecera 710. Por ejemplo, puede haber dos aberturas 708 y dos cabeceras 710. La cabecera 710 puede ser un tubo o colector con numerosas perforaciones. Por ejemplo, la cabecera 710 puede comprender un tubo, conectado a la abertura 708. La cabecera 710 puede estar, por ejemplo, compuesta de acero o de acero inoxidable. La cabecera 710 puede estar unida a la parte superior de la superficie interior 704 del recipiente 702. La cabecera 710 puede, por ejemplo, estar unida a la pared del recipiente 702, cerca de o en la abertura 708. La cabecera 710 puede tener al menos una entrada, por ejemplo la abertura 708, y numerosas maneras para que el contenido de fluido de la cabecera 510 escape. Por ejemplo, la cabecera 710 puede tener numerosas perforaciones a través de las cuales los líquidos, por ejemplo agua, pueden pasar. Por ejemplo, la cabecera 710 puede llenarse de agua, admitida a través de la abertura 508. El agua puede después salir de la cabecera 710 a través de las perforaciones, y entrar en la cavidad principal del recipiente, por ejemplo duchando el contenido del recipiente, por ejemplo duchando el material carbonoso.

35 **[0166]** En otro aspecto del aparato 700, un puerto o abertura 712 puede pasar desde la superficie externa 706 a la superficie interior 704 del recipiente 702. La abertura 712 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 702, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 508. Puede haber una o más aberturas 712, por ejemplo dos aberturas 712. La abertura 712, puede, por ejemplo, transmitir vapor, incluyendo vapor de agua a presión superior a la atmosférica, por ejemplo vapor saturado o vapor supercalentado. La abertura 712 puede estar adaptada a o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 712.

40 **[0167]** El fluido que pasa a través de la abertura 712 puede viajar en una cabecera 714, dispuesta en el interior del recipiente 702. La cabecera 714 puede comprender, por ejemplo, cualquiera de los aspectos de la cabecera 710. Puede haber una o más cabeceras 714. Por ejemplo, puede haber dos aberturas 712, cada una conectada a un colector 714. Por ejemplo, la cabecera 714 puede comprender un tubo con perforaciones, a través del cual puede pasar el vapor. Por ejemplo, la cabecera 714 puede ser un colector de distribución de gas adaptado para la distribución de vapor. Por ejemplo, la cabecera 714 puede llenarse por el vapor, admitido a través de la abertura 712. El vapor puede después salir de la cabecera 714 a través de las perforaciones, y entrar en la cavidad principal del recipiente 702, por ejemplo la exposición de los contenidos del recipiente de 702 a vapor. Por ejemplo, el vapor de presión superior a la atmosférica puede entrar en el recipiente 702 a través de la abertura 712 y cabecera 714, presurizando con ello el recipiente 702 con vapor de agua.

50 **[0168]** En otro aspecto del aparato 700, un puerto o abertura 716 puede pasar desde la superficie externa 706 a la superficie interior 704 del recipiente 702. La abertura 716 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 702, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 708. Puede haber una o más aberturas 716, por ejemplo tres aberturas 716. La abertura 716, puede, por ejemplo, transmitir vapor, agua, u otros fluidos, incluyendo gases o suspensiones líquidas, incluyendo fluidos a presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, la abertura 716 puede drenar líquidos en el fondo del recipiente 702, ya sea por gravedad o bajo presión. La abertura 716 puede estar adaptada a o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 716.

60 **[0169]** El fluido que pasa a través de la abertura 716 puede pasar a través de una válvula 718, en la que la válvula 718 puede, por ejemplo, accionarse para controlar el flujo de fluido a través de la abertura 716. La abertura 716 puede además estar conectada a un colector 720, incorporando la válvula 718 o no. Puede haber varias válvulas 718, y donde haya varias aberturas 516, que pueden, por ejemplo, conectarse al mismo colector 720 o múltiples colectores 720. Por ejemplo, el colector 720 puede ser una cabecera de drenaje de condensado. Por ejemplo, el colector 720 puede recoger condensado drenado desde el recipiente 702 a través de tres aberturas 518. El colector 720 puede tener una abertura adicional 722 para permitir el drenaje o limpieza del colector 720.

5 [0170] En otro aspecto del aparato 700, un puerto o una abertura 724 pueden pasar desde la superficie externa 706 a la superficie interior 704 del recipiente 702. La abertura 724 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 702, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 708. Puede haber una o más aberturas 724. La abertura 724, puede, por ejemplo, transmitir vapor, agua, u otros fluidos, incluyendo gases o suspensiones líquidas, incluyendo fluidos a presión superatmosférica. Por ejemplo, la abertura 724 puede transmitir gases presurizados, tales como aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, o mezclas de los mismos en el recipiente 702. La abertura 724 puede estar adaptada a, o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 724. En algunos casos, la abertura 724 puede estar adaptada a un colector para distribuir el fluido que pasa a través de la abertura 724 en el recipiente. Por ejemplo, la abertura 724 puede estar adaptada a un colector de distribución de gas adaptado para la distribución de aire. En otros casos, la abertura 724, por ejemplo, puede no estar unida a un colector. Por ejemplo, cuando la abertura 724 transmite aire en el recipiente, el aire puede liberarse directamente en el recipiente en el punto de la abertura 724.

15 [0171] En otro aspecto del aparato 700, la abertura 726 puede pasar desde la superficie exterior 706 a la superficie interior 704 del recipiente 702. La abertura 726 puede estar diseñada para transmitir fluidos de trabajo dentro y fuera del recipiente 702, por ejemplo, de una manera similar a la abertura 708. Puede haber una o más aberturas 726. La abertura 726, puede, por ejemplo, transmitir vapor, agua, u otros fluidos, incluyendo gases o suspensiones líquidas, incluyendo fluidos a presión superatmosférica.

20 [0172] Por ejemplo, la abertura 726 puede transmitir gases presurizados, tales como aire, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, o mezclas de los mismos fuera del recipiente 702. Por ejemplo, la abertura 726 puede ser un orificio de ventilación, lo que permite la liberación de cualquiera de los contenidos del recipiente 702. Por ejemplo, el contenido del recipiente 702 puede estar bajo presión, y puede propulsarse a través de la abertura 726 por la presión dentro del recipiente 702. La abertura 726 puede adaptarse a o incluir una válvula para controlar el flujo del fluido a través de la abertura 726. La abertura 726 puede transmitir fluidos desde el recipiente 702 directamente a la atmósfera circundante, o la abertura 726 puede transmitir fluidos desde el recipiente 702 para promover tuberías o unidades de proceso diseñadas para manejar los fluidos, por ejemplo mediante su reciclaje o tratamiento.

30 [0173] En otro aspecto del aparato 700, el recipiente 702 puede tener una o más aberturas que permiten que material sólido, por ejemplo material carbonoso, se coloque en y se retire del recipiente 702. Por ejemplo, un extremo o ambos extremos del recipiente 702 puede comprender una puerta o escotilla. Por ejemplo, un extremo del recipiente 702 puede comprender una escotilla 728. La escotilla 728 puede estar diseñada para abrirse y cerrarse rápidamente. La escotilla 728 puede ser suficientemente fuerte para resistir la presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, la escotilla 728 puede ser lo suficientemente fuerte como para soportar una presión de aproximadamente 1000 psig. Por ejemplo, la escotilla 728 puede construirse de acero, acero de carbono, o acero inoxidable.

35 [0174] Por ejemplo, la escotilla 728 puede colocarse y sellarse. La escotilla 728 puede colocarse, por ejemplo, a lo largo de las bisagras, y sellarse. La escotilla 728 puede accionarse manualmente o por control de la computadora. La escotilla 728, puede, por ejemplo, colocarse bajo el control de un sistema de cables y poleas capaces de colocar la escotilla.

40 [0175] En aspectos adicionales del aparato 700, el recipiente 702 puede tener dos aberturas permitiendo que el material sólido, por ejemplo material carbonoso, pueda colocarse en y retirarse del recipiente 702. Por ejemplo, cada extremo del recipiente 702 puede comprender una escotilla. Por ejemplo, un extremo del recipiente 702 puede comprender una escotilla 728, y el otro extremo del recipiente 702 puede comprender una escotilla 730. La escotilla 730 puede estar diseñada para abrirse y cerrarse rápidamente. La escotilla 730 puede ser lo suficientemente fuerte como para resistir la presión superior a la atmosférica. Por ejemplo, la escotilla 730 puede ser lo suficientemente fuerte como para soportar una presión de aproximadamente 1000 psig. Por ejemplo, la escotilla 730 puede construirse de acero, acero de carbono, o acero inoxidable.

50 [0176] Por ejemplo, la escotilla 730 puede colocarse y sellarse. La escotilla 730 puede colocarse, por ejemplo, a lo largo de las bisagras, y sellarse. La escotilla 730 puede accionarse manualmente o por control de la computadora. La escotilla 730, puede, por ejemplo, colocarse bajo el control de un sistema de cables y poleas capaces de colocar la escotilla.

55 [0177] En otro aspecto del aparato 700, el recipiente 702 puede tener, dispuestos en la superficie interior 704, los componentes necesarios para el funcionamiento de un medio de transporte dentro del recipiente 702. Por ejemplo, cuando el transporte sea un medio de transporte de carril, un carril 732 puede estar dispuesto en la superficie interior 704. Puede haber uno o más carriles 732. Los carriles pueden estar dispuestos en la parte superior del recipiente 702, la parte inferior del recipiente 702, o el lado del recipiente 702, o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el carril 732 puede estar unido a la parte superior del recipiente 702. El carril 732 puede estar diseñado como parte de un transporte de carril superior. Por ejemplo, el carril 732 puede estar adaptado a uno o más recipientes capaces de transportar material carbonoso. El carril 732 puede facilitar el desplazamiento de material carbonoso dentro y fuera del recipiente 702 a través de la escotilla 728. El carril 732 puede facilitar asimismo el movimiento del material carbonoso dentro y fuera del recipiente 702 a través de la escotilla 730. El carril 732 puede, por ejemplo, facilitar el movimiento del material carbonoso en el recipiente a través de la escotilla 728, y fuera del

recipiente a través de la escotilla 730. El carril 732 puede hacer tope con otro carril fuera del recipiente, de modo que los medios de transporte con rejas pueden mover desde el interior del recipiente 702 al exterior del recipiente 702 a lo largo de los carriles.

5 **[0178]** La Figura 8 es un diagrama de un ejemplo de aparato 800 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de materiales carbonosos, o el transporte de materiales carbonosos. El aparato 800 puede reflejar un ejemplo de un medio de transporte de carril adecuado para su uso con el procesador 102.

10 **[0179]** En varios aspectos de aparato 800, el aparato comprende un medio de transporte de carril. En varios aspectos de aparato 800, el aparato comprende un carril 802. El carril 802 puede ser de acero, acero de carbono, acero inoxidable, u otro material adecuado para su incorporación en un medio de transporte de carril. El carril puede ser de cualquier longitud que es necesario, en función de la distancia que el transporte ha de viajar, y el carril se puede incorporar en las uniones, interruptores, zonas de carga, zonas de descarga, u otras adaptaciones. El carril 802 puede, por ejemplo, tener la sección transversal de una viga I. El aparato 800 puede comprender un carril 802. El aparato 800 puede comprender una pluralidad de carriles 802, por ejemplo dos carriles 802.

15 **[0180]** En varios aspectos del aparato 800, una o más ruedas pueden moverse a lo largo del carril 802. Por ejemplo, el carril 802 puede tener la sección transversal de una viga I, permitiendo de este modo que una o más ruedas se muevan a lo largo de las superficies horizontales de la viga. Por ejemplo, una cabeza 804 puede moverse a lo largo del carril 802. Por ejemplo, la cabeza 804 puede ser una estructura que comprenda una o más ruedas, por ejemplo dos ruedas o cuatro ruedas, dispuestas de modo que las ruedas puedan moverse a lo largo de la superficie horizontal de la viga I. Una variedad de disposiciones de las ruedas en la cabeza 804 puede permitir que la cabeza se mueva a lo largo del carril 802. Por ejemplo, una o más ruedas puede estar dispuesta verticalmente, y una o más ruedas puede estar dispuesta en posición horizontal, moviéndose a lo largo, por ejemplo, de la superficie vertical de la viga I.

20 **[0181]** En aspectos adicionales del aparato 800, un medio de transporte de carril puede comprender una cabeza. En aspectos adicionales del aparato 800, un medio de transporte de carril puede comprender una pluralidad de cabezas. Por ejemplo, un medio de transporte de carril puede comprender dos cabezas.

25 **[0182]** En varios aspectos del aparato 800, un miembro estructural 806 puede estar conectado a la cabeza 804. El elemento estructural 806 puede, por ejemplo, construirse de acero, acero de carbono, o acero inoxidable. El miembro estructural 806 puede ser un miembro rígido, o un miembro flexible, tal como un cable. El miembro estructural 806 puede tener un extremo superior y un extremo inferior. Por ejemplo, el extremo superior del miembro estructural 806 puede estar unido a la cabeza 804, y el extremo inferior del miembro estructural 806 puede colgar por debajo de la cabeza 804. El aparato 800 puede comprender un miembro estructural 806. El aparato 800 puede comprender una pluralidad de miembros estructurales 806, por ejemplo dos miembros estructurales 806. Cada cabeza 804 puede estar unida a uno o más miembros estructurales 806, por ejemplo un miembro estructural 806.

30 **[0183]** En aspectos adicionales del aparato 800, un marco estructural 808 puede estar unido al extremo inferior del miembro estructural 806. El marco estructural puede estar unido a uno o más, o todos, de los miembros estructurales 806. El marco estructural puede comprender componentes necesarios para sostener o transportar material carbonoso. Por ejemplo, el marco estructural puede comprender un eje 810. El eje 810 puede comprender un elemento estructural, por ejemplo una barra. El eje 810 puede estar conectado a los elementos estructurales en uno o más puntos, por ejemplo, dos puntos. Por ejemplo, el eje 810 puede estar conectado a los miembros estructurales 806 en tres, cuatro, o cinco puntos. El eje 810 se puede conectar a todos o algunos de los miembros estructurales. El eje 810 puede ser sólido o hueco. El eje 810 puede, por ejemplo, tener una sección circular o sustancialmente circular, sección transversal cuadrada, o sección transversal elíptica. En los puntos del eje 810 se conecta a los miembros estructurales, el eje puede, por ejemplo, ser capaz de girar. Por ejemplo, el eje 810 puede girar libremente a través de agujeros en los extremos inferiores de los miembros estructurales 806. El eje puede ser de cualquier tamaño que es necesario para sostener un recipiente de tamaño deseado. Por ejemplo, el eje puede ser de aproximadamente 2,4 m (8 pies) de largo.

35 **[0184]** En aspectos adicionales del aparato 800, un marco estructural 808 puede comprender un soporte estructural 812. El soporte estructural 812 puede estar conectado al eje 810 en una o más localizaciones a lo largo de la longitud del eje 810, por ejemplo 8 ubicaciones. El soporte estructural 812 puede conectarse al eje 810 de una manera fija, de modo que cuando el eje 810 se gira el soporte estructural 812 se gira también. El soporte estructural 812 puede conectarse con el eje 810 de manera giratoria, de manera que el soporte estructural 812 pueda girarse por el eje 810.

40 **[0185]** El soporte estructural 812 puede comprender una pluralidad de elementos conectados en una disposición para formar el contorno de las superficies exteriores de un contenedor. Por ejemplo, el soporte estructural 812 puede comprender puntales que se extienden radialmente hacia fuera desde el eje 810. Por ejemplo, el soporte estructural 812 puede comprender bucles de conexión de los extremos exteriores de los puntales para formar el perímetro del recipiente. Por ejemplo, el soporte estructural 812 puede comprender puntales de conexión de los bucles, formando el perímetro axial del recipiente. En combinación, los elementos que forman el soporte estructural 812 pueden ser

capaces de soportar la superficie del recipiente. Por ejemplo, la anchura del perímetro del recipiente puede ser de entre aproximadamente 0,9 m (3 pies) y aproximadamente 3,0 m (10 pies), por ejemplo entre aproximadamente 1,8 m (6 pies) y aproximadamente 2,1 m (7 pies).

5 **[0186]** El soporte estructural 812 puede comprender elementos dispuestos para formar el contorno de uno o más recipientes, por ejemplo cuatro contenedores, o siete contenedores. Por ejemplo, puede haber contenedores de una longitud axial de entre aproximadamente 15 cm (6 pulgadas) y de aproximadamente 61 cm (24 pulgadas). Cuando el soporte estructural 812 comprende los contornos de varios recipientes, puede haber un hueco entre cada contenedor. Por ejemplo, los huecos pueden tener una longitud axial de entre aproximadamente 1,3 cm (1/2 pulgadas) y aproximadamente 5,1 cm (2 pulgadas). Algunos contenedores pueden ser más grandes que otros, en los que los recipientes más pequeños representan los huecos entre los recipientes más grandes. El soporte estructural 812 puede comprender una sección sustancialmente transversal circular. Por ejemplo, el soporte estructural 812 puede comprender una sección transversal circular, o una parte de una sección transversal circular. Por ejemplo, el soporte estructural 812 puede comprender la parte inferior de una sección transversal circular.

15 **[0187]** En aspectos adicionales del aparato 800, el soporte estructural 812 puede soportar una o más superficies 814. Los contornos de los contenedores por el soporte estructural 812 pueden tener sus superficies formadas por las superficies 814. Por ejemplo, la superficie 814 puede adjuntarse a uno o más puntos del soporte estructural 812, y pueden formar recipientes capaces de contener material carbonoso. Por ejemplo, la superficie 814 puede cubrir las partes inferiores del soporte estructural 812. Por ejemplo, la superficie 814 puede no cubrir una porción superior del soporte estructural 812, permitiendo así el acceso al contenedor de material carbonoso.

20 **[0188]** El material y el diseño de la superficie 814 depende de, entre otras cosas, el material carbonoso que puede soportarse por la superficie 814. Por ejemplo, puede ser deseable soportar el material carbonoso que tiene partículas por encima de un cierto tamaño, pero permitir que los fluidos contacten con el material carbonoso. Por lo tanto, puede, por ejemplo, ser ventajoso formar la superficie 814 que comprende una pluralidad de poros, en la que los poros son suficientemente grandes para permitir la transmisión sustancial de fluidos a través de la superficie 814, pero suficientemente pequeños como para retener sustancialmente el material carbonoso. Por ejemplo, el fluido transmitido a través de la superficie puede ser un líquido, tal como agua, un gas, tal como aire o vapor, o un fluido supercrítico, tal como dióxido de carbono supercrítico.

25 **[0189]** El material carbonoso retenido por la superficie 814 puede ser, por ejemplo, carbón, que tiene un intervalo de tamaño de partícula particular. Así, en un ejemplo, la superficie 814 puede estar diseñada con poros que tienen un tamaño algo menor que el rango de tamaño de las partículas de carbón, pero lo suficientemente grandes para permitir el paso de vapor de agua, agua, aire y otros fluidos a través de la superficie 814. Por ejemplo, la superficie 814 puede comprender malla de alambre. La malla de alambre puede estar formada de acero, acero inoxidable, acero de carbono u otra aleación adecuada. A modo de ilustración, por ejemplo, los poros de la superficie 814 pueden ser menores de aproximadamente 3 mm (1/8 de pulgada) de diámetro medio, a fin de retener sustancialmente material carbonoso que tiene un tamaño medio de partícula de más de aproximadamente 3 mm (1/8 pulgadas).

35 **[0190]** La superficie 814 puede ser intercambiable. Por ejemplo, las estructuras de soporte 812 pueden estar diseñadas para adaptarse a las diferentes superficies 814. Las superficies 814 puede, por ejemplo, compartir dimensiones similares, pero pueden tener diferentes porosidades. Por ejemplo, una superficie puede tener poros de aproximadamente 6 mm (1/4 pulgada) de diámetro, y una segunda superficie puede tener poros de aproximadamente 3 mm (1/8 pulgada) de diámetro. La superficie 814 puede comprender ya sea la primera o la segunda superficie. Por ejemplo, la superficie 814 puede ser extraíble de los soportes estructurales 812, y una superficie diferente 814 pueden ser instalable. La instalación puede ser fácil, permitiendo de este modo que materiales carbonosos de diferentes tamaños se transporten con sustancialmente el mismo equipo.

40 **[0191]** Los elementos del aparato 800 pueden, por ejemplo, actuar en concierto. Por ejemplo, el material carbonoso puede cargarse en recipientes formados por el bastidor estructural 808 que comprenden uno o más soportes estructurales 812 y una o más superficies 814. Los soportes estructurales pueden colgarse en el eje 810, que a su vez puede colgarse en los miembros estructurales 806, los cuales a su vez pueden colgarse en las cabezas 804. Las cabezas 802 puede tener ruedas que permiten que se muevan a lo largo del carril 802. Por lo tanto, el material carbonoso se puede mover a lo largo del ferrocarril en esta configuración de transporte de carril superior. El material carbonoso puede descargarse, por ejemplo, mediante la rotación del bastidor estructural 808 sobre el eje, permitiendo así que el material carbonoso se derrame a través de una abertura en la parte superior de la superficie 814 de formación de los recipientes.

45 **[0192]** El aparato 800 puede, por ejemplo, ser utilizado en conjunto con el procesador 102. Por ejemplo, el material carbonoso pueden ser transportado por el aparato 800 directamente a un procesador 102. El procesador 102 puede comprender uno o más carriles adecuados para su uso con el aparato 800, de manera que el material carbonoso se puede mover en el procesador con una perturbación mínima. Puede ser ventajoso mover el material carbonoso en reposo en el procesador, a fin de evitar, entre otras cosas, la ruptura del material carbonoso. Cuando las superficies 814 del aparato 800 tengan poros, el material carbonoso puede retenerse, mientras que los diversos fluidos de

trabajo del procesador 102 pueden ponerse en contacto con el material carbonoso.

[0193] La figura 9 es un diagrama de un ejemplo de aparato 900 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de materiales carbonosos. El aparato 900 puede incorporar cualquiera o todos los aspectos de los aparatos 500, 600, y 700, además de otros aspectos. El aparato 900 puede reflejar un ejemplo del procesador 102. El aparato 900 puede incluir un recipiente, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El aparato 900 puede ser adecuado para la mejora del material de carbonoso, por ejemplo, de acuerdo con los métodos descritos en este documento. El aparato 900 puede ser adecuado para su incorporación, por ejemplo, en los sistemas descritos en este documento.

[0194] En varios aspectos descritos en este documento, una sobrecarga sobre carriles de transporte se puede combinar con un procesador tal como el procesador 102, con el fin de facilitar el desplazamiento de material carbonoso dentro y fuera del procesador. Por ejemplo, el procesador 102 puede comprender un recipiente 902, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El recipiente 902 puede estar dispuesto horizontalmente, y puede tener una escotilla 904 en un extremo del recipiente. Por ejemplo, el recipiente 902 puede estar dispuesto horizontalmente, y puede tener dos escotillas, una en cada extremo del recipiente.

[0195] En aspectos adicionales descritos en este documento, un carril puede estar dispuesto sobre la superficie interior del recipiente 902. Por ejemplo, el carril puede ser un carril similar al carril 906 del transporte de carril superior. El carril 906 puede estar adaptado para llevar a un recipiente 908 para contener material carbonoso, y el recipiente 908 se puede mover a lo largo del carril 906. El carril dispuesto en la superficie interior del recipiente 902 puede apoyarse en el carril 906. Por ejemplo, el carril dispuesto en el interior de la superficie del recipiente 902 puede separarse del carril 906 por una distancia en el intervalo de aproximadamente 1,3 cm (1/2 pulgadas) y aproximadamente 30 cm (12 pulgadas). La distancia entre los carriles puede estar diseñada de tal manera que la escotilla 904 pueda cerrar la brecha entre los carriles. La distancia entre los carriles puede estar diseñada de tal manera que una cabeza, moviéndose a lo largo del carril, puede siempre estar en contacto con al menos un carril cuando la cabeza está cruzando la brecha. Por ejemplo, la cabeza puede comprender dos ruedas separadas por un hueco, y el espacio entre las ruedas puede ser mayor que la distancia entre los carriles.

[0196] En aspectos adicionales descritos en este documento, el recipiente 902 puede tener dos escotillas, uno en cada extremo. Un carril puede estar dispuesto sobre la superficie interior del recipiente 902, y un carril puede apoyarse en el carril en la superficie interior del recipiente 902 en cada extremo del recipiente 902. De esta manera, el transporte de carril superior puede transportar material carbonoso hacia un extremo del recipiente 902, y fuera del otro extremo del recipiente 902.

[0197] La Figura 10 es un diagrama de un ejemplo de aparato 1000 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de material carbonoso, o el transporte de materiales carbonosos. El aparato 1000 puede reflejar un ejemplo de un medio de transporte de carril adecuado para su uso con el procesador 102. El aparato 1000 puede también reflejar un medio de transporte adecuado para su uso con el procesador 102 sin carriles.

[0198] En varios aspectos de aparato 1000, el aparato comprende un medio de transporte de carril. En varios aspectos de aparato 1000, el aparato comprende carriles. Los carriles pueden ser de acero, acero de carbono, acero inoxidable, u otro material adecuado para su incorporación en un medio de transporte de carril. Los carriles pueden ser de cualquier longitud necesaria, en función de la distancia que el transporte debe viajar, y el carril se puede incorporar en las uniones, interruptores, zonas de carga, zonas de descarga, u otras adaptaciones.

[0199] En aspectos adicionales del aparato 1000, el aparato comprende ruedas 1002. Por ejemplo, el aparato 1000 puede comprender cuatro ruedas 1002. Las ruedas 1002 pueden girarse, lo que refleja una máquina de colada giratoria, y facilitando de este modo el giro del aparato 1000. Por ejemplo, las ruedas pueden comprender ruedas. En aspectos adicionales del aparato 1000, el aparato comprende ruedas, en el que las ruedas pueden estar diseñadas para girar, no girar, o intercambiarse por un mecanismo de bloqueo. En otros aspectos adicionales del aparato 1000, el aparato comprende ruedas giratorias y no giratorias en combinación. Por ejemplo, un extremo del aparato 1000 puede comprender dos ruedas giratorias, y el otro extremo del aparato 1000 puede comprender dos ruedas no giratorias, lo que refleja ruedas rígidas. Las ruedas 1002 pueden moverse a lo largo de carriles, por ejemplo dos carriles, o pueden adaptarse para moverse a lo largo del suelo u otra superficie horizontal.

[0200] En aspectos adicionales del aparato 1000, un marco estructural 1004 puede estar unido a las ruedas 1002. Por ejemplo, en cualquier vista a lo largo del marco estructural 1004, una máquina de colada 1002 puede estar unida. Una pluralidad de ruedas 1002 puede estar unida al bastidor estructural 1004. Por ejemplo, cuatro ruedas pueden estar unidas al bastidor estructural 1004, por ejemplo una máquina de colada en cada una de las cuatro esquinas inferiores del marco estructural 1004. El marco estructural puede comprender componentes necesarios para sostener o transportar material carbonoso.

[0201] En aspectos adicionales del aparato 1000, un marco estructural 1004 puede comprender un soporte estructural 1006. El soporte estructural 1006 puede estar conectado a las ruedas en uno o más lugares, por ejemplo 4 lugares. El soporte estructural 1006 puede comprender una pluralidad de elementos conectados en una disposición para formar el contorno de las superficies exteriores de un contenedor. Por ejemplo, el soporte

estructural 1006 puede comprender puntales que se extienden horizontal y verticalmente. Por ejemplo, el soporte estructural 1006 puede comprender puntales que se extienden axialmente a lo largo de la longitud del aparato 1000. En combinación, los elementos que forman el soporte estructural 1006 puede ser capaz de soportar la superficie del recipiente.

5
 [0202] El soporte estructural 1006 puede comprender elementos dispuestos para formar el contorno de uno o más recipientes, por ejemplo cuatro contenedores, o siete contenedores. Cuando el soporte estructural 1006 comprende los contornos de varios recipientes, puede haber un hueco entre cada contenedor. Algunos contenedores pueden ser más grandes que otros, en los que los recipientes más pequeños representan los huecos entre los recipientes más grandes. El soporte estructural 1006 puede comprender una sección sustancialmente transversal circular. Por ejemplo, el soporte estructural 1006 puede comprender una sección transversal circular, o una parte de una sección transversal circular. Por ejemplo, el soporte estructural 1006 puede comprender la parte inferior de una sección transversal circular. En otros ejemplos, el soporte estructural 1006 puede comprender un cuadrado, rectangular, trapezoidal, u otra sección transversal que comprende lados rectos. Por ejemplo, el soporte estructural 1006 puede comprender una sección transversal trapezoidal en la que el borde superior del trapezoide es paralelo al borde inferior del trapezoide.

20
 [0203] En aspectos adicionales del aparato 1000, el soporte estructural 1006 puede soportar una o más superficies 1008. Los contornos de los contenedores por el soporte estructural 1006 pueden formar sus superficies por las superficies de 1008. Por ejemplo, la superficie 1008 pueda adjuntarse a uno o más puntos del soporte estructural 1006, y pueden formar recipientes capaces de contener material carbonoso. Por ejemplo, la superficie 1008 puede cubrir las partes inferiores del soporte estructural 1006. Por ejemplo, la superficie 1008 no puede cubrir una porción superior del soporte estructural 1006, permitiendo así el acceso al contenedor de material carbonoso.

25
 [0204] El material y el diseño de la superficie 1008 depende, entre otras cosas, del material carbonoso que puede ser soportado por la superficie 1008. Por ejemplo, puede ser deseable soportar el material carbonoso teniendo partículas por encima de un cierto tamaño, pero permitiendo que los fluidos se pongan en contacto con el material carbonoso. Por lo tanto, puede, por ejemplo, ser ventajoso formar la superficie 1008 que comprende una pluralidad de poros, en la que los poros son lo suficientemente grandes como para permitir que las transmisiones sustanciales de fluidos pasen a través de la superficie 1008, pero lo suficientemente pequeños como para retener sustancialmente el material carbonoso. Por ejemplo, el fluido transmitido a través de la superficie puede ser un líquido, tal como agua, un gas, tal como aire o vapor, o un fluido supercrítico, tal como dióxido de carbono supercrítico.

35
 [0205] El material carbonoso retenido por la superficie 1008 puede ser, por ejemplo, carbón, que tiene un intervalo de tamaño de partícula particular. Así, en un ejemplo, la superficie 1008 puede estar diseñada con poros que tienen un tamaño algo menor que el rango de tamaño de las partículas de carbón, pero todavía lo suficientemente grandes para permitir el paso de vapor de agua, el agua, el aire y otros fluidos a través de la superficie 1008. Por ejemplo, la superficie 1008 puede comprender malla de alambre. La malla de alambre puede estar formada de acero, acero inoxidable, acero de carbono, o de otra aleación adecuada. Por ejemplo, los poros de la superficie 1008 pueden ser menores que aproximadamente 3 mm (1/8 de pulgada) de diámetro medio, a fin de retener sustancialmente el material carbonoso que tiene un tamaño medio de partícula de más de aproximadamente 3 mm (1/8 pulgada).

45
 [0206] La superficie 1008 puede ser intercambiable. Por ejemplo, los soportes de la estructura 1006 pueden estar diseñados para adaptarse a las diferentes superficies de 1008. Las superficies 1008 pueden, por ejemplo, compartir dimensiones similares, pero pueden tener diferentes porosidades. Por ejemplo, una superficie puede tener poros de aproximadamente 6 mm (1/4 pulgada) de diámetro, y una segunda superficie puede tener poros de aproximadamente 3 mm (1/8 pulgada) de diámetro. La superficie 1008 puede comprender ya sea la primera o la segunda superficie. Por ejemplo, la superficie 1008 puede ser desmontable de los soportes estructurales 1006, y una superficie diferente 1008 puede ser instalable. La instalación puede ser fácil, permitiendo de este modo materiales carbonosos de diferentes tamaños para transportarse con sustancialmente el mismo equipo.

50
 [0207] La Figura 11 es un diagrama de un ejemplo de aparato 1100 para su uso en, entre otras cosas, la mejora de materiales carbonosos. El aparato 1100 puede incorporar cualquiera o todos los aspectos de los aparatos 500, 600, 700, y 900, además de otros aspectos. El aparato 1100 puede reflejar un ejemplo del procesador 102. El aparato 1100 puede incluir un recipiente, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El aparato 1100 puede ser adecuado para la mejora de material carbonoso, por ejemplo, de acuerdo con los métodos descritos en este documento. El aparato 1100 puede ser adecuado para su incorporación, por ejemplo, en los sistemas descritos en este documento.

60
 [0208] En varios aspectos descritos aquí, un medio de transporte o medio de transporte de carril se pueden combinar con un procesador tal como el procesador 102, con el fin de facilitar el desplazamiento de material carbonoso dentro y fuera del procesador. Por ejemplo, el procesador puede comprender un recipiente 1102, capaz de resistir la presión superior a la atmosférica. El recipiente 1102 puede estar dispuesto en posición horizontal, y puede tener una escotilla 904 en un extremo del recipiente. Por ejemplo, el recipiente 1102 puede estar dispuesto horizontalmente, y puede tener dos escotillas, una en cada extremo del recipiente.

[0209] En aspectos adicionales descritos aquí, uno o más carriles pueden estar dispuestos en la superficie interior del recipiente 1102. Por ejemplo, los carriles pueden ser carriles similares a los carriles de 1106 del medio de transporte de carril. Por ejemplo, puede haber dos carriles de 1106, y dos carriles dispuestos en la superficie interior del recipiente 1102. Los carriles 1106 puede estar adaptados para llevar un recipiente 1108 para la celebración de material carbonoso, y el recipiente 1108 puede moverse a lo largo de los carriles 1106. Los carriles dispuestos en la superficie interior del recipiente 1102 pueden apoyarse de los carriles 1106. Por ejemplo, los carriles dispuestos en el interior de la superficie del recipiente 1102 pueden estar separados de los carriles 1106 por una distancia en el intervalo de aproximadamente 1,3 cm (1/2 pulgadas) y aproximadamente 30 cm (12 pulgadas). La distancia entre los carriles puede estar diseñada de tal manera que la escotilla 1104 puede cerrarse en el espacio entre los carriles. La distancia entre los carriles puede estar diseñada de tal manera que un recipiente 1108, moviéndose a lo largo de los carriles, puede siempre estar en contacto con al menos dos carriles cuando el recipiente 1108 está cruzando la brecha. Por ejemplo, el recipiente 1108 puede comprender cuatro ruedas, con un frente de dos ruedas separadas por un espacio de unas dos ruedas traseras, y la brecha entre las ruedas delantera y trasera puede ser mayor que la distancia entre los carriles.

[0210] En aspectos adicionales descritos en este documento, el recipiente 1102 puede tener dos escotillas, uno en cada extremo. Los carriles pueden estar dispuestos en la superficie interior del recipiente 1102, y los carriles pueden apoyarse en el carril en la superficie interior del recipiente 1102 en cada extremo del recipiente 1102. De esta manera, el transporte de carril puede transportar material carbonoso en un extremo del recipiente 1102, y fuera del otro extremo del recipiente 1102.

[0211] En otros aspectos adicionales descritos en este documento, una superficie horizontal está dispuesta en el interior del recipiente 1102. Por ejemplo, el transporte se puede mover desde fuera del recipiente 1102 en el interior del recipiente 1102 por rodamiento sobre sus ruedas a lo largo del suelo o una plataforma fuera del recipiente 1102 y sobre la superficie horizontal dispuesta en el interior del recipiente 1102.

EJEMPLOS Y REALIZACIONES ADICIONALES

Ejemplo 1

[0212] El carbón, teniendo un peso inicial de 34 toneladas (75,000 libras), se carga en un carro. El contenido total de humedad del carbón es 32 por ciento. Por lo tanto, el peso en seco de carbón de partida es de 23 toneladas (51.000 libras), y el resto comprende agua con un peso de 11 toneladas (24.000 libras). El carro pesa 7 toneladas (15.000 libras). La temperatura inicial del carbón y el carro es de 16°C (60°F).

Paso 1: El agua a 93°C (200°F) se riega sobre el carbón. Como resultado de ello, el carbón se calienta y la superficie del carbón se humedece. La temperatura de los aumentos de carbón a 66°C (150°F); la temperatura de los aumentos de la carretilla a 66°C (150°F); la temperatura del agua disminuye a 66°C (150°F); la humedad total del carbón aumenta a 40 por ciento; el peso total del carbón aumenta a 37 toneladas (81.000 libras), incluyendo el agua con un peso de 14 toneladas (30.000 libras). La demanda de calor total es de $4,0 \times 10^6$ J (3.809.700 BTU). Las necesidades totales de agua para el paso 1 es de 35 toneladas (76.194 libras).

Paso 2: El carbón se mueve desde los carros de vibración centrifugadores para eliminar la humedad superficial. Como resultado de ello, el carbón se seca hasta un contenido de humedad total de 34 por ciento. El peso total del carbón se disminuye hasta 35 toneladas (76.140 libras), y el peso total de agua del carbón se disminuye hasta 11 toneladas (25,140 libras). 2,2 toneladas (4.860 libras). de agua se drena por la centrifuga.

Paso 3: Los carros se mueven en un procesador. El procesador es un recipiente cerrado. Después de que los carros que contienen el carbón se mueven en el procesador, el procesador se sella. El procesador está conectado a un tanque de recuperación de energía. El tanque de recuperación de energía se carga con vapor de agua residual de un ciclo previo. El tanque de recuperación de energía se ventila en el procesador, admitiendo de ese modo vapor en el procesador. El tanque de recuperación de energía está a una temperatura de 243°C (470°F) antes de la ventilación, y 100°C (212°F) después de la ventilación. El vapor de expansión generado es 17.016 por ciento. El vapor de expansión generado es el porcentaje en peso de vapor generado por el estrangulamiento adiabático del volumen de agua aislado en el tanque de recuperación de energía cuya presión se reduce de 3.447 kPa (500 psig) a la presión atmosférica. Como resultado de la exposición del carbón al vapor de agua, el peso del agua de carbón se disminuye a 9 toneladas (19,796 libras).

Paso 4: Añadir más vapor al procesador. El vapor a 260°C (500°F) y 3447 kPa (500 psig) se inyecta en el procesador. Como resultado de ello, el carbón se seca hasta un contenido de humedad total de 8 por ciento. Tenga en cuenta que el agua que se pierde desde el carbón durante esta fase se deriva principalmente del interior del carbón. El peso del agua de carbón se disminuye a 2,4 toneladas (5.344 libras). El peso total de carbón se disminuye a 26 toneladas (56,344 libras). La temperatura de carbón se aumenta a 260°C (500°F). La temperatura del carro se aumenta a 260°C (500°F). La temperatura del procesador se aumenta a 260°C (500°F). La necesidad total de vapor de agua es 9518 kg (20,894 libras). Como resultado de la calefacción con vapor, el requerimiento total de energía es $2,3 \times 10^{10}$ J (22.223.536 BTU). Tenga en cuenta que en un ciclo de puesta en

ES 2 617 623 T3

marcha, el depósito de recuperación de energía está vacío y no se ventila en el procesador. Por lo tanto, se necesita más nuevo vapor para aumentar el carbón a 260°C (500°F) en esa situación.

5 Paso 5: Se sella el tanque de recuperación de energía. El tanque de recuperación de energía está cerrado desde el procesador. El vapor de agua almacenada en el tanque está reservado para uso en el siguiente ciclo.

10 Paso 6: Se enfría el carbón. Se abre una fuente de aire presurizado conectado al procesador y operado para mantener una presión constante en el procesador. Se abre una fuente de agua conectada al procesador y se pulveriza agua sobre el carbón. A medida que el procesador se enfría, y el vapor dentro del procesador se condensa, se añade continuamente aire comprimido para mantener una presión sustancialmente constante. Como resultado, el contenido de humedad del carbón se aumenta a 18 por ciento. Tenga en cuenta que el agua obtenida por el carbón durante esta fase se acumula principalmente en la superficie del carbón. El peso total de carbón se aumenta a 28 toneladas (61,978 libras). El total de agua pulverizada es de 49 toneladas (107,957 libras). El agua pulverizada es de 38°C (100°F), y después de la pulverización, la temperatura del agua se aumenta a 93°C (200°F). La temperatura de carbón se disminuye a 38°C (100°F). La temperatura del procesador se reduce a 149°C (300°F). La temperatura del carro se disminuye a 38°C (100°F). Las necesidades totales de energía son $-2.1 \times 10^{10} \text{ J}$ (-19.795.665 BTU).

20 Paso 7: Se ventila el procesador. El procesador se ventila por la apertura de una válvula o apertura de la escotilla, o ambas, para devolver la presión dentro del procesador a la presión atmosférica.

25 Paso 8: Se centrifuga el carbón. El carbón se elimina del procesador y se coloca en una centrifugadora. Como resultado se elimina una parte del agua en la superficie del carbón, reduciendo el contenido de humedad total del carbón a 12 por ciento. El peso final del carbón es de 26 toneladas (58,259 libras). Por lo tanto, el peso del carbón se reduce por la totalidad del proceso por 7594 kg (16,741 libras).

Ejemplo 2

30 **[0213]** El carbón, teniendo un peso inicial de 34 toneladas (75,000 libras), se carga en un carro. El contenido total de humedad del carbón es de 32 por ciento. Por lo tanto, el peso en seco de carbón de partida es de 23 toneladas (51.000 libras), y el resto comprende agua con un peso de 11 toneladas (24.000 libras). El carro pesa 6,8 toneladas (15.000 libras). La temperatura inicial del carbón y el carro es de 16°C (60°F).

35 Paso 1: El agua a 93°C (200°F) se riega sobre el carbón. Como resultado de ello, el carbón se calienta y la superficie del carbón se humedece. La temperatura del carbón se aumenta a 65°C (150°F); la temperatura del carro se aumenta a 65°C (150°F); la temperatura del agua se disminuye a 65°C (150°F); la humedad total del carbón se aumenta a 40 por ciento; el peso total del carbón se aumenta a 37 toneladas (81.000 libras), incluyendo el agua con un peso de 14 toneladas (30.000 libras). La demanda de calor total es de $4 \times 10^9 \text{ J}$ (3.809.700 BTU). Las necesidades totales de agua para el paso 1 son de 35 toneladas (76,194 libras).

40 Paso 2: El carbón se mueve desde los carros a centrifugadoras de vibración para eliminar la humedad superficial. Como resultado de ello, el carbón se seca hasta un contenido de humedad total de 34 por ciento. El peso total del carbón se disminuye hasta 35 toneladas (76.140 libras), y el peso total de agua del carbón se disminuye hasta 11 toneladas (25,140 libras). 2204 kg (4,860 lbs.) de agua se drena por la centrifuga.

45 Paso 3: Los carros se mueven en un procesador. El procesador es un recipiente cerrado. Después de que los carros que contienen el carbón se muevan en el procesador, el procesador se sella. El procesador está conectado a un tanque de recuperación de energía. El tanque de recuperación de energía se carga con vapor de agua residual de un ciclo previo. El tanque de recuperación de energía se ventila en el procesador, admitiendo de ese modo vapor en el procesador. El tanque de recuperación de energía está a una temperatura de 243°C (470°F) antes de la ventilación, y 100°C (212°F) después de la ventilación. El vapor de expansión generado es 17.016 por ciento. El vapor de expansión generado es el porcentaje en peso de vapor generado por el estrangulamiento adiabático del volumen de agua aislado en el tanque de recuperación de energía cuya presión se reduce de 3.447 kPa (500 psig) a la presión atmosférica. Como resultado de la exposición del carbón al vapor de agua, el peso del agua de carbón se disminuye a 9 toneladas (19,796 libras).

50 Paso 4: El tanque de recuperación de energía también contiene agua. El agua del tanque de recuperación de energía se descarga a través de un intercambiador de calor. El agua del tanque de recuperación de energía está en 166°C (331°F) antes de entrar en el intercambiador de calor, y 93°C (200°F) después de entrar en el intercambiador de calor. La cantidad total de agua en el tanque de recuperación de energía es de 17 toneladas (37,322 libras). Por lo tanto, la energía total transferida en el intercambiador de calor es $5 \times 10^9 \text{ J}$ (4999736 BTU).

55 Paso 5: Se añade más vapor al procesador. Se coce a vapor a 260°C (500°F) y 3447 kPa (500 psig) se inyecta en el procesador. Como resultado de ello, el carbón se seca hasta un contenido de humedad total de 8 por ciento. Tenga en cuenta que el agua que se pierde desde el carbón durante esta fase se deriva principalmente del interior del carbón. El peso del agua de carbón se disminuye a 2423 kg (5.344 libras). El peso total de carbón

se disminuye a 26 toneladas (56,344 libras). La temperatura de carbón se aumenta a 260°C (500°F). La temperatura de carro se aumenta a 260°C (500°F). La temperatura del procesador se aumenta a 260°C (500°F). La necesidad total de vapor de agua es 9477 kg (20,894 libras). Como resultado de la calefacción con vapor, el requerimiento total de energía es 2×10^{10} J (22.223.536 BTU). Tenga en cuenta que en un ciclo de puesta en marcha, el depósito de recuperación de energía está vacío y no se ventila en el procesador. Por lo tanto, se necesita más nuevo vapor para aumentar el carbón a 260°C (500°F) en esa situación.

Paso 6: Se sella el tanque de recuperación de energía. El tanque de recuperación de energía está cerrado desde el procesador. El vapor de agua almacenado en el tanque está reservado para uso en el siguiente ciclo.

Paso 7: Se enfría el carbón. Se abre una fuente de aire presurizado conectado al procesador y operado para mantener una presión constante en el procesador. Se abre una fuente de agua conectada al procesador y se pulveriza agua sobre el carbón. A medida que el procesador se enfría, y el vapor dentro del procesador se condensa, se añade continuamente aire comprimido para mantener una presión sustancialmente constante. Como resultado, el contenido de humedad del carbón se aumenta a 18 por ciento. Tenga en cuenta que el agua obtenida por el carbón durante esta fase se acumula principalmente en la superficie del carbón. El peso total de carbón se aumenta a 28 toneladas (61,978 libras). El total de agua pulverizada es de 49 toneladas (107,957 libras). El agua pulverizada es de 38°C (100°F), y después de la pulverización, la temperatura del agua se aumenta a 93°C (200°F). La temperatura de carbón se disminuye a 38°C (100°F). La temperatura del procesador se reduce a 149°C (300°F). La temperatura del carro se disminuye a 38°C (100°F). Las necesidades totales de energía es de -2×10^{10} J (-19.795.665 BTU).

Paso 8: Se ventila el procesador. El procesador se ventila por la apertura de una válvula o apertura de la escotilla, o ambas, para devolver la presión dentro del procesador a la presión atmosférica.

Paso 9: Se centrifuga el carbón. El carbón se elimina del procesador y se coloca en una centrifugadora. Como resultado se elimina una parte del agua en la superficie del carbón, reduciendo el contenido de humedad total del carbón a 12 por ciento. El peso final del carbón es de 26 toneladas (58,259 libras). Por lo tanto, el peso del carbón se reduce durante la totalidad del proceso en 7593 kg (16,741 libras).

Ejemplo 3

[0214] El carbón se extrae del almacenamiento y se desplaza por la cinta transportadora a la trituradora y es el mismo se dimensiona. El equipo aplasta partículas que excedan de un tamaño de 1,9 cm (3/4 pulgada). El carbón que sale de la trituradora está dimensionado para 0 cm x 1,9 cm (0 pulgadas x 3/4 pulgadas).

[0215] El carbón se transporta a la pantalla y se procesa. La proyección separa el carbón en función del tamaño de las partículas. Las partículas pequeñas ("polvo") de menos de 3,2 mm (1/8 pulgada) se eliminan del flujo de carbón y se transportan al almacenamiento de producto y a la instalación de mezcla. El carbón filtrado es ahora de tamaño 3,2 mm (1/8 pulgadas) x 1,9 cm (3/4 pulgada).

[0216] El carbón se transporta a la plantilla húmeda y se procesa. El carbón pasa a través de un baño de agua de una densidad especificada que causa que el carbón deseado, que es más ligero, se separe de los contaminantes, que son más pesados. El agua utilizada en la plantilla en húmedo es agua caliente extraída de un tanque en un sistema de reciclaje de agua. En consecuencia, la plantilla húmeda también eleva la temperatura del carbón a aproximadamente 65°C (150°F).

[0217] El carbón se transporta a la centrifuga y se procesa. La centrifuga elimina el exceso de humedad de la superficie del carbón usando una acción de giro. La humedad eliminada del carbón se canaliza a un depósito en el sistema de reciclaje de agua.

[0218] Carros de manipulación de carbón están cargados de carbón. Los carros están contruidos de una malla de alambre para permitir que la humedad eliminada del carbón durante el procesamiento se drene del carro. Los carros están suspendidos de un monocarril. Los carros viajan por el monocarril en el procesador. La puerta de recipiente está cerrada y sellada.

[0219] Se abre una válvula entre el procesador y el tanque de recuperación de energía, permitiendo la igualación de la presión y la temperatura de los dos recipientes. El tanque de recuperación de energía contiene condensado de vapor y el agua extraída del carbón durante el ciclo de procesamiento previo, y estará en un estado de temperatura y presión elevadas. Permitir que los dos recipientes se igualan con eficacia eleva la temperatura y la presión en el procesador mediante la recuperación de energía capturada durante el lote anterior. El líquido restante en el tanque de recuperación de energía se drena a un depósito en el sistema de reciclaje de agua.

[0220] El vapor de la caldera se administra al procesador hasta que se cumplan las condiciones de presión y temperatura prescritas. El flujo de vapor se continúa cuando sea necesario con el fin de mantener la temperatura y la presión en los niveles prescritos durante aproximadamente 20 minutos. Durante esta fase, la válvula que conecta el

ES 2 617 623 T3

recipiente de procesador y el recipiente de recuperación de energía permanece abierta de modo que a medida que el vapor se condense y/o el agua se extraiga del carbón, el líquido puede drenar en el recipiente de recuperación de energía.

5 **[0221]** El flujo de vapor en el recipiente de procesador se detiene. La válvula que conecta el recipiente de procesador en el recipiente de recuperación de energía está cerrada. El flujo de aire comprimido al recipiente de procesador se abre y se ajusta para mantener el nivel de presión actual en el recipiente.

10 **[0222]** Agua de enfriamiento, extraída de un tanque en el sistema de reciclaje de agua, se envía al recipiente y se pulveriza sobre el carbón para iniciar el enfriamiento. El agua de enfriamiento, el condensado de vapor, y cualquier humedad de superficie residual lavada del carbón se retienen dentro del recipiente de procesador sellado. Esta fase continúa hasta que la temperatura del carbón se reduzca a 38°C (100°F).

15 **[0223]** Una válvula que conecta el recipiente de procesador a un recipiente en el sistema de reciclado de agua se abre y el líquido drenado desde el recipiente al tanque. Después de limpiar el recipiente de líquido, la válvula se cierra. Un respirador en el recipiente de procesador se abre para permitir que el nivel de presión caiga a condiciones atmosféricas.

20 **[0224]** La puerta de recipiente de procesador se abre y el carro de manejo de carbón se rodó fuera del recipiente. Los carros viajan por el monorriel a la estación de descarga del carro donde el carbón se descarga de las cintas transportadoras.

25 **[0225]** El carbón se transporta a la centrífuga y se procesa. La centrífuga elimina el exceso de humedad de la superficie del carbón. La humedad extraída del carbón se canaliza al sistema de reciclaje de agua.

30 **[0226]** El carbón se transporta a la estación de recubrimiento de productos, en la que el carbón se recubre con espuma supresora de polvo/anti-oxidante/retardante del fuego. El carbón se transporta al almacenamiento del producto terminado y la instalación de mezcla.

30 Ejemplo 4

[0227] La siguiente tabla ilustra algunas suposiciones hechas para ciertos cálculos y simulaciones relativas a algunos de los ejemplos descritos en este documento, incluyendo los ejemplos 1 y 2:

35

Descripción y Unidad	Value
Densidad de acero	7817 kgm ⁻³ (488 lb/ft ³)
Cuerpo del recipiente y espesor de extremos	2,5 cm (1 pulgada)
Calor específico del acero	419J/kg/°C (0,1 BTU/(lb-°F))
Calor específico del carbón (que se supone seco)	1382J/kg/°C (0,33 BTU/(lb-°F))
Radiación y pérdida de convección libre del recipiente aislado	567kJ/hr/m ² (50 Btu/hr-ft ²)
Calor específico del agua	4187J/kg/°C (1,0 Btu/(lb-°F))
Energía requerida para reducir la humedad interior de carbón en el paso 4 (dado)	79kJ/kg (34 BTU/lb)
Recipientes se aíslan, pulgadas	15 cm (6 pulgadas)
Cuando el recipiente se enfría, la pérdida de radiación del recipiente	567kJ/hr/m ² (50 Btu.hr/ft ²)
La temperatura de equilibrio del recipiente en la descarga de carbón	149°C (300°F)
Entalpía de descarga de recipiente a 105 psia a 200°F situado directamente aguas abajo del intercambiador de calor para precalentar el agua de alimentación	79kJ/kg(168,31 BTU/lb)
Se añade función de caldera	2472kJ/kg (1.063,62 BTU/lb)
Eficiencia de caldera, por ciento	85
Función relacionada con trabajo de compresor o bomba no representado	
Densidad del carbón	801 kg/m ³ (50lbs/ft ³)
Ninguna condensación se produce cuando el tanque se ventila en el recipiente de proceso	

60

Ejemplo 5

[0228] Las siguientes tablas ilustran ciertos aspectos ilustrativos de los métodos, sistemas y aparatos descritos en el presente documento. La siguiente tabla ilustra algunos aspectos ejemplares de un recipiente de recuperación de energía:

Descripción	Valor	Unidad
Recipiente es de 1,2 m (4 ') de diámetro, 10,7 m (35') de largo, 2,5 cm (1") de espesor		
Peso de la concha	8282	kg (18,259 libras)
Diámetro externo	1,27	m (4167 pies)
Diámetro interno	1,22	m (4 pies)
Longitud	10,7	m (35 pies)
Densidad (de acero)	7817	kg/m ³ (488 lb/ft ³)
Peso de tapas terminales esféricas	947	kg (2087 libras)
Número de tapas	2	
Peso de recipiente de ventilación total	9228	kg (20,345 libras)
Superficie exterior del recipiente (aislada)	48	m ² (513 pies ²)
Superficie exterior de tapas terminales (aislada)	6,3	m ² (68 pies ²)
Área exterior total	54	m ² (582 pies ²)
volumen del tanque	51	m ³ (1793 pies ³)

[0229] La siguiente tabla ilustra algunos aspectos ejemplares de un procesador:

Descripción	Valor	Unidad
Recipiente es 29 m (96") de diámetro, 21 m (70 ') de largo, 2,5 cm (1") de espesor		
Peso del armazón	32.790	kg (72.290 libras)
Diámetro externo	2,5	m (8167 pies)
Diámetro interno	2,4	m (8 pies)
Longitud	21	m (70 pies)
Densidad (de acero)	30	m ³ /kg (488 libra/pie ³)
Peso de tapas terminales esféricas	1874	kg (4131 libras)
Número de tapas	2	
Elementos internos (dados)	272	kg (600 libras)
Peso total del recipiente de procesamiento	34.936	kg (77.021 libras)
Superficie exterior del recipiente (aislada)	177	m ² (1.906 pies ²)
Superficie exterior de tapas terminales (aislada)	22	m ² (236 pies ²)
Área exterior total	199	m ² (2.142 pies ²)
Volumen del tanque (vacío)	406	m ³ (14.342 pies ³)
Volumen del tanque (cargado con carbón)	364	m ³ (12.842 pies ³)

ES 2 617 623 T3

[0230] La siguiente tabla ilustra algunos aspectos ejemplares de los carros y cestas:

Descripción	Valor	Unidad
Peso de cestas y carro de 2.500 libras cada uno		
Peso total de 6 carros en un lote	6804	kg (15,000 libras)

[0231] La siguiente tabla ilustra algunos aspectos ejemplares de la transformación de material carbonoso que comprenden carbón:

Descripción	Valor	Unidad
Cada cesta tiene 1,25 toneladas de carbón		
Cesta	1134	kg (2.500 lbs)
Número de cestas por carro	5	
Número de carros por lote	6	
Peso total del carbón por lote	34019	kg (75,000 lbs)
Condiciones de inicio del tanque de ventilación están a 500 psig, líquido saturado, se asume medio lleno, capaz de expandirse en el recipiente de tratamiento con la carga de carbón.	23	m ³ (805,68 pie ³)
Con este volumen de agua de expansión, se calcula la presión de equilibrio	392	m ³ (13.829,53 pies ³)
Calidad (C = f(P) en hf dado (original P & T))	0,170	calidad
Peso de agua evaporada	1528	kg (3.368,50 libras)
vg a presión	0,26	m ³ /kg (4.231 pies ³ /libras)
Volumen calculado ocupado por el vapor evaporado	404	m ³ (14.252,13 pies ³)
Diferencia porcentual entre el volumen calculado y disponible	(3,06)	%
Peso de agua drenada del tanque de ventilación	16929	kg (37.322.,19 lbs)
Calor capturado por el intercambiador de calor	5,2x10 ⁹ J	4.902.860 BTU)

Ejemplo 6

[0232] Con el fin de evaluar el efecto de las condiciones de tratamiento en un procesador a escala de laboratorio, se lleva a cabo una serie de casos de prueba, cada uno exhibiendo una combinación única de presión, temperatura y tiempo. La gama general de las condiciones se basa, en parte, en la comprensión de los procesos físicos y las capacidades del equipo.

[0233] Las presiones se examinan en el intervalo de 3.447 kPa (500 psig) a 4.826 kPa (700 psig). Las temperaturas se examinan en el intervalo de 242°C (467°F) a 262°C (503°F). El tiempo de procesamiento se examina en el intervalo de 15 minutos a 25 minutos. El tamaño máximo de las partículas de material carbonoso examinado es de 1,9 cm (0,75 pulgadas). El tamaño mínimo de partículas de material carbonoso examinado es de 3,2 mm (0,125 pulgadas). La siguiente tabla ilustra las condiciones específicas que se examinan.

Nº de Caso	Presion de vapor	Temperatura del vapor	Tiempo de procesamiento (min)
1	3.447 kPa (500 psig)	244°C (467,1°F)	15
2			20
3			25
4	3.792 kPa (550 psig)	247°C (477,1°F)	15
5			20
6			25
7	4.137 kPa (600 psig)	252°C (486,3°F)	15
8			20
9			25
10	4.482 kPa (650 psig)	257°C (495,0°F)	15
11			20
12			25
13	4.826 kPa (700 psig)	262°C (503,2°F)	15
14			20
15			25

[0234] El tiempo de procesamiento es la cantidad de tiempo que el carbón se mantiene a la presión y la temperatura especificadas. Se requiere tiempo adicional para adecuar el recipiente y su contenido haasta las condiciones de procesamiento. Termopares y transductores de presión dentro del recipiente y la lecho de carbón señalan cuándo se haya alcanzado las condiciones requeridas.

Ejemplo 7

[0235] En la escala de laboratorio, se ejecutan pruebas para medir la eficiencia de la estación de precalentamiento independientemente de los casos de prueba anteriores. A escala de laboratorio, no se presupone que las pruebas sucederán en rápida sucesión, por lo tanto, el agua de proceso se habrá enfriado significativamente en el momento en que se realiza el siguiente precalentamiento. En consecuencia, la escala de laboratorio incluye un calentador sumergible para calentar el agua de proceso a la temperatura registrada durante el drenaje del recipiente.

[0236] En la cámara de precalentamiento, el agua se pulveriza sobre las cestas de carbón y se coloca en una cuenca. El volumen total de agua disponible es una cantidad fija en base a la cantidad drenada desde el recipiente después del procesamiento y enfriamiento. El agua de precalentamiento se recicla de la cuenca y se vuelve a pulverizar según sea necesario en función del tiempo de precalentamiento prescrito para la prueba. El objetivo del ensayo es la medición de la temperatura del lecho de carbón en intervalos de 30 segundos durante un tiempo máximo de precalentamiento de 30 minutos.

Ejemplo 8

[0237] La prueba se realiza para medir el peso y la temperatura de lecho del material justo antes de, y justo después de completar el secado por centrifugación. La humedad de la superficie (y sólidos incidentales) eliminada por la centrifugadora se captura. Los datos recogidos permiten establecer la reducción de la humedad de la superficie y la pérdida de temperatura.

Ejemplo 9

[0238] En el proceso a escala de laboratorio manual, un interés en el diseño de manejo de materiales es en el tamaño específico y la configuración de las cestas y carros usados para contener el carbón en el recipiente. A fin de promover el más alto grado de enfriamiento de vapor y la saturación de agua de la capa de carbón, las paredes exteriores de las cestas se construyen de malla de acero con aberturas de tamaño adecuado para las partículas mínimas de carbón (3,2 mm (1/8 de pulgada), y la parte superior de las cestas está abierta. Las cestas están dispuestas en el carro de modo que se permitan huecos entre cestas de aproximadamente 1 pulgada para permitir la saturación de vapor.

[0239] El examen del diseño de la cesta y del carro se lleva a cabo mediante la variación de la separación entre las cestas para permitir un mejor flujo de vapor al lecho de carbón. Independiente de las pruebas de procesamiento anteriores, un experimento de permeabilidad de lecho se llevó a cabo para medir la velocidad a la que el agua fluye a través del lecho de carbón dentro de una cesta de carro. Esto proporciona una medida de la eficiencia del diseño con respecto a la capacidad de arrojar líquido a medida que se extrae del carbón durante el procesamiento.

Ejemplo 10

[0240] El sistema de escala de laboratorio incorpora un sistema de adquisición de datos basado en PLC incluyendo termopares, transductores de presión y sensores de nivel de líquido para registrar datos a intervalos prescritos durante el proceso. También se realizará una escala colgante industrial. Los siguientes datos de prueba se registran en varios puntos del proceso:

5
10
15
20
25

Point Proceso	Fecha de grabación de datos de prueba	Frecuencia de datos
Durante Pre calentamiento	Temperatura del agua de pre calentamiento y temperatura del lecho de carbón	Intervalos de 30 min
Antes de Centrífuga	Peso bruto de cestas de carbón	Única medición
Centrífuga	Peso y volumen de agua recogida	Única medición
Después de centrífuga	Peso bruto de cestas de carbón	Única medición
Recipiente a presión	Presión en el recipiente, temperatura en el recipiente, temperatura en el lecho de carbón, y nivel de agua en el recipiente	Intervalos de 30 min
Después de recipiente a presión	Peso, volumen, y temperatura del agua de proceso. Peso bruto de cestas.	Única medición
Centrífuga	Peso y volumen de agua recogida	Única medición
Después de centrífuga	Peso bruto de cestas	Única medición

[0241] Las temperaturas de la capa de carbón dentro de la cámara de pre calentamiento y el interior del recipiente se miden por los termopares colocados estratégicamente dentro del lecho de carbón.

30

Ejemplo 11

[0242] El proceso a escala de laboratorio de este ejemplo no tiene que incluir equipos de preparación de carbón que pueden ser parte de una implementación a gran escala. En consecuencia, la materia prima procesada en la escala de laboratorio se prepara por un proveedor de terceros para cumplir con las siguientes especificaciones: se tritura a un tamaño máximo de partícula de 1,9 cm (0,75 pulgadas); se controla a un tamaño de partícula mínimo de 3,2 mm (0,125 pulgadas); y reformulado al aire para reducir el contenido de minerales y otras materias extrañas. La materia prima resultante se envía a Standard Laboratories, Inc., en West Virginia, para su análisis. Lotes separados, si se requieren, se segregan en almacenamiento. Cada carro y cesta se identifican individualmente y se pesan para determinar el peso de tara.

35
40

[0243] El procedimiento estándar para la realización de casos de prueba incluye las siguientes actividades:

1. Cargar cuatro cestas para un caso de prueba. Registrar peso bruto de cestas individuales.
2. Cargar cestas en la cámara de pre calentamiento.
3. Iniciar pulverización de pre calentamiento. Registrar temperatura de agua y temperatura de lecho de carbón a intervalos de 30 segundos. Registrar la última temperatura del lecho de carbón justo antes de la extracción.
4. Retirar las cestas de la cámara de pre calentamiento y registrar el peso bruto.
5. Vaciar las cestas en centrífuga y operar centrífuga. Registrar el peso y el volumen de la humedad de superficie removida.
6. La centrífuga se vacía en la cesta. Registrar el peso bruto de las cestas.
7. Cargar las cestas en un carro y cargar el carro en el recipiente. Enviar vapor al recipiente. Registrar la presión del vapor y la temperatura en la caldera, la temperatura, la presión y el nivel de líquido en el recipiente, y la temperatura en el lecho de carbón en intervalos de 30 segundos durante el calentamiento del recipiente y fases de temperatura sostenida.
8. Registrar la temperatura "final", la presión y el nivel de líquido en el recipiente, y la temperatura en el lecho de carbón antes de iniciar la fase de enfriamiento.
9. Iniciar el enfriamiento del recipiente mediante la apertura de las válvulas de pulverización de enfriamiento y válvula de aire comprimido. Registrar la temperatura, la presión y el nivel de líquido en el recipiente, y la temperatura en el lecho de carbón en intervalos de 30 segundos durante el enfriamiento, terminando cuando la temperatura máxima del lecho de carbón llega a 140°F. Liberar la presión del recipiente y abrir la escotilla.
10. Retirar el carro del recipiente y eliminar las cestas del carro. Anotar el peso bruto de las cestas.
11. Vaciar las cestas en centrífuga y operar la centrífuga. Registrar el peso y el volumen de la humedad de superficie removida.
12. La centrífuga se vacía en la cesta. Anotar el peso bruto de las cestas.

45
50
55
60
65

13. Aplicar espuma supresora de polvo a carbón procesado y almacenar carbón en almacenamiento segregado.

[0244] Muestras del carbón procesado se envían a los laboratorios para el análisis estándar dentro de 1 día del procesamiento. Una segunda muestra se envía para su análisis después de una semana en condiciones ambientales para confirmar que la humedad no ha sido re-absorbida.

Ejemplo 13

[0245] El análisis de datos se lleva a cabo en dos niveles: técnicos y económicos. En el aspecto técnico, los datos de prueba se utilizan para confirmar que el procesador era eficaz en la reducción del contenido de humedad del carbón. Además, los resultados de varios casos de prueba realizados a condiciones variables de temperatura, presión y tiempo se analizan para determinar qué relaciones de causa y efecto existen entre las diversas condiciones y las propiedades del carbón resultantes.

[0246] Los datos de prueba también se utilizan para refinar el modelo de proceso a base de ordenador de los métodos y sistemas. Un refinamiento adicional de este modelo hace que sea un predictor más fiable de propiedades de los materiales carbonosos para las condiciones no específicamente evaluadas durante la escala de laboratorio.

[0247] En el aspecto económico, los datos de prueba se utilizan para determinar el valor de calentamiento, y por lo tanto el valor económico del producto que puede producirse. Los resultados también proporcionan información relativa a la capacidad directa del modelo a escala de laboratorio y estimaciones más fiables de la capacidad del procesador a gran escala.

[0248] Sobre la base de estos hallazgos, los gastos de capital y costos de operación se estiman para una planta a escala industrial y se sometieron a análisis financiero estándar para establecer la viabilidad económica del proceso.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

Reivindicaciones

- 5
1. Un método, que comprende:
- la reducción del contenido de agua en un material carbonoso mediante el calentamiento del material carbonoso con vapor a presión superior a la atmosférica; y el enfriamiento del material carbonoso con agua a una temperatura de menos de 100°C (212°F), mientras se controla la presión del material carbonoso a presión superior a la atmosférica,
- 10
- en el que el material carbonoso comprende carbón, y en el que, mientras se enfría, la presión del material carbonoso es controlado por un gas distinto del vapor.
- 15
2. El método de la reivindicación 1, el cual comprende además pre-calentamiento del material carbonoso antes de calentar el material carbonoso con vapor.
3. El método de la reivindicación 2, en el que el precalentamiento se lleva a cabo con un medio que comprende un líquido.
- 20
4. El método de la reivindicación 3, en el que el líquido comprende agua.
5. El método de la reivindicación 1, en el que la presión del material carbonoso no sufre cambios mientras que se enfría el material carbonoso.
- 25
6. El método de la reivindicación 1, en el que el vapor de agua está saturado de vapor.
7. El método de la reivindicación 1, en el que el material carbonoso se calienta con vapor de agua a una temperatura en el intervalo de 227°C a 288°C (440°F a 550°F).
- 30
8. El método de la reivindicación 1, en el que el material carbonoso se calienta con vapor que tiene una presión en el intervalo de 500 psig a 700 psig.
9. El método de la reivindicación 1, en el que el gas comprende aire.
- 35
10. El método de la reivindicación 1, en el que el gas es un gas inerte.
11. El método de la reivindicación 1, en el que el material carbonoso se enfría mediante la aplicación de agua al material carbonoso.
- 40
12. El método de la reivindicación 3, en el que, mientras se enfría, la presión del material carbonoso es controlada por un gas

45

50

55

60

65

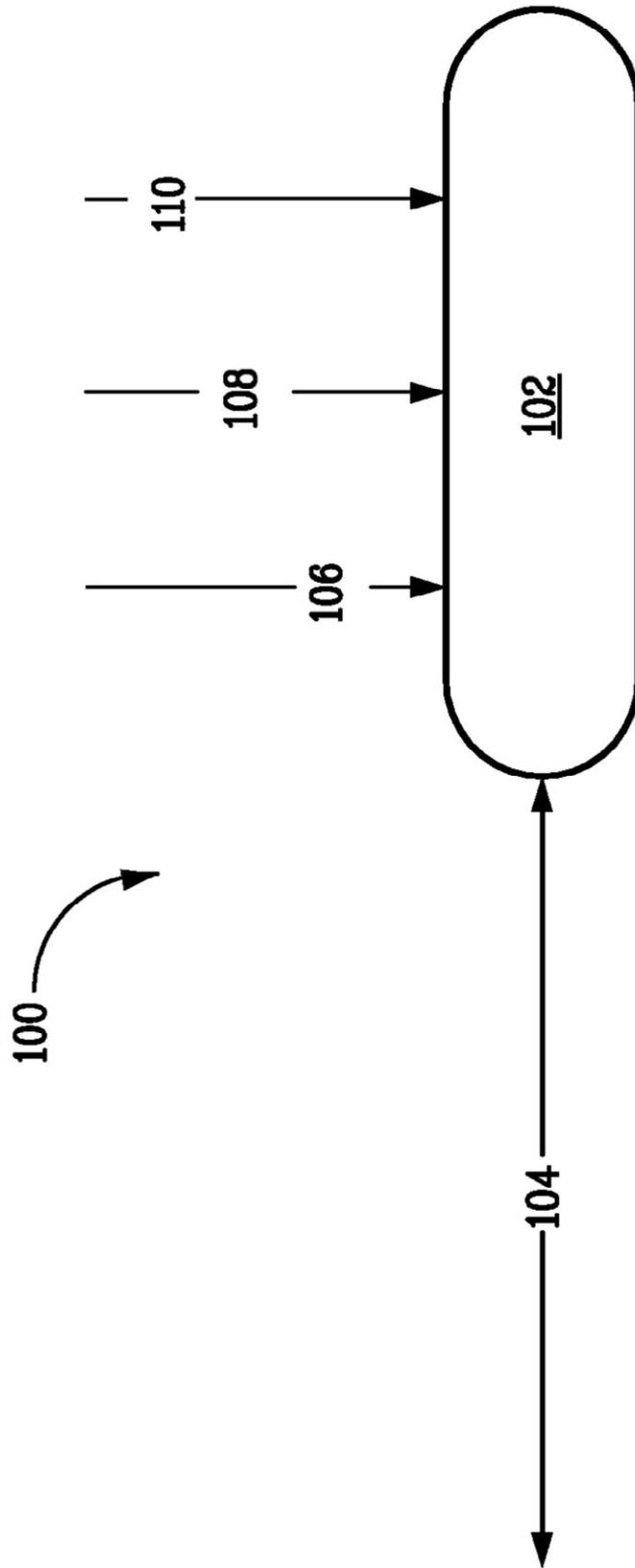


FIG. 1

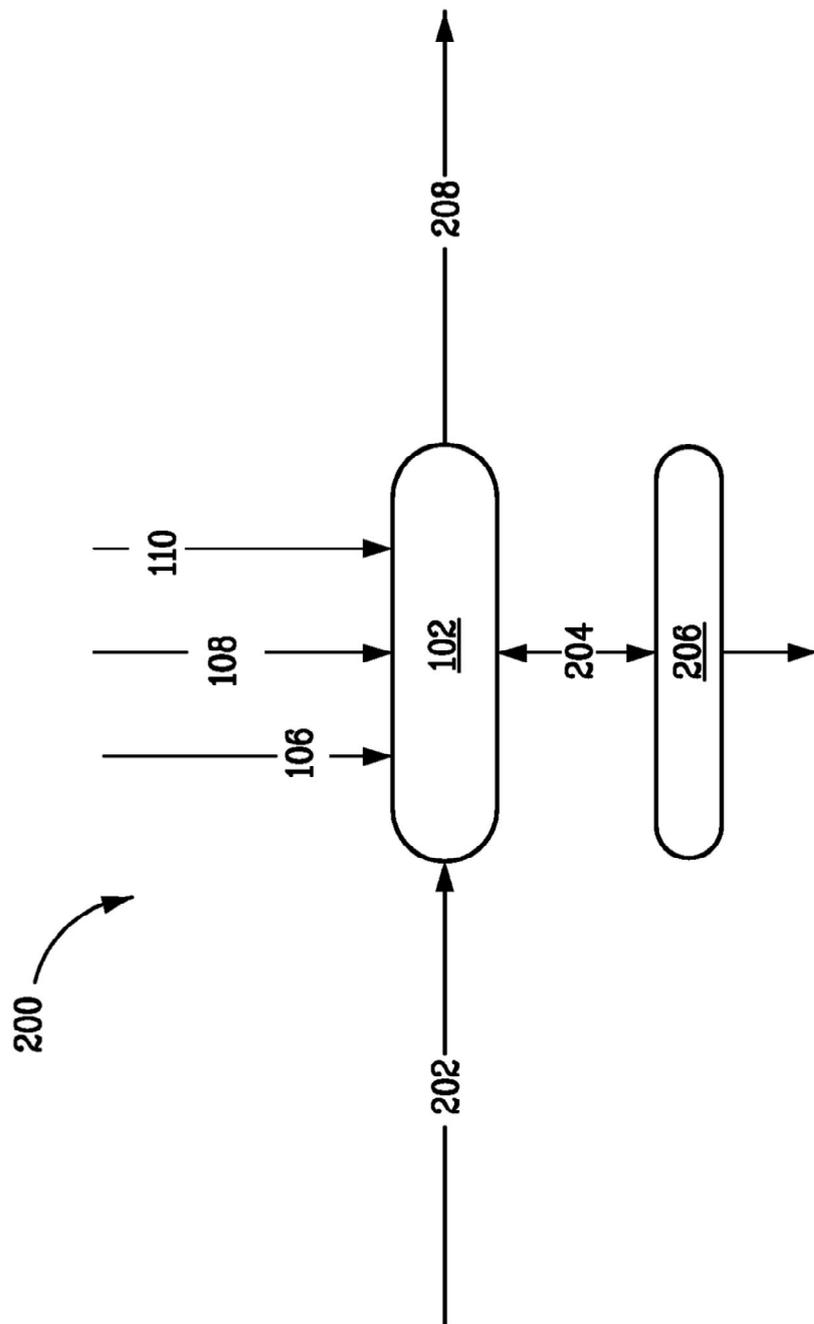


FIG. 2

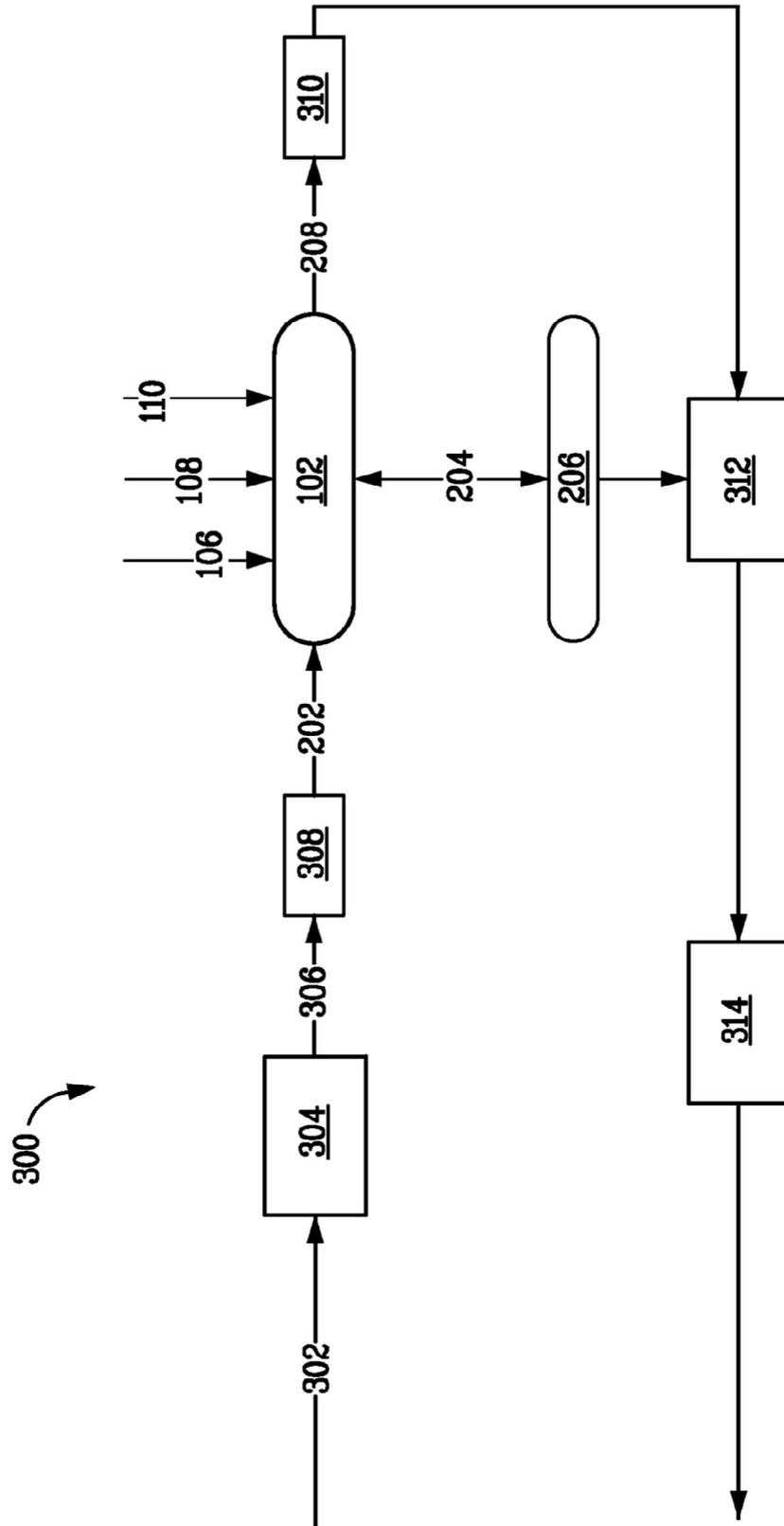


FIG. 3

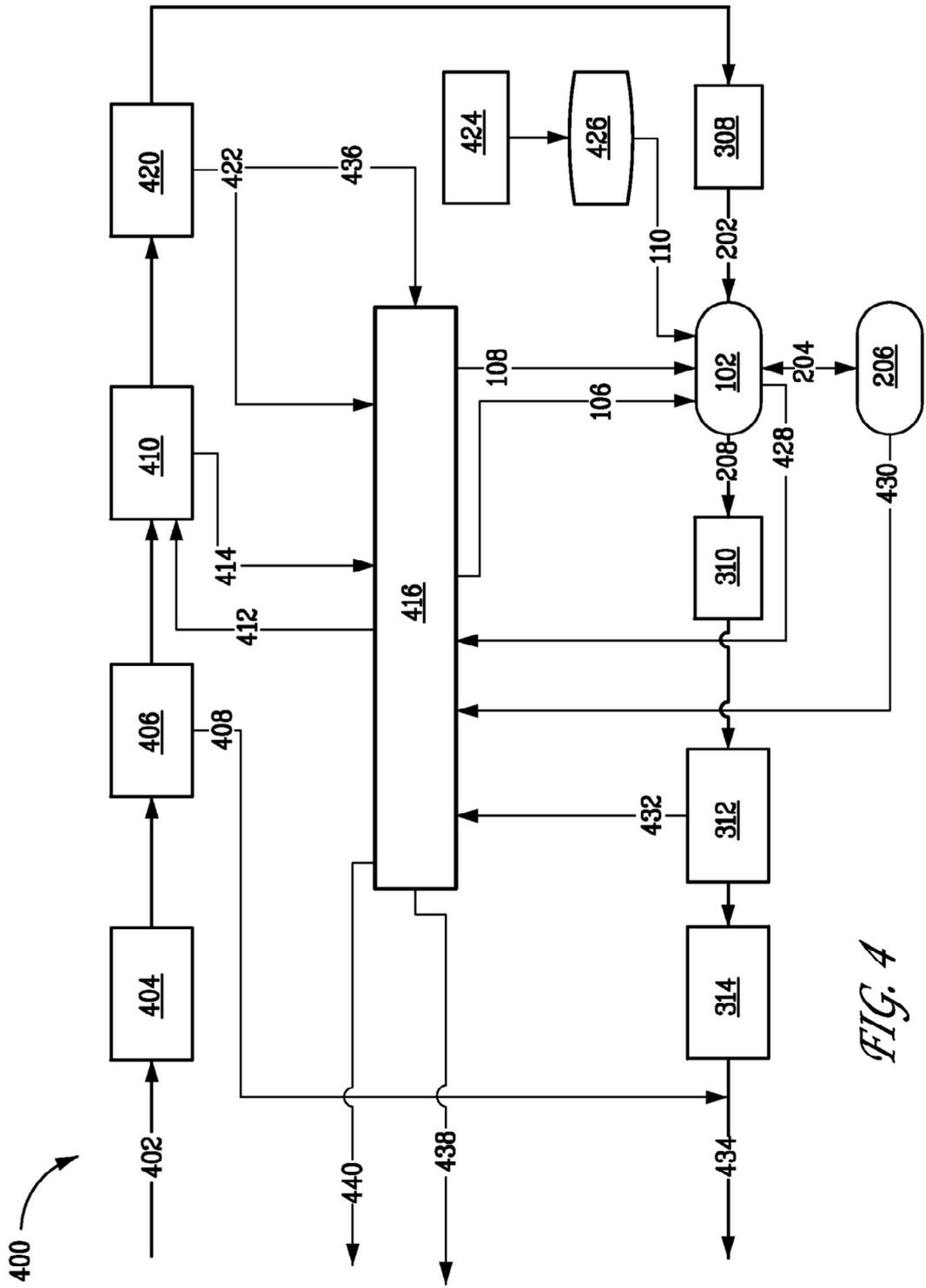


FIG. 4

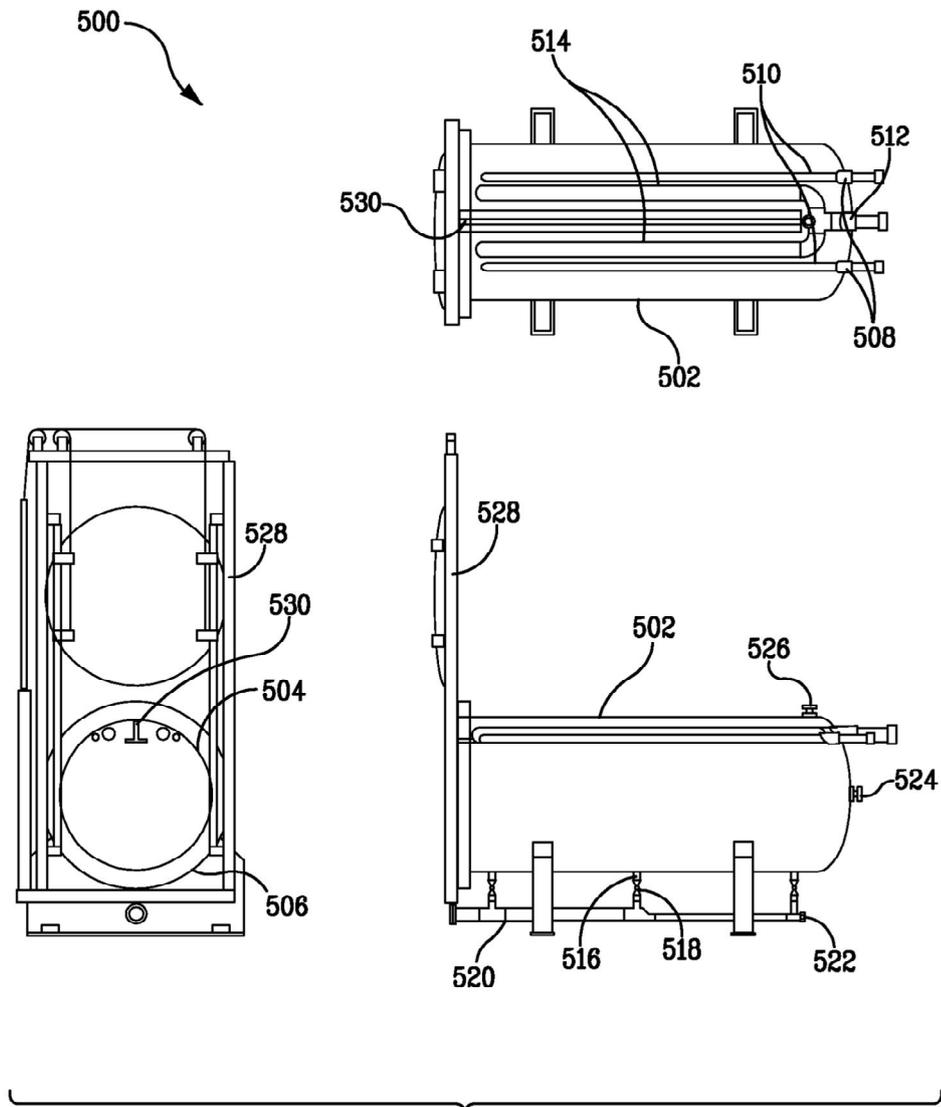


FIG. 5

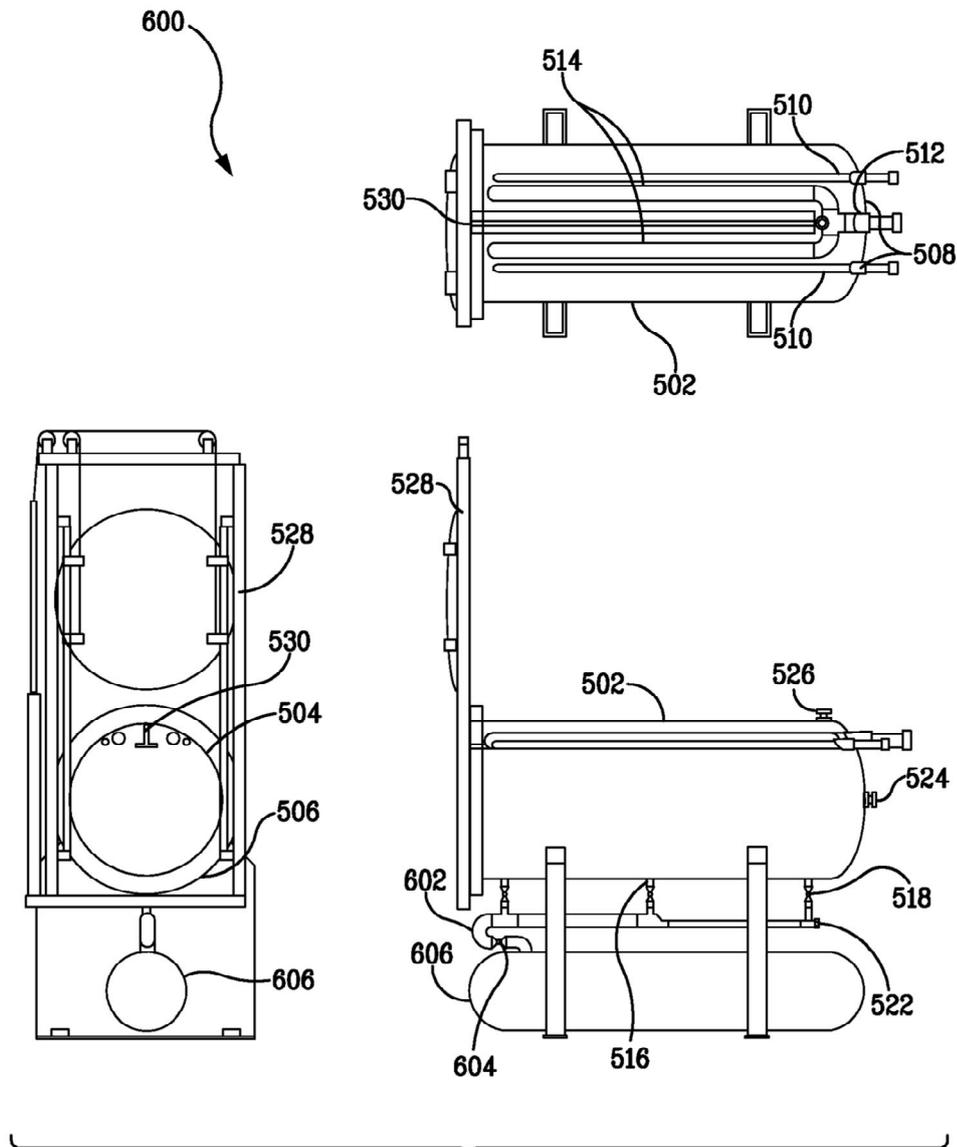


FIG. 6

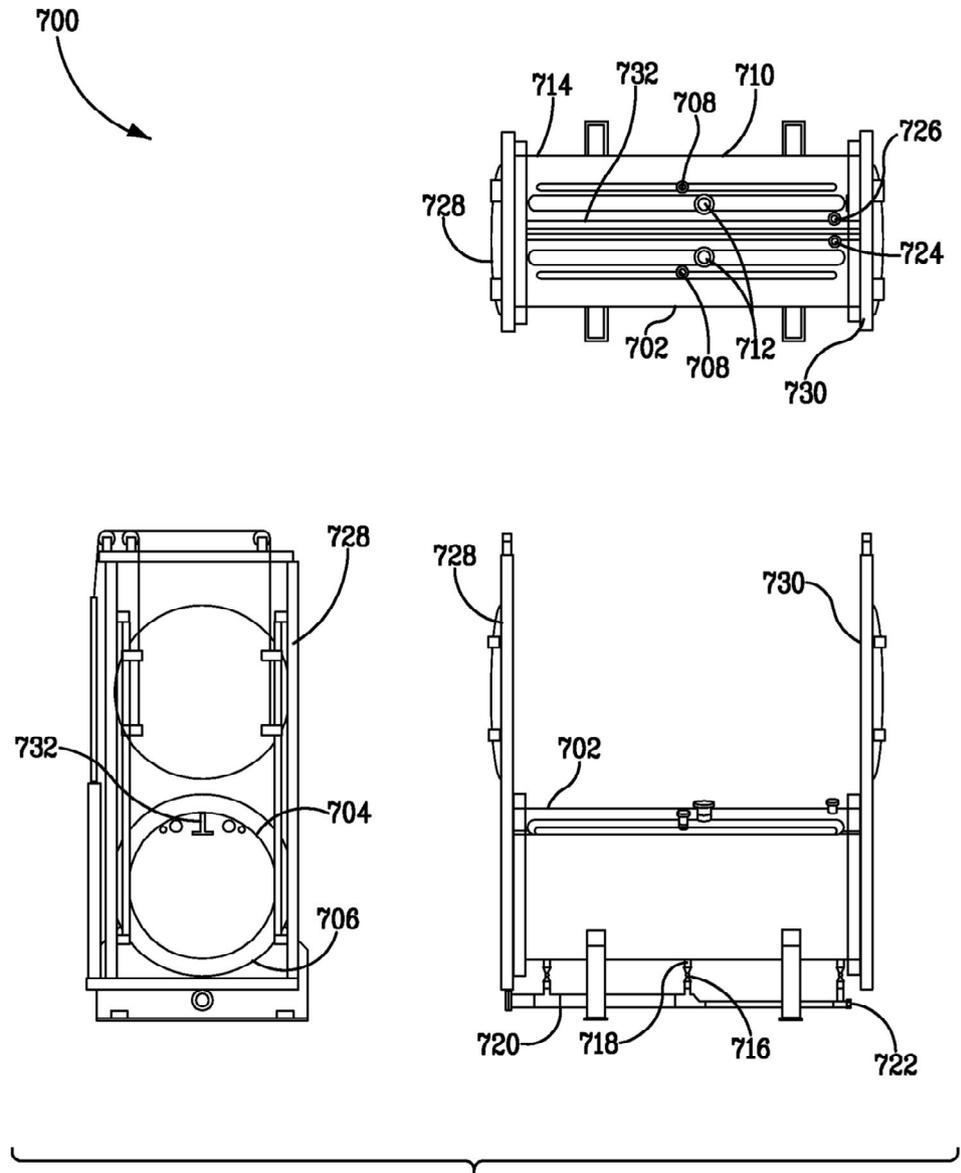


FIG. 7

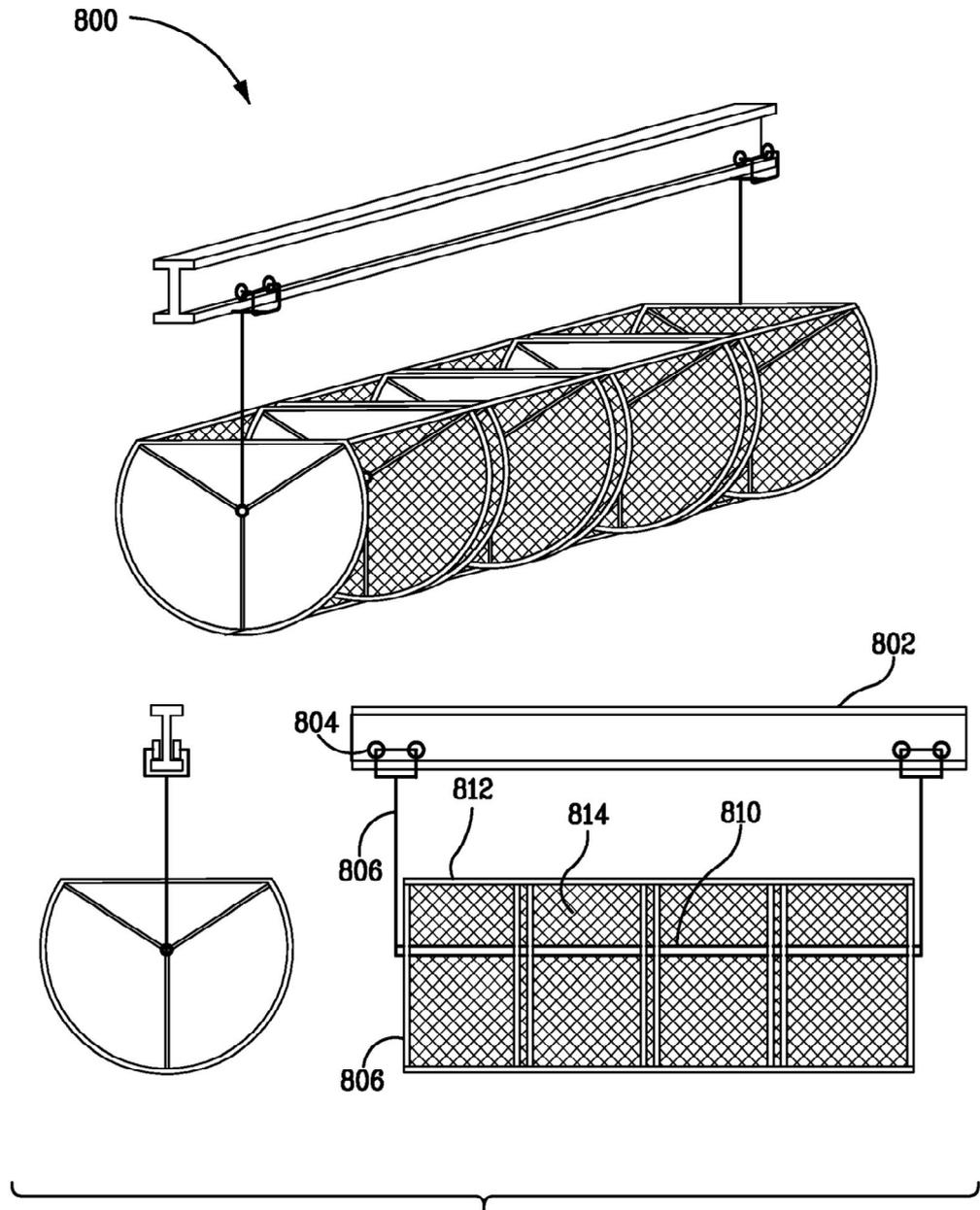


FIG. 8

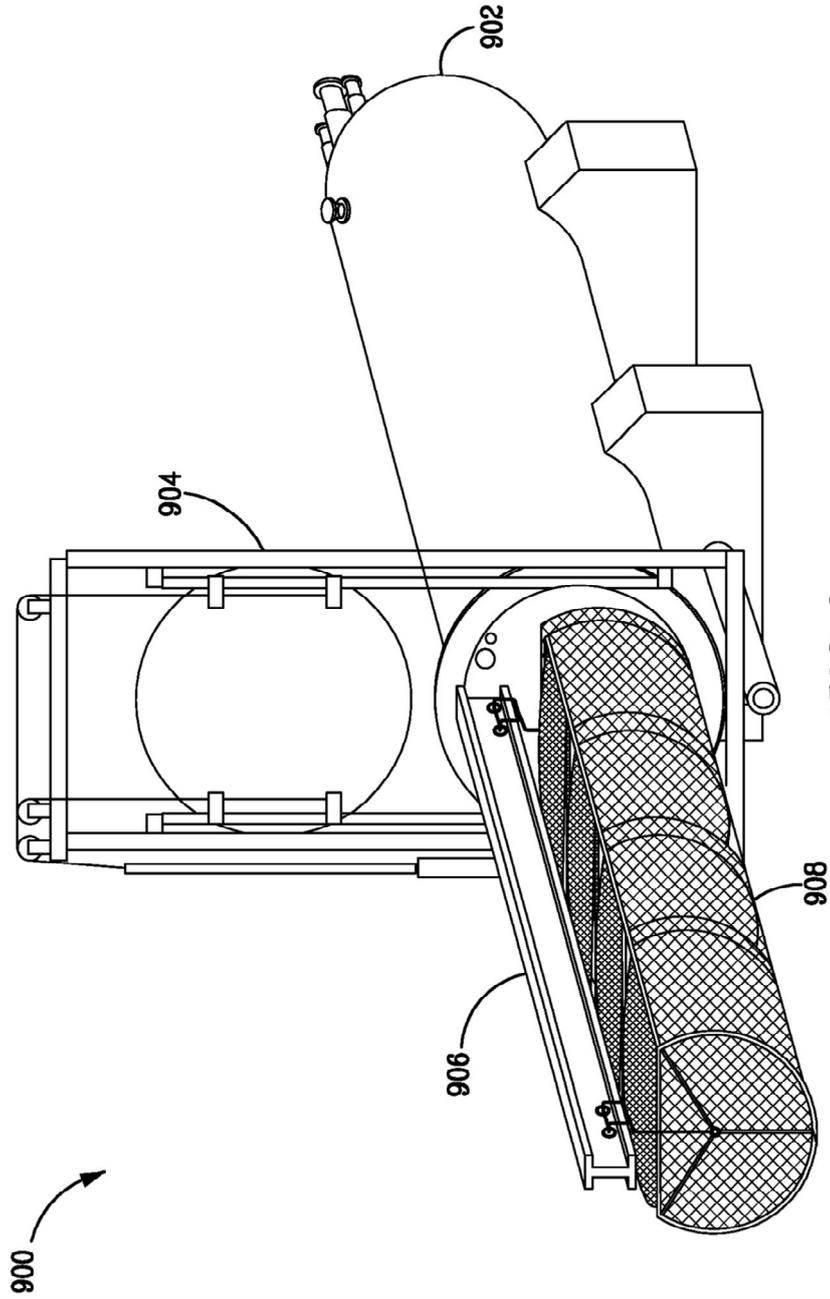
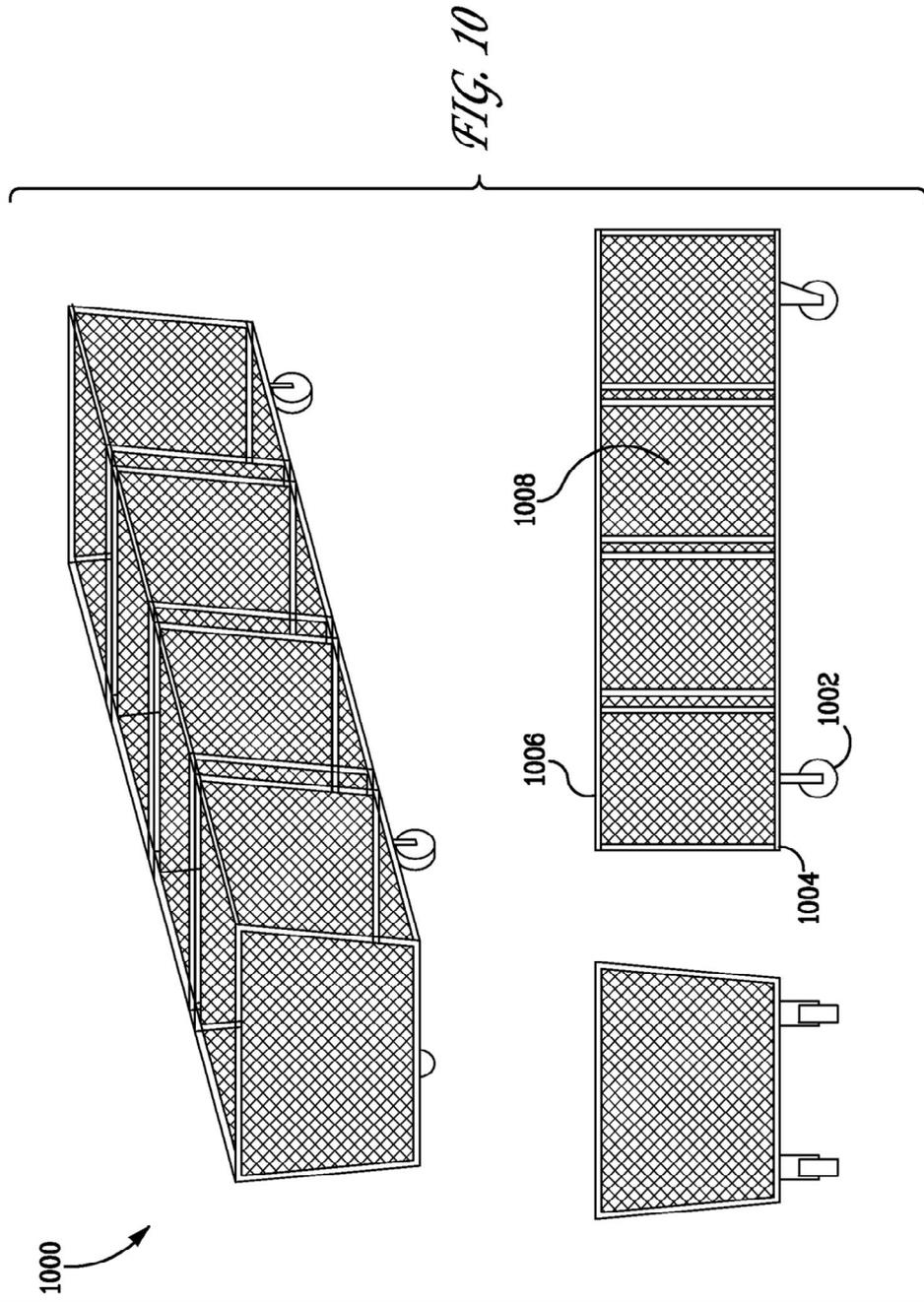


FIG. 9



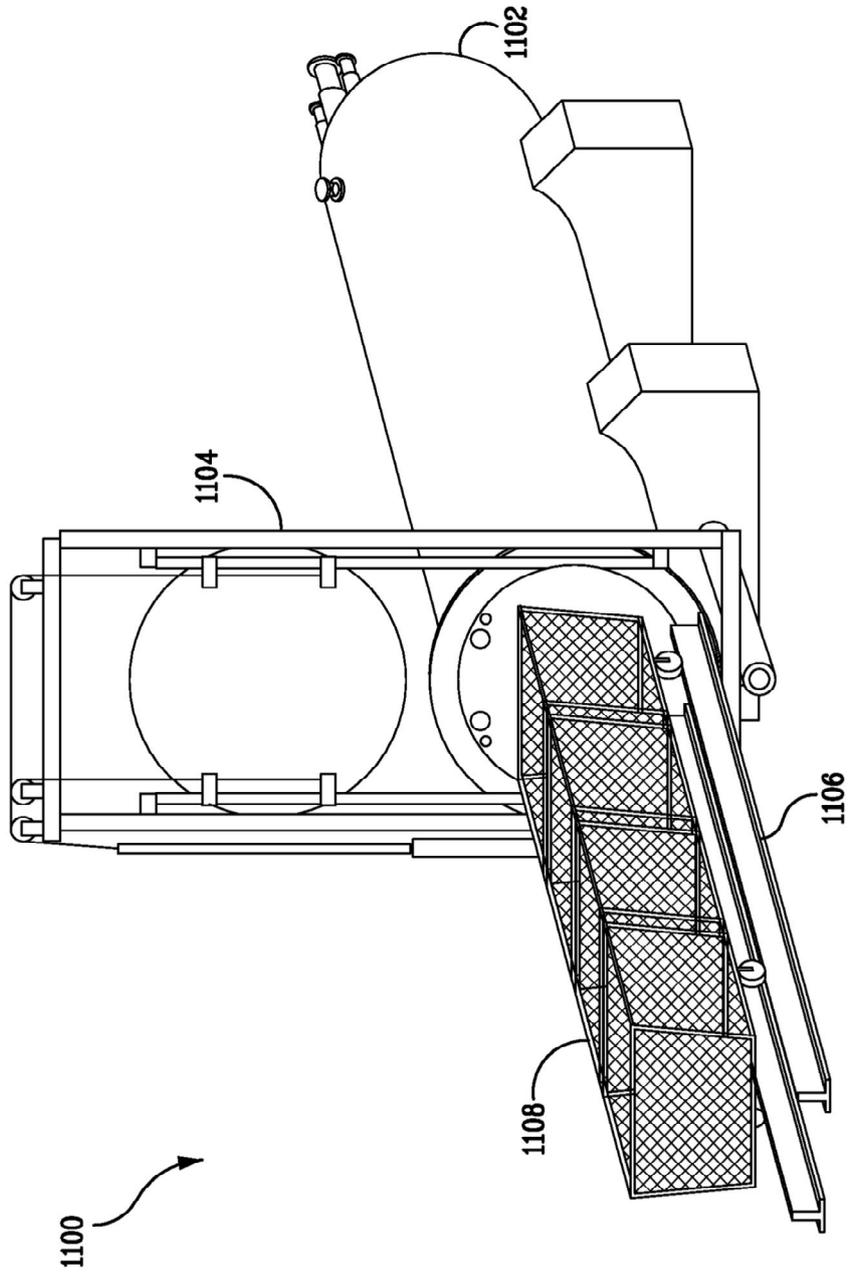


FIG. 11