(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 441 204**

(51) Int. Cl.:

C10L 5/00 (2006.01)
C10L 9/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2000** **E 00992027 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013** **EP 1240280**

(54) Título: **Tratamiento del carbón**

(30) Prioridad:

05.11.1999 US 163566 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.02.2014

(73) Titular/es:

CLEAN COAL TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
12518 W. ATLANTIC BLVD.
CORAL SPRINGS, FL 33071, US

(72) Inventor/es:

HUNT, LARRY H.

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 441 204 T3

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

DESCRIPCIÓN

Tratamiento del carbón

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere al tratamiento de carbón a fin de potenciar su valor o rango. Más particularmente, la invención proporciona un procedimiento para el tratamiento de carbón para convertir eficientemente la materia prima bruta seleccionada desde un bajo rango a un combustible de grado elevado, capaz de liberar más calor por unidad de combustible. Esta invención se dirige particularmente para que sirva a los mercados de servicios, comerciales e industriales. También es muy capaz de suministrar un combustible de bajo humo para uso doméstico, tal como el uso doméstico de calefacción y de cocina.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La biomasa es una de las fuentes de energía más grandes y más fácilmente disponibles conocidas para el hombre. La biomasa se encuentra en formas inmaduras, tales como madera, vainas, cáscaras y turba. También hay ingentes cantidades de biomasa en forma de lignito, carbón sub-bituminoso, bituminoso y de antracita. El hombre ha estado liberando la energía atrapada en los materiales mencionados anteriormente desde que descubrió y fue capaz de dominar el fuego. La liberación ineficiente de estas vastas reservas de energía, sin embargo, ha dado como resultado una degradación de la calidad de la atmósfera y el medio ambiente. La demanda cada vez mayor de energía, creada por el apetito insaciable del hombre por los productos puestos a su disposición por la sociedad industrializada, ha creado la necesidad de liberar esta energía de manera segura, limpia y medioambientalmente responsable.

Los procedimientos anteriores han reconocido que el calor de calefacción elimina la humedad y, como resultado, potencia el rango y la producción de BTU del carbón. También se sabe que esta actividad de pirólisis altera los hidrocarburos complejos presentes en el carbón hasta un conjunto más simple de hidrocarburos. Esta transformación molecular da como resultado un carbón más fácilmente combustible. Se han desarrollado procedimientos que usan temperatura elevada (por encima del punto de autoignición del carbón). Esta técnica de temperatura elevada requiere el control de la atmósfera en la que se trata este carbón calentado, a fin de eliminar la autoignición del carbón. Sin embargo, estos dispositivos de control de la atmósfera, de temperatura elevada, producen un producto inestable. El carbón “sometido a choque o en forma de polvo de maquillaje” producido en estos hornos creó una necesidad de volver a ensamblar este material tratado en una forma manufacturada (briqueta). Entonces se desarrollaron procedimientos que incluyen triturar el carbón en un material menor que 5 mm (3/16”) (finos). Estos finos se pirolizan para reducir la humedad y la materia volátil, habitualmente a temperaturas que oscilan de 204-371ºC (400 F a 700ºF). Estos finos se mezclan entonces con un aglutinante, que es inherente o ajeno al procedimiento. La mezcla resultante se forma en briquetas de tamaño predeterminado. Las briquetas resultantes tienen un bajo contenido o están desprovistas de humedad, son modestamente estables y están desgasificadas en cierto grado.

La Solicitud de Patente US número 3.976.597 describe un procedimiento para producir carbono activado a partir de carbón, que comprende calentar el carbón hasta 760-871ºC (1400-1600ºF) en un primer compartimento, seguido del calentamiento hasta 927-1066ºC (1700-1950ºF) en un segundo compartimento, en presencia de una mezcla gaseosa fluidizante de gas de combustión y gas oxidante.

Estos procedimientos anteriores requieren de 2 a 6 horas para su terminación. Son lentos y costosos, tanto en costes de capitalización como en costes de producción. Existe la necesidad de un procedimiento mejorado para tratar carbón para incrementar su rango a la vez que se reduzca el tiempo y coste para terminar el procedimiento. La presente invención busca satisfacer esa necesidad.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

Ahora se ha descubierto, según la presente invención, que es posible tratar carbón en condiciones y durante un período de tiempo relativamente corto para potenciar su rango para producir un combustible de contenido de 29-30 MJ/kg (12.500 a 13.000 BTU/lb) o mayor. Según un aspecto, la invención proporciona un procedimiento para tratar carbón, para incrementar su rango, en el que se calienta una materia prima para eliminar la humedad y los volátiles de la materia prima, y el carbón tratado se recoge después. La invención se describe en la reivindicación 1.

La expresión “eliminar la humedad”, como se usa aquí, significa que los contenidos de humedad (agua) se reducen a menos de 2% en peso. La reducción de material volátil e hidrocarburos orgánicos es una parte controlada del procedimiento, con lo que el tiempo de exposición, la temperatura, y las condiciones atmosféricas se predicen con la constitución de volátiles de la materia prima inicial y la constitución de volátiles deseada del producto acabado. Este producto acabado puede tener 25% en peso o mayor de materia volátil, por ejemplo 25-35%, o 3% o menos de materia volátil, más habitualmente 5-15% en peso. La presente invención proporciona un control detallado sobre el resultado final de la materia prima bruta con respecto a la materia volátil y otras características del producto final.

En una realización, una porción del vapor y de los volátiles eliminados durante el tratamiento térmico de la materia prima en un medio calefactor se recicla nuevamente al medio calefactor, junto con una mezcla predeterminada de hidrocarburos líquidos, para proporcionar una atmósfera no oxidante que evitará la ignición de la materia prima durante la etapa de calentamiento. La expresión "atmósfera no oxidante", como se usa aquí con respecto a todo el procedimiento de tratamiento, significa una atmósfera en la que el contenido de oxígeno es típicamente menor que 2% de oxígeno, habitualmente 0,001-1% de oxígeno, más habitualmente 0,25 a 0,75% de oxígeno, en volumen.

Se proporciona carbón de mayor rango producido según el procedimiento de la invención.

En todavía otra realización, la invención proporciona briquetas formadas a partir de carbón tratado según el procedimiento de la invención. Las briquetas se pueden proporcionar con un revestimiento a prueba de agua para mejorar la estabilidad, propiedades de ignición y prolongar su caducidad.

El procedimiento de la invención permite la volatilización controlada y la eliminación de humedad y volátiles orgánicos, a la vez que mantiene la mayoría de la integridad estructural natural del carbón, con una desintegración reducida para formar polvo, convirtiendo de ese modo un combustible de bajo grado de, por ejemplo, 17 MJ/kg (7500 BTU/lb.) o menos, en un combustible de grado elevado de 29 MJ/kg (12.500 BTU/lb.) o mayor. El procedimiento reduce enormemente los costes de capitalización y de producción requeridos para llegar al resultado deseado, incrementando así sustancialmente la eficacia de coste y la tasa de producción con respecto a procedimientos previos. Esta invención también reduce enormemente el tiempo necesario para terminar el procedimiento desde los procedimientos existentes de horas a 15 minutos o menos, más habitualmente 5-10 minutos.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO

Ahora se describirán realizaciones de la invención con más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la Figura 1 es una retorta típica usada para llevar a cabo el procedimiento de la invención; y

la Figura 2 es una ilustración esquemática de una retorta de múltiples cámaras útil para llevar a cabo la invención.

Se observará que esta invención no está limitada al uso de una retorta giratoria, puesto que hay otros tipos de equipo que también son capaces de soportar esta invención. Sin embargo, para los fines de la descripción, en la descripción que sigue se hará referencia a la retorta giratoria.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

Los ejemplos de carbón particularmente adecuados para uso en la presente invención son lignito, carbón sub-bituminoso, carbón bituminoso y carbón de antracita. Por facilidad de discusión, la siguiente descripción se hará con referencia al carbón, que se entiende que incluye todas las formas de carbón, especialmente lignito, carbón sub-bituminoso, bituminoso y de antracita.

Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra una retorta 2 convencional para llevar a cabo una realización de la invención. El procedimiento se puede llevar a cabo usando una retorta giratoria cilíndrica o un horno de tipo rejilla de movimiento continuo de crisol giratorio. Para facilidad de descripción, la siguiente discusión se refiere al tipo de retorta giratoria cilíndrica. La retorta está inclinada típicamente en un pequeño ángulo con respecto a la horizontal, habitualmente 5-15 grados con respecto a la horizontal, para facilitar el movimiento gravitacional del carbón que se está tratando a través del aparato, aunque, si se desea, se pueden usar también retortas horizontales. La retorta 2 se proporciona con una cámara 4, que puede ser una monocámara o puede ser de múltiples cámaras. La cámara o cámaras se calientan por medio de un horno 6 que rodea el exterior de la cámara o cámaras 4. El horno se proporciona con medios calefactores externos, tales como quemadores de gas, bobinas eléctricas o quemadores de carbón 8. La cámara o cámaras 4 están en comunicación con una entrada 10 de materia prima, a través de la cual se admite a la cámara o cámaras 4 el carbón bruto 12, y una salida 14 a través de la cual pasa el carbón tratado 16 para el procesamiento posterior aguas abajo. A medida que el carbón entra en la cámara o cámaras 4 a través de la entrada 10, es calentado por medio de radiación desde paredes calientes de la cámara o cámaras 4 a medida que el carbón progresa a través de la cámara o cámaras.

En la realización ilustrada en la Figura 2, el procedimiento utiliza cinco cámaras distintas. La Figura 2 muestra una retorta 20 que tiene cinco cámaras 22, 24, 26, 28, 30. Cada cámara está provista con una abertura en cada extremo para permitir la entrada de la materia prima y la salida de la materia prima tratada hacia la siguiente cámara aguas abajo. Las cámaras están separadas cada una entre sí por medios 32 de cierre, típicamente un montaje obturador que puede abrirse y cerrarse a lo largo del diámetro de la cámara, para retener la materia prima en una cámara particular en condiciones de procesamiento específicas que pueden ser diferentes, y a menudo son diferentes, de las condiciones presentes en cámaras adyacentes.

Al eliminar el contacto directo entre gases calientes y el carbón, es posible evitar la combustión del carbón, a la vez que también se controla la temperatura y las condiciones atmosféricas para lograr parámetros óptimos de procesamiento, tales como atmósferas inertes creadas al menos en parte por volatilización de materiales desde el carbón, y atmósferas no oxidantes creadas por adición de vapores, tales como vapor de agua o nitrógeno seco, junto con hidrocarburos líquidos seleccionados. Los volátiles capturados, que son expelidos durante el procedimiento de la invención, contienen hidrocarburos. Los hidrocarburos tienen, por ejemplo, fórmulas que oscilan de CH_4 a C_8H_{18}. Hay momentos en los que la fracción de carbono puede ser tan alta como C_{25}. Los hidrocarburos que son expelidos y las cantidades de hidrocarburos expelidos que están disponibles para su reexpedición a la cámara calentada durante el procedimiento de la invención determinarán las fórmulas de los hidrocarburos y la cantidad de hidrocarburos necesaria para suplementar adecuadamente la atmósfera de la cámara calefactora. La formulación correcta de la atmósfera requerida para producir la velocidad de expulsión deseada de volátiles y la cantidad de expulsión de volátiles se afirma con las características de la materia prima bruta y la condición buscada del producto a medida que sale de cada cámara de la invención.

La cámara o cámaras 4 se proporcionan con un medio de puerto de entrada y de salida 18, 20 para la admisión de gases e hidrocarburos líquidos para controlar la atmósfera, así como gases de enfriamiento. En la Figura 2, en la retorta ilustrada, están presentes puertos de entrada y salida 34, 36 similares. La cámara o cámaras pueden modificarse para eliminar tornillos sinfín internos y dispositivos de agitación, para producir una operación fiable simple. La retorta está provista de dispositivos convencionales para controlar el caudal y temperatura de los gases que pasan a través del sistema. La retorta también está provista con medios 22 para hacer girar la cámara o cámaras 4 para permitir una distribución más uniforme del calor y el paso de gases a través del sustrato de carbón durante el procedimiento de tratamiento.

Es deseable someter a la materia prima de carbón a una etapa de secado preliminar antes de la trituración. Típicamente, la mayoría de la humedad superficial del carbón, que es al menos 85% en peso de la humedad, se reduce en la etapa de secado preliminar. La etapa de secado preliminar se lleva a cabo típicamente usando un aparato de secado por aire convencional, con aire a una temperatura de 93-121ºC (200-250ºF), o un tipo centrífugo de equipo de secado de humedad superficial. Un aparato de secado típico para carbón grueso puede ser un CMI 48, y para carbón fino puede ser un CMI 35 o cualquier otro aparato de secado de carbón estándar que se usa típicamente en la industria carbonera. Esta invención no depende del secado previo de la materia prima de carbón. Sin embargo, esta etapa de secado previo puede añadir eficiencia al procedimiento global.

Tras el secado preliminar, el carbón se tritura usando un aparato de trituración convencional, por ejemplo un triturador de rodillos dobles Gunstock o un triturador de tipo McClanahan. Esta trituración reducirá la materia prima a un tamaño medio de alrededor de 25-51 mm (1-2 pulgadas), estando más habitualmente el tamaño superior (el tamaño más grande permitido) en la región de alrededor de 51 mm (2”). Esto se logra usando un tamiz de 51 mm (2”). Cualquier carbón que sea demasiado grande para pasar a través del tamiz en el almacenamiento de la alimentación se puede reciclar a través del triturador.

El carbón triturado seco se introduce entonces en la primera o primeras etapas de tratamiento en la cámara o cámaras 8 de la retorta 2. La invención descrita aquí se refiere a una instalación calefactora de cinco cámaras. Sin embargo, el procedimiento de la invención se puede llevar a cabo en tan pocas como una cámara o tantas como siete. Sin embargo, la eficiencia del procedimiento de la invención es más efectiva en las cinco cámaras como se describen aquí.

Las cinco etapas de este procedimiento pueden estar contenidas, pero no se limitan a estar contenidas, en una retorta giratoria cilíndrica o en un horno de tipo rejilla de movimiento continuo de crisol giratorio. Cada una de estas instalaciones calefactoras es capaz de mover continuamente el producto de una cámara a la siguiente. Estas cámaras son capaces de controlar las atmósferas inertes durante el tiempo en el que está presente el carbón.

En la primera cámara 22 (véase la Figura 2), la temperatura de la materia prima de carbón se eleva hasta 204-399ºC (400-750ºF), más habitualmente alrededor de 288ºC (550ºF), durante alrededor de 2-4 minutos, más habitualmente alrededor de 3 minutos. Durante esta primera etapa del procedimiento, cualquier humedad superficial que haya sobrevivido a la etapa de secado previo se eliminará completamente de la materia prima bruta. La humedad inerte que está presente en la materia prima se reducirá hasta 2-5% en peso. El porcentaje resultante de humedad que está presente tras terminar esta etapa se afirmará con la cantidad de humedad inerte que estuvo presente en la materia prima bruta. Parte de la materia prima bruta comenzará a perder una porción de su materia volátil a las temperaturas presentes en esta primera etapa. Sin embargo, cualquier pérdida de volátiles durante la primera etapa de la invención es insignificante. Es en la segunda y en las etapas subsiguientes de la invención donde se ejerce control en la eliminación de volátiles de la materia prima bruta.

El carbón contiene muchos materiales volátiles, que son expelidos cuando el carbón se expone a temperaturas elevadas. Estos materiales volátiles poseen características individuales que los diferencian entre sí, y la temperatura a la que estos materiales volátiles son expelidos normalmente del carbón es una de tales características que los diferencia. El tiempo en el que estos materiales volátiles son normalmente expelidos de la biomasa es otra de tales características que los diferencia. La presente invención se refiere, en un aspecto, a las características de tiempo y temperatura de los materiales volátiles contenidos en la materia prima bruta seleccionada. La presente invención

influye sobre ciertos volátiles contenidos en la materia prima a fin de permitir una expulsión uniforme de una mayoría de estos y otros volátiles. Por ejemplo, el volátil "A", cuando se expone a 482ºC (900ºF), puede ser expelido de la materia prima en 10 segundos, mientras que el volátil "B", cuando se expone a 482ºC (900ºF), puede ser expelido de la materia prima en 20 segundos. La presente invención introduce un hidrocarburo o mezcla de hidrocarburos en la atmósfera calentada que rodea a la materia prima, que actúa para reducir la velocidad con la que es expelido el volátil "A". De esta manera, la invención controla la velocidad de expulsión de la mayoría de los volátiles presentes en la materia prima, de manera que la mayoría de los volátiles son expelidos a una velocidad igual o similar. Este "control" con respecto a la velocidad de expulsión de los volátiles permite el tratamiento de la materia prima mientras que evita la fracturación y la formación de fisuras que se producirían normalmente sin emplear este "control". El "control" se logra utilizando un equipo de ensayo y monitorización convencional.

El tiempo de retención del carbón en la primera etapa variará dependiendo del contenido inicial de humedad de la materia prima de carbón. La atmósfera inerte en el interior de la cámara o cámaras se controla ajustando el tiempo de retención y temperatura, y mediante la reintroducción de volátiles e hidrocarburos líquidos en la cámara o cámaras, según sea necesario.

A fin de mantener una atmósfera esencialmente no oxidante durante el procedimiento de tratamiento, el contenido de oxígeno de la atmósfera en la primera cámara, y durante todo el procedimiento de tratamiento, es típicamente menor que 2% de oxígeno, habitualmente 0,001-1% de oxígeno, más habitualmente 0,25 a 0,75%, en volumen. La temperatura para el desprendimiento de gases volátiles y agentes atmosféricos y la reducción en masa de producto tiene lugar entre 400ºF y 2200ºF.

Según un aspecto, el control de la atmósfera se logra parcialmente mediante la introducción de hidrocarburos líquidos en la cámara o cámaras. Estos hidrocarburos oscilan desde hidrocarburos con fórmulas tales como CH_4 a C_8H_{18}. Hay momentos en los que la fracción de carbono puede ser tan elevada como C_{25}. Cuando estos hidrocarburos líquidos son introducidos, el carbón interacciona con estos hidrocarburos de manera que promueve el comportamiento molecular necesario para llegar al resultado deseado de esta invención. Cuando el carbón se calienta hasta las temperaturas mencionadas anteriormente, parte de la materia volátil en el carbón se convierte de sólido a líquido, y eventualmente en gas. La cantidad de materia volátil y de humedad que se elimina en forma gaseosa se afirma sobre las características y constitución de la materia prima bruta. Los gases que son liberados desde el material sólido se reciclan o licuan y se capturan.

El material sólido que queda se expande debido a su temperatura elevada. La expansión del material y la liberación de parte de su masa da como resultado un aglomerado que tiene ahora fisuras y espacios vacíos. La tendencia natural de una masa sometida a choque en este punto es romperse y reducirse a un polvo muy fino. Para evitar esto, la presente invención proporciona la introducción cuidadosa y en el tiempo de hidrocarburos líquidos y nitrógeno (seco) procesado, para reducir sustancialmente la desintegración de los aglomerados como resultado de este efecto de choque. Esta introducción de hidrocarburos líquidos tiene un efecto puente sobre las fisuras en los aglomerados, y proporciona un adhesivo sobre la superficie y en el cuerpo de los aglomerados que contrarresta la tendencia de la materia prima sometida a choque para deteriorarse en la consistencia de un polvo muy fino. El tiempo, tipo y cantidades de hidrocarburo o hidrocarburos líquidos y nitrógeno procesado que se introducen se predetermina cuidadosamente mediante un examen preliminar de la materia prima bruta. Este examen preliminar de la materia prima bruta se realiza por métodos convencionales. La información reunida a partir de este examen preliminar proporciona los datos necesarios que se usan para determinar y producir la mezcla de hidrocarburos y nitrógeno procesado a emplear en el procedimiento.

Esta fórmula de hidrocarburos se introducirá oportuna y apropiadamente en la cámara o cámaras de calentamiento durante las múltiples etapas de esta invención. La fórmula real usada para producir la atmósfera apropiada incluirá hidrocarburos líquidos que oscilan desde hidrocarburos con fórmulas tales como CH_4 a C_8H_{18}. Hay momentos en los que la fracción de carbono puede ser tan elevada como C_{25}. La fórmula que se introduce en la cámara o cámaras de calentamiento y el tiempo de exposición de la materia prima se afirman en base a, pero sin limitarse a, la constitución de volátiles, características, y constitución química de la materia prima.

El carbón tratado procedente de la primera etapa se transfiere a la segunda cámara de la retorta. En esta segunda cámara, la temperatura del material se eleva hasta alrededor de 482-593ºC (900-1100ºF), por ejemplo alrededor de 538ºC (1000ºF). En esta segunda etapa, la materia prima cede la mayoría de su materia volátil, es decir, más del 80% en peso de los volátiles que son eliminados, son eliminados en la segunda etapa. Esta segunda etapa es importante por cuanto requiere una mezcla atmosférica cuidadosamente controlada de hidrocarburos líquidos y nitrógeno procesado. La segunda etapa del procedimiento es cuando la materia prima se someterá muy probablemente a "choque" hasta un "polvo muy fino". El carbón, tras la exposición en esta segunda cámara o cámaras, ha sobrevivido las características negativas asociadas normalmente con este "choque" inducido por calor. Para algunos usos finales, el material que termina esta segunda etapa del procedimiento satisfaría las especificaciones de algunos usuarios finales. Cuando se produce esta situación, el material tratado en esta segunda etapa se recoge y se enfría exponiendo el carbón a un gas de enfriamiento seco, que típicamente está sustancialmente libre de oxígeno. El gas de enfriamiento tiene habitualmente un contenido de humedad menor que 1% en peso.

La atmósfera en la segunda cámara está muy cuidadosamente monitorizada, suplementada de forma medible, y manejada con calibres convencionales que se instalan en la cámara o cámaras de calentamiento. Se encuentra que el carbón sufre típicamente al menos cierta aglomeración a temperaturas entre 482ºC (900ºF) y 593ºC (1100ºF), y particularmente a temperaturas por encima de 593ºC (1100ºF). Por esta razón, se prefiere mantener la temperatura en esta etapa del procedimiento generalmente menor que 593ºC (1100ºF).

El carbón es retenido en la segunda cámara o cámaras durante un período de hasta alrededor de 5 minutos, típicamente 1-4 minutos, más habitualmente alrededor de 3,5 minutos. Esta fase del procedimiento da como resultado la expulsión de la mayoría de volátiles del carbón. Durante esta fase, el carbón sufre contracción a medida que el carbón pierde una porción de su masa. Típicamente, la pérdida de peso está en el intervalo de 5-50% de la masa inicial del carbón, más habitualmente una pérdida de peso en el intervalo de 5-25% en peso, dependiendo de la constitución y características de la materia prima bruta. Un tipo de materia prima puede no dar su materia volátil tan fácilmente como otro tipo. Una materia prima puede tener tanto como 60% de materia volátil, mientras que otra puede tener sólo un contenido inicial de volátiles de 15%. Esta invención permite una evaluación convencional de la materia prima previa al procedimiento. Los datos recogidos de esta evaluación se usan entonces para calcular la mezcla de hidrocarburos líquidos y nitrógeno procesado que se mantienen cuidadosamente en la cámara o cámaras de calentamiento. Esta característica de procesamiento de “diseño personalizado” permite a esta invención tratar con éxito una variedad de biomasa con una variedad de características iniciales.

La atmósfera en la cámara o cámaras se controla de manera que el carbón mantiene una mayoría de su integridad estructural natural. La expresión “integridad estructural natural”, como se usa aquí, significa la tendencia del carbón aglomerado natural post-triturado (carbón que oscila en tamaño de 1-2 pulgadas) que no se desintegre significativamente para formar un polvo. La expresión “mayoría de su integridad estructural natural”, como se usa aquí, significa que más del 50% en peso, más habitualmente 75% o más, típicamente 85 a 95%, del carbón no sufre desintegración durante el procedimiento de múltiples cámaras. La integridad estructural poseída por el carbón como resultado de la invención es tal que, durante la manipulación normal, incluso aunque el carbón es más frágil debido a cierta pérdida de masa, el carbón mantiene su intervalo de tamaños medios de partículas de 25-51 mm (1-2 pulgadas). Controlando cuidadosamente la atmósfera en la cámara o cámaras, el carbón se puede calentar tanto como 1204ºC (2200ºF) durante períodos de tiempo prolongados para eliminar los volátiles, sin inducir aglomeración sustancial, es decir, se observa menos de 10% en peso de aglomeración, más habitualmente menos de 8% en peso, y sin degradar significativamente la integridad estructural del carbón. El material está ahora listo para ser transferido a la tercera cámara o cámaras del procedimiento.

El carbón y la atmósfera controlada se transfieren desde la segunda cámara o cámaras a la tercera cámara o cámaras, donde se ejecuta la tercera fase del procedimiento. El carbón en esta fase se eleva hasta una temperatura de 704-843ºC (1300-1550ºF), por ejemplo alrededor de 788ºC (1450ºF), y se retiene a esa temperatura durante alrededor de 2-4 minutos, típicamente alrededor de 3 minutos, para producir carbón que tiene un contenido de humedad menor que 2%. Mediante la tercera etapa, el contenido de humedad se ha reducido hasta el nivel económicamente factible más bajo posible utilizando esta invención. El contenido de volátiles de la materia prima al terminar la etapa 3 está típicamente en 10% del contenido de volátiles buscado del producto acabado. La atmósfera en la tercera cámara o cámaras se monitoriza cuidadosamente con calibres convencionales que se instalan en la cámara o cámaras de calefacción, y se suplementan apropiadamente con hidrocarburos líquidos y nitrógeno procesado a fin de mantener la integridad estructural del material. Para algunos usos finales, el material que termina esta tercera etapa del procedimiento satisfaría las especificaciones de algunos usuarios finales. Cuando se produce esta situación, el material tratado en la tercera etapa se recogería y se procesaría enfriándolo al exponer el carbón a un gas de enfriamiento seco sustancialmente libre de oxígeno que tiene un contenido de humedad menor que 1% en peso. El carbón y la atmósfera controlada se transfieren entonces a la cuarta cámara o cámaras.

En la cuarta fase del presente procedimiento, la temperatura del material se eleva en la cámara o cámaras hasta 1093-1316ºC (2000-2400ºF), típicamente alrededor de 1204º (2200ºF), durante 3-5 minutos para producir carbón que tiene un contenido de humedad menor que 2% y un contenido de volátiles entre 5-15%. La atmósfera de la cuarta fase se controla nuevamente de forma muy crítica y se maneja con calibres convencionales que se instalan en la cámara de calefacción a fin de que esta invención proporcione los resultados favorables. El tiempo de retención del carbón en la cámara, en esta etapa del procedimiento, y la temperatura real requerida en esta cuarta etapa dependen del porcentaje de materia volátil a masa que se desee óptimamente en el material acabado. Esta cuarta etapa es la oportunidad final para que este procedimiento logre las calidades de volátiles deseadas requeridas del producto acabado. A fin de que una materia prima que es resistente a la expulsión de volátiles se lleve a los estándar de volátiles buscados, las temperaturas elevadas de la cuarta fase serán elevadas para producir los resultados elevados, o el tiempo de exposición de los productos no acabados se aumentará a fin de lograr los resultados deseados. Es posible ajustar tanto la temperatura como el tiempo de exposición a fin de permitir que una materia prima menos cooperativa expela la materia volátil en exceso.

Un objetivo del presente procedimiento es reducir el porcentaje de materia volátil hasta el porcentaje deseado según lo pida el usuario final, que para esta discusión es menor que 15% en peso. En esta etapa del procedimiento, la materia volátil que queda está compuesta generalmente de materiales hidrocarbonados orgánicos de alto punto de ebullición, ocluidos en los intersticios de los trozos de carbón. La cantidad de humedad que queda después de esta etapa es menor que 2% en peso.

El carbón y la atmósfera controlada se mueven a la quinta cámara o cámaras del aparato, en la que el carbón procesado se enfría al exponer el carbón a un gas de enfriamiento seco. El gas de enfriamiento es típicamente un gas no oxidante, y puede ser un gas inerte tal como argón, o puede ser nitrógeno u otro gas no oxidante adecuado. El gas de enfriamiento está sustancialmente libre de oxígeno. Como se usa aquí, la expresión "sustancialmente libre de oxígeno" significa típicamente menos de 2% de oxígeno, habitualmente alrededor de 0,001-1% de oxígeno, más habitualmente alrededor de 0,25 a 0,75% de oxígeno, en volumen. La atmósfera en la cámara o cámaras previas también está sustancialmente libre de oxígeno como se define aquí esa expresión. El gas de enfriamiento está esencialmente seco al admitirlo a la cámara o cámaras, y puede estar en contracorriente o en cocorriente a la dirección del flujo del carbón que sufre el tratamiento. El gas de enfriamiento está esencialmente seco, teniendo un contenido de humedad menor que 1% en peso, típicamente 0,5% en peso o menos. El gas de enfriamiento se hace pasar típicamente sobre el carbón a un caudal volumétrico de alrededor de 0,2-0,5 libras por minuto. El carbón en esta cámara o cámaras, en esta etapa del procedimiento, se enfría a una velocidad que no afecte a la integridad estructural del carbón.

Cuando el material se ha enfriado hasta 121ºC (250ºF), se puede separar opcionalmente en finos (partículas menores que 6 mm (¼") y carbón que tiene un tamaño en el intervalo de 6 mm (¼") a 51 mm (2"). Esta separación de material se logra por medios convencionales, usando a título de ejemplo un tamiz o malla de tamaño de malla apropiado.

Los finos se pueden suministrar opcionalmente a un procedimiento formador de peletes o de briquetas, en el que estos finos a 121ºC (250ºF) se pueden mezclar convencionalmente con un revestimiento biodegradable (aglutinante e inflamador), que está en un estado líquido a 121ºC (250ºF). Este material mixto se conforma entonces en el pelete de tamaño deseado, usando métodos convencionales. Si el carbón tratado se destinase a ir directamente a un horno, es decir, un uso utilitario, este procedimiento de revestimiento no sería necesario. Cuando el producto está planeado para manipulación convencional y el usuario final requiere un material que sea resistente a la ruptura, se emplea este procedimiento de revestimiento. Este revestimiento también añade un punto de ignición de bajo nivel, lo que proporciona una calidad valiosa, especialmente cuando el usuario final es un usuario doméstico.

A medida que los peletes o briquetas recientemente formados se enfrían por debajo de 66ºC (150ºF), se hacen estructuralmente estables. Este material de revestimiento estructuralmente estabilizante se añade significativamente a la capacidad del carbón para soportar la desintegración debido a métodos de manipulación convencionales. El revestimiento también añade una cualidad de ignición con poco calor al material, lo que permite que el material se inflame fácilmente. El revestimiento no se añade significativamente a los gases emitidos producidos cuando el material se inflama. Una ventaja adicional, que el revestimiento biodegradable añade al producto acabado, es que el producto acabado es extremadamente resistente a la humedad, lo que proporciona una caducidad de muchos años.

Típicamente, los no finos obtenidos vía el procedimiento de cribado se revisten inmediatamente con el aglutinante, inflamador convencional mencionado anteriormente. Este revestimiento proporciona una integridad estructural potenciada al material aglomerado natural que se ha debilitado en el procedimiento mencionado anteriormente, junto con una resistencia potenciada a la humedad. La tendencia reducida del carbón revestido a sufrir la desintegración al manipularlo proporciona un producto mucho más comercializable que lo que lo hace en los peletes/briquetas procesados mencionados anteriormente. A medida que este carbón aglomerado natural revestido se enfría por debajo de 66ºC (150ºF), adquiere las mismas cualidades favorables que el pelete o briqueta fabricado como se menciona anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para tratar carbón en una atmósfera no oxidante para incrementar su rango, que comprende las etapas de:

(a) calentar carbón a 93-121ºC (200-250ºF) para eliminar la humedad superficial;

(b) calentar el carbón producido en la etapa (a) hasta una temperatura de 204-399ºC (400-750ºF) durante alrededor de 2-4 minutos, para producir carbón que tiene un contenido de humedad inerte entre 2-5%;

(c) calentar el carbón producido en la etapa (b) hasta una temperatura de alrededor de 482-593ºC (900-1100ºF) durante un tiempo de hasta alrededor de 5 minutos, para producir carbón que tiene un contenido de humedad inherente de 1-2% y una reducción de masa de hasta 50%;

(d) calentar el carbón producido en la etapa (c) hasta una temperatura de 704-843ºC (1300-1500ºF) durante alrededor de 2-4 minutos, para producir carbón que tiene un contenido de humedad menor que 2% y un contenido de volátiles menor que 25%;

(e) calentar el carbón producido en la etapa (d) hasta una temperatura de alrededor de 1093-1316ºC (2000-2400ºF) durante 2-4 minutos, para producir carbón que tiene un contenido de humedad menor que 2% en peso y un contenido de volátiles de 15% o menos en peso;

(f) enfriar el carbón producido en la etapa (e) al exponerlo a un gas de enfriamiento que está sustancialmente libre de oxígeno y humedad, para formar carbón tratado; y

(g) recoger el carbón tratado.

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que antes de la etapa (b), el carbón producido en la etapa (a) se tritura para producir carbón que tiene un tamaño superior de alrededor de 51 mm (2 pulgadas).

3. Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que el carbón tratado de 6 mm (¼") y menos que se recoge se conforma en briquetas y se proporciona con un aglutinante/inflamador/revestimiento a prueba de agua.

4. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que se elimina de 5 a 95% de materia volátil de la materia prima bruta en el procedimiento.

5. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho carbón se selecciona de turba, lignito, carbón sub-bituminoso, carbón bituminoso y carbón de antracita.

6. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el contenido de humedad del carbón se reduce hasta alrededor de 2% en peso del carbón tratado.

7. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el contenido de volátiles del carbón tratado se reduce hasta una cantidad entre 5 y 15% en peso.

8. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que, antes del calentamiento, el carbón se somete a trituración para reducir el tamaño medio del carbón hasta 25-51 mm (1-2 pulgadas).

9. Un procedimiento según la reivindicación 8, en el que el carbón triturado se somete a una etapa de secado mediante calentamiento hasta dicha temperatura en el intervalo de 93-121ºC (200-250F) durante un período de alrededor de 5 minutos a fin de eliminar la humedad de la superficie.

10. Un procedimiento según la reivindicación 9, en el que el contenido de humedad de la superficie se reduce hasta alrededor de 1-2% en peso.

11. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa (d) la temperatura del carbón se eleva hasta 704-843ºC (1300-1550ºF) y se retiene a esa temperatura durante alrededor de 2-4 minutos para producir carbón con un contenido de humedad de 1-2% y un contenido de volátiles de 15-25%.

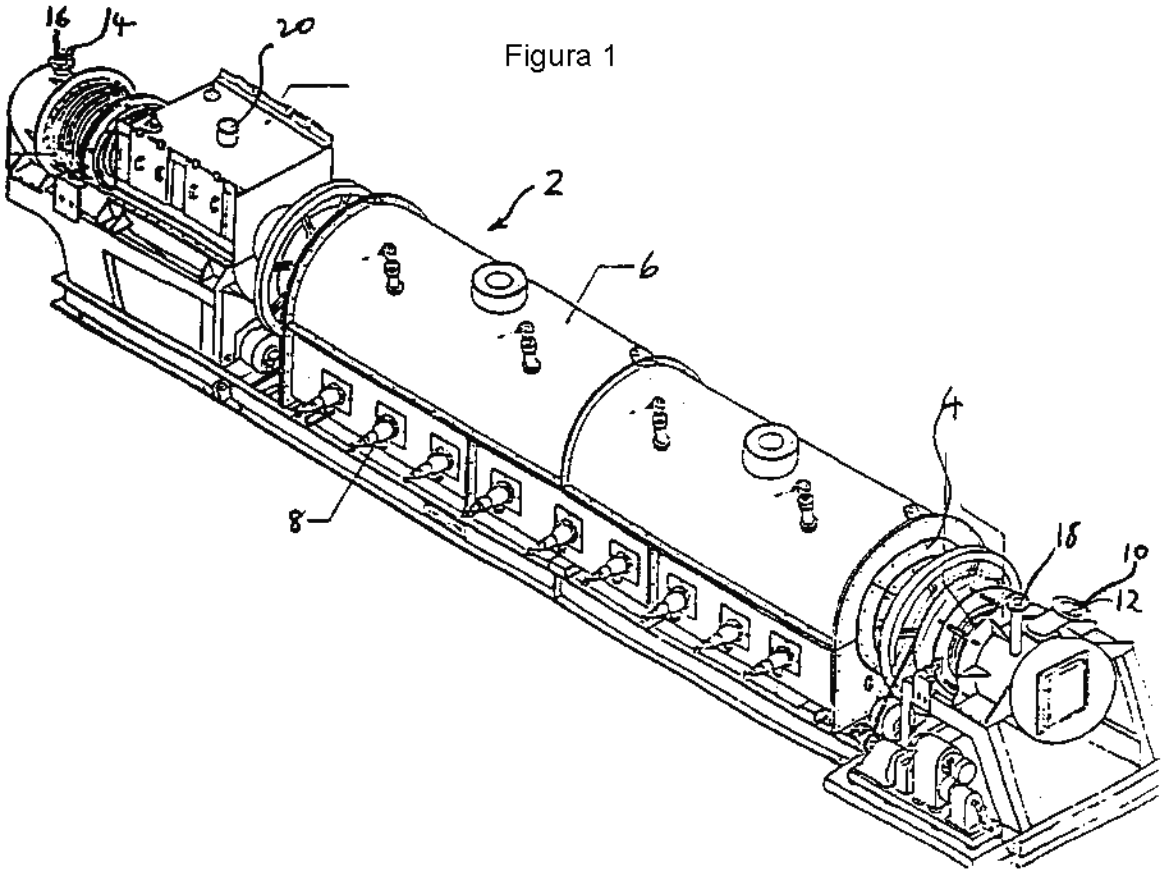
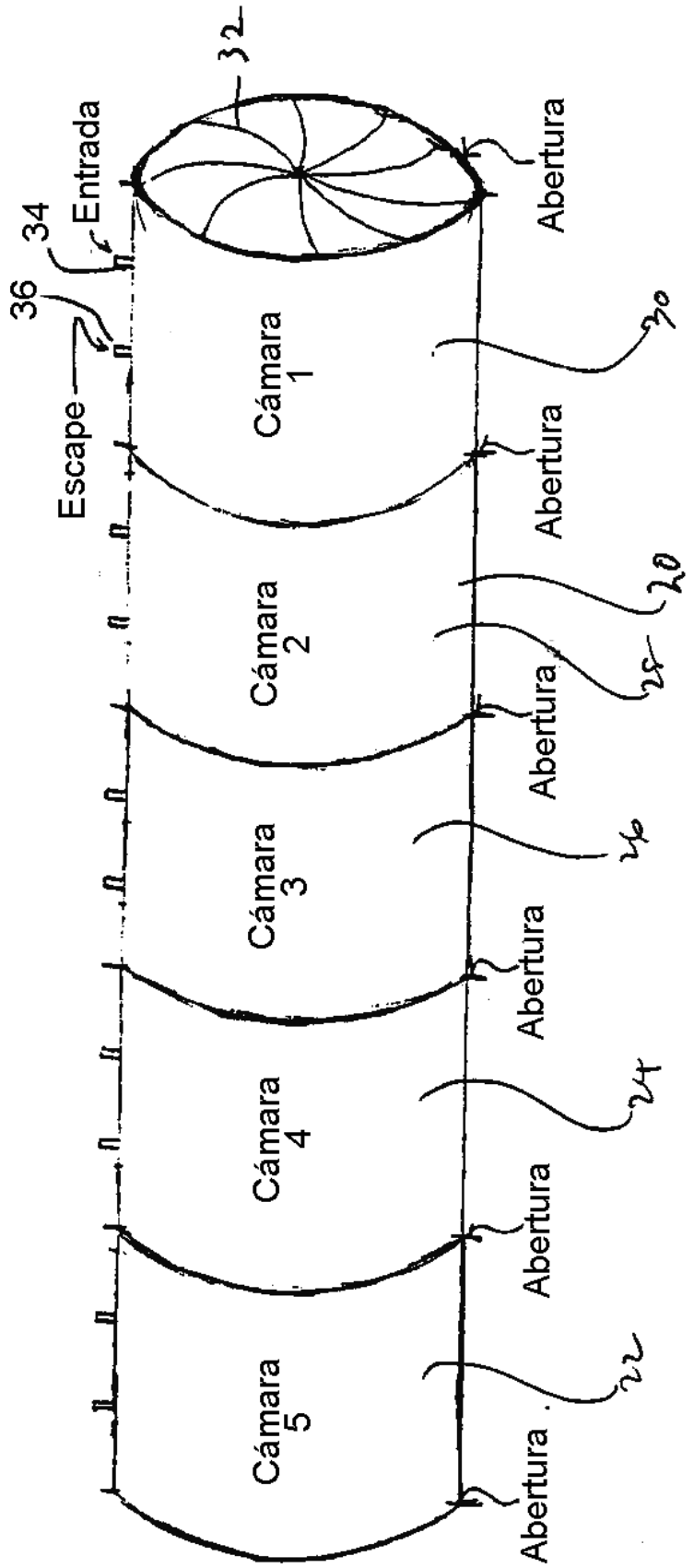


Figura 1

Figura 2

Cámaras de calefacción solamente