

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 021 113**

51 Int. Cl.:

C10G 1/10 (2006.01)
C10B 47/18 (2006.01)
C10B 53/07 (2006.01)
F23G 5/027 (2006.01)
F23G 7/12 (2006.01)
F23J 1/02 (2006.01)
C10B 57/02 (2006.01)
B65G 33/14 (2006.01)
B65G 33/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2016** **E 16020247 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 3260519**

54 Título: **Eliminación del carbón en un proceso para la conversión de material de hidrocarburo de desecho en combustible**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.05.2025

73 Titular/es:

PLASTIC ENERGY LIMITED (100.00%)
65 Carter Lane
London, EC4V 5DY, GB

72 Inventor/es:

POSMYK, ANDRZEJ;
GRAY, JAMES y
HALL, JONATHAN

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 021 113 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

Eliminación del carbón en un proceso para la conversión de material de hidrocarburo de desecho en combustible

Campo de la invención

La invención se refiere a la eliminación de partículas de carbón en un proceso para la conversión de desechos de material de hidrocarburo, tal como plásticos, en combustible.

Estado de la técnica

La pirólisis es un tipo de termólisis, y se aplica más comúnmente a materiales orgánicos expuestos a altas temperaturas. También ocurre en incendios donde arden combustibles sólidos o cuando la vegetación entra en contacto con lava en erupciones volcánicas. En general, la pirólisis de sustancias orgánicas produce productos gaseosos y líquidos y deja un residuo sólido más rico en contenido de carbono, carbón. Los residuos plásticos de polietileno de alta densidad HDPE, polipropileno PP o polietileno de baja densidad LDPE son pirolizados a temperaturas de menos de 700 °C y el carbón, o residuos sólidos, derivados de estos pueden usarse para varios propósitos, que incluyen la producción de briquetas, puede usarse como combustible para el proceso de combustión, o agua hirviendo, etc.

El documento de patente EP2516592 describe una cámara de pirólisis que se agita mediante la rotación de al menos dos palas helicoidales dispuestas para girar cerca de una superficie interna de la cámara de pirólisis; la cámara de pirólisis se agita además mediante un sinfín central, en donde el sinfín se ubica de manera que el funcionamiento inverso de este provoca la salida de carbón mediante una salida de carbón. Este documento no describe una solución para eliminar el carbón del sistema de pirólisis de una manera segura; sin embargo, para hacerlo, el operador necesitaría esperar un período de tiempo predeterminado, de aproximadamente 70 horas, para abrir una cámara donde el carbón puede almacenarse. De cualquier otra manera, el carbón puede encenderse espontáneamente en presencia de alta temperatura, tal como 400-450 °C después de haber pasado por el proceso de pirólisis, y el oxígeno que entra en dicha cámara. Este método que consume tiempo no es eficiente en las instalaciones industriales debido a la necesidad de detener una planta para esperar a que se elimine el carbón.

El documento de patente EP2997110 describe un método para el procesamiento de desechos plásticos que comprende una última etapa de dirigir el polvo y los gases a un aparato de enfriamiento de gases que comprende al menos dos transportadores de tornillo sincronizados, en donde los gases se enfrían y en donde el polvo y el condensado se dirigen a un filtro lleno con el carbón; y en donde la mezcla de carbón se retroalimenta a un reactor de pirólisis de microondas. Este documento describe un transportador de tornillo para transportar el carbón vegetal horizontalmente. Estos tipos de sistemas del estado de la técnica no están adaptados para eliminar de manera segura el carbón al final del procesamiento del plástico.

El documento US2006/280669 A1 describe un proceso para convertir materiales de desecho en un material de carbón rico e incluye el uso de un transportador de tornillo de enfriamiento.

La presente invención permite eliminar de manera segura el carbón al final de un método para el procesamiento de desechos plásticos, específicamente de un proceso de pirólisis, y también hacerlo en un período de tiempo reducido en comparación con las soluciones del estado de la técnica.

Descripción de la invención

La presente invención es un proceso de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen modalidades particulares de la invención. Todas las características descritas en esta descripción, incluidas las reivindicaciones, la descripción y las figuras y/o todas las etapas del método descrito pueden combinarse en cualquier combinación, con la excepción de las combinaciones de tales características y/o etapas mutuamente excluyentes.

En el contexto de la presente invención, físicamente aislado significa que la cámara de enfriamiento y la superficie de contacto con el carbón están aisladas herméticamente o a prueba de líquidos. Esto significa que ningún fluido de enfriamiento o medio de enfriamiento o aire o líquido en la cámara de enfriamiento puede entrar en contacto con el carbón que se elimina o transporta.

Una ventaja de la presente invención con respecto al estado de la técnica es que la cámara de enfriamiento permite un intercambio de calor entre un fluido de enfriamiento y el carbón en la superficie de contacto con el carbón del transportador de tornillo en funcionamiento. El fluido de enfriamiento puede ser agua a una temperatura más baja que la temperatura de pirólisis, por ejemplo, más baja que 400 °C. Dicho intercambio de calor reduce el tiempo necesario para esperar hasta que la temperatura del carbón permita abrir el sistema

sin riesgo de ignición espontánea. Esto permite descargar continuamente el carbón mientras se enfría a una temperatura segura en un tiempo corto, es decir, 2 horas, por lo tanto, se eliminan los cuellos de botella del lote y se maximiza el rendimiento de la planta.

- 5 Además, el hecho de que la cámara de enfriamiento y la superficie de contacto con el carbón se aíslan físicamente evita el contacto entre cualquier fluido de enfriamiento, tal como agua, o nitrógeno líquido, o aire frío, con el carbón; esto evita la contaminación del carbón seco para que pueda recuperarse en su estado inicial para cualquier propósito.
- 10 Otras ventajas en línea con las mencionadas son que la presente invención permite eliminar de manera segura el carbón al final de un método para el procesamiento de desechos plásticos, mientras se enfría a una temperatura segura de menos de 50 °C.
- 15 En una modalidad, el transportador de tornillo comprende la cámara de enfriamiento en una cavidad interna.
- En una modalidad, la unidad del transportador de tornillo comprende una cámara de tornillo, la cámara de tornillo que comprende el transportador de tornillo, y la cámara de enfriamiento se dispone concéntricamente con respecto a la cámara de tornillo.
- 20 Ventajosamente, esta modalidad permite una distribución uniforme del fluido de enfriamiento a lo largo de la cámara de enfriamiento de tal manera que el intercambio de calor se realiza de manera uniforme y, por lo tanto, de una manera eficiente.
- 25 En una modalidad, el transportador de tornillo y la cámara de enfriamiento se disponen de manera que, en funcionamiento, tanto la superficie de contacto con el carbón como el fluido de enfriamiento realizan el intercambio de calor a lo largo de la longitud completa del transportador de tornillo.
- Por ejemplo, esta modalidad puede implementarse mediante un transportador de tornillo de una cierta longitud y una cámara de enfriamiento alargada de la misma o mayor longitud, de modo que toda la superficie de contacto con el carbón del transportador de tornillo se enfríe y, por lo tanto, el carbón depositado en él en funcionamiento.
- 30 Ventajosamente, esta modalidad disminuye el tiempo de intercambio de calor entre el carbón y el fluido de enfriamiento en funcionamiento, en comparación con la situación en la que solo una parte de la superficie de contacto con el carbón realiza el intercambio de calor con el fluido de enfriamiento.
- 35 En una modalidad, el transportador de tornillo está vacío y un área interior del transportador de tornillo vacío comprende la cámara de enfriamiento.
- 40 Esta alternativa permite reducir el espacio necesario para implementar la unidad del transportador de tornillo en un sistema de pirólisis, ya que la cámara de enfriamiento se integra en la transportadora de tornillo usada para transportar el carbón.
- 45 En una modalidad donde la unidad del transportador de tornillo comprende una cámara de tornillo, la cámara de enfriamiento es externa y concéntrica a la cámara de tornillo.
- Esta alternativa permite adaptar cualquier unidad de tornillo existente mediante la adición simple de una cámara externa y concéntrica, que puede tener forma cilíndrica o cualquier otra forma, adaptada para contener un fluido de enfriamiento y adaptada para aislar físicamente el fluido de enfriamiento del carbón en funcionamiento.
- 50 El transportador de tornillo puede incluir tubos de fluido de enfriamiento dentro de un sinfín. El transportador de tornillo puede estar presente para accionar el carbón hacia adelante, sin embargo, los fluidos de enfriamiento pueden ubicarse dentro del sinfín, así como también en la chaqueta exterior.
- 55 En una modalidad, la unidad del transportador de tornillo comprende una entrada para la recepción de un fluido de enfriamiento.
- 60 Ventajosamente, el fluido de enfriamiento puede insertarse en la cámara de enfriamiento a través de la entrada de tal manera que el fluido de enfriamiento pueda renovarse.
- En una modalidad, la unidad del transportador de tornillo comprende una salida para dejar caer un fluido de enfriamiento.
- 65 Ventajosamente, el fluido de enfriamiento puede eliminarse de la cámara de enfriamiento a través de la salida de tal manera que el fluido de enfriamiento pueda renovarse.

En una modalidad, la unidad del transportador de tornillo comprende una entrada para la recepción de un fluido de enfriamiento y una salida para dejar caer un fluido de enfriamiento. La entrada y la salida pueden estar en forma de tubos de agua dentro de un sinfín.

5 Ventajosamente, el fluido de enfriamiento puede fluir de manera continua o en lotes a través de la entrada y la salida de tal manera que se mantenga una temperatura baja. Baja temperatura significa una temperatura que permite que se realice el intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento y la superficie de contacto con el carbón, de modo que el carbón se enfríe.

10 En una modalidad, el sistema para el tratamiento de plásticos de desecho comprende además una válvula para el suministro de carbón de un reactor de pirólisis o cámara de pirólisis, o autoclave, a la unidad del transportador de tornillo, en donde la válvula:

- comprende medios herméticos al aire y/o medios herméticos al gas y/o medios herméticos a los metales y/o medios herméticos a los plásticos fundidos y/o medios herméticos a los líquidos para aislar el reactor de pirólisis de la unidad del transportador de tornillo;
- 15 - se fabrica con un material a prueba de fuego;
- comprende un cuerpo fundido o forjado de una pieza.

20 En una modalidad, la válvula está hecha de material seguro contra incendios clasificado hasta 500 °C. La válvula también puede estar construida en materiales que no acumulen contaminantes de carbón y metales en la cara de sellado que conducen a la trayectoria de fuga, tales como cerámicas, y tal vez recubrimientos a base de polímeros.

25 Ventajosamente, tal válvula permite minimizar las trayectorias de fuga del reactor de pirólisis, o cámara de pirólisis, o autoclave, hacia la unidad del transportador de tornillo.

En una modalidad, la válvula es una válvula de mariposa de triple desplazamiento que permite el raspado de la cara de sellado con naturaleza de autolimpieza y la eliminación del cuerpo lejos de la trayectoria de flujo de contaminantes.

30 En una modalidad, la válvula es una válvula de bola segmentada que comprende un asiento de metal que permite el sello de gas, pero también corta la acumulación de contaminación y no permite la acumulación debido a la falta de empaquetadura para sellar.

35 Ventajosamente, el intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento y la superficie de contacto con el carbón de la unidad del transportador de tornillo permite directamente realizar un intercambio de calor entre la superficie de contacto con el carbón y el carbón, por lo que se reduce la temperatura del carbón.

40 En una modalidad del método, el fluido de enfriamiento se proporciona simultáneamente a la recepción del carbón en la unidad del transportador de tornillo.

En una modalidad del método que transporta el carbón por el transportador de tornillo se realiza simultáneamente para descender la temperatura del carbón por intercambio de calor.

45 Ventajosamente, esta modalidad permite enfriar el carbón mientras el fluido de enfriamiento se renueva en la unidad del transportador de tornillo de manera que la temperatura de enfriamiento se mantiene constante y el calor del carbón que proviene de una cámara de pirólisis no calienta el fluido de enfriamiento; por lo tanto, el intercambio de calor aumenta en eficiencia y el tiempo para enfriar el carbón se reduce significativamente.

50 Los plásticos de desecho proporcionados en el reactor de pirólisis se funden ventajosamente primero a través de una etapa de fusión de los materiales de plásticos de desecho que pueden tener lugar en un extrusor, por ejemplo.

55 La etapa de proporcionar plásticos de desecho en el reactor de pirólisis se realiza preferentemente a una temperatura de 400 °C del reactor de pirólisis. Esta etapa de alimentación dura mientras el reactor de pirólisis no se alimenta suficientemente con plásticos de desecho.

60 La cantidad de plásticos de desecho alimentados en el reactor de pirólisis depende del lado del reactor de pirólisis. Por ejemplo, un 2-3 m³ reactor de pirólisis puede alimentarse hasta aproximadamente 5 toneladas para proporcionar una conversión eficiente de plásticos de desecho a combustible. La cantidad de plásticos de desecho proporcionados al reactor de pirólisis por hora puede ser de 350 kg por hora. Puede, en este ejemplo, durar de aproximadamente 12 a 16 horas.

65 Después, cuando se alcanza la cantidad predeterminada de plásticos de desecho a introducir en el reactor de pirólisis, se detiene la etapa de proporcionar plásticos de desecho en el reactor de pirólisis. Después, se realiza la etapa de pirólisis de calentar, a una primera temperatura, plásticos de desecho en el reactor de

pirólisis para proporcionar gases de pirólisis y carbón. Preferentemente, la primera temperatura está comprendida entre 350 °C y 450 °C. Un agitador agita el interior del reactor de pirólisis. Dentro del reactor de pirólisis, durante la etapa de pirólisis, los plásticos de desecho se someten a pirólisis en una atmósfera libre de oxígeno mientras se agitan. La agitación se realiza mediante un agitador helicoidal doble. La agitación tiene como objetivo mejorar la transferencia de calor dentro del reactor de pirólisis para mejorar la etapa de pirólisis.

Durante esta etapa de pirólisis, todos los gases de pirólisis se extraen del reactor de pirólisis que queda con carbón húmedo y pegajoso. El carbón debe evacuarse del reactor de pirólisis a través de una unidad del transportador de tornillo. El carbón puede tener una consistencia similar a la de una pasta y, por lo tanto, es difícil de eliminar a través de la unidad del transportador de tornillo.

La etapa de cocción ayuda a reducir la humedad del carbón y convertirlo en un polvo seco más fácil de eliminar del reactor de pirólisis. La etapa de cocción se realiza una vez que la viscosidad del carbón ha alcanzado un umbral predeterminado. La etapa de cocción puede durar de aproximadamente tres a cuatro horas. La segunda temperatura es preferentemente 20 % más alta que la primera temperatura. Puede estar comprendida entre 420 °C y 500 °C, preferentemente alrededor de 450 °C.

La medida de la viscosidad, o sequedad, del carbón se obtiene mediante la medición de la carga de los medios para agitar el interior del reactor de pirólisis. Un buen indicador de la carga del agitador es la corriente del agitador. Para un reactor de pirólisis de 2-3 m³, la corriente de operación normal del agitador es de alrededor de 20-30 A y el umbral predeterminado es de alrededor de 45-55 A. Una vez más, depende del tamaño del reactor de pirólisis.

Ventajosamente, los gases de pirólisis se evacúan a un contactor o una columna de reflujo. La tercera temperatura del contactor o de la columna de reflujo se mide, preferentemente, en la salida del contactor o de la columna de reflujo. Cuando alcanza un valor predeterminado, la etapa de cocción se detiene y el carbón se proporciona a la unidad del transportador de tornillo para su eliminación del reactor de pirólisis. Una gota de la tercera temperatura de la salida del contactor es un indicador de que ha impulsado el líquido de hidrocarburo fuera del carbón porque no hay más flujo hacia arriba más allá de la sonda de temperatura.

Descripción de las figuras

Estas y otras características y ventajas de la invención se comprenderán claramente en vista de la descripción detallada de la invención que se hace evidente a partir de una modalidad preferida de la invención, dada solo como un ejemplo y sin limitarse a ella, con referencia a las figuras.

Figura 1. Esta figura muestra una vista elevada de una unidad del transportador de tornillo (10) usada en un proceso de acuerdo con la invención que está vacía y un área interna del transportador de tornillo vacío (11) comprende una cámara de enfriamiento 12 en una cavidad interna.

Figura 2. Esta figura muestra una vista elevada de una unidad del transportador de tornillo (20) usada en un proceso de acuerdo con la invención que comprende una cámara de enfriamiento (23) que a su vez comprende una cámara de tornillo (24) en una cavidad interna. El transportador de tornillo interno no se representa.

Figura 3. Esta figura muestra un ejemplo de un sistema usado en un proceso de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra un ejemplo de una unidad del transportador de tornillo (10) para eliminar el carbón (1) de un sistema para procesar desechos plásticos usados en el método de acuerdo con la invención, la unidad del transportador de tornillo (10) que comprende

- un transportador de tornillo (11), que comprende una superficie de contacto con el carbón (12), en esta figura que es la superficie del transportador de tornillo (11) y
- una cámara de enfriamiento (13) en una cavidad interna del transportador de tornillo (12). La cámara de enfriamiento (13) se adapta para contener un fluido de enfriamiento (2), por ejemplo, agua.

El transportador de tornillo (11) y la cámara de enfriamiento (13) se disponen de manera que

- la cámara de enfriamiento (13) se aísla físicamente de la superficie de contacto con el carbón (12) del transportador de tornillo, de tal manera que el fluido de enfriamiento (2) no se permite que entre en contacto con el carbón (1) que se transporta por el transportador de tornillo (11) y
- el transportador de tornillo (11) y la cámara de enfriamiento (13) permiten, en funcionamiento, un intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento y el carbón cuando la cámara de enfriamiento (13) contiene un fluido de enfriamiento (2).

Para que se permita un intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento (2) y el carbón (1) cuando la cámara de enfriamiento (13) contiene un fluido de enfriamiento (2), se usan preferentemente materiales tales como acero para el transportador de tornillo (11) y/o para la superficie de contacto con el carbón (12) y/o para

la cámara de enfriamiento (13). Las propiedades del acero o acero suave son apropiadas para temperaturas altas y bajas, tales como temperaturas en el intervalo de [de ambiente -300 °C] o [de ambiente -700 °C] o [de ambiente -800 °C] o [de 50 a 500 °C], donde el ambiente puede ser 20 °C, o 21 °C, o 22 °C, o 23 °C, o 24 °C o 26 °C o 27 °C. El acero inoxidable puede alcanzar una temperatura máxima de alrededor de 700 °C, y el acero suave puede alcanzar una temperatura máxima de alrededor de 300 °C.

La Figura 1 también muestra los puntos A, B, C y las flechas que indican:

- A: Indica la posición donde se carga el carbón en la unidad del transportador de tornillo (10). Este punto puede provenir de una cámara de pirólisis para tratar desechos plásticos;
- B: Indica un punto medio en la unidad del transportador de tornillo y la flecha indica la dirección de transporte del carbón (1);
- C: Indica el punto donde se extrae el carbón del transportador de tornillo (10); puede dirigirse hacia una cámara donde permanece hasta que finalmente se recupere para cualquier propósito.

En la Figura 1, el fluido de enfriamiento puede insertarse en un punto lateral de la cámara de enfriamiento, por ejemplo, en el punto 15. El fluido de enfriamiento (2) también puede extraerse del punto 16. El fluido de enfriamiento (2) puede insertarse continuamente e incluso simultáneamente a la carga de carbón en el transportador de tornillo (10). La velocidad de alimentación del fluido de enfriamiento puede regularse para permitir un intercambio de calor mejorado entre el carbón y el fluido de enfriamiento, por ejemplo, en una configuración de

- Transportador de tornillo (11) de 6 metros de largo,
- Velocidad del agua a 50 °C y a 7 m3/hora

es posible reducir la temperatura del carbón de 400 °C a 50 °C en menos de 2 horas, mientras se descarga continuamente a 400 kg/h.

La Figura 2 muestra una vista elevada de una unidad del transportador de tornillo (20) que comprende una transportadora de tornillo no representada en el interior de una cámara de tornillo (24), y una cámara de enfriamiento (23) o camisa de enfriamiento concéntrica y externa a la cámara de tornillo (24).

La unidad del transportador de tornillo (20) de la Figura 2 puede presentar la siguiente configuración:

Materiales de construcción: acero suave, pero otros y el mismo material que el tornillo.

Densidad en volumen de carbón: 460 kg/l/m3

Velocidad de alimentación de carbón: 400 kg/l/h

Temperatura de entrada de agua: 5 °C

Temperatura de salida de agua: 15 °C.

El transportador de tornillo y la cámara de enfriamiento tienen una longitud de 6 metros, lo que permite transportar el carbón a una velocidad de 400 kg/hora.

El fluido de enfriamiento (2) es agua. Preferentemente, el régimen de flujo de agua es 10 veces el flujo de carbón. La entrada de agua puede realizarse a través de mangueras flexibles.

Esta configuración permite enfriar el carbón de 450-550 °C a menos de 50 °C en menos de 2 horas.

En un ejemplo, el carbón se alimenta a la unidad del transportador de tornillo a través de una válvula, esta válvula es, en un ejemplo, una válvula de mariposa de tres ejes. Este tipo de válvula proporciona

- aislamiento entre la válvula de pirólisis y la unidad del transportador de tornillo,
- asiento y sello reemplazables en el campo
- características a prueba de fuego,
- menor costo de propiedad que dos válvulas de aislamiento individuales,
- disponibilidad en cualquier material para adaptarse a cualquier condición de trabajo
- cuerpo fundido o forjado de una pieza, lo que minimiza las posibles trayectorias de fuga

En una modalidad, la válvula de mariposa de triple desplazamiento se adapta para proporcionar

- un sello de gas contra el nitrógeno a temperaturas bajas y altas
- sellado contra plástico fundido, combustible líquido y contaminación de carbón/metal repetidamente después del ciclo
- no acumularse en la cara de sellado debido a su desplazamiento fuera de la trayectoria de flujo sólido y su asiento de raspado y compresión una vez accionado.

Las ventajas de una válvula de bola segmentada son las mismas, sin embargo, una válvula de bola segmentada comprende un sello de metal en lugar de empaquetadura que permite que no haya contaminación y acumulación de sólidos, así como también un mejor raspado

En un ejemplo, la válvula comprende medios herméticos al aire y/o medios herméticos al gas y/o medios herméticos de metal para aislar la cámara de pirólisis de la unidad del transportador de tornillo.

La Figura 3 muestra un ejemplo de un sistema para el tratamiento de plásticos de desecho en un proceso de

acuerdo con la invención en donde se representan:

- primer y segundo reactores de pirólisis (36) o cámaras de pirólisis o autoclaves para propósitos de pirólisis,
- una válvula (35) del tipo mariposa o válvula de bola segmentada en la salida de cada reactor de pirólisis (36)
- un primer transportador de tornillo (39) de acuerdo con el estado de la técnica, que dirige el carbón saliente del primer reactor de pirólisis en la dirección de la flecha (38); este primer transportador de tornillo del estado de la técnica comprende una cámara de tornillo (34), pero dicha cámara de tornillo (34) no comprende una cámara de enfriamiento;
- una unidad del transportador de tornillo (30) usada en el método de acuerdo con la invención que comprende una cámara de tornillo (34) y una cámara de enfriamiento (33) adaptada para recibir el carbón (1) del primer transportador de tornillo (39) de acuerdo con el estado de la técnica y del segundo reactor de pirólisis (36);
- una válvula giratoria (37) para permitir que el carbón (1) se separe del sistema.

La Figura 3 también representa:

Una unidad del transportador de tornillo (30) para eliminar el carbón (1) del sistema para el tratamiento de plásticos de desecho, la unidad del transportador de tornillo (30) que comprende

- un segundo transportador de tornillo (31), que comprende una superficie de contacto con el carbón (32) y
- una cámara de enfriamiento (33) adaptada para contener un fluido de enfriamiento (2), dispuestas de manera que
- la cámara de enfriamiento (33) se aísla físicamente de la superficie de contacto con el carbón (32) del segundo transportador de tornillo (31) y
- el segundo transportador de tornillo (31) y la cámara de enfriamiento (33) permiten, en funcionamiento, un intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento (2) y el carbón cuando la cámara de enfriamiento (33) contiene un fluido de enfriamiento (2).

En el sistema de la Figura 3, el primer transportador de tornillo (39) del estado de la técnica puede transportar el carbón (1) a una temperatura de 450 °C hasta que el carbón (1) se caiga hacia la unidad del transportador de tornillo (30) de la invención. El agua (2) a una temperatura de 5 °C puede insertarse en la cámara de enfriamiento (33) para intercambiar calor con el carbón que proviene del primer transportador de tornillo (39) de acuerdo con el estado de la técnica y del segundo reactor de pirólisis (36). El resultado es que el carbón se enfría en menos tiempo que en el estado de la técnica y el carbón se puede extraer en menos tiempo que en el estado de la técnica, por lo tanto, se evitan los retrasos en el tratamiento de los plásticos de desecho.

En el sistema de la Figura 3, el transportador de tornillo del estado de la técnica puede transportar el carbón (1) a una temperatura de 450 °C hasta que el carbón (1) se caiga hacia la unidad del transportador de tornillo (30) de la invención, donde el agua (2) a una temperatura de 5 °C puede insertarse para enfriar el carbón que proviene del transportador de tornillo (39) de acuerdo con el estado de la técnica y el segundo reactor de pirólisis (36).

En los reactores de pirólisis (36) o cámaras de pirólisis o autoclaves tiene lugar la etapa de secado/descenso de la viscosidad del carbón.

Los plásticos de desecho fundidos se proporcionan al reactor de pirólisis (36). La pirólisis a una primera temperatura ocurre en los reactores de pirólisis (36). Durante la pirólisis, los plásticos fundidos se agitan dentro del reactor de pirólisis (36) mediante medios de agitación.

Durante esta etapa de pirólisis, se producen tanto los gases de pirólisis como el carbón. Los gases de pirólisis se enviarán a un contactor aguas abajo de los reactores de pirólisis (36) para un posterior craqueo de las moléculas de combustible. El carbón permanece en la pared interior de los reactores de pirólisis. Es muy importante evitar la extracción de carbón al contactor. La contaminación del combustible de final de ciclo a través de partículas de carbón debe evitarse. Por lo tanto, la eliminación del carbón de los reactores de pirólisis es fundamental.

Sin embargo, al final de la etapa de calentamiento a la primera temperatura, las partículas de carbón se acumulan en el reactor de pirólisis y se adhieren a la pared interna de los reactores de pirólisis y son difíciles de eliminar a través de la unidad del transportador de tornillo.

La medición de la viscosidad del carbón en el reactor de pirólisis se realiza mediante la medición de la carga de los medios de agitación. Cuando la viscosidad alcanza un umbral predeterminado, la etapa de pirólisis se detiene y comienza la etapa de cocción. Las etapas de cocción tienen como objetivo secar el carbón para reducir su viscosidad y convertirlo en un polvo de carbón fácilmente removible.

ES 3 021 113 T3

Una ventaja de secar el carbón antes de la eliminación es que se evitan los problemas de bloqueo de plásticos o lodos.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para el procesamiento de desechos plásticos que comprende:
 - una etapa de proporcionar plásticos de desecho en un primer reactor de pirólisis, dicho primer reactor de pirólisis que comprende un agitador configurado para agitar dichos plásticos de desecho en el mismo;
 - una etapa de pirólisis de calentar, a una primera temperatura, plásticos de desecho en el reactor de pirólisis para proporcionar gases de pirólisis y carbón;
 - una etapa de medir la sequedad del carbón en el primer reactor de pirólisis mediante la medición de la carga de dicho agitador;
 - una etapa de terminación de terminar la etapa de pirólisis;
 - una etapa de cocción de calentamiento a una segunda temperatura, el interior del primer reactor de pirólisis cuando la carga de dicho agitador alcanza un umbral predeterminado, dicha segunda temperatura es mayor que la primera temperatura;
- y, después de terminar dicha etapa de cocción, - una etapa de eliminación del carbón de un sistema para el tratamiento de plásticos de desecho que comprende una unidad del transportador de tornillo (10, 20, 30) para eliminar el carbón de dicho sistema, dicha unidad del transportador de tornillo que comprende:
 - un transportador de tornillo (11,21,31), que comprende una superficie de contacto con el carbón (12, 32) y
 - una cámara de enfriamiento (13, 23, 33) adaptada para contener un fluido de enfriamiento (2), dispuesto de manera que
 - la cámara de enfriamiento (13, 23, 33) se aísla físicamente de la superficie de contacto con el carbón (12, 32) del transportador de tornillo (11, 21, 31) y
 - el transportador de tornillo (11, 21, 31) y la cámara de enfriamiento (13, 23, 33) se configuran para permitir, en funcionamiento, un intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento (2) y el carbón (1) cuando la cámara de enfriamiento (13, 23, 33) contiene un fluido de enfriamiento (2),dicha etapa de eliminación del carbón que comprende:
 - proporcionar un fluido de enfriamiento a la unidad del transportador de tornillo;
 - recibir el carbón en la unidad del transportador de tornillo;
 - transportar el carbón por el transportador de tornillo en donde el carbón está en contacto con una superficie de contacto con el carbón del transportador de tornillo;
 - reducir la temperatura del carbón por intercambio de calor entre el fluido de enfriamiento y la superficie de contacto con el carbón de la unidad del transportador de tornillo.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el transportador de tornillo (11, 21, 31) y la cámara de enfriamiento (13, 23, 33) se disponen de manera que, en funcionamiento, tanto la superficie de contacto con el carbón como el fluido de enfriamiento son capaces de realizar el intercambio de calor a lo largo de toda la longitud del transportador de tornillo.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la unidad del transportador de tornillo (10, 20, 30) comprende una cámara de tornillo (24, 34), la cámara de tornillo que comprende el transportador de tornillo, y la cámara de enfriamiento se dispone concéntricamente con respecto a la cámara de tornillo.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la cámara de enfriamiento es externa y concéntrica a la cámara de tornillo.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el transportador de tornillo está vacío y un área interior del transportador de tornillo vacío comprende la cámara de enfriamiento;
6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la unidad del transportador de tornillo (10, 20, 30) comprende una entrada para la recepción del fluido de enfriamiento y/o una salida para dejar caer dicho fluido de enfriamiento.
7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el fluido de enfriamiento (2) se proporciona simultáneamente para recibir el carbón (1) en la unidad del transportador de tornillo (10, 20, 30).
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el transporte del carbón (1) por el transportador de tornillo (10, 20, 30) se realiza simultáneamente al descender la temperatura del carbón mediante intercambio de calor.
9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el transportador de tornillo (11, 21, 31) se denomina como un segundo transportador de tornillo (11, 21, 31), el sistema que comprende, además:
 - un segundo reactor de pirólisis (36);
 - una válvula (35) del tipo mariposa o válvula de bola segmentada en la salida de cada reactor de

pirólisis (36);

- un primer transportador de tornillo (39) para dirigir el carbón saliente del segundo reactor de pirólisis; este primer transportador de tornillo que comprende una cámara de tornillo (34), dicha cámara de tornillo (34) que no comprende una cámara de enfriamiento;
- la unidad del transportador de tornillo (30) que comprende además una cámara de tornillo (34), la cámara de tornillo y la cámara de enfriamiento (33) que se adaptan para recibir el carbón (1) del primer transportador de tornillo (39) y del primer reactor de pirólisis (36);
- una válvula giratoria (37) para permitir que el carbón (1) se separe del sistema.

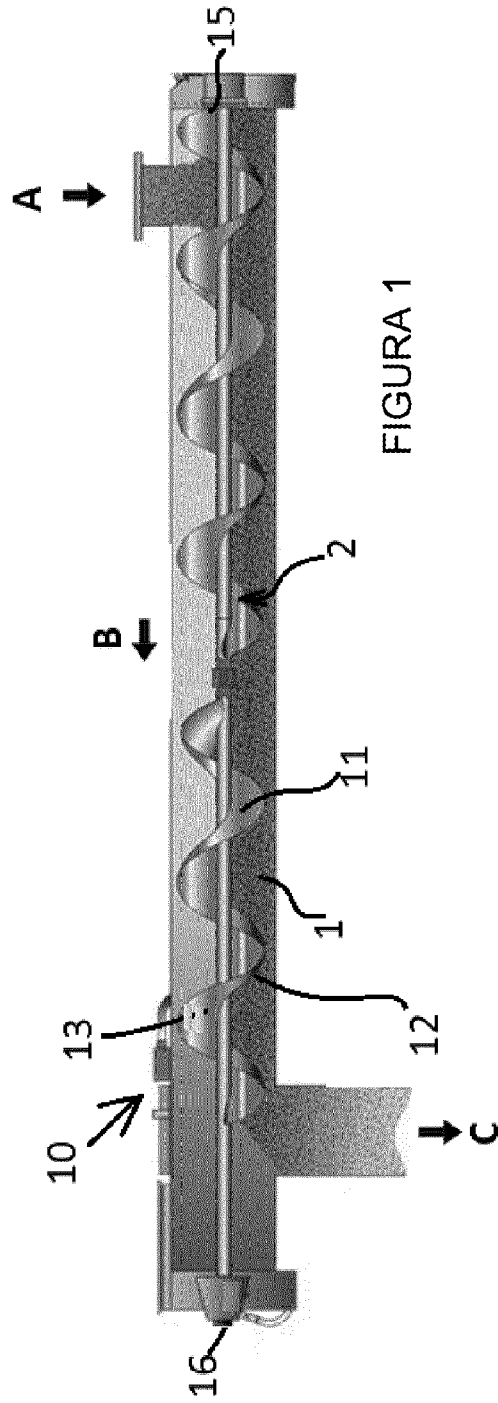
10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde cada una de dichas válvulas (35) del tipo mariposa o válvula de bola segmentada se adapta para suministrar el carbón de los reactores de pirólisis (36) al primer transportador de tornillo (39) y a la unidad del transportador de tornillo (10, 20, 30), respectivamente, en donde cada una de dichas válvulas (35) del tipo mariposa o válvula de bola segmentada:

- comprende medios herméticos al aire y/o medios herméticos al gas para aislar el reactor de pirólisis de la unidad del transportador de tornillo; y/o
- comprende un cuerpo fundido o forjado de una pieza.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los plásticos de desecho proporcionados en el reactor de pirólisis se funden primero a través de una etapa de fusión de los materiales plásticos de desecho.

12. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde comprende:

- una etapa de evacuar los gases de pirólisis del reactor de pirólisis (36) a un contactor o una columna de reflujo y;
- una etapa de medición de una tercera temperatura del contactor o la columna de reflujo; y
- una etapa de proporcionar el carbón (1) en la unidad del transportador de tornillo (30) cuando la tercera temperatura alcanza un valor predeterminado.



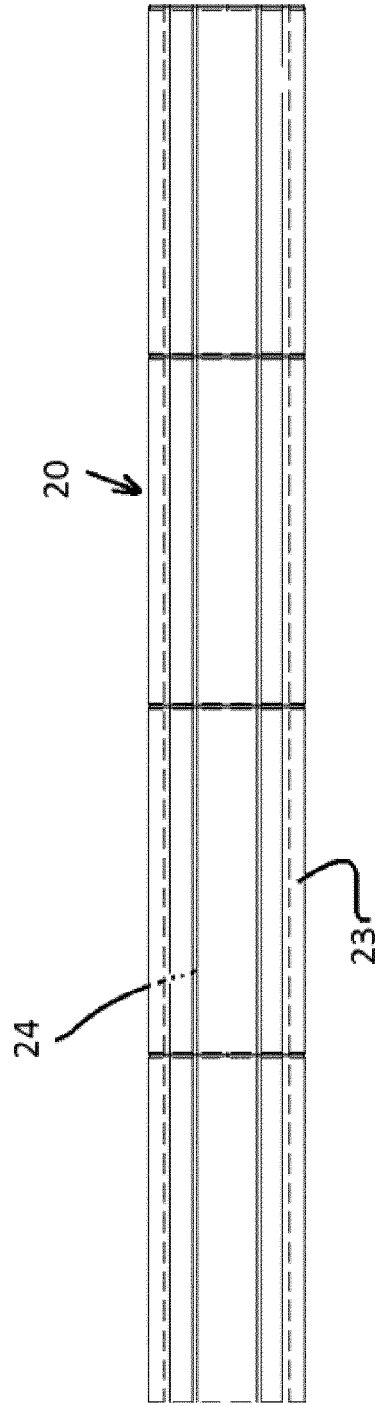


FIGURE 2

