

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 357**

51 Int. Cl.:

C10G 1/10 (2006.01)
F23G 5/00 (2006.01)
C10B 53/07 (2006.01)
C10B 47/18 (2006.01)
F23G 5/02 (2006.01)
F23G 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2010** **PCT/IE2010/000077**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2011** **WO11077419**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010** **E 10801706 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018** **EP 2516592**

54 Título: **Conversión de material plástico residual en combustible**

30 Prioridad:

22.12.2009 IE 20090971

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.09.2018

73 Titular/es:

CYNAR PLASTICS RECYCLING LIMITED (100.0%)
7th Floor O'Connell Bridge House D'Olier Street
Dublin 2, IE

72 Inventor/es:

MCNAMARA, DAVID y
MURRAY, MICHAEL

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 683 357 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

Conversión de material plástico residual en combustible

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la conversión de material de hidrocarburo residual tal como plásticos en combustible.

Discusión de la técnica anterior

10 El documento GB2158089 (Suzy-Jen) describe un proceso de tratamiento en el que los plásticos se funden y se calientan para producir gas, el gas se condensa para proporcionar un líquido oleoso, y este se destila fraccionadamente. El documento WO2005/087897 (Ozmotech Pty) describe un proceso en el que puede haber múltiples cámaras de pirólisis. Los gases de pirólisis se transfieren a un conversor catalítico en el que la estructura molecular del material gaseoso se altera en estructura y forma. El documento WO01/05908 (Xing) describe un proceso en el cual hay una primera y segunda etapas de craqueo con un primer y segundo catalizadores. El documento US2003/0199718 (Miller) describe un enfoque en el que hay pirólisis y el reactor se mantiene a una temperatura en el intervalo de 450 °C y 700 °C. El efluente del reactor de pirólisis se pasa a una unidad de desparafinado de síntesis catalítica.

20 El documento US2009/0321317 (Widmer et al.) describe un método y dispositivo para procesar desechos que contienen plástico.

25 El documento US 5738025 (Tachibana) describe un método y aparato para el craqueo térmico de plásticos residuales.

El documento US5731483 (Stabel et al.) describe el reciclaje de plásticos en un craqueador de vapor.

30 La invención se dirige a proporcionar un proceso que produzca de manera más consistente grados particulares de combustible "de calidad especificada", y/o con un rendimiento mejorado.

Sumario de la invención

35 De acuerdo con la invención, se proporciona un proceso para tratar material plástico residual como se establece en la reivindicación 1.

En una realización, los elementos contactores comprenden matrices de placas en ambos lados de una trayectoria de gas. En una realización, las placas del elemento contactor son de acero inoxidable.

40 En una realización, los medios de enfriamiento controlan una válvula que une la camisa con un conducto de humos, la abertura de la válvula provoca el enfriamiento por el tiro descendente y el cierre de la válvula que causa el calentamiento.

45 En una realización, la válvula proporciona acceso a un conducto de humos para gases de escape de una unidad de combustión de la cámara de pirólisis.

50 En una realización, la alimentación a la cámara de pirólisis se controla de acuerdo con la supervisión del nivel de plásticos fundidos en la cámara, detectada por un detector de radiación gamma dispuesto para emitir radiación gamma a través de la cámara y detectar la radiación en un lado opuesto, intensidad de recepción radiación que indica la densidad del contenido de la cámara.

55 En una realización, la cámara de pirólisis se agita mediante la rotación de al menos dos cuchillas helicoidales dispuestas para girar cerca de una superficie interna de la cámara de pirólisis. Preferiblemente, la cámara de pirólisis se agita adicionalmente mediante una barrena central. En una realización, la barrena se ubica de modo que la operación inversa de la misma provoca la salida de carbón a través de una salida de carbón.

En una realización, la temperatura de los gases de pirólisis en una salida del contactor se mantiene en el intervalo de 240 °C a 280 °C.

60 En una realización, una sección inferior de la columna de destilación se mantiene a una temperatura en el intervalo de 200 °C a 240 °C, preferiblemente de 210 °C a 230 °C. Preferiblemente, la parte superior de la columna de destilación se mantiene a una temperatura en el intervalo de 90 °C a 110 °C, preferiblemente a aproximadamente 100 °C.

65 En una realización, el diésel se extrae de la columna de destilación y se destila adicionalmente para proporcionar combustibles de calidad especificada.

En una realización, el material se extrae desde la parte superior de la columna de destilación a un globo de separación que separa agua, aceite y gases no condensables, que a su vez alimenta un depurador de gases para preparar gases sintéticos para su uso en hornos.

- 5 En una realización, hay una destilación adicional de parte del material en una columna de destilación a vacío. Preferiblemente, las fracciones de aceite pesado o parafínico se extraen del fondo de la columna de destilación a vacío. En una realización, dicho aceite pesado o parafínico se recicla de nuevo a la cámara de pirólisis. En una realización, el diésel de calidad especificada deseada se extrae de una sección central de la columna de destilación a vacío. En una realización, las fracciones ligeras se extraen de una sección superior de la columna de destilación a vacío y se condensan.

- 10 En una realización, la cámara de pirólisis y el contactor se purgan de forma aislada de los componentes aguas abajo del sistema. En una realización, se bombea un gas de purga tal como nitrógeno a través de la cámara de pirólisis y el contactor y directamente desde el contactor a un oxidante térmico donde se quema el gas de purga. 15 Preferiblemente, cualquier gas de pirólisis que permanezca al final de un proceso discontinuo se suministra desde el contactor y se quema junto con el gas de purga.

- En otro aspecto, la invención proporciona un aparato para tratar material plástico residual para proporcionar al menos un producto combustible como se establece en la reivindicación 11.

- 20 En una realización, los medios de enfriamiento están adaptados para controlar una válvula que une la camisa con un conducto de humos, la abertura de la válvula provoca el enfriamiento por el tiro descendente y el cierre de la válvula que causa el calentamiento.

- 25 En una realización, la válvula proporciona acceso a un conducto de humos para gases de escape de una unidad de combustión de la cámara de pirólisis.

- En una realización, el aparato comprende además un medio de purga adaptado para purgar la cámara de pirólisis y el contactor en aislamiento de los componentes aguas abajo del sistema, y bombear un gas de purga a través de la cámara de pirólisis y el contactor y directamente desde el contactor a un sistema térmico oxidante donde se quema el gas de purga.

Descripción detallada de la invención

- 35 La invención se entenderá más claramente a partir de la siguiente descripción de algunas realizaciones de la misma, dada a modo de ejemplo solo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un diagrama que muestra un sistema de la invención para el tratamiento de plásticos residuales; y

- 40 La Figura 2 es una serie de gráficas que muestran varios parámetros clave controlados durante el funcionamiento del sistema.

Sistema

- 45 En referencia a la Figura 1, un sistema para el tratamiento de residuos de plásticos comprende los siguientes componentes principales:

- 1, dos tolvas de alimentación de plástico residual, cada una de las cuales recibe material plástico granulado o en escamas que incluye todas las variantes de polietileno, poliestireno y polipropileno;
- 50 2, transportador de entrada de plásticos;
- 3, correa de pesaje;
- 4, extrusor que tiene cuatro etapas de calentamiento para fundir el material plástico a una temperatura final de aproximadamente 300 °C,
- 5, líneas de alimentación desde el extrusor 4 a dos cámaras de pirólisis 6;
- 55 6, cámaras o reactores de pirólisis, de los cuales hay cuatro, cada uno para la pirólisis libre de oxígeno de los hidrocarburos y la entrega de gases de pirólisis a un contactor 7, y cada cámara 6 tiene una unidad de combustión 8 y una salida de carbón 9;
- 7, contactor que tiene una camisa de refrigeración 7(a),
- 10, líneas de purga para las cámaras de pirólisis 6 y los contactores 7,
- 60 11, válvulas de escape para los contactores 7, que unen un conducto de escape a una camisa alrededor del recipiente del contactor;
- 12, tubo que une cada cámara de pirólisis 6 con su contactor 7 asociado, para permitir que el vapor de hidrocarburo (gases de pirólisis) fluya y el material de hidrocarburo de cadena larga pesado condensado fluya de vuelta a la cámara de pirólisis 6 para el tratamiento de degradación térmica;
- 65 13, placas de acero inoxidable del contactor, dispuestas con orificios para que los gases de pirólisis puedan pasar hacia arriba, y que están inclinadas de manera que el material condensado de hidrocarburo de cadena

- larga fluya hacia abajo y de vuelta a la cámara de pirólisis relevante 6 a través del tubo 12;
 15, colector de salida de gas de pirólisis para el direccionamiento hacia la destilación;
 20, primera columna de destilación (atmosférica);
 21, bomba para la salida de diésel del fondo de la primera columna de destilación 20, que alimenta un
 5 refrigerador 22, que a su vez alimenta un tanque de retención de diésel 23 y un enlace de recirculación de vuelta
 a la columna de destilación 20;
 24, bomba para bombear combustible diésel desde el tanque 23 a un calentador 25, que alimenta una columna
 de destilación a vacío 26;
 27, bomba para bombear residuos parafínicos a un calentador 28 para la recirculación, o como retroalimentación
 10 reciclada a las cámaras de pirólisis 6 de acuerdo con el control por válvulas, no mostrado;
 35, bomba para bombear diésel a través de un refrigerador 36 desde la columna de destilación a vacío 26 a un
 tanque de retención de diésel 37;
 38, enlace de retroalimentación desde el tanque de producto diésel 37 al tanque de retención 23, para su uso si
 el producto final diésel se determina después de la prueba para que no se encuentre en el estándar requerido;
 15 40, salida desde la parte superior de la primera columna de destilación 20 a un tanque 41 de producto de aceite
 ligero;
 42, refrigerador para alimentar desde la parte superior de la columna de destilación a vacío 26 a un tanque de
 aceite ligero 45;
 45, tanque de aceite ligero que tiene un enlace a un oxidante térmico;
 20 46, bomba para suministrar aceite ligero desde el tanque 45 al tanque 41 de producto de aceite ligero;
 55, bomba para bombear queroseno desde la columna de destilación a vacío 26 a un tanque de producto de
 queroseno 60;
 70, refrigerador dispuesto para extraer desde la parte superior de la primera columna de destilación 20 a un
 globo de separación 71 que separa agua, aceite y gases no condensables, que a su vez alimenta un depurador
 25 de gases 72 para preparar gases sintéticos para su uso en hornos.

Proceso

- El material de desechos plásticos se procesa en forma granular o en escamas. Se calienta en el extrusor 4 y los
 30 plásticos fundidos se introducen en las cámaras de pirólisis 6. Esto se hace asegurándose de que no ingrese
 oxígeno al sistema y que los plásticos fundidos se mantengan lo más cerca posible de la temperatura de pirólisis,
 preferiblemente de 300 °C a 320 °C.
- En cada cámara de pirólisis 6, el material plástico se calienta de 390 °C a 410 °C en un sistema purgado con
 35 nitrógeno mientras se agita. La agitación se realiza mediante un agitador de doble hélice con un tornillo central, y las
 cuchillas helicoidales barren a una separación de aproximadamente 5 mm de la superficie interna de la cámara. Esto
 maximiza la transferencia de calor a las paredes del recipiente 6, que es muy ventajoso debido a las pobres
 propiedades de transferencia de calor del material plástico de entrada.
- Los gases de pirólisis se elevan a través del enlace de tubo directo 12 al contactor 7. En el contactor 7 hay contacto
 40 entre el vapor y las placas de metal 13 en una disposición escalonada de tipo deflector. Esto provoca un poco de
 condensación de las cadenas largas de C de vapor. La proporción de gases que se condensan de esta manera es
 aproximadamente del 15 % al 20 %. El nivel de condensación se controla mediante el control de la temperatura de la
 camisa 7(a), que se enfría con agua enfriada y también mediante el control de la corriente de tiro descendente.
- El líquido condensado fluye hacia atrás a través del mismo tubo 12 a la cámara de pirólisis 10 para degradarse
 45 térmicamente. La parte inferior del contactor 6, como se muestra en la vista ampliada de la Figura 1, tiene forma de
 embudo para acomodar este flujo. Este proceso se denomina en esta memoria como degradación térmica. Evita la
 necesidad de craqueo catalítico como se realiza en la técnica anterior. La degradación térmica de la invención se
 50 logra de una manera muy sencilla, permitiendo simplemente que los gases de pirólisis suban a través del tubo 12 al
 interior del contactor 7 y que las cadenas más largas/más pesadas se condensen en las placas deflectoras 13 y
 desde allí vuelvan para su pirólisis adicional. Entendemos que este mecanismo evita la necesidad de craqueo
 catalítico porque los contactores 7 aseguran que las cadenas de carbono pesadas/largas no pasen a través del
 sistema sino que se descomponen aún más en los contactores o vuelven a caer al recipiente de pirólisis para una
 55 mayor degradación. Sin ellas, material muy pesado (a medio camino entre el plástico y el combustible líquido)
 pasará a través del sistema, dando una gran proporción de gas de síntesis. Las placas deflectoras 13 proporcionan
 una trayectoria ardua con un tiempo de residencia largo, y sus aberturas permiten el paso de los gases de pirólisis
 que fluyen hacia arriba. Se prevé que las placas puedan incorporar enfriamiento activo formando parte de un
 intercambiador de calor. Dicho enfriamiento podría controlarse para ajustar la calidad del diésel del producto final
 60 obtenido.
- Es importante destacar que la degradación térmica evita la necesidad de catalizadores, que serían costosos,
 requerirían su reemplazo y podrían consumirse en el proceso. El material de desecho de catalizador de la técnica
 anterior a menudo es peligroso, dando como resultado una eliminación costosa. Además, los procesos previos que
 65 implican catalizadores son mucho más complicados y tienen condiciones operativas más estrictas.

- Un aspecto ventajoso de la operación del contactor es que las válvulas 11 se usan para enfriar los contactores al permitir el tiro descendente desde el conducto de humos hacia la camisa circundante. Esto está en contraste con el enfoque previo de craqueo catalítico, en el que se realizan esfuerzos para calentar los catalizadores tanto como sea posible. Hemos encontrado que al proporcionar las válvulas 11 con acceso al conducto de humos, tenemos un
- 5 mecanismo muy simple y efectivo para enfriar el contactor. El control de la temperatura de los contactores 7 se logra abriendo y cerrando las válvulas de escape 11, abriendo una válvula de escape de la torre del contactor 11 que enfría el contactor debido al efecto de tiro de una chimenea. Además, el enfriamiento de los contactores tiene lugar controlando el flujo de agua a través de los tubos de agua que pasan a través de las camisas del contactor 7(a).
- 10 El vapor de 250 °C a 300 °C y lo más preferiblemente de 260 °C a 280 °C se alimenta a la primera columna de destilación 20. El sumidero en el fondo de la columna 20 tiene recirculación a través de la bomba 21 y el refrigerador 22 y la temperatura se mantiene lo más cerca posible de 220 °C en esta parte de la columna 20.
- 15 Mediante el funcionamiento apropiado de las válvulas, el diésel se extrae del sumidero de la columna 20 en el tanque 23 y desde allí a la columna de destilación a vacío 26. Se proporciona un diésel de calidad especificada desde la columna de destilación a vacío al tanque del producto 37.
- 20 La columna de destilación a vacío 26 permite el funcionamiento a temperaturas mucho más bajas y es más pequeña, al tiempo que se obtienen resultados equivalentes a una columna de destilación atmosférica.
- 25 La parte superior de la primera columna de destilación 20 se mantiene lo más cerca posible de 100 °C. El aceite ligero se extrae directamente del tanque 41. Este es un subproducto, pero se puede usar para alimentar un motor de baja compresión para alimentar una planta o generar energía eléctrica para la red.
- 30 También hay una alimentación de aceite ligero al tanque 41 desde la parte superior de la columna de destilación a vacío 26 a través del tanque 45 y la bomba 46. Se ha encontrado que la primera columna de destilación 20 tiene aproximadamente el 20 % de producción de aceite ligero y el vacío la columna 26 tiene aproximadamente el 10 % de producción de aceite ligero.
- 35 El depurador de gases 72 lava y prepara los gases sintéticos para su uso en los hornos de la cámara de pirólisis (el proceso es parásito) y se suministra agua residual para el tratamiento.
- 40 El diésel se extrae de la sección inferior de la primera columna de destilación 20 al tanque de retención 23 desde el que se alimenta a través del calentador 25 a la torre de vacío 26. Se extrae aceite pesado de la sección inferior de la torre de vacío 26 y se utiliza como suministro para las cámaras de pirólisis, calentado adecuadamente por el calentador de parafina 28. El producto principal, el diésel, se extrae de la sección central de la columna de vacío 26 a través del refrigerador 36 al tanque de producto 37.
- 45 Con respecto a los componentes 70, 71 y 72 unidos a la parte superior de la primera columna de destilación 20, se extraen gases sintéticos de la parte superior de la columna 20. El refrigerador 70 extrae desde la parte superior de la columna 20 al globo 71, que separa el agua, el aceite y los gases no condensables, que a su vez alimenta un depurador de gases 72 para preparar gases sintéticos para su uso en hornos. Hay retroalimentación desde el globo de separación 71 en la parte superior de la columna 20. Los niveles se controlan automáticamente.
- 50 Cuando termina un lote, la carga aumentada en el agitador de la cámara de pirólisis indica que se está produciendo un secado de carbón y que el proceso está a punto de terminar. En lugar de purgar todo el sistema con N₂, arriesgando que el N₂ cargando carbón pase a través de todo el sistema, el N₂ se purga solamente a través de los conductos 10 a través de los contactores 7 y las cámaras de pirólisis 6. El vapor resultante se extrae por encima de los contactores 7 y se quema en un oxidante térmico. Esto permite que el sistema continúe sin distorsionarse y aísla la eliminación mecánica del carbón. Las cámaras de pirólisis 6 se purgan con nitrógeno que pasa a través del contactor 6 y por la parte superior directamente a los oxidantes térmicos para purgar los hidrocarburos restantes. Esto asegura una secuencia segura de eliminación de carbón. Durante esta fase, el recipiente de pirólisis 6 y el contactor 7 se han aislado del resto del sistema. Esto reduce el tiempo de proceso y evita que el carbón se transporte a través del sistema y ensuciar los componentes, como las líneas de combustible y las bombas. Se ha encontrado que esto
- 55 proporciona una estabilidad mejorada en el proceso al evitar el riesgo de contaminación de los componentes aguas abajo con partículas de carbón. También reduce el tiempo de purga.
- 60 Las cuchillas del agitador de doble hélice se operan en reversa para eliminar el carbón durante la purga. Este proceso de eliminación de carbón se puede realizar de forma continua, si así se desea.
- 65 El carbón sale del globo abriendo una gran válvula en la base del recipiente de pirólisis 6. Debajo del recipiente de pirólisis hay un globo con carga negativa que inicialmente arrastra el carbón dentro de ella. El agitador está diseñado en la base de tal manera que cuando opera en la dirección inversa respecto a la del procesamiento, barre el carbón en el centro del recipiente y el tornillo del agitador lo empuja hacia abajo en un globo de carbón. Una vez que se haya enfriado, el carbón se aspira en un recipiente de carbón para sacarlo del sitio.

La camisa de la cámara de pirólisis se calienta a 590 °C aproximadamente para que se produzca el secado adicional del carbón durante aproximadamente 4 horas.

Aunque no se ilustra, cada cámara de pirólisis 6 tiene un detector para determinar el contenido de la cámara con fines de control. El detector comprende una fuente de radiación gamma en un lado y un receptor a lo largo del lado opuesto. La intensidad de detección de la radiación en el lado receptor proporciona una indicación del nivel en la cámara 6. Una ventaja importante es que el emisor y el receptor están montados en el exterior de la cámara 6, y por lo tanto son totalmente no invasivos. La radiación gamma emitida se atenúa a medida que pasa a través de la cámara 6, siendo la intensidad detectada en el receptor una indicación de la densidad del contenido de la cámara 6.

En referencia a la Figura 2, se controlan varios parámetros del sistema para un control efectivo del sistema. Muestra cómo aumenta la carga del agitador (en este ejemplo a las 14:30 horas aproximadamente) cuando se está produciendo el secado de carbón. También muestra que la parte inferior de la primera columna de destilación 20 permanece aproximadamente constante, incluso entre lotes, debido al funcionamiento de un calentador.

También se apreciará que la temperatura de salida del contactor 7 puede elevarse por encima del óptimo hacia el final del lote.

Se ha encontrado que el proceso descrito anteriormente proporciona un producto diésel de alta calidad en el tanque 37, que cumple con los estándares europeos EN590. El otro combustible importante de calidad especificada es BS2869 para queroseno.

La invención no está limitada a las realizaciones descritas, sino que puede variar en construcción y detalle. Por ejemplo, puede haber un refrigerador en la salida del contactor 7 para mantener una temperatura de salida de vapor en el rango deseado. Además, puede haber enfriamiento activo adicional de los contactores 7, tal como mediante circulación de agua enfriada en una camisa alrededor de las placas de contactor, o incluso mediante una disposición en la que el contactor tiene un intercambiador de calor activo en contacto directo con los gases de pirólisis. Dicho intercambiador de calor puede reemplazar algunas o todas las placas deflectoras descritas anteriormente. Este refrigerador puede funcionar, por ejemplo, con aceite que pasa a través del refrigerador a la temperatura objetivo. Se puede usar agua helada para controlar la temperatura del aceite. El sistema de enfriamiento también puede incluir un globo de separación de líquido para el retorno de las cadenas más pesadas a las cámaras de pirólisis 6 para su posterior craqueo. Se ha encontrado que el mantenimiento de la temperatura del vapor a este nivel en la salida del contactor 7 es particularmente ventajoso para alcanzar la calidad deseada de los productos de combustible.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para tratar materiales plásticos residuales para proporcionar al menos un producto combustible, el proceso que comprende las etapas de:

fundir (4) el material plástico residual, pirolizar (6), en una cámara de pirólisis, el material fundido en una atmósfera libre de oxígeno con agitación para proporcionar gases de pirólisis; llevar los gases de pirólisis desde la cámara de pirólisis a un contactor (7) que tiene un banco de elementos contactores (13) de modo que algunos componentes del gas de cadena larga se condensan sobre dichos elementos, devolver (12) dicho material condensado de cadena larga desde el contactor a la cámara de pirólisis a pirolizar adicionalmente para lograr la degradación térmica, y permitir que los componentes de gas de cadena corta salgan del contactor (7) en forma gaseosa; y destilar (20, 26) dichos gases de pirólisis del contactor en una columna de destilación para proporcionar uno o más productos de combustible, en el que:

los elementos condensadores (13) comprenden una pluralidad de placas que forman una trayectoria ardua para los gases de pirólisis en el contactor; y en el que las placas (13) están inclinadas hacia abajo para escurrir los hidrocarburos de cadena larga condensados, e incluyen aberturas para permitir la progresión ascendente de los gases de pirólisis, en el que el contactor se enfría activamente mediante una camisa de contactor y el fluido refrigerante se dirige a la camisa, en la cual se controla el nivel de condensación mediante el control de la temperatura de la camisa, y en el que hay un tubo que une directamente la cámara de pirólisis al contactor, el tubo que transporta los gases de pirólisis que se mueven hacia arriba y el líquido de cadena larga que fluye hacia abajo para la degradación térmica.

2. Un proceso según la reivindicación 1, en el que los elementos contactores comprenden matrices de placas (13) en ambos lados de una trayectoria de gases.

3. Un proceso según las reivindicaciones 1 o 2, en el que los medios de enfriamiento controlan una válvula (11) que une la camisa (7(a)) con un conducto de humos, abriendo la válvula lo que provoca el enfriamiento por tiro descendente y cerrando la válvula lo que provoca el calentamiento; y en el que la válvula (11) proporciona acceso a un conducto de humos para gases de escape de una unidad de combustión de la cámara de pirólisis (6).

4. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que la alimentación a la cámara de pirólisis (6) se controla de acuerdo con la supervisión del nivel de plásticos fundidos en la cámara, detectado por un detector de radiación gamma dispuesto para emitir radiación gamma a través de la cámara y detectar la radiación en un lado opuesto, intensidad de radiación recibida que indica la densidad del contenido de la cámara.

5. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que la cámara de pirólisis (6) se agita mediante la rotación de al menos dos cuchillas helicoidales dispuestas para girar cerca de una superficie interna de la cámara de pirólisis; y en el que la cámara de pirólisis (6) se agita adicionalmente mediante una barrena central; y en el que la barrena está situada de manera que la operación inversa de la misma provoca la salida de carbón a través de una salida de carbón.

6. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que la temperatura de los gases de pirólisis en una salida del contactor se mantiene en el intervalo de 240 °C a 280 °C.

7. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que una sección inferior de la columna de destilación (20) se mantiene a una temperatura en el intervalo de 200 °C a 240 °C, preferiblemente de 210 °C a 230 °C; y en el que la parte superior de la columna de destilación (20) se mantiene a una temperatura en el intervalo de 90 °C a 110 °C, preferiblemente a aproximadamente 100 °C.

8. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el diésel se extrae de la columna de destilación y se destila adicionalmente (26) para proporcionar combustibles de calidad especificada; y en este caso el material se extrae de la parte superior de la columna de destilación (20) a un globo de separación (71) que separa agua, aceite y gases no condensables, que a su vez alimenta un depurador de gases para preparar gases sintéticos para su uso en hornos.

9. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la destilación adicional (26) de parte del material en una columna de destilación a vacío; y en el que las fracciones de aceite pesado o parafínico se extraen del fondo de la columna de destilación a vacío (26); y en el que dicho aceite pesado o parafínico se recicla de nuevo a la cámara de pirólisis (6); y en el que el diésel de calidad especificada deseada se extrae de una sección

central de la columna de destilación a vacío (26); y en el que las fracciones ligeras se extraen de una sección superior de la columna de destilación a vacío (26) y se condensan.

- 5 10. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de pirólisis (6) y el contactor (7) se purgan de forma aislada de los componentes aguas abajo del sistema en el que se bombea un gas de purga como nitrógeno a través de la cámara de pirólisis (6) y el contactor (7) y directamente desde el contactor a un oxidante térmico donde se quema el gas de purga; y en el que los gases de pirólisis que permanecen al final de un proceso discontinuo se suministran desde el contactor y se queman junto con el gas de purga.
- 10 11. Un aparato para tratar material plástico residual para proporcionar al menos un producto combustible, el aparato que comprende:
 - medios (4) para fundir el material plástico residual,
 - 15 una cámara de pirólisis (6) para pirolizar el material fundido con agitación en una atmósfera libre de oxígeno para proporcionar gases de pirólisis;
 - un contactor (7) que tiene un banco de elementos contactores (13) de modo que algunos componentes de gas de cadena larga se condensan en dichos elementos, en el que los elementos condensadores (13) comprenden
 - 20 una pluralidad de placas que forman una trayectoria ardua para los gases de pirólisis en el contactor, las placas (13) que están inclinadas hacia abajo para escurrir los hidrocarburos de cadena larga condensados, e incluyen aberturas para permitir la progresión ascendente de los gases de pirólisis;
 - un tubo (12) que une directamente la cámara de pirólisis (6) al contactor (7), el tubo que está dispuesto para transportar gases de pirólisis que se mueven hacia arriba y líquido de cadena larga que fluye hacia abajo para la degradación térmica;
 - 25 un conducto (15) para permitir que los componentes de gas de cadena corta salgan del contactor en forma gaseosa; y
 - una columna de destilación (20) para destilar dichos gases de pirólisis del contactor para proporcionar uno o más productos de combustible; y
 - un medio de enfriamiento que incluye una camisa de contactor para refrigerar activamente el contactor y un controlador para controlar el nivel de condensación en dicho contactor controlando la temperatura de la camisa.
- 30 12. Aparato según la reivindicación 11, en el que los medios de enfriamiento (11, 7(a)) están adaptados para controlar una válvula (11) que une la camisa con un conducto de humos, la abertura de la válvula que provoca el enfriamiento por tiro descendente y el cierre de la válvula que provoca el calentamiento; en el que la válvula (11) proporciona acceso a un conducto de humos para gases de escape de una unidad de combustión de la cámara de
- 35 pirólisis; y que comprende además un medio de purga (10) adaptado para purgar la cámara de pirólisis (6) y el contactor (7) en aislamiento de los componentes aguas abajo del sistema, y bombear un gas de purga a través de la cámara de pirólisis y el contactor y directamente desde el contactor a un oxidante térmico donde se quema el gas de purga.

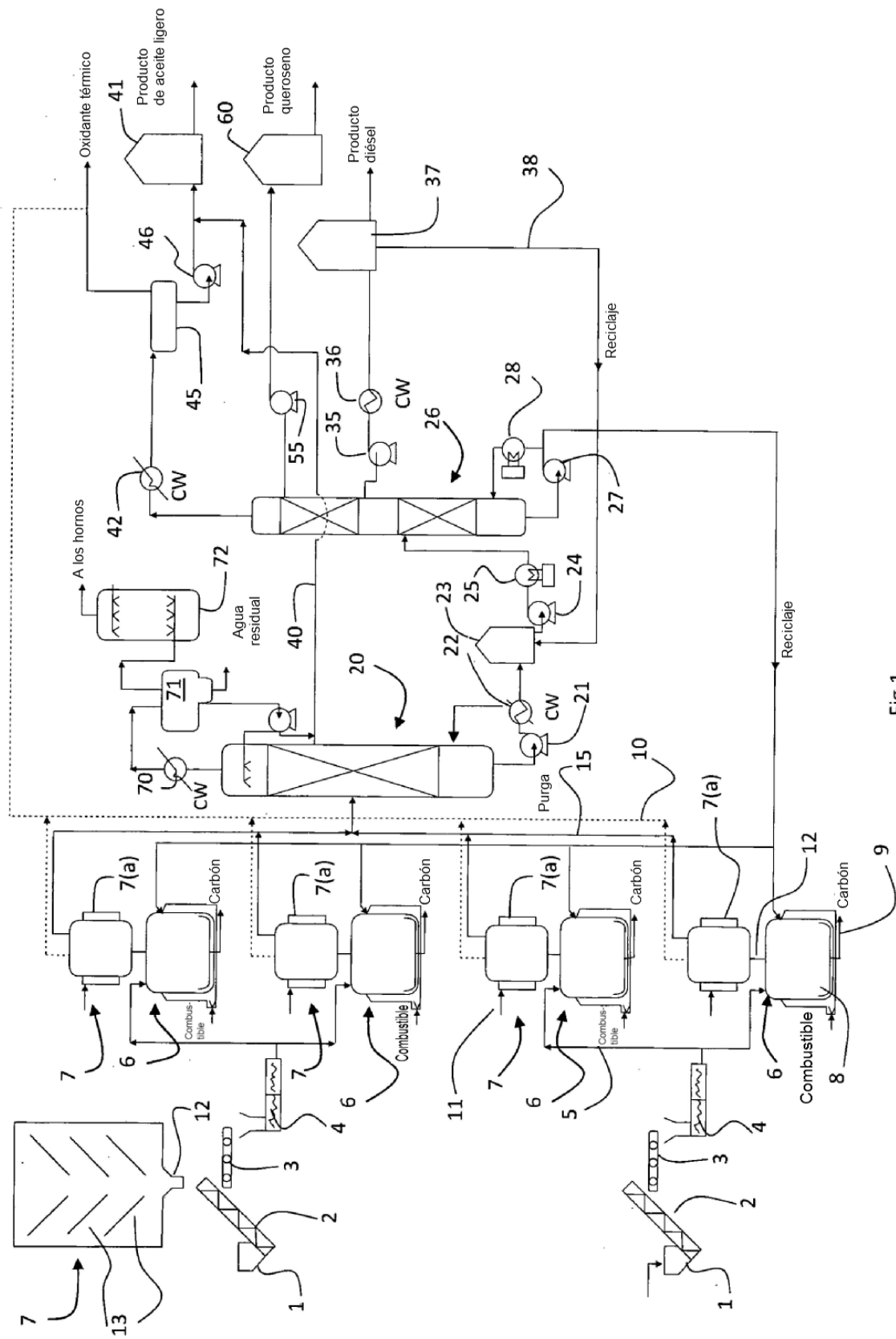


Fig.1

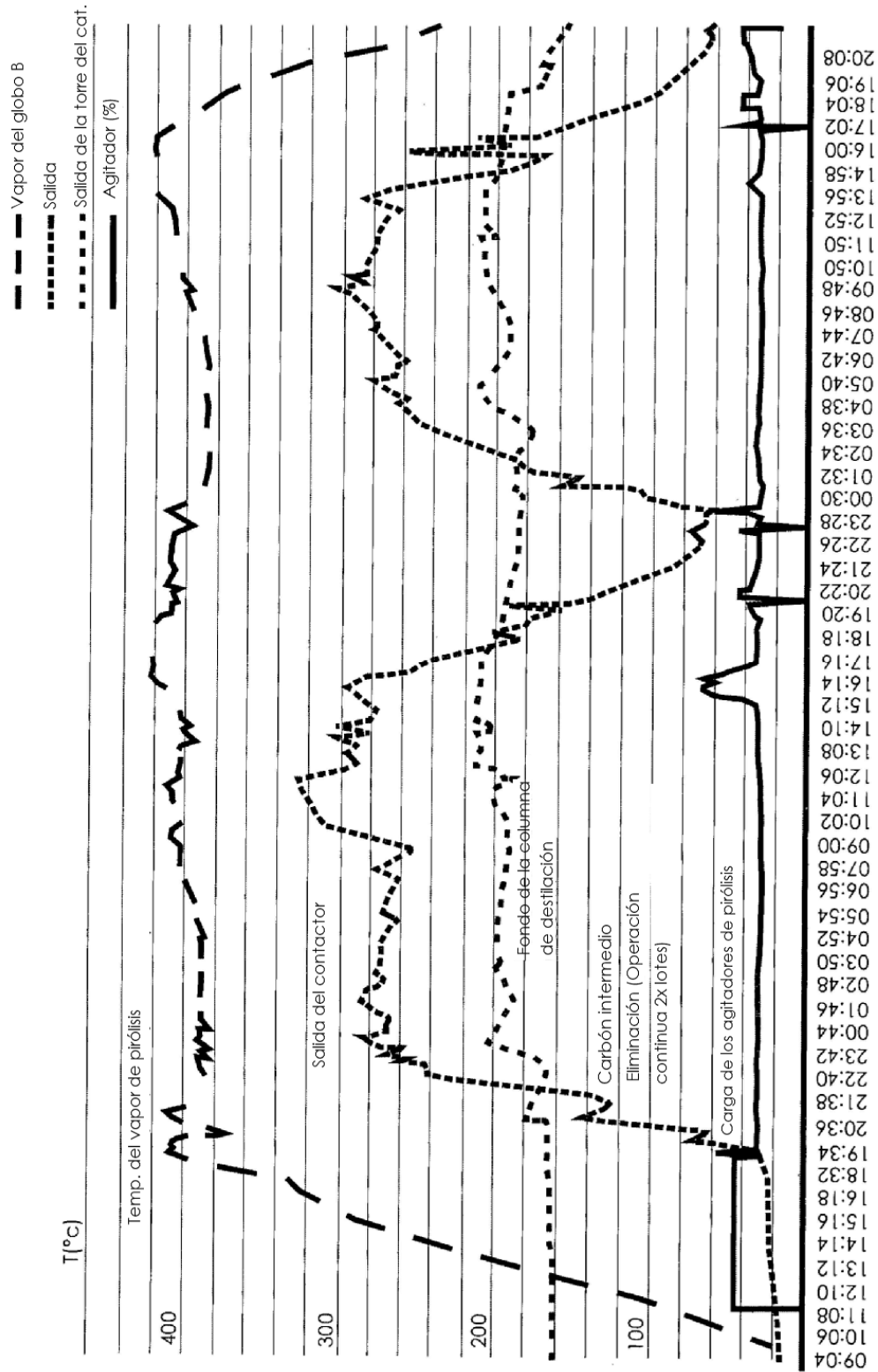


Fig.2