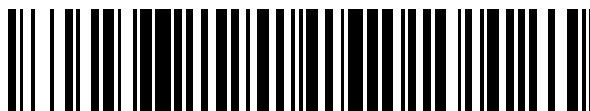


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 159**

51 Int. Cl.:

**C10B 1/04** (2006.01)

**C10B 49/02** (2006.01)

**C10B 53/07** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2015 PCT/SE2015/050559**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15178833**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015 E 15795928 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3146016**

54 Título: **Instalación y procedimiento para reciclar carbono e hidrocarburo a partir de material orgánico por pirólisis**

30 Prioridad:

**20.05.2014 SE 1450593**

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

**30.10.2019**

73 Titular/es:

**SES IP AB (100.0%)  
Regnbågsgatan 8C  
417 55 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**ERSHAG, BENGT -STURE y  
ERSHAG, OLOV**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 729 159 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**

Instalación y procedimiento para reciclar carbono e hidrocarburo a partir de material orgánico por pirólisis

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una instalación y a un procedimiento para el reciclaje de compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico por pirólisis.

**Antecedentes**

10 Durante la pirólisis, se calienta material orgánico de entrada en ausencia de oxígeno de modo que el material, en lugar de ser quemado, se convierte en componentes más sencillos en forma de productos en formas fluidas y gaseosas que se recuperan por una secuencia de etapas de procedimiento posteriores que incluyen, entre otras cosas, condensación. Después de la pirólisis completa, conocida como "carbonización", solamente queda carbón.

15 Antes del procedimiento de pirólisis, el material de entrada se fragmenta en partículas de un tamaño adecuado, se lavan y se precalientan a aproximadamente 100-150°C, después de lo cual el material se introduce en un reactor similar a un horno para la conversión en gas, que normalmente tiene lugar a temperaturas de aproximadamente 450-700°C. Se obtiene un gas volátil del procedimiento de pirólisis, conocido como "gas de pirólisis", gas que contiene, además de vapor de agua, monóxido de carbono, dióxido de carbono, parafinas, olefinas y una serie de compuestos hidrocarbonados a partir de los cuales se puede recuperar petróleo y gas. Se puede producir negro de humo o carbón activo a partir del residuo sólido que contiene carbono en el reactor después del procedimiento de pirólisis. Los productos de pirólisis que se obtienen son muy valiosos como materias primas industriales, y normalmente tienen calidades que son totalmente comparables con las correspondientes a las materias primas producidas de una forma convencional.

20 Están disponibles diferentes tipos de instalaciones de pirólisis, algunas de las cuales son procedimientos continuos en los que se suministra material orgánico a un reactor con un lecho desplazable que es transportado a través de un tambor en el que se suministra calor al material directa o indirectamente. Otro tipo de instalación de pirólisis es aquella instalación en la que se suministra a un reactor que trabaja por lotes, material orgánico de entrada en lotes, de modo que el reactor de sella y se lleva a cabo la pirólisis del material por suministro de gas inerte caliente. Un ejemplo de dicha instalación se describe en el documento SE 531785.

30 La experiencia ha mostrado que este procedimiento tiene muchas ventajas, una de las cuales es que es más sencillo de vigilar y controlar los parámetros de operación durante el procedimiento. En el documento SE 531785 se describe cómo se dirige el gas a través del lecho de material desde una tubería de distribución de gas dispuesta de forma central a salidas de gas dispuestas en el fondo del reactor, mediante la cual se regula la cantidad de gas suministrada por una serie de unidades de entrada dispuestas en la tubería de distribución de gas y donde la dirección del flujo de gas se controla mediante la regulación de las salidas de gas donde el gas de pirólisis es conducido fuera.

40 Durante el procedimiento de pirólisis descrito en el documento SE531785, el reactor se carga inicialmente con material de entrada que forma un lecho de material que se hunde durante el procedimiento, y el material de entrada parcialmente procesado de esta forma se vuelve más compacto. Sucede que algunas regiones en el lecho del material de entrada o ciertas partículas del material son procesadas de forma desigual. Dicho procesamiento desigual influye en la dirección del flujo de gas en el material, puesto que el gas fluye siguiendo el camino de menor resistencia, lo que tiene el riesgo de tener una influencia negativa en la pirólisis, puesto que se prolonga la duración del procedimiento con mayores costes del procedimiento en consecuencia.

45 El aceite de pirólisis condensado se recoge en un receptor dispuesto en la parte inferior del reactor durante la pirólisis. Se ha demostrado que es importante minimizar el contenido de residuos de aceite no vaporizado y residuos de material condensado que contienen carbono del aceite de pirólisis, ya que esto tiene una influencia perjudicial en la calidad del producto.

50 El documento US 2010/031571 A1 describe una instalación y método para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada por pirólisis, en donde el reactor tiene una tubería de distribución de gas en forma de cono perforado para alimentar el gas en el reactor.

55 La tubería de distribución de gas que se describe en el documento SE 531785 conduce a un mejor control del flujo de gas a través del material de entrada y mejor vigilancia del suministro de gas al reactor que otras instalaciones previamente conocidas, pero es necesario mejorar más las posibilidades de control y regulación de las condiciones y parámetros de operación dentro del propio reactor, con el fin de superar dificultades y problemas que surgen en relación con la tecnología de la técnica anterior.

**Resumen de la invención**

Un propósito de la invención es lograr una instalación para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada por pirólisis, que permita una pirólisis más eficaz y más completa del material de entrada suministrado que las instalaciones de la técnica anterior.

5 Otros propósitos de la invención son lograr una instalación para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada por pirólisis, que permita una distribución uniforme de gas en el material de entrada en el reactor, mejor control del flujo de gas a través del material de entrada, y un suministro eficaz de calor al lecho completo del material de entrada durante el periodo de procesamiento completo durante el cual tiene lugar la pirólisis.

10 Los propósitos descritos antes se logran con una instalación para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada mediante pirólisis, con las características que se especifican en la reivindicación 1 y con las etapas del método que se especifican en el método según la reivindicación 30.

15 La ventaja de la instalación según la invención es que se genera una caída de presión por las aberturas a través de las cuales fluye gas en la unidad de entrada de gas que supera la caída de presión del gas en el lecho de material de entrada, mediante lo cual se logra una distribución uniforme del gas suministrado al material de entrada. Esto conduce también a que la temperatura en el material de entrada se vuelva más uniforme y que se pueda vigilar de forma más precisa, lo cual evita o al menos reduce el riesgo de que algunas regiones en el lecho de material o ciertas partículas de material sean procesadas de forma desigual.  
20 De esta forma, se logra un procesamiento más uniforme del material de entrada, y se lleva a cabo una pirólisis más completa.

Una ventaja adicional de la instalación según la invención es que, suministrando el gas a partir de una tubería de distribución de gas dispuesta de forma central y de unidades de entrada de gas dispuestas en el fondo de la cámara del reactor, se obtiene una distribución significativamente más uniforme y más eficaz del gas que  
25 en los reactores de la técnica anterior. El gas es conducido desde las unidades de entrada de gas tanto de forma radial, oblicua como diagonal a las unidades de salida de gas dispuestas en la camisa o el extremo superior del reactor, y de esta forma el gas pasa a través de un volumen grande del material de entrada en un periodo corto, y el procesamiento será eficaz. Una ventaja adicional con la disposición de las entradas de gas en el fondo de la cámara es que el flujo de gas a través del material en la parte inferior del lecho se puede  
30 vigilar y aumentar por separado si se requiere.

Una ventaja adicional es que el gas que se suministra tiene solo un tiempo de retención muy corto en la cámara del reactor durante el cual se emite calor al material de entrada, y esto conduce a que el aceite de pirólisis vaporizado también salga del reactor rápidamente, y se previene la recondensación del aceite.

35 Una ventaja adicional es que el gas se conduce fuera de la cámara por unidades de salida dispuestas en la camisa, de modo que se logra el control eficaz del flujo de gas a través del material de entrada. Las unidades de salida están equipadas con medios de control de modo que se puede vigilar la dirección del flujo de gas. El diseño de las unidades de salida también previene que el aceite de pirólisis vaporizado recondense en el material de entrada.

40 Una ventaja adicional de la instalación según la invención es que la pirólisis más eficaz del material de entrada da un producto final que carece esencialmente de residuos de gases volátiles (olor), es decir, un producto que esencialmente no está constituido por coque sino que consiste en carbón puro (negro de humo), y en el que esencialmente todo el aceite que se produce a partir del material de entrada se ha vaporizado y eliminado del reactor junto con el gas de proceso emitido.

45 Características distintivas y ventajas adicionales de la invención se aclaran por las reivindicaciones no independientes.

**Descripción de los dibujos**

La invención se describirá con más detalla a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran:

La figura 1 muestra esquemáticamente una realización de la instalación en una vista en corte.

50 La figura 2 muestra esquemáticamente una tubería de distribución de gas dispuesta en el reactor

La figura 2a muestra una vista en perfil de un detalle de la tubería de distribución de gas.

La figura 3 muestra esquemáticamente otra realización del reactor en una vista en corte.

La figura 3a muestra un detalle del fondo de la cámara.

La figura 4 muestra una vista en perspectiva de un detalle de la disposición del conducto de gas.

La figura 5 muestra esquemáticamente otra realización del reactor en una vista en corte.

La figura 6 muestra la unidad de salida de gas en detalle.

### Descripción de realizaciones

5 La figura 1 muestra una instalación según la invención para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada por pirólisis. La instalación (mostrada en vista en corte) comprende un reactor 1 que funciona en un modo discontinuo diseñado como un recipiente con una cámara 110 que está destinada a recibir el material de entrada en forma fragmentada. El recipiente del reactor 1 está fabricado en acero inoxidable o material similar que puede resistir altas temperaturas, y  
10 presenta la forma de un cilindro circular de pie extendido verticalmente cuya altura supera su diámetro. El recipiente del reactor está apoyado mediante una serie de soportes de tipo patas 108.

La cámara 110 está limitada externamente por una camisa 111 formada por una pared cilíndrica que rodea de forma circular que está dispuesta concéntrica con el eje central vertical 105 que se extiende a lo largo del reactor. La cámara 110 está limitada además por una sección de pared del extremo superior 112 y una  
15 sección de pared del extremo inferior 113, cada una de las cuales es principalmente perpendicular al eje central 105 y paralela una con otra.

El material de entrada M puede consistir en cualquier material finalmente dividido que contenga sustancias orgánicas que son adecuadas para la pirólisis. Dicho material puede estar constituido por material orgánico de diferentes orígenes, no solo material sin procesar nuevo, sino también material previamente usado que  
20 contenga material orgánico destinado a ser recuperado. Dicho material está constituido, por ejemplo, por material de caucho fragmentado de neumáticos descartados u otro material plástico. La instalación también es adecuada para la pirólisis de sustancias y material fragmentos durante el reciclaje de componentes electrónicos, máquinas domésticas y similares. También los residuos de industrias que trabajan con productos de caucho son adecuados para el procesamiento en la instalación para el reciclaje de sustancias  
25 componentes y la producción de negro de humo y aceite de pirólisis.

La sección de pared del extremo superior está diseñada con una abertura que se puede cerrar, indicada en general por 114. La abertura comprende una compuerta 115 que se puede abrir automáticamente, equipada con medios de cierre 117 con los cuales se puede cerrar la compuerta 115 contra la sección de pared del extremo superior 112 a un estado cerrado que es hermético a gases frente a la atmósfera de alrededor. El  
30 material de entrada M se introduce en la cámara del reactor 110 por la abertura y la cámara se llena inicialmente antes de que empiece el procedimiento hasta al menos 75%, indicado en la figura 1 por  $M_{\text{inicio}}$ . El material de entrada se ha hundido a un nivel inferior, indicado por  $M_{\text{final}}$  al final del procesamiento.

El reactor tiene unidades de entrada de gas 120 adicionales para el suministro de un gas caliente inerte o inactivo 101 a presión de una fuente de emisión de gas 102 por las tuberías de entrada 104.1 y 104.2 a la cámara 110 para la pirólisis del material de entrada. Las unidades de entrada de gas 120 se pueden diseñar de varias formas que se presentan y describen más adelante. El reactor también tiene unidades de salida de gas 160 para el paso del gas fuera de la cámara.  
35

La figura 1 muestra que las unidades de entrada de gas 120 comprenden una tubería de distribución de gas 121. La figura 1 muestra además que las tuberías de entrada 104.1 y 104.2 de la unidad de entrada de gas están colocadas de forma concéntrica entre ellas (una dentro de la otra), y que van hacia arriba a través de la sección de pared del extremo inferior 113 del reactor 1. Las tuberías de entrada 104.1 y 104.2 experimentan una transición a una tubería de distribución de gas central común 121 que se extiende axialmente como una torre en la cámara 110, preferiblemente de modo que coincida axialmente con el eje central.  
40

La tubería de distribución de gas 121 está dispuesta con un extremo inferior 121.1 unida de forma estanca a gases con una superficie inferior 135 y un extremo superior 121.2 dispuesto a una altura que es al menos la mitad de la altura del reactor. Se prefiere que el extremo superior 121.2 de la tubería de distribución de gas esté dispuesto a un nivel que es mayor que la mitad de la altura del reactor, preferiblemente hasta 2/3 de la altura de la cámara, de modo que el gas se va a suministrar al material de entrada M de una forma uniforme y eficaz.  
45

La tubería de distribución de gas 121 comprende al menos una unidad de entrada dispuesta en la cámara, pero es posible que la tubería de distribución de gas esté dividida en varias unidades de entrada, dependiendo del tamaño del reactor y de la naturaleza del material de entrada. La tubería de distribución de gas mostrada en la figura 1 se divide en una primera unidad de entrada inferior 122:1 y una segunda unidad de entrada superior 122:2 dispuestas en diferentes niveles en la dirección vertical en la cámara del reactor a lo largo del eje central 105 de modo que las tuberías de entrada 104.1 y 104.2 terminan en las unidades de entrada 122.1 y 122.2, respectivamente. El número de tuberías de entrada se adapta de acuerdo con el número de unidades de entrada. La tubería de entrada interior 104.2 se abre en la unidad de entrada superior  
50  
55

122:2, y la tubería de entrada exterior 104.1 se abre en la unidad de entrada inferior 122.1. El diseño y la construcción se simplifican considerablemente teniendo solo dos unidades de entrada, en comparación con la tecnología de la técnica anterior.

5 En el reactor mostrado en la figura 1, el extremo superior 121.2 de la tubería de distribución de gas está dispuesto en un nivel que es mayor que la mitad de la altura del reactor. Esto es ventajoso puesto que las unidades de entrada 122.1 y 122.2 de la tubería de distribución de gas pueden entonces operar durante el procedimiento completo. El material de entrada  $M_{\text{inicio}}$  inicialmente cubre el extremo superior 121.2 de la tubería de distribución de gas: en la fase final del procedimiento el material ha caído a un nivel  $M_{\text{final}}$  con el extremo superior de la tubería de distribución de gas 121.

10 La figura 2 muestra la tubería de distribución de gas 121 en detalle. La tubería de distribución de gas tiene una superficie periférica 124. Cada unidad de entrada 122.1 y 122.2 presenta la forma de un cono circular truncado con un diámetro que disminuye desde el extremo inferior al extremo superior y con una camisa o superficie periférica 124.1 y 124.2, respectivamente. Las unidades de entrada 122.1 y 122.2 están diseñadas para ser sujetadas una encima de la otra: la segunda unidad de entrada 122.2 se muestra en la figura 2  
15 sujeta en la parte superior de la primera unidad de entrada 122.1, de modo que están dispuestas en niveles de altura mutuamente diferentes en la cámara 110. Las unidades de entrada juntas forman la tubería de distribución de gas 121, que de esta materna tiene una forma cónica. El material de entrada  $M$  colapsa junto durante el procesamiento, de modo que se reduce el volumen de material de entrada, pero puesto que la tubería de distribución de gas tiene una superficie periférica de formada cónica, el material de entrada estará  
20 en contacto con la superficie periférica 124 de la tubería de distribución de gas durante el periodo de procesamiento completo, de modo que el gas que se suministra al material puede procesar el material de entrada eficazmente. Una ventaja adicional de la forma cónica de la tubería de distribución de gas es que conduce a un acceso más fácil al producto basado en carbono en la parte inferior de la cámara durante la operación de vaciado, por extracción por succión después de completarse la pirólisis.

25 Las unidades de entrada 122.1 y 122.2 de la tubería de distribución de gas presentan una serie de aberturas o perforaciones 125 que miran radialmente hacia fuera hacia la cámara 110 y a través de las cuales fluye gas, aberturas que están dispuestas de forma continua alrededor de la superficie periférica que rodea 124.1 y 124.2, respectivamente, de las unidades de entrada pertinentes 122.1 y 122.2, y se pretende que conduzcan el gas inerte que se ha añadido de la fuente de emisión de gas 102 al material de entrada  $M$  que se ha  
30 introducido en la cámara. La tubería de distribución de gas mostrada en las figuras 1 y 2 muestra que las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas, están distribuidas de forma esencialmente uniforme a lo largo de la superficie periférica 124 de la tubería de distribución de gas.

35 Las aberturas tienen un área abierta total o en conjunto que no supera el área de la sección transversal de la tubería de entrada que está conectada a la unidad de entrada pertinente 122.1 y 122.2, de modo que se obtiene una resistencia predeterminada al flujo. De esta forma se genera una caída de presión  $dP$  a través de las aberturas 125 de la unidad de entrada a través de las cuales fluye gas durante el suministro del gas a la cámara. La resistencia al flujo de las aberturas se adapta de forma que la caída de presión  $dP$  que se genera supera la caída de presión  $dM$  del gas que surge durante el paso del gas a través del lecho de material de  
40 entrada. La resistencia al flujo de las aberturas lleva a que el gas que es suministrado sea dispersado y distribuido uniformemente por todas las aberturas a través de las cuales fluye gas, dispuestas en la superficie periférica 124.1 y 124.2, respectivamente, de la unidad de entrada pertinente. El flujo de gas de la unidad de entrada pertinente 122.1 y 122.2 de esta forma se distribuye uniformemente en el lecho de material, en lugar de que el gas fluya fuera de la tubería de distribución de gas principalmente en aquellas direcciones en las que la resistencia al flujo es baja. El gas que se ha suministrado por la tubería de distribución de gas 121  
45 pasa esencialmente de forma radial a través del material de entrada a las unidades de salida de gas 160 dispuestas en la superficie interior 111.1 de la camisa.

50 La tubería de distribución de gas se puede diseñar también como se muestra en la figura 3, en la que las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas están distribuidas con un número creciente de aberturas en la dirección descendente al extremo inferior de la tubería de distribución de gas, es decir, la parte inferior de la tubería de distribución de gas tiene más aberturas que la parte superior. De esta forma se puede introducir una fracción mayor del gas 101 que se suministra, de una forma controlada al material de entrada  $M$  en la parte inferior de la cámara.

55 El material de entrada  $M$  inicialmente se distribuye esencialmente de forma uniforme en la cámara 110. El gas inerte 101 a presión que se suministra pasa a través del material de entrada  $M$  que se ha introducido en la cámara, desde las unidades de entrada de gas 120 a las unidades de salida de gas 160. El flujo de gas que pasa a través del material sigue el camino de la menor resistencia al flujo. El material de entrada en la cámara del reactor produce una caída de presión en el gas que corresponde a la resistencia al flujo que debe superar el gas con el fin de pasar a través del material. La caída de presión  $dM$  del gas durante el paso a través del material de entrada  $M$  depende de la composición del material de entrada y la distribución de  
60 tamaños de los fragmentos o partículas componentes del material de entrada. La caída de presión a través del material de entrada se determina o calcula para diferentes composiciones del material y diferentes

distribuciones de tamaños. La experiencia ha mostrado que el material de entrada con un tamaño de fragmentos de aproximadamente 2-10 cm da como resultado una caída de presión de aproximadamente 10 mbar. La resistencia al flujo en diferentes regiones del material de entrada cambia durante el tratamiento de pirólisis a medida que el material sufre pirólisis y colapsa junto en la cámara. La resistencia al flujo a través del material de entrada aumenta en la parte inferior de la cámara. Por lo tanto, es ventajoso aumentar durante el periodo de procesamiento el flujo de gas al material de entrada que está cerca de la parte inferior de la cámara.

El área de salida total de las aberturas 125 en la tubería de distribución de gas 121 a través de las cuales fluye gas puede estar distribuida por variación del tamaño y número de las aberturas a lo largo de la superficie periférica 124. No es parte de la invención que las aberturas 125 sean de la misma forma y estén distribuidas uniformemente a lo largo de la superficie periférica circundante de las unidades de entrada 122.1 y 122.2, como se muestra en la figura 1. En la figura 3 se muestra una realización según la invención, en la que las aberturas 125 están distribuidas a lo largo de la periferia 124 de la tubería de distribución de gas de modo que el número de aberturas aumenta en la dirección hacia el extremo inferior de la tubería de distribución de gas, es decir, la unidad de entrada inferior 122.1 presenta un mayor número de aberturas 125 a través de las cuales fluye gas que la unidad de entrada superior 122.2, con el fin de aumentar el flujo de gas que se suministra al material de entrada M que está situado cerca del fondo de la cámara. El material se comprime durante el proceso más rápidamente en esta región que en la parte superior de la cámara, y por esta razón es ventajoso suministrar un flujo de gas mayor.

La presión en la cámara del reactor normalmente es aproximadamente 1 bar. La caída de presión dP a través de las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas en la unidad de entrada pertinente 122.1 y 122.2, se puede regular durante el procedimiento de pirólisis mediante el control del flujo de gas suministrado por las tuberías de entrada pertinentes 104.1 y 104.2, respectivamente. La caída de presión dP de esta forma aumenta a medida que aumenta el flujo de gas. Con el fin de lograr durante la pirólisis un suministro uniforme de gas al material de entrada que se ha introducido en la cámara, es ventajoso que la caída de presión dP a través de las aberturas 125 de la unidad de entrada de gas a través de las cuales fluye gas sea aproximadamente 3-20 veces mayor que la caída de presión dM del gas a través del lecho del material de entrada. La caída de presión dP a través de las aberturas de la unidad a través de las cuales fluye gas preferiblemente es 5-15 veces mayor que la caída de presión a través del material de entrada. Es incluso más preferible que la caída de presión dP sea 10 veces mayor que la caída de presión a través del material de entrada. Esto significa en una situación de operación que, cuando la caída de presión a través del material de entrada es aproximadamente 10 mbar, se genera una caída de presión a través de las aberturas 125 de la unidad de entrada de gas a través de las cuales fluye gas que corresponde a aproximadamente 100 mbar, lo que conduce a que el gas sea distribuido uniformemente a través de la superficie periférica de la unidad de entrada.

Se muestra en detalle una abertura 125 a través de la cual fluye gas en la figura 2a. La abertura 125 presenta una parte de borde superior 125.1 que sobresale hacia la cámara 110 y una parte de borde inferior 125.2 que retrocede en la superficie interior de la tubería de distribución de gas 121 de modo que la abertura 125 se dirige hacia abajo hacia el fondo del reactor. Durante la introducción inicial del material de entrada M en la cámara, y durante el procesamiento del material, partículas del material de entrada pasan y se ponen en contacto con la superficie periférica 124. En particular, en casos en los que el material de entrada M contiene partes de metal o similar, es ventajoso diseñar las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas de modo que dichas partes del material de entrada no entren o se acumulen en las aberturas durante su paso y al ponerse en contacto con las unidades de entrada. También se pueden diseñar de esta forma aberturas 155 y 185 a través de las cuales fluye gas situadas en la superficie de la pared de entrada 150 mostradas en la figura 3 y la entrada continua 180 mostradas en la figura 5 que están orientadas esencialmente de forma vertical.

Se muestra además en la figura 1 que está dispuesta una placa inferior 130 en la cámara 110 al lado de la sección de pared del extremo inferior 113, donde la placa inferior tiene una superficie inferior de dirección ascendente 135 destinada a soportar durante la pirólisis el material de entrada M que se ha introducido en la cámara.

La placa inferior 130 se extiende entre el final de la tubería de entrada 104.1 y la superficie interior de la camisa 111.1. La placa inferior tiene un borde periférico externo circular 131 que está conectado de una forma estanca a gases a la superficie interior de la camisa, preferiblemente en la región próxima a la transición 111.2 entre la sección de pared del extremo inferior 113 del reactor y la parte cilíndrica 116 de la camisa del reactor. La placa inferior 130 tiene una abertura circular central con un borde periférico interior 132 que la rodea y está conectada de una forma estanca a gases al extremo de la tubería de entrada 104.1. El fondo preferiblemente es plano y dispuesto en un ángulo respecto al eje central 105 con el fin de formar una superficie inferior dirigida hacia abajo de forma oblicua 135 que se inclina hacia dentro hacia el eje central y que soporta el material, de modo que el material de entrada M que se ha introducido en la cámara se desplaza automáticamente en una dirección hacia la tubería de distribución de gas 121. El borde periférico exterior 131 de la placa inferior de esta manera está dispuesto en un nivel vertical mayor que el borde

periférico interior 132 de la placa inferior. La placa inferior 130 puede consistir en 2-8 segmentos con la forma de un arco de un círculo que se unen de una forma estanca a gases a lo largo de las juntas dirigidas radialmente. De esta manera se forma un compartimento 136 entre la placa inferior 130 y la sección de pared de extremo inferior 113 de la cámara.

- 5 Se muestra en la figura 1 que la placa inferior 130 comprende medios de entrada de gas 120 diseñados como rendijas 137 que transfieren gas, dispuestos adyacentes al borde periférico exterior 131 de la placa inferior. Las rendijas 137 están dirigidas radialmente, tienen la misma forma, están dispuestas cerca una de otra y a distancias iguales desde el eje central. Es posible, por supuesto, distribuir las rendijas uniformemente a lo largo de la placa inferior completa. Las rendijas que transfieren gas de las rendijas están destinadas a  
10 suministrar gas al material de entrada que se ha introducido en la cámara.

La ventaja de disponer las entradas de gas cerca del fondo de la cámara es que el gas se suministra al material de entrada desde abajo, lo que conduce a una mejor distribución del gas y asegura que el gas fluye de forma no radial a través del material de entrada, preferiblemente de forma oblicua o con un ángulo, a través del material. Esto contribuye a aumentar la eficacia de la pirólisis. El gas que se suministra a través de  
15 los medios de entrada de gas dispuestos en la placa inferior 130 pasa de forma oblicua o diagonal a través del material de entrada M a los medios de salida de gas 160 dispuestos en la superficie interior 111.1 de la camisa, lo que reduce la duración del procesamiento y contribuye en particular a la pirólisis del material de entrada que ya ha colapsado durante el proceso.

Las tuberías de entrada 104.2 se muestran además en la figura 2 que se extienden coaxialmente con el eje central por el medio de entrada inferior 104.1 y se abren en el medio de entrada superior 122.2 para suministrar gas al medio de entrada. Se suministra gas a la unidad de entrada inferior 122.1 desde la tubería de entrada 104.1 que se abre en el extremo inferior de la unidad de entrada y está conectada al borde periférico interior 132 (no se muestra en los dibujos) de la placa inferior con un reborde 106 equipado con orificios 106.1. Los orificios 106.1 se abren en el compartimento 136 bajo la placa inferior 130 y forman pasos  
20 que transfieren gas que conectan la unidad de entrada inferior 122.1 con el compartimento 136 bajo la placa inferior 130. Las rendijas 137 de la placa inferior 130 y la unidad de entrada inferior 122.1 de la tubería de distribución de gas tienen de esta forma una tubería de entrada común 104.1. El gas que se suministra a través de la tubería de entrada 104.1 de esta manera se distribuye no solamente a través de las aberturas 125 de la unidad de entrada a través de las cuales fluye gas sino también a través de las rendijas 137 de la placa inferior. Esto conduce a una buena vigilancia y buenas oportunidades para controlar el flujo de gas a la parte inferior del reactor.  
25  
30

La figura 3 muestra una segunda realización de la instalación según la invención en la que el medio de entrada de gas 120 del reactor comprende un conjunto de disposiciones de conductos de gas 140 que presentan aberturas 146 a través de las cuales fluye gas (véase también la figura 4) que están dispuestas de modo que el gas se puede suministrar de una forma sin obstáculos al material de entrada M que se ha introducido en la cámara. La disposición de conductos de gas 140 tiene una parte inferior que es similar a la tubería corta 141 destinada a ser conectada en perpendicular con la placa inferior 130, y una parte superior cilíndrica de forma circular que es similar a una tapa 143 conectada a la tubería 141. La parte cilíndrica de forma circular, la tapa 143, tiene un diámetro mayor que la tubería 141 y presenta una superficie superior plana 144 para soportar el material, cuya superficie está de cara hacia arriba y dentro de la cámara y está destinada a ponerse en contacto con el material de entrada que se ha introducido en la cámara. La parte cilíndrica de forma circular presenta también una superficie inferior 145 de cara a la placa inferior 130 y está dispuesta paralela a la superficie superior 144 que soporta el material. La superficie inferior 145 está provista de aberturas 146 a través de las cuales fluye gas dirigidas hacia abajo hacia la placa inferior 130, de modo  
35 que se previene la penetración de partículas de material de entrada en las aberturas a través de las cuales fluye gas. La superficie superior 144 de la tapa que soporta material y la superficie inferior 145 están unidas por una parte de borde cilíndrico 147, de modo que se forma un compartimento hueco interno 148 entre el lado que soporta el material, la superficie inferior y la parte de borde. La parte inferior de la disposición de conductos de gas, la tubería 141, conecta un agujero a través del cual fluye gas a través de la placa inferior  
40 (no se muestra en los dibujos) con las aberturas 146 a través de las cuales fluye gas, a través de dicho compartimento hueco interno 148 para el suministro de gas inerte caliente al material de entrada que se ha introducido en la cámara 110. Las disposiciones de conductos de gas 140 en la placa inferior y el compartimento 136 están conectados a la tubería de entrada 104.1 por los orificios 106.1 y se les suministra gas de la misma forma que se ha descrito previamente.  
45  
50

55 Con el fin de lograr un suministro de gas uniforme a todas las disposiciones de conductos de gas que están dispuestos en la placa inferior, las aberturas 146 a través de las cuales fluye gas en la disposición de conductos de gas 144 están diseñadas de modo que se logra una resistencia al flujo predeterminada para el gas durante su paso por las aberturas de modo que se genera una caída de presión dP a través de la disposición de conductos de gas 144 que supera la caída de presión dM del gas a través del material de entrada en la cámara 110.  
60

Se prefiere que las aberturas 146 a través de las cuales fluye gas en las disposiciones de conductos de gas 140 estén dispuestas de modo que la caída de presión dP que se genera a través de las aberturas 146 a través de las cuales fluye gas en las disposiciones de conductos de gas 140 en la placa inferior corresponda a la caída de presión a través de las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas en la unidad de entrada 122.1, de modo que se produce una distribución de gas uniforme a través de la placa inferior y la parte inferior de la tubería de distribución de gas 121.

El flujo de gas que se suministra al material de entrada desde diferentes posiciones en la cámara se puede controlar simplemente distribuyendo el flujo de gas de forma diferente a la unidad de entrada de la tubería de distribución de gas y los medios de entrada de gas de la placa inferior. Es ventajoso suministrar, por ejemplo, 40% del flujo total de gas a la unidad de entrada superior 122.2 de la tubería de distribución de gas, y el resto del flujo de gas a la unidad de entrada inferior 122.1 y las disposiciones de conductos de gas 140 de la placa inferior.

En una realización adicional (no se muestra en los dibujos) el medio de entrada de gas 120 de la placa inferior está conectado de una forma que transfieren gas a una fuente de emisión de gas 102 a través de una tubería de entrada asociada separada (no se muestra en los dibujos). El gas que se suministra al medio de entrada de gas en la placa inferior después se puede vigilar por separado.

El reactor mostrado en la figura 1 comprende también una tubería de entrada de gas 129 dispuesta en la camisa. La tubería de entrada de gas 129 está dispuesta preferiblemente en la sección de pared del extremo superior 112 del reactor. La tubería de entrada de gas 129 conduce gas inerte caliente desde una fuente de emisión de gas 102 al material de entrada que se ha introducido en la cámara. Es ventajoso suministrar gas desde diferentes direcciones: el material de entrada sufre pirólisis más rápidamente y el gas pasa a través del material en más direcciones, lo que contribuye al procesamiento más rápido e incluso una distribución más uniforme del calor en el material M.

La figura 3 muestra una realización adicional del medio de entrada de gas 120 del reactor que comprende una superficie de pared de entrada 150 dispuesta en la superficie interior 111.1 de la camisa del reactor. La superficie de pared de entrada está dispuesta de forma continua alrededor de la superficie interior completa de la camisa a una distancia A de la camisa, de modo que se forma un compartimento 151 que suministra gas entre la superficie de la pared de entrada 150 y la camisa 111. La pared de entrada 150 tiene un extremo superior 150.1 dispuesto en la camisa al lado de la sección de pared del extremo superior 112, y un extremo inferior 150.2 dispuesto en conexión con el extremo superior del medio de salida. También es posible que el extremo inferior 150.2 de la superficie de la pared de entrada esté dispuesto en conexión con la placa inferior 130.

La superficie de la pared de entrada 150 está provista de la apertura 155 a través de las cuales fluye gas para conducir gas inerte caliente 101 a la cámara 110. La figura 3 muestra que las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas están distribuidas esencialmente de forma uniforme por toda la superficie de pared interior completa.

También es posible distribuir las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas con un número creciente de aberturas en la dirección descendente por toda la superficie de la pared entrada 150, es decir, la parte inferior de la superficie de la pared de entrada está provista de más aberturas que la parte superior, con el fin de suministrar un flujo mayor de gas al material de entrada en la región inferior. Con el fin de lograr un suministro de gas uniforme al lecho del material de entrada, las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas están dispuestas de modo que se logra una resistencia predeterminada al flujo durante el paso de gas a través de las aberturas 155, de modo que se genera una caída de presión dP a través de las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas de modo que la caída de presión que se genera a través de las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas supera la caída de presión del gas durante su paso por el lecho de material de entrada.

El lecho del material de entrada M está en contacto con la superficie de la pared de entrada 150 durante la pirólisis. La superficie de la pared de entrada 150 se calienta mediante el gas que se suministra al compartimento 151 que suministra gas. El gas que se suministra a la cámara a través de la superficie de la pared de entrada 150 pasa a través del material de entrada M en una dirección descendente al medio de salida de gas 160 dispuesto más abajo en la superficie interior 111.1 de la camisa. Es ventajoso en particular durante una fase inicial del procesamiento cuando el nivel superior  $M_{\text{inicio}}$  del material de entrada se sitúa verticalmente considerablemente por encima del extremo superior 121.2 de la tubería de distribución de gas y por esta razón no puede ser procesado eficazmente por el gas que se suministra desde la tubería de distribución de gas, conduciendo a un periodo de procesamiento más corto. A medida que el periodo de procesamiento continua, el material colapsa sobre sí mismo y libera una parte superior de la superficie de la pared de entrada 150. El flujo de gas que se suministra a través de la superficie de la pared de entrada 150 al material de entrada que se ha introducido entonces se puede regular a un flujo menor o mayor, o se puede interrumpir.



Una ventaja de disponer la superficie de la pared de entrada 150 a lo largo de la camisa 111 es que el gas del proceso inerte caliente que se suministra a través de la superficie de la pared de entrada 150 puede procesar el material de entrada eficazmente, puesto que el flujo de gas es conducido en la dirección hacia el medio de salida de gas dispuesto en la camisa.

- 5 Se prefiere que la caída de presión generada a través de las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas de la superficie de la pared de entrada 150 corresponda a la caída de presión generada a través de las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas de la tubería de distribución de gas. El área abierta de las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas en la superficie de la pared de entrada 150 corresponde por lo tanto al área abierta de las aberturas 125 a través de las cuales fluye gas de la tubería de distribución de gas.  
10 El número y la distribución por toda la superficie de la pared de entrada de las aberturas 155 a través de las cuales fluye gas se seleccionan y se adaptan de modo que se logra una distribución adecuada de gas a través del lecho.

- La figura 5 muestra una realización adicional de la disposición de acuerdo con la invención en la que el medio de entrada de gas 120 del reactor comprende una superficie de entrada continua 180 dispuesta alrededor de la superficie interior completa de la superficie interior 111.1 de la camisa del reactor (con excepción de la sección de pared del extremo superior) y en la superficie interior de la sección de pared del extremo inferior 113. El medio de salida de gas 160 del reactor comprende una tubería de salida de gas 195 dispuesta en la sección de pared del extremo superior 112 del reactor. La superficie de la pared de entrada continua 180 comprende una superficie de pared 181, una superficie inferior 182 y una tubería de distribución de gas 183.  
15

- 20 La tubería de distribución de gas 183 está dispuesta de forma coaxial con el eje central 105 del reactor y se extiende como una torre axialmente en la cámara, y tiene una superficie periférica 184 con un extremo inferior 183.2 conectado a la superficie inferior 182 y un extremo superior 183.1 dispuesto a al menos mitad de la altura del reactor en la dirección vertical. La superficie inferior 182 de la superficie de entrada está dispuesta para conectar la superficie de la pared 181 con el extremo inferior 183.2 de la tubería de distribución de gas.  
25 La superficie de entrada 180 está dispuesta a una distancia A de la camisa 111.1 del reactor y la sección de pared del extremo inferior 113 de modo que se forma un compartimento 186 que suministra gas entre la superficie de entrada 180 y la camisa 111.1 y la superficie de la sección de pared del extremo inferior 113, respectivamente, de modo que también la superficie interior de la tubería de distribución de gas 183 constituye una parte del compartimento 186 que suministra gas.

- 30 La superficie de entrada continua 180 está provista de aberturas 185 a través de las cuales fluye gas para conducir gas inerte caliente a la cámara 110. Las aberturas 185 a través de las cuales fluye gas están distribuidas por toda la superficie de entrada completa 180 y están diseñadas para lograr una resistencia al flujo de modo que se genere una caída de presión a través de las aberturas 185 a través de las cuales fluye gas de la misma forma que se ha descrito previamente. El flujo de gas está indicado en la figura 5 mediante flechas dirigidas hacia la cámara 110.  
35

- Las tuberías de entrada 187.1 y 187.2 están dispuestas a lo largo de la camisa 111 para conducir el gas inerte bajo presión al material de entrada M que se ha introducido en la cámara 110, indicado con líneas de trazos  $M_{\text{inicio}}$  y  $M_{\text{final}}$ . En la figura 5 se muestra que el compartimento 186 que suministra gas está dividido por una pared de división 186.1 en segmentos 188, 189 dispuestos en niveles mutuamente diferentes de altura en la cámara; un segmento superior 188 y un segmento inferior 189. Los segmentos 188 y 189 están equipados con tuberías de entrada 187.1 y 187.2 asociadas separadas en la camisa, con el fin de conducir gas 101 al segmento pertinente 188, 189 del compartimento 186, que suministran gas dispuestos en niveles mutuamente diferentes de altura en la cámara (110). La ventaja de dividir el compartimento que suministra gas es que la posibilidad de controlar el flujo de gas a diferentes regiones en el reactor aumenta y de esta forma el procesamiento se puede llevar a cabo de forma más eficaz. Por supuesto, es posible que el compartimento 186 que suministra gas esté diseñado sin una pared que divide o división. El gas que es conducido a la cámara después se distribuye uniformemente por todas las aberturas 185 a través de las cuales fluye gas alrededor de la superficie de entrada completa, también las aberturas 185 a través de las cuales fluye gas dispuestas en la tubería de distribución de gas 183.  
40  
45

- 50 En la figura 5 se muestra que las aberturas 185 a través de las cuales fluye gas están distribuidas por toda la pared de entrada 180 de modo que el número de aberturas 185 aumenta en la dirección descendente por toda la pared inferior 180, es decir, la parte inferior de la pared de entrada tiene más aberturas 185 a través de las cuales fluye gas que la parte superior, con el fin de guiar una fracción mayor del gas (101) que se suministra al reactor a la parte inferior de la cámara que a la parte superior de la cámara. Esto puede tener lugar, por supuesto, durante diferentes periodos del procesamiento.  
55

- El reactor en la figura 5 presenta una tubería de salida de gas 195 en la sección de pared del extremo superior 112. El gas que se suministra al material de entrada que se ha introducido en la cámara es conducido fuera de la cámara 110 por la tubería de salida de gas 195. El flujo de gas pasa de esta forma a través del material de entrada en una dirección ascendente a través del lecho de material de entrada, de modo que el material de entrada sufre pirólisis eficazmente. Una ventaja del flujo de gas que se suministra a  
60

- lo largo de la superficie de entrada completa 180 desde la superficie inferior 182 a la sección de pared del extremo superior, es que el gas 101.1 (indicado por flechas) que se suministra al material de entrada M cerca de la superficie inferior 182 de la cámara y que se enfría durante su paso a través del lecho del material de entrada, se suministra con calor desde el flujo de gas 101.2 (indicado por flechas) que se suministra más arriba a lo largo de la superficie de entrada continua 180. De esta forma se previene que el aceite de pirólisis que se ha vaporizado en la parte inferior del reactor y que se lleva con el gas que sube a la tubería de salida de gas 195, recondense en el material de entrada M durante su paso, lo que mejora la calidad del producto residual basado en carbono.
- En las figuras 1 y 3 se muestran los medios de salida 160 para la separación del gas que ha pasado por el material de entrada M que se ha introducido en la cámara 110. El flujo de gas que se suministra desde el medio de entrada de gas 120 pasa a través del material de entrada M y emite calor que lleva, de modo que el gas fluye en la dirección hacia el medio de salida 160 de acuerdo con la ley de la menor resistencia. El propósito del medio de salida 160 es extraer el aceite de pirólisis vaporizado 107 de forma eficaz.
- La figura 6 muestra una vista detallada de una sección del medio de salida 160, que comprende pasos de transferencia de gas 170.1-170.n dispuestos en la cámara 110 (mostrados en el dibujo como un solo canal 170 por razones de simplicidad), superficies de salida 162.1-162.n, huecos de conducción de gas 163.1-163.n, y un compartimento de conducción de gas 164. El medio de salida 160 comprende también tuberías de salida 166 dispuestas en la superficie exterior de la camisa del reactor que están conectadas al paso de transferencia de gas 170.
- El medio de salida 160 tiene un extremo superior 160.1 que está situado preferiblemente verticalmente debajo del extremo superior 121.2 de la tubería de distribución de gas, y un extremo inferior 160.2 que está dispuesto al lado de la placa inferior 130. El medio de salida 160 está dispuesto alrededor de la superficie interior completa 111.1 de la camisa a lo largo de al menos el tercio inferior del reactor 1.
- El medio de salida 160 está diseñado como una superficie de la pared de salida 165 provista de pliegues y destinada a estar en contacto con el lecho del material de entrada M, y formada por una serie, al menos tres o más, de las superficies de salida 162.1-162.n dispuestas debajo y en conexión directa con un canal 170 que transfiere gas. Cada superficie de salida 162.1-162.n está dirigida hacia la cámara 110 y presenta un borde superior y uno inferior 169.1, 169.2, respectivamente. La superficie de salida 162.1-162.n se extiende alrededor de la superficie interior completa de la camisa y está dispuestas a una distancia de la camisa de modo que se forma un compartimento 164 que transfiere gas entre la superficie de salida 162.1-162.n y la camisa. La superficie de salida 162.1-162.n está diseñada preferiblemente como un elemento de tipo placa extendida de chapa metálica que está conectado a la superficie interior de la camisa. Las superficies de salida 162.1-162.n están dispuestas a alturas verticales mutuamente diferentes en la cámara y a distancias mutuamente diferentes de la camisa. Las superficies de salida 162.1-162.n están separadas por pliegues formados por huecos 163.1-163.n que transfieren gas, donde un hueco se forma entre dos superficies de salida dispuestas adyacentes entre sí: se muestra, por ejemplo, en la figura 6 que el hueco 163.2 está formado entre las superficies de salida 162.1 y 162.2. Los huecos 163.1-163.n que transfieren gas están destinados a recibir y conducir fuera de la cámara 110 el gas de pirólisis que contiene aceite de pirólisis vaporizado liberado del material de entrada M. El hueco 163.1-163.n está dispuesto en horizontal y se extiende alrededor de la camisa completa 111.1, y tienen una anchura de hueco b que corresponde a la distancia dirigida radialmente en la cámara entre dos superficies de salida dispuestas una al lado de la otra.
- Se prefiere que las superficies de salida 162.1-162.n se superpongan mutuamente entre sí en la dirección vertical, como se muestra en la figura 6, con el fin de proteger los huecos 163.1-163.n que transfieren gas de las partículas que penetran del material de entrada. El borde inferior 169.2 de la superficie de salida 162.1 está dispuesto a una distancia mayor de la superficie interior 111.1 de la camisa que el borde superior 169.1 de la superficie de salida 169.2 que está dispuesta como la siguiente adyacente en la dirección descendente, y el borde inferior 169.2 de la superficie de salida superior 162.1 se extiende hacia abajo y está dispuesto a una altura inferior que el borde superior 169.1 de la superficie de salida inferior 162.2, de modo que el borde inferior 169.2 de la superficie de salida superior 162.1 se superpone en la dirección vertical con el borde superior de la superficie de salida inferior. La superficie del borde inferior 169.2 de la superficie de salida superior 162.1 protege de esta forma el hueco 163.2 que transfiere gas previniendo que penetren partículas de material de entrada durante el llenado de la cámara y durante el periodo de proceso cuando el material de entrada colapsa sobre sí mismo.
- El hueco 163.1-163.n puede estar equipado también con medios de bloqueo de partículas 167 diseñados de modo que las partículas que están presentes en el material de entrada se separan del gas mientras se deja que el gas pase libremente por el hueco 163.1-163.n. Un medio de bloqueo de partículas 167 se muestra en la figura 6, diseñado con una forma de W o perfil dentado, que está dispuesto para extenderse por toda la anchura del hueco 163.1-163.n. El medio de bloqueo de partículas 167 se selecciona y adapta de acuerdo con el tamaño de fragmentos del material de entrada. El medio de bloqueo de partículas 167 está dispuesto en una pieza con la superficie de salida 162.1-162.n, de modo que el borde superior y/o inferior 169.1, 169.2 de la superficie de salida está provisto de un perfil adecuado y doblado de forma que el medio de bloqueo de

partículas se extiende por toda la anchura completa del hueco y está en contacto con la superficie de salida adyacente. En la figura 6 se proporciona el hueco 163.1-163.n con medio de bloqueo de partículas doble 167.

5 La superficie de la pared de salida 165 del medio de salida 160 tiene varias funciones ventajosas. El compartimento de transferencia de gas 164 que se forma entre las superficies de salida 162.1-162.n y la  
 10 camisa 111.1 conduce el gas de pirólisis 107 desde los huecos 163.1-163.n que transfieren gas a lo largo de la camisa hacia arriba en la dirección hacia el canal 170 que transfiere gas y la tubería de salida 165. El gas de pirólisis 107, que comprende aceite de pirólisis vaporizado, que es conducido a través de los huecos inferiores que transfieren gas más cercanos a la placa inferior 130 y pasa a través del compartimento 164 que  
 15 transfiere gas en la dirección hacia la tubería de salida 166, normalmente tiene una temperatura mayor que el flujo de gas de pirólisis que ha pasado a través del material de entrada situado en un nivel mayor en el reactor donde el flujo del gas de pirólisis debe pasar una fracción mayor del material de entrada y de esta forma se enfría más. Esto conduce a que la superficie de la pared de salida 165 se calienta por el gas de pirólisis 107 más caliente unido hacia afuera que pasa por el compartimento 164 que transfiere gas. El flujo del gas de pirólisis que ha pasado por el material de entrada situado en el nivel más alto en el reactor en la  
 dirección del medio de salida 160 se encuentra con la superficie caliente 165, de modo que la temperatura y el caudal del flujo de gas de pirólisis aumentan y se evita la condensación del aceite de pirólisis vaporizado en el material de entrada. Esto lleva a mejores propiedades del producto vinal basado en carbono.

20 En la figura 3 se muestra que el compartimento 164 del medio de salida que transfiere gas está dividido en sectores de salida 164.1 y 164.2, donde cada sector de salida está conectado de una forma que transfiere gas a través de un canal asociado separado 170.1 y 170.2, respectivamente, que transfiere gas a una tubería de salida asociada separada 166.1 y 166.2, respectivamente, para la extracción del gas de pirólisis 107 del material de entrada. Se prefiere que el compartimento 164 que transfiere gas esté dividido en cuatro sectores de salida que transfieren gas y que estén distribuidos uniformemente alrededor de la camisa. (Solo se muestran dos sectores de salida en la figura 3). El compartimento 164 que transfiere gas puede estar  
 25 provisto, por ejemplo, de divisores o paredes intermedias para la separación de los sectores de salida. Se indica un divisor en la figura 3 mediante una línea de trazos. Cada sector de salida 164.1 y 164.2, respectivamente, recibe gas de pirólisis 107 a través de los huecos 163.1-163.n que transfieren gas y están dispuestos dentro del sector de salida pertinente. Los sectores de salida 164.1 y 164.2 conducen el gas de pirólisis 107 desde esa parte del material de entrada M que está situada en una región en la cámara, también conocida como el "sector de cámara", que es adyacente al sector de salida pertinente, y de esta forma se  
 30 logra que el gas de pirólisis 107 que comprende aceite de pirólisis vaporizado se pueda separar de una forma por sectores de la cámara.

35 En la figura 3 se muestra que los canales 170.1 y 170.2 son esencialmente horizontales y están dispuestos al lado del extremo superior 160.1 del medio de salida y que conectan el compartimento 164 que transfiere gas a las tuberías de salida 166.1 y 166.2, respectivamente, para la extracción del gas de pirólisis 107 de la cámara 110. Las tuberías de salida 166.1 y 166.2 están dispuestas en la camisa en el extremo superior del medio de salida, y se prefiere que las tuberías de salida estén agrupadas en dos grupos dispuestos en la circunferencia de la camisa. Alternativamente, las tuberías de salida están distribuidas uniformemente  
 40 alrededor de la circunferencia con el fin de alejar el gas de proceso caliente. Cada una de las tuberías de salida 166.1 y 166.2, respectivamente, está equipada con medios de control o válvulas para controlar el flujo de gas a través del lecho de material de entrada. Los canales 170.1 y 170.2, respectivamente, con la tubería de salida asociada 166.1 y 166.2, respectivamente, están dispuestos para conducir el gas de pirólisis 107 de una forma por sectores fuera de la cámara 110. La dirección del flujo del gas 101 que se ha suministrado a través del material de entrada M de esta forma se puede controlar por regulación de los medios de control,  
 45 tales como válvulas u otras disposiciones que regulan el flujo, comprendidas dentro del medio de salida 160.

50 La instalación según la invención con el reactor 1 comprende también un circuito de control y vigilancia mediante el cual se pueden controlar y vigilar los parámetros del proceso para el gas inerte caliente 101 que se suministra a la cámara 110 por el medio de entrada de gas 120, y para el gas de pirólisis 107 que comprende aceite de pirólisis vaporizado que es conducido fuera de la cámara 110 a través del medio de salida de gas pertinente. La instalación está provista además de sensores y medios de detección con cuya ayuda se pueden medir y analizar los diferentes componentes del gas de pirólisis 107 y sus cantidades relativas, de modo que el procedimiento de pirólisis se mantiene y se lleva a cabo siempre y cuando el material de entrada en el reactor emita gas de pirólisis 107 que comprende niveles predeterminados de diferentes componentes, o siempre y cuando la temperatura del gas de pirólisis 107 alcance un nivel  
 55 predeterminado.

60 El medio de entrada de gas 120 y la tubería de entrada asociada presentan medios de control de modo que el suministro de gas y el flujo de gas a la tubería de distribución de gas, medio de entrada de gas en la placa inferior y la pared de entrada o superficie de la pared de entrada, se pueden vigilar, controlar, aumentar, reducir, interrumpir o redirigir durante el periodo del proceso. Por ejemplo, el flujo de gas que se suministra al reactor a través de la entrada de gas superior 129 y a la tubería de distribución de gas 121, en una fase inicial se puede distribuir 50/50 de modo que se suministran flujos de gas iguales a la entrada de gas superior 129 y la tubería de distribución de gas 121. El flujo de gas que se suministra a través de la entrada de gas superior

entonces procesa la parte superior del material de entrada. La relación se cambia durante el periodo del proceso, de modo que el suministro superior de gas se interrumpe y el flujo completo de gas se suministra a través de la tubería de distribución de gas 121 y la placa inferior 130. También se puede regular el proceso distribuyendo el flujo total de gas al reactor 1 de forma diferente a las tuberías de distribución de gas 121, 183, el medio de entrada de gas 120 en la placa inferior 130, y la superficie de la pared de entrada 150 o la superficie de entrada 180, de modo que se logran diferentes caídas de presión dP por las aberturas 125, 146, 155, 185 a través de las cuales fluye gas, dispuestas en diferentes regiones de la cámara donde están dispuestos los medios de entrada de gas. El gas que se suministra de esta forma se puede distribuir y controlar de modo que el tratamiento de pirólisis se lleva a cabo de una forma eficaz, y dicho material de entrada que se ha procesado parcialmente y ha colapsado sobre sí mismo, se puede suministrar con más gas que el material de entrada en otra región.

Al diseñar la cámara del reactor 110 con un fondo fijo que no se puede abrir se consigue que las condiciones de operación se puedan optimizar sin que sea necesario tener en cuenta que el reactor debe permitir el vaciado de la forma convencional, por ejemplo, a través de una tapa en el fondo del recipiente. Después del final del proceso de pirólisis, se lleva a cabo el vaciado de la cámara del reactor 110 por la separación del producto final que contiene carbono por succión mediante un dispositivo de separación operado por succión que se baja a través de la tapa superior 115 que se puede abrir, que está dispuesto en la parte de sección de pared del extremo superior 112 del reactor.

El método de acuerdo con la invención logra así que el residuo basado en carbono en el reactor carezca de aceite de pirólisis. Todas las fibras son vaporizadas durante el tratamiento de pirólisis de neumáticos fragmentados en la instalación.

El material que está más cerca del medio de entrada de gas 120 se vaporiza primero durante el tratamiento de pirólisis. La placa inferior 130 se calienta durante el proceso y el tratamiento de pirólisis tiene lugar más rápidamente al lado del fondo de la cámara. El material de entrada sufre pirólisis y se convierte en un producto final basado en carbono poroso. La caída de presión inicialmente será inferior en la región procesada del material de entrada, después de lo cual esta región se presiona junta, de modo que la resistencia al flujo aumenta y el gas 101 que se suministra fluye hacia las áreas en el lecho de material de entrada que tiene una caída de presión menor, es decir, el material no procesado.

La presente invención no está limitada a lo que se ha descrito antes y se muestra en los dibujos: se puede cambiar y modificar en varias formas diferentes dentro del alcance de las reivindicaciones de patente adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una instalación para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada por pirólisis, que comprende:
- 5       - un reactor (1) que comprende una cámara (110) que está limitada por una camisa (111) y secciones de pared del extremo superior e inferior (112, 113), cuya cámara está destinada a introducir material de entrada (M) en forma fragmentada,
- 10       - medio de entrada de gas (120) para el suministro de gas inerte caliente (101) al material de entrada, de modo que el medio de entrada de gas (120) está conectado de una forma que transfiere gas a una fuente de emisión de gas (102) a través de las tuberías de entrada (104, 129, 187.1, 187.2) que están asociadas con el medio de entrada de gas,
- 15       - salidas de gas (160) para conducir el gas fuera de la cámara,
- 15       - que el medio de entrada de gas (120) comprende una tubería de distribución de gas dispuesta de forma central (121) que se extiende axialmente en la cámara (110),
- 15       caracterizada por que el medio de entrada de gas (120) comprende aberturas (125, 146, 155, 185) a través de las cuales fluye gas destinadas a suministrar el gas (101) en la cámara (110),
- 20       - por que la tubería de distribución de gas (121) comprende al menos una unidad de entrada (122.1, 122.2) que presenta aberturas (125) a través de las cuales fluye gas, donde la unidad de entrada (122.1, 122.2) está diseñada de modo que la tubería de distribución de gas presenta la forma de un cono truncado,
- 20       - por que las aberturas (125) a través de las cuales fluye gas están distribuidas con un número creciente de aberturas en la dirección descendente por todo el extremo inferior de la tubería de distribución de gas (121),
- de modo que las aberturas (125, 146, 155, 185) a través de las cuales fluye gas están dispuestas de modo que se genera una caída de presión dP durante el suministro de gas que supera la caída de presión dM del gas durante el paso a través del material de entrada M que se ha introducido en la cámara.
- 25       2. La instalación según la reivindicación 1, que comprende que las aberturas (125) a través de las cuales fluye gas están distribuidas uniformemente por toda la superficie periférica (124) de la tubería de distribución de gas.
- 30       3. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el extremo superior (121.2) de la tubería de distribución de gas está dispuesto a un nivel mayor que la mitad de la altura del reactor.
- 30       4. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que las aberturas (125, 155, 185) a través de las cuales fluye gas están dispuestas para prevenir la penetración de material de entrada M en el medio de entrada, de modo que cada abertura (125, 155, 185) a través de la cual fluye gas presenta una parte de borde superior que sobresale (125.1) y una parte de borde inferior en retroceso (125.2).
- 35       5. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que la cámara (110) presenta una placa inferior (130) destinada a soportar el material de entrada M, donde la placa inferior (130) tiene un borde periférico interno (132) que rodea el extremo inferior (121.1) de la tubería de distribución de gas y un borde periférico exterior (131) conectado a la superficie interior (111.1) de la camisa, y un compartimento formado entre la sección de pared del extremo inferior (113) y la placa inferior (130).
- 40       6. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que la placa inferior (130) comprende un medio de entrada de gas (120).
7. La instalación según la reivindicación 5 o 6, que comprende que el medio de entrada de gas (120) comprende rendijas (137) que transfieren gas, dispuestas a lo largo del borde periférico (131) de la placa inferior.
- 45       8. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el medio de entrada de gas (120) comprende disposiciones de conductos de gas (140) dispuestas en el fondo y que presenta al menos una abertura (146) a través de la cual fluye gas dispuesta de modo que se puede suministrar el gas (101) sin obstáculos al material de entrada M que se ha introducido en la cámara (110).
- 50       9. La instalación según la reivindicación 8, que comprende que cada disposición de conductos de gas (140) presenta una superficie superior (144) de cara al interior de la cámara (110) y una superficie inferior (145) que comprende la, al menos una, abertura (146) a través de la cual fluye gas, dirigida hacia la placa inferior (130).

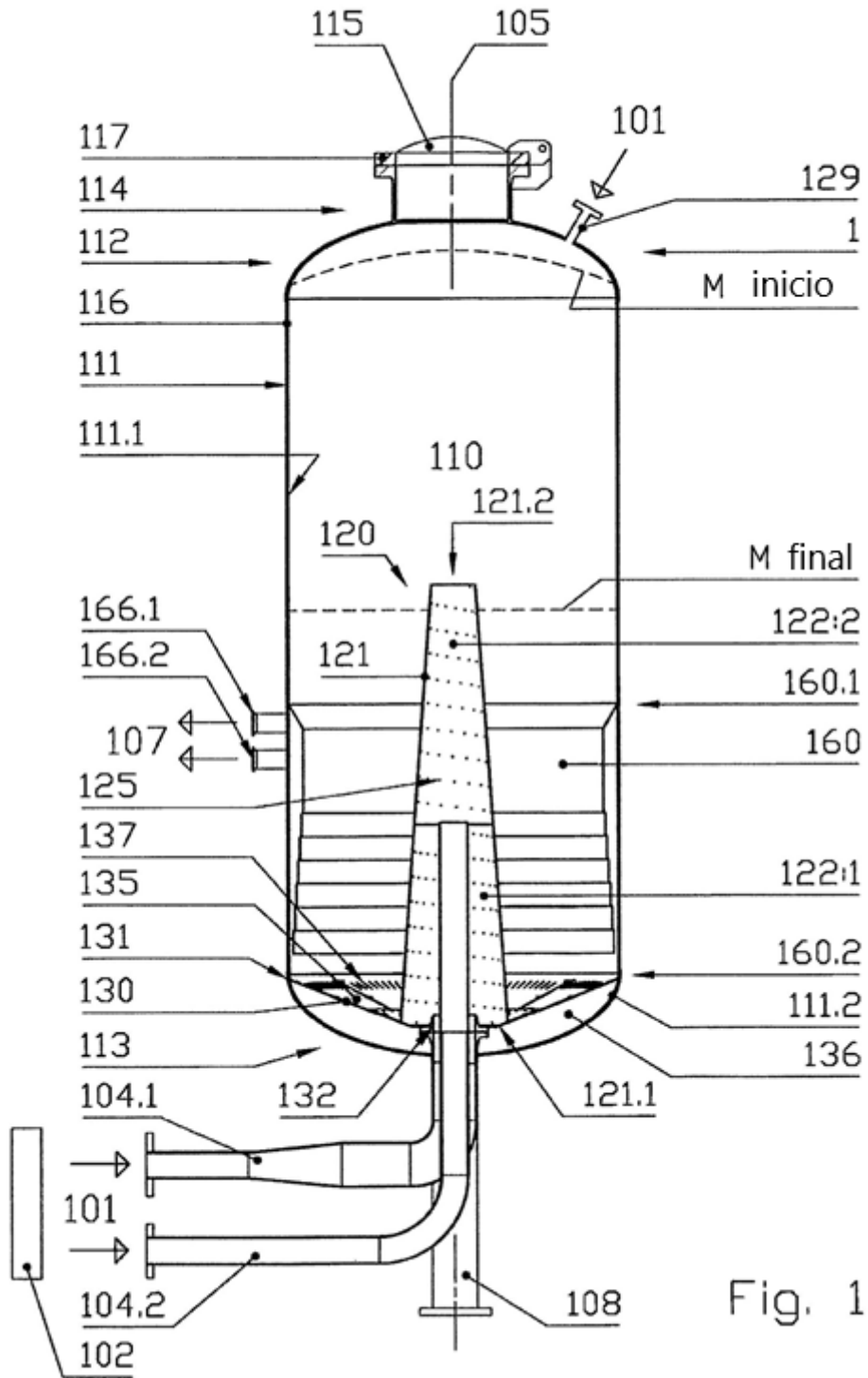
10. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que la unidad de entrada más abajo (122.1) y el medio de entrada de gas (120) dispuestos en el fondo (130) tienen una tubería de entrada común (104.1) para el suministro de gas (101) de una fuente de emisión de gas (102).
- 5 11. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el medio de entrada de gas (120) comprende una superficie de pared de entrada (150) dispuesta en la superficie interior (111.1) de la camisa y que se forma un compartimento (151) que suministra gas entre la superficie de la pared de entrada y la camisa, donde están dispuestas aberturas (155) a través de las cuales fluye gas en la superficie de la pared de entrada (150) para el suministro de gas al material de entrada M que se ha introducido en la cámara.
- 10 12. La instalación según la reivindicación 11, que comprende que la superficie de la pared de entrada (150) tiene un extremo superior (150.1) dispuesto en la camisa (111) al lado de la sección de pared del extremo superior (112), y un extremo inferior (150.2) dispuesto en conexión con el medio de salida (160).
- 15 13. La instalación según la reivindicación 11, que comprende que la superficie de la pared de entrada (150) tiene un extremo superior (150.1) dispuesto en la camisa (111.1) al lado de la sección de pared del extremo superior (112), y un extremo inferior en conexión con la placa inferior (130).
14. La instalación según las reivindicaciones 11-13, que comprende que al área total de las aberturas (155) a través de las cuales fluye gas dispuestas en la superficie de la pared de entrada (150) corresponde al área total de las aberturas (125) a través de las cuales fluye gas, dispuestas en la superficie periférica (124) de la tubería de distribución de gas (124).
- 20 15. La instalación según las reivindicaciones 11-14, que comprende que las aberturas (155) a través de las cuales fluye gas están distribuidas uniformemente por toda la superficie de la pared de entrada (150).
16. La instalación según las reivindicaciones 11-14, que comprende que las aberturas (155) a través de las cuales fluye gas están distribuidas con un número creciente de aberturas en la dirección descendente por toda la superficie de la pared de entrada (150).
- 25 17. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el medio de entrada de gas (120) comprende una superficie de entrada continua (180) dispuesta alrededor de la superficie interior completa (111) de la camisa y la sección de pared del extremo inferior (113), y que comprende una tubería de distribución de gas (183) que presenta una superficie periférica (184) de modo que se forma un compartimento (186) que suministra gas entre la superficie de entrada (180) y la camisa (111) y
- 30 la sección de pared del extremo inferior (113), respectivamente, de modo que las aberturas (185) a través de las cuales fluye gas están dispuestas en la superficie de entrada (180) para el suministro de gas (101) al material de entrada M que se ha introducido en la cámara (110).
18. La instalación según la reivindicación 17, que comprende que las aberturas (185) a través de las cuales fluye gas están distribuidas con un número creciente de aberturas (185) a través de las cuales fluye gas en la
- 35 dirección descendente por toda la superficie de entrada (180).
19. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el compartimento (186) que suministra gas comprende segmentos (188, 189) dispuestos en niveles mutuamente diferentes de altura en la cámara (110), donde los segmentos pertinentes están equipados con tuberías de entrada asociadas separadas (187.1, 187.2) para conducir gas (101) al segmento pertinente (188, 189) en el compartimento (186) que suministra gas.
- 40 20. La instalación según la reivindicación 19, que comprende que las aberturas (185) a través de las cuales fluye gas están distribuidas con un número creciente de aberturas (185) en la dirección descendente por toda la superficie de entrada (180) más cercana al extremo inferior de cada segmento (188, 189).
21. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el medio de salida (160) está diseñado como una superficie de pared de salida (165) que comprende una serie de superficies de salida (162.1-162.n) dispuestas en la superficie interior (111.1) de la camisa, donde las superficies de salida (162.1-162.n) están dispuestas en alturas verticales mutuamente diferentes en la cámara (110) y a distancias mutuamente diferentes de la camisa (111).
- 45 22. La instalación según la reivindicación 21, por la cual el medio de salida comprende una serie de huecos que transfieren gas (163.1-163.n) para conducir el gas de pirólisis (107) fuera de la cámara (110), donde se forma un hueco (163.1-163.n) entre las dos superficies de salida (162.1-162.n) dispuestas una al lado de otra.
- 50 23. La instalación según la reivindicación 21 o 22, que comprende que cada superficie de salida (162.1-162.n) se extiende alrededor de la superficie interior completa (111.1) de la camisa y está dispuesta a una distancia de la camisa (111) de modo que se forma un compartimento (164) que transfiere gas entre la superficie de
- 55 salida (162.1-162.n) y la camisa (111).

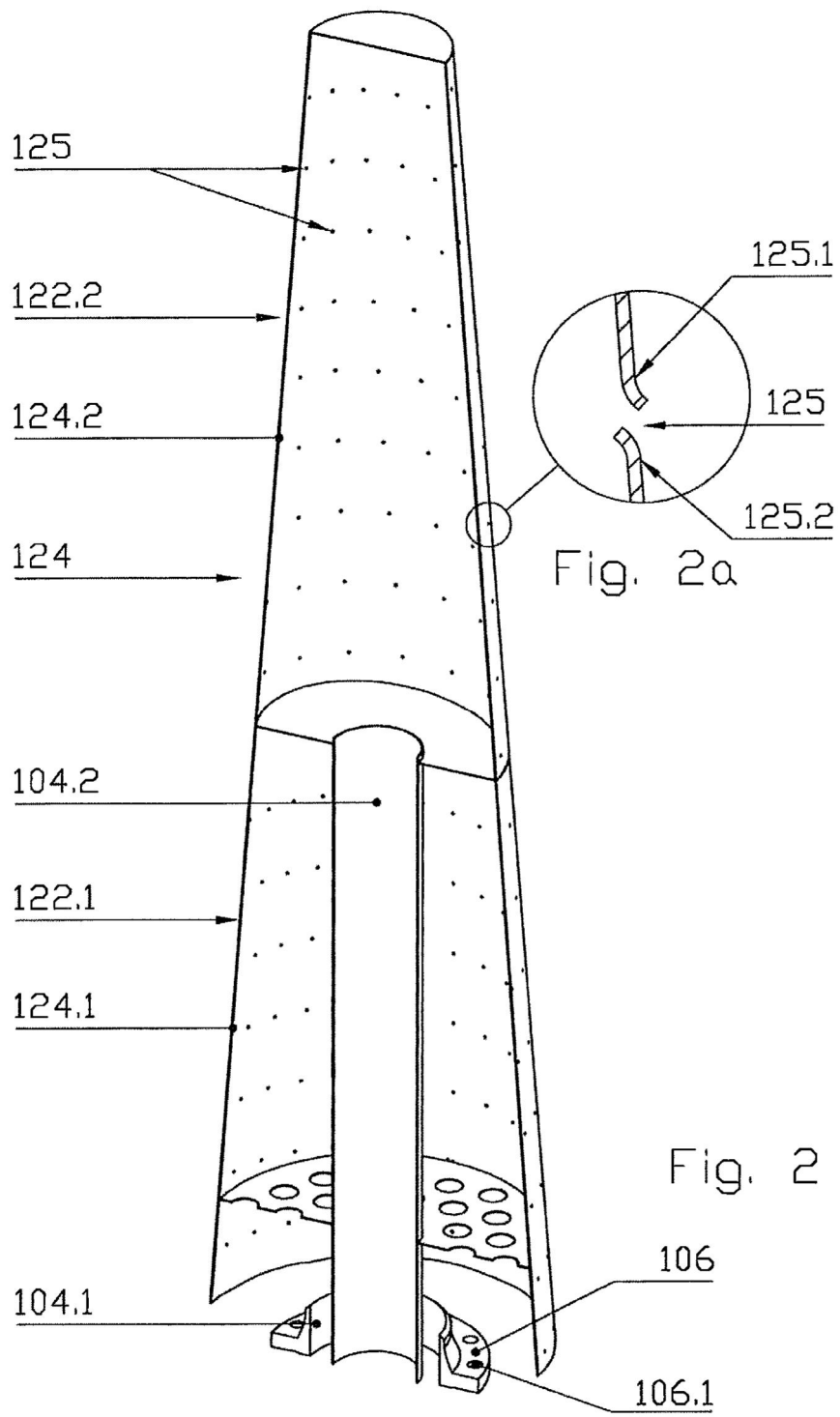
24. La instalación según la reivindicación 22 o 23, que comprende que cada hueco (163.1-163.n) que transfiere gas está equipado con un medio de bloqueo de partículas (167) dispuesto para extenderse por toda la anchura del hueco de modo que el material de entrada M que es llevado por el gas se separa del gas de pirólisis (107), mientras que se deja que el gas de pirólisis pase libremente a través del hueco (163.1-163.n).
- 5 25. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 21-24, que comprende que las superficies de salida (162.1-162.n) dispuestas una al lado de la otra, se superponen mutuamente una con otra en la dirección vertical con el fin de proteger los huecos (163.1-163.n) que transfieren gas frente a la penetración de partículas de material de entrada M.
- 10 26. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 23-25, que comprende que el compartimento (164) que transfiere gas está dividido en sectores de salida (164.1, 164.2) que transfieren gas fuera, donde cada sector de salida (164.1, 164.2) conduce gas de pirólisis (107) desde el material de entrada M que está situado en un sector de la cámara que está adyacente al sector de salida pertinente (164.1, 164.2).
- 15 27. La instalación según la reivindicación 26, que comprende que el medio de salida de gas (160) comprende pasos (170.1, 170.2) que transfieren gas dispuestos horizontalmente a lo largo de la superficie interior (111.1) de la camisa, y donde cada sector exterior (164.1, 164.2) está conectado de una forma que transfiere gas por un canal asociado separado (170.1, 170.2) que transfiere gas a una tubería de salida asociada (166.1, 166.2) para conducir el gas de pirólisis (107) fuera de la cámara (110).
- 20 28. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el extremo superior de la superficie de la pared de salida (165) está dispuesto en la dirección vertical debajo del extremo superior (121.2) de la tubería de distribución de gas, y el extremo inferior de la superficie de la pared de salida (165) está conectado a la placa inferior (130) al lado de la sección de pared del extremo inferior (113) del reactor.
- 25 29. La instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende que el medio de salida de gas (160) comprende una tubería de salida de gas (195) dispuesta en la sección de pared del extremo superior (112) de la camisa del reactor.
30. Un método para reciclar compuestos de carbono e hidrocarbonados a partir de material orgánico de entrada por pirólisis, que comprende:
- introducir material de entrada M en forma fragmentada en un reactor (1) que comprende una cámara (110) que está limitada por una camisa (111) y secciones de pared del extremo superior e inferior (112, 113),
  - 30 - suministrar por el medio de entrada de gas, gas inerte caliente (101) a la cámara para el tratamiento de pirólisis del material de entrada,
  - en donde el gas (101) se suministra por una tubería de distribución de gas (121, 183) que está dispuesta a lo largo del eje central (105) y que comprende las aberturas (125, 185) a través de las cuales fluye gas, de modo que el gas (101) es conducido radialmente a través del material de entrada M al medio de salida de gas (160) dispuesto en la superficie interior (111) de la camisa,
  - 35 - la conducción del gas de pirólisis (107) fuera de la cámara (110) a través del medio de salida de gas (160),
  - caracterizado por que
  - 40 el medio de entrada de gas (120) comprende aberturas (125, 146, 155, 185) a través de las cuales fluye gas dirigidas a suministrar el gas (101) a la cámara (110), por lo cual se genera una caída de presión dP a través de las aberturas (125, 146, 155, 185) a través de las cuales fluye gas, durante el suministro de gas (101) que supera la caída de presión dM del gas a través del material de entrada M que se ha introducido en la cámara (110).
- 45 31. El método según la reivindicación 30, que comprende que el gas (101) se suministra al material de entrada M que se ha introducido en la cámara por el medio de entrada de gas (120) que comprende aberturas (146) a través de las cuales fluye gas, dispuestas al lado de la placa inferior (130) de la cámara, de modo que el gas es conducido en oblicuo o diagonal a través del material de entrada M al medio de salida de gas (160) dispuesto en la superficie interior (111) de la camisa.
- 50 32. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 30-31, que comprende que el gas (101) se suministra al material de entrada M que se ha introducido en la cámara por el medio de entrada de gas (120) que comprende una superficie de la pared de entrada (150) que presenta aberturas (155) a través de las cuales fluye gas, y que está dispuesta en la superficie interior de la camisa encima del medio de salida de gas (160), de modo que el gas es conducido desde la superficie de la pared de entrada (150) a través del material de entrada M en una dirección descendente al medio de salida de gas (160) dispuesto más abajo en la superficie interior (111.1) de la camisa.

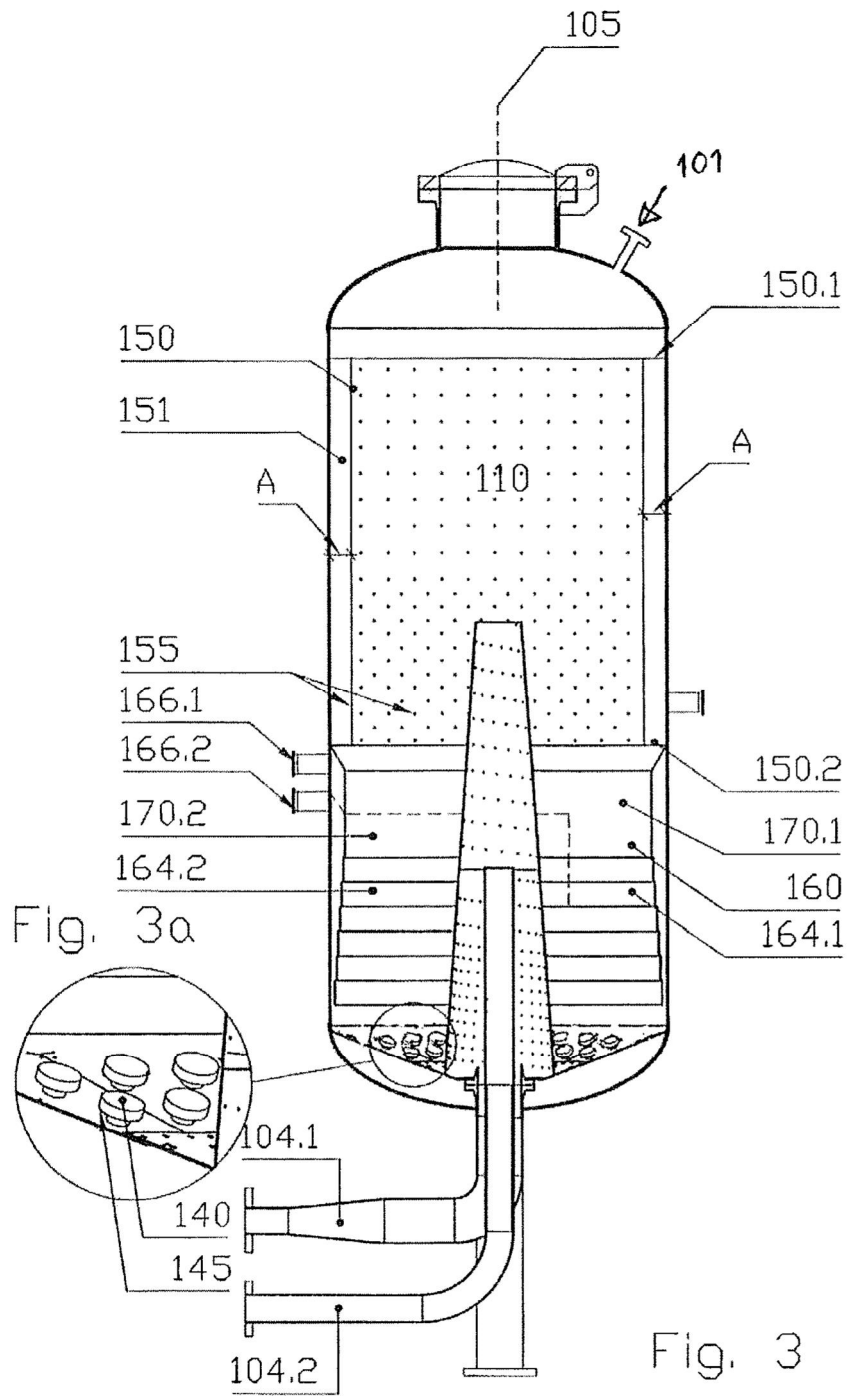
- 5 33. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 30-32, que comprende que el gas se suministra al material de entrada M que se ha introducido en la cámara (110) a través de una superficie de entrada continua (180) que presenta aberturas (185) a través de las cuales fluye gas y que está dispuesta alrededor de la superficie interior completa y la sección de pared del extremo inferior de la camisa, donde la superficie periférica circundante de la tubería de distribución de gas es una parte de la superficie de entrada, de modo que el gas es conducido desde la superficie de entrada continua a través del material de entrada en una dirección ascendente a una tubería de salida de gas dispuesta en la sección de pared del extremo superior.
- 10 34. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 30-33, que comprende que la superficie de la pared de salida (165) es calentada por el gas de pirólisis (107) que es conducido por el compartimento (164) que transfiere gas fuera, de modo que se evita la condensación del aceite de pirólisis vaporizado en el material de entrada al lado del medio de salida de gas (160).
- 15 35. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 30-34, que comprende que el material de entrada M se trata por pirólisis de una forma por sectores en la cámara (110) mediante el control de la dirección de flujo del gas suministrado (101) a través del material de entrada M por la regulación del medio de control comprendido en el medio de salida (160).
- 20 36. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 30-35, que comprende que el flujo de gas que se suministra a la tubería de distribución de gas (121, 183), el medio de entrada de gas (120) en la placa inferior (130) y la pared de entrada (150) y/o la superficie de la pared de entrada (180), se vigila, controla y dirige durante el periodo de procesamiento del material de entrada M que se ha introducido en la cámara.

20









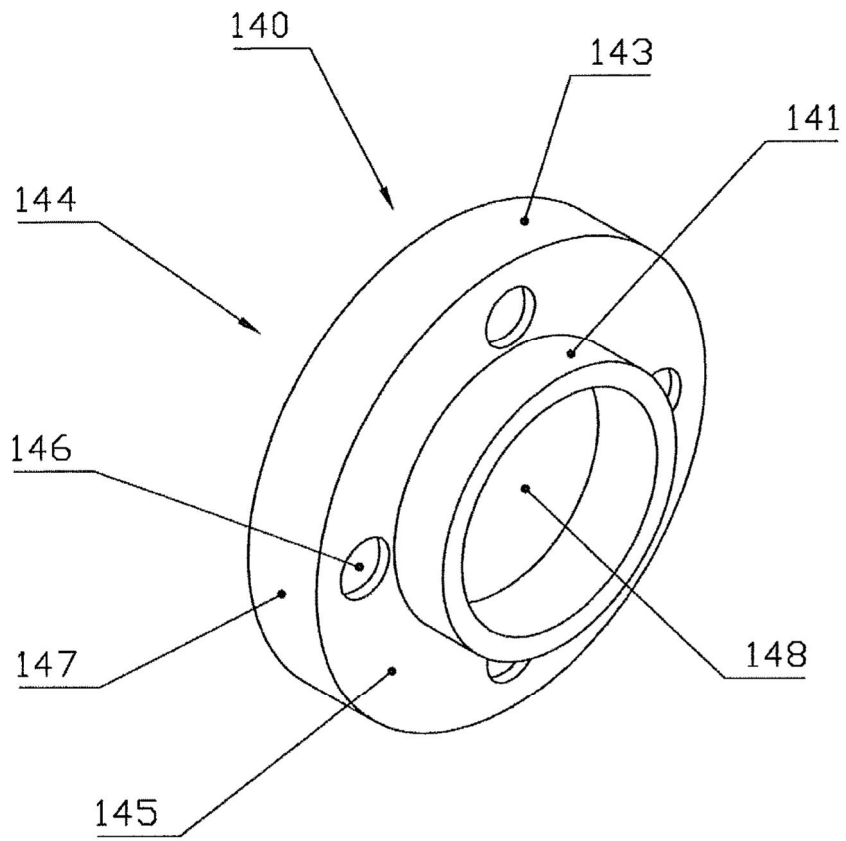
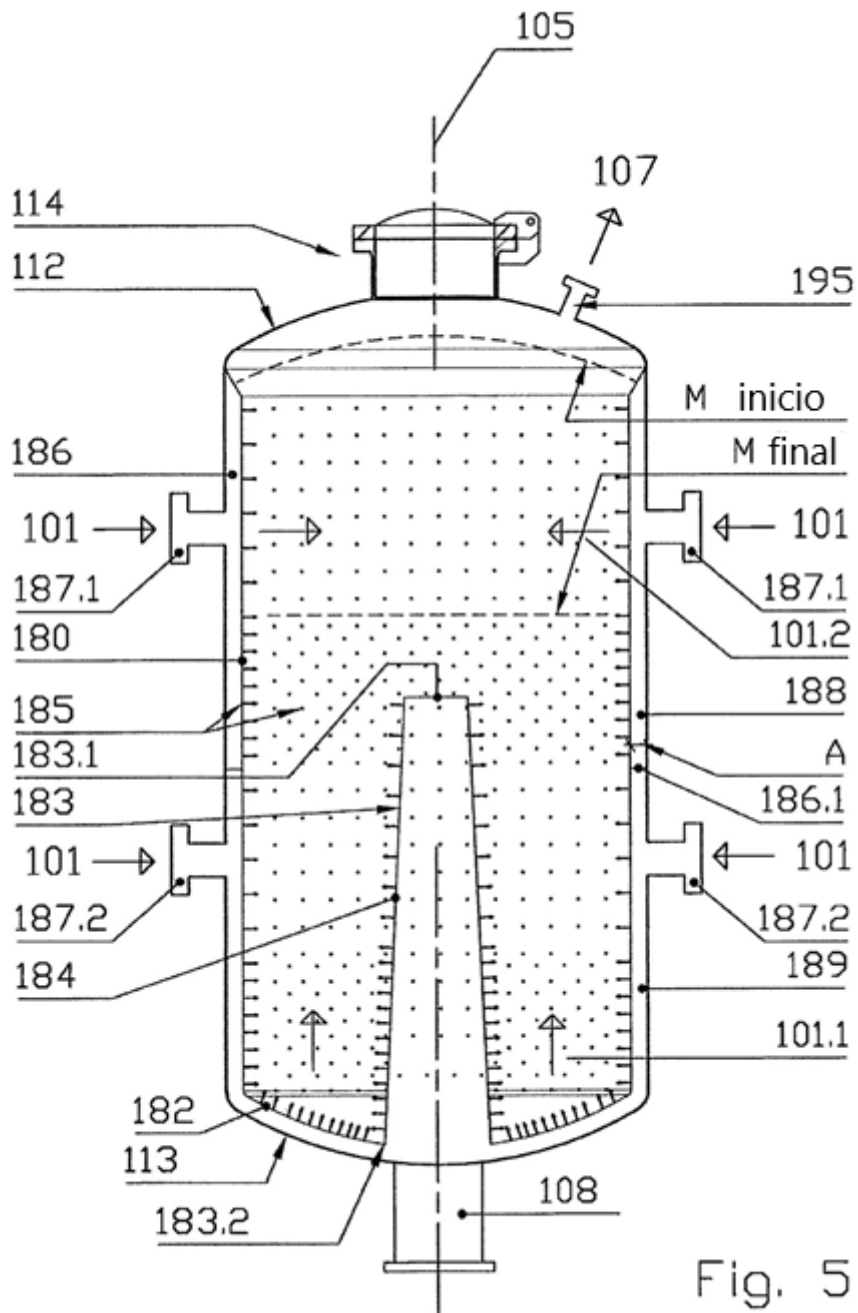


Fig. 4



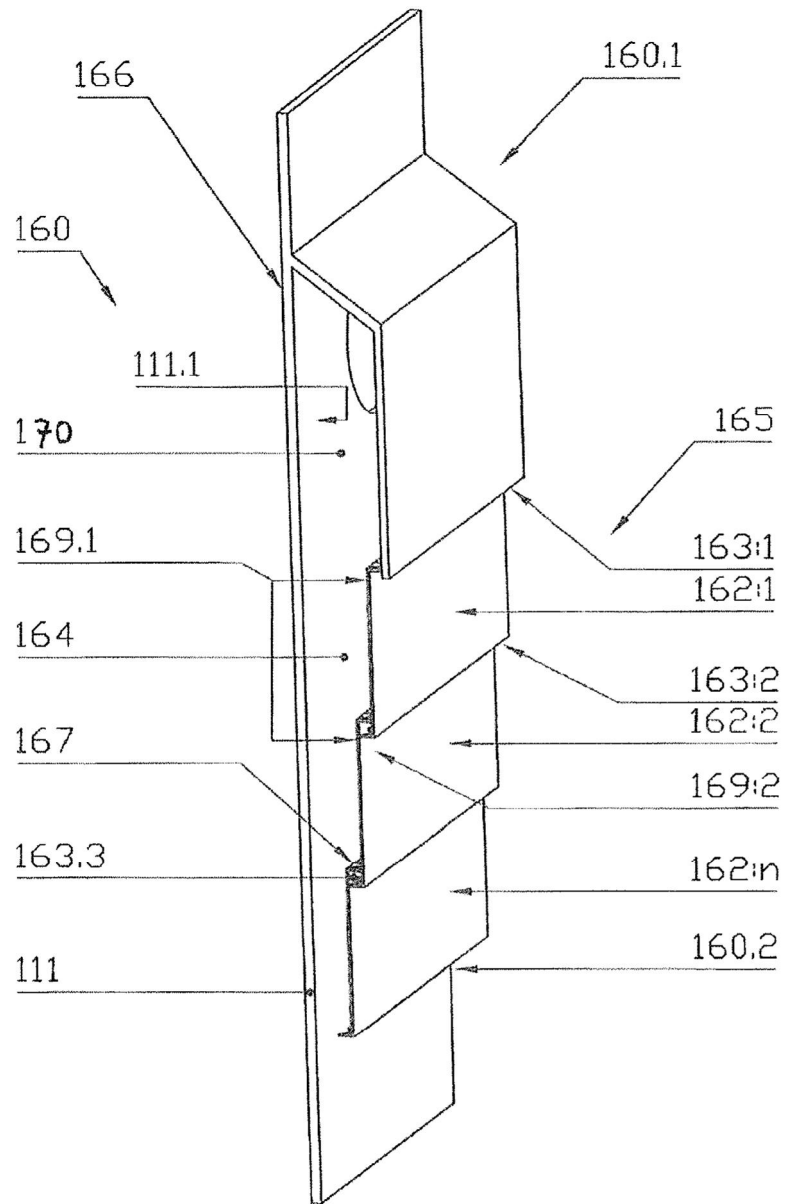


Fig. 6