

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 457**

51 Int. Cl.:

C10G 3/00 (2006.01)

C10G 11/00 (2006.01)

C10G 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2013 PCT/US2013/040879**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2014 WO14021975**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2013 E 13825505 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 2880127**

54 Título: **Métodos y aparatos de procesamiento de combustible para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos**

30 Prioridad:

31.07.2012 US 201213563172

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

18.01.2018

73 Titular/es:

**UOP LLC (100.0%)
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es:

**BAIRD, LANCE AWENDER;
PALMAS, PAOLO y
KULPRATHIPANJA, SATHIT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 650 457 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

Métodos y aparatos de procesamiento de combustible para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos.

Campo técnico

5 El campo técnico se refiere en general a métodos y aparatos de procesamiento de combustible para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos. Más particularmente, el campo técnico se refiere a métodos y aparatos de procesamiento de combustible para craquear catalíticamente una mezcla de una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos.

Antecedentes

10 El craqueo catalítico fluidizado (FCC) es un proceso bien conocido para la conversión de hidrocarburos de relativamente alto punto de ebullición en hidrocarburos de bajo punto de ebullición en el rango del aceite para calefacción o la gasolina. Dichos procesos se denominan comúnmente en la técnica como procesos de "valorización". Para llevar a cabo los procesos FCC, se proporcionan generalmente unidades FCC que tienen una o más zonas de reacción, con una corriente de hidrocarburos contactada en la una o más zonas de reacción con un catalizador de craqueo particulado. El catalizador de craqueo particulado se mantiene en un estado fluidizado en condiciones que son adecuadas para la conversión de los hidrocarburos de relativamente alto punto de ebullición en hidrocarburos de punto de ebullición inferior.

15 Mientras que las corrientes de hidrocarburos, tales como el gasóleo de vacío, el crudo reducido u otras fuentes de hidrocarburos derivadas del petróleo, comúnmente se han valorizado a través de procesos FCC, existe un deseo general de valorizar los biocombustibles junto con las corrientes de hidrocarburos en los procesos FCC. Al valorizar el biocombustible junto con las corrientes de hidrocarburos, el combustible valorizado resultante incluye un contenido renovable y permite que se disminuya el contenido neto de hidrocarburos derivados del petróleo del combustible valorizado.

20 Los biocombustibles abarcan diversos tipos de combustibles combustibles que se obtienen a partir de la biomasa orgánica y un tipo particular de biocombustible es el aceite de pirólisis, que también se denomina comúnmente como aceite de pirólisis, obtenido de la biomasa. El aceite de pirólisis se produce por medio de pirólisis, incluyendo por medio de procesos de pirólisis rápida recientemente desarrollados. La pirólisis rápida es un proceso durante el cual la biomasa orgánica, tal como los residuos de madera, residuos agrícolas, etc., se calientan rápidamente de 450 °C a 600 °C en ausencia de aire utilizando una unidad de pirólisis. Bajo estas condiciones, se produce una corriente de vapor de pirólisis que incluye vapores orgánicos, vapor de agua y gases de pirólisis, junto con carbón (que incluye cenizas y sólidos de hidrocarburos combustibles). Una parte de la corriente de vapor de pirólisis se condensa en un sistema de condensación para producir una corriente de aceite de pirólisis. El aceite de pirólisis es un líquido orgánico complejo, altamente oxigenado que contiene normalmente del 20-30% en peso de agua con alta acidez (TAN > 150).

25 Debido al alto contenido de oxígeno de los aceites de pirólisis, los aceites de pirólisis son generalmente inmiscibles con corrientes de hidrocarburos. Los intentos anteriores de coprocesar las corrientes de aceite de pirólisis y las corrientes de hidrocarburos han implicado la desoxigenación del aceite de pirólisis seguida de la combinación de la corriente de aceite de pirólisis desoxigenada y la corriente de hidrocarburos antes del procesamiento FCC. Dichos enfoques agregan operaciones unitarias, junto con costos de capital adicionales, al proceso de valorización. Además, la obstrucción de las líneas de alimentación puede seguir siendo una preocupación incluso después de la desoxigenación de los aceites de pirólisis y las líneas de alimentación que facilitan la introducción de una corriente de aceite de pirólisis en una zona de reacción donde se realiza el procesamiento FCC son propensas a obstruirse. Adicionalmente, las líneas de alimentación que contienen mezclas de una corriente de hidrocarburos y una corriente de aceite de pirólisis también son generalmente propensas a obstruirse debido a la presencia de la corriente de aceite de pirólisis en las líneas de alimentación. Simplemente separar e introducir la corriente de hidrocarburos y la corriente de aceite de pirólisis en la zona de reacción a través de líneas de alimentación distintas es ineficaz para evitar la obstrucción.

30 El documento WO 2012/062924 A1 describe un procedimiento para la preparación de un biocombustible y/o un bioquímico a partir de un aceite de pirólisis, que comprende la etapa de poner en contacto un aceite de pirólisis con un catalizador de craqueo catalítico a una temperatura igual o superior de 400 °C en presencia de una coalimentación de hidrocarburos para producir uno o más productos craqueados; la etapa se lleva a cabo en una unidad de craqueo catalítico, tal como en una unidad FCC, la coalimentación de hidrocarburos y el aceite de pirólisis se añaden por separado en diferentes ubicaciones a la unidad de craqueo catalítico.

35 Por consiguiente, es deseable proporcionar métodos y aparatos que permitan una mezcla de una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos para ser valorizadas a través de craqueo catalítico, tal como en las unidades de craqueo catalítico fluidizado, evitando al mismo tiempo la obstrucción excesiva de las líneas de alimentación. Además, otras cualidades y características deseables de la presente invención se harán evidentes a

partir de la descripción detallada posterior de la invención y las reivindicaciones adjuntas, tomadas junto con los dibujos adjuntos y este contexto de la invención.

Breve resumen

Los métodos y aparatos para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos se proporcionan en las reivindicaciones 1 y 9. En una forma de realización, un método para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos incluye introducir por separado la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en una zona de reacción para formar una mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción. La mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos se craquea catalíticamente en presencia de un catalizador de craqueo particulado en la zona de reacción. La corriente de aceite de pirólisis se mantiene a una temperatura inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción.

En otra forma de realización, un método para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos se lleva a cabo en una unidad de craqueo catalítico fluidizado. La unidad de craqueo catalítico fluidizado incluye una zona de reacción y el método incluye introducir por separado la corriente de aceite de pirólisis a través de una línea de alimentación de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos a través de una línea de alimentación de hidrocarburos en la zona de reacción para formar una mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción. La línea de alimentación de aceite de pirólisis incluye una salida de aceite de pirólisis en la zona de reacción y la línea de alimentación de hidrocarburos incluye una salida de hidrocarburos en la zona de reacción. La mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos se craquea catalíticamente en presencia de un catalizador de craqueo particulado en la zona de reacción. La corriente de aceite de pirólisis se mantiene a una temperatura inferior o igual a 100 °C en la línea de alimentación de aceite de pirólisis, en esencia, hasta la salida de aceite de pirólisis en la zona de reacción.

En otra forma de realización, un aparato de procesamiento de combustible incluye un reactor de pirólisis y una unidad de craqueo catalítico fluidizado. El reactor de pirólisis piroliza una corriente de biomasa para producir una corriente de aceite de pirólisis. La unidad de craqueo catalítico fluidizado incluye una zona de reacción, una línea de alimentación de aceite de pirólisis y una línea de alimentación de hidrocarburos. El catalizador de craqueo particulado se pone en contacto con una mezcla de una corriente de hidrocarburos y la corriente de aceite de pirólisis en la zona de reacción. La línea de alimentación de aceite de pirólisis tiene una salida de aceite de pirólisis en la zona de reacción para introducir la corriente de aceite de pirólisis en la zona de reacción. La línea de alimentación de aceite de pirólisis está adaptada para limitar el calentamiento externo de la corriente de aceite de pirólisis a través de la línea de alimentación de aceite de pirólisis. La línea de alimentación de hidrocarburos tiene una salida de hidrocarburos en la zona de reacción para introducir la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción separada de la corriente de aceite de pirólisis.

Breve descripción de los dibujos

Las diversas formas de realización se describirán a continuación en la presente memoria en conjunto con las siguientes figuras de los dibujos, en donde los números de referencia similares denotan elementos similares, y donde:

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un aparato de procesamiento de combustible y un método para preparar aceite de pirólisis valorizado de acuerdo con una forma de realización de ejemplo; y

La FIG. 2 es un diagrama esquemático de una parte del diagrama esquemático de la FIG. 1 que muestra una forma de realización de una línea de alimentación de aceite de pirólisis en mayor detalle.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada es meramente de naturaleza ejemplar y no se pretende limitar la invención o la aplicación y usos de la invención. Además, no hay intención de estar obligado por ninguna teoría presentada en el contexto anterior o la siguiente descripción detallada.

En la presente memoria se proporcionan métodos y aparatos de procesamiento de combustible para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos. Según se menciona en la presente memoria, la "valorización" se refiere a la conversión de hidrocarburos de relativamente alto punto de ebullición en hidrocarburos de punto de ebullición inferior. Los procesos de valorización generalmente hacen que la corriente de hidrocarburos y la corriente de aceite de pirólisis sean adecuadas para su uso como combustible de transporte. En los métodos y aparatos de procesamiento de combustible descritos en la presente memoria, se craquea catalíticamente una mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en una zona de reacción en presencia de un catalizador de craqueo particulado. La zona de reacción, según se denomina en la presente memoria, es un área o espacio donde el catalizador de craqueo particulado se mezcla con la corriente de aceite de pirólisis y/o la corriente de hidrocarburos. El craqueo catalítico se lleva a cabo a temperaturas superiores a 100 °C y la corriente de hidrocarburos generalmente se proporciona a temperaturas superiores a 100 °C. Sin embargo, el aceite de pirólisis generalmente se polimeriza a temperaturas superiores a 100 °C y forma depósitos dentro de los aparatos. La

formación de depósitos es una preocupación menor en la zona de reacción que en las líneas de alimentación que conducen a la zona de reacción. En particular, la formación de depósitos en la zona de reacción generalmente da como resultado compuestos depositados que se forman sobre el catalizador de craqueo particulado. Debido a que el catalizador de craqueo particulado se puede regenerar a través de procesos convencionales incluso con altas cantidades de compuestos depositados presentes en el mismo, el funcionamiento de los aparatos de procesamiento de combustible no se ve afectado materialmente por la formación de compuestos depositados sobre el catalizador de craqueo particulado. Sin embargo, la formación de depósitos en las líneas de alimentación que conducen a la zona de reacción puede dar como resultado la obstrucción, lo que requiere el cierre de los aparatos de procesamiento de combustible y la limpieza de las líneas de alimentación obstruidas. Por lo tanto, para minimizar la formación de depósitos atribuible a la polimerización dentro de la corriente de aceite de pirólisis en las líneas de alimentación que conducen a la zona de reacción, los métodos y aparatos de procesamiento de combustible que se describen en la presente memoria se adaptan para minimizar el aumento de temperatura de la corriente de aceite de pirólisis hasta que la corriente de aceite de pirólisis esté libre de la estructura sobre la cual la formación de depósitos podría causar obstrucción.

Para minimizar el aumento de temperatura de la corriente de aceite de pirólisis de acuerdo con los métodos y aparatos de procesamiento de combustible descritos en la presente memoria, la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos se introducen por separado en la zona de reacción, opcionalmente en presencia de un gas portador y la temperatura de la corriente de aceite de pirólisis se mantiene a una temperatura inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción. La temperatura de la corriente de aceite de pirólisis se puede mantener de una variedad de formas diferentes según se describe con más detalle a continuación. Sin estar limitado por ninguna teoría particular, se cree que un aumento de temperatura en la corriente de aceite de pirólisis por encima de 100 °C da como resultado la formación de depósitos excesivos debido a la polimerización dentro de la corriente de aceite de pirólisis. Al mantener la temperatura de la corriente de aceite de pirólisis a una temperatura inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción, se minimiza la formación de depósitos antes de introducir la corriente de aceite de pirólisis en la zona de reacción, al menos, mientras que la corriente de aceite de pirólisis se pone en contacto con las estructuras dentro de los aparatos de procesamiento de combustible fuera de la zona de reacción, donde la formación de depósitos podría causar obstrucción.

Se abordará ahora una forma de realización de ejemplo de un método para preparar aceite de pirólisis valorizado con referencia a un aparato de procesamiento de combustible de ejemplo 10 según se muestra en la FIG. 1. En esta forma de realización, el aparato de procesamiento de combustible 10 incluye una unidad de pirólisis 12 y una unidad de craqueo catalítico fluidizado (FCC) 14. La unidad de pirólisis 12 proporciona una corriente de aceite de pirólisis 16 mediante la pirólisis de una corriente de biomasa 18 para producir la corriente de aceite de pirólisis 16, tal como a través de la pirólisis rápida recientemente desarrollada. La pirólisis rápida es un proceso durante el cual la corriente de biomasa 18, tal como los residuos de madera, los residuos agrícolas, la biomasa que se cultiva y cosecha deliberadamente para obtener energía y similares, se calienta rápidamente de 450 °C a 600 °C en ausencia de aire en la unidad de pirólisis 12. En estas condiciones, se produce una corriente de vapor de pirólisis que incluye vapores orgánicos, vapor de agua y gases de pirólisis, junto con carbón (que incluye cenizas y sólidos de hidrocarburos combustibles). Una parte de la corriente de vapor de pirólisis se condensa en un sistema de condensación dentro de la unidad de pirólisis 12 para producir la corriente de aceite de pirólisis 16. La corriente de aceite de pirólisis 16 es un líquido orgánico, complejo que tiene un contenido de oxígeno y también puede contener agua. Por ejemplo, el contenido de oxígeno de la corriente de aceite de pirólisis 16 puede ser desde el 30 hasta el 60% en peso, tal como del 40 al 55% en peso, en base al peso total de la corriente de aceite de pirólisis 16. El agua puede estar presente en la corriente de aceite de pirólisis 16 en una cantidad desde el 10 hasta el 35% en peso, tal como desde el 20 hasta el 32% en peso, en base al peso total de la corriente de aceite de pirólisis 16. Se debe apreciar que, en otras formas de realización, aunque no se muestra, la corriente de aceite de pirólisis 16 se puede proporcionar a partir de cualquier fuente de aceite de pirólisis tal como un recipiente que contenga la corriente de aceite de pirólisis 16 y los métodos descritos en la presente memoria no se limitan a proporcionar la corriente de aceite de pirólisis 16 a partir de cualquier fuente particular. En una forma de realización, la corriente de aceite de pirólisis 16 se proporciona desde la unidad de pirólisis 12 a una temperatura inferior o igual a 100 °C, tal como inferior o igual a 80 °C, para minimizar la polimerización de la corriente de aceite de pirólisis 16 que podría conducir a la formación de depósitos después de abandonar la unidad de pirólisis 12.

De acuerdo con el método de ejemplo contemplado en la presente memoria, se proporciona también una corriente de hidrocarburos 20. Según se denomina en la presente memoria, "corriente de hidrocarburos" se refiere a una fuente de hidrocarburos derivada del petróleo. La corriente de hidrocarburos 20 se proporciona separada de la corriente de aceite de pirólisis 16, con la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 introducidas por separado en una zona de reacción 28 según se describe con más detalle a continuación. La corriente de hidrocarburos 20 puede incluir una corriente nueva de hidrocarburos o puede incluir una corriente refinada de hidrocarburos de otras operaciones de refinamiento. En una forma de realización, la corriente de hidrocarburos 20 es gasóleo al vacío, que es una corriente de hidrocarburos comunes 20 que se valoriza en unidades FCC. Se debe apreciar que la corriente de hidrocarburos 20 se puede proporcionar a partir de cualquier fuente y los métodos descritos en la presente memoria no están limitados a proporcionar la corriente de hidrocarburos 20 desde cualquier fuente particular. En formas de realización, la corriente de hidrocarburos 20 se

proporciona a una temperatura que es mayor que la corriente de aceite de pirólisis 16 y se introduce adicionalmente en la zona de reacción 28 a una temperatura que es mayor que la corriente de aceite de pirólisis 16, porque existe poco riesgo de formación de depósitos a partir de la corriente de hidrocarburos 20 debido a las temperaturas elevadas y porque las temperaturas elevadas de la corriente de hidrocarburos 20 propician el craqueo catalítico. En una forma de realización, la corriente de hidrocarburos 20 se proporciona a una temperatura de al menos 100 °C, tal como desde 100 hasta 425 °C, por ejemplo, desde 200 hasta 300 °C.

Haciendo referencia a la FIG. 1, una forma de realización de ejemplo de la unidad FCC 14 contemplada en la presente memoria incluye una zona de reacción 28, una línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 y una línea de alimentación de hidrocarburos 34. En particular, un catalizador de craqueo particulado 30 se pone en contacto con una mezcla 46 de la corriente de hidrocarburos 20 y la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28. La tubería de alimentación de aceite de pirólisis 35 tiene una salida de aceite de pirólisis 36 en la zona de reacción 28 para introducir la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28. En una forma de realización y según se muestra en la FIG. 2, la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 incluye además una punta de distribución de alimentación 40 para pulverizar o atomizar la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28 y la salida de aceite de pirólisis 36 se sitúa en la punta de distribución de alimentación 40. La línea de alimentación de hidrocarburos 34 tiene una salida de hidrocarburos 38 en la zona de reacción 28 para introducir la corriente de hidrocarburos 20 en la zona de reacción 28 separada de la corriente de aceite de pirólisis 16. El método de ejemplo continúa con la introducción por separado de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 en la zona de reacción 28 para formar la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 en la zona de reacción 28.

Mediante la introducción por separado de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 en la zona de reacción 28, se puede controlar un aumento de temperatura de la corriente de aceite de pirólisis 16 y se puede mantener una temperatura de la corriente de aceite de pirólisis 16 inferior o igual a 100 °C, tal como inferior o igual a 80 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción 28, por ejemplo, en esencia, hasta la salida de aceite de pirólisis 36 en la zona de reacción 28. En este sentido, la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 se adapta para limitar el calentamiento externo de la corriente de aceite de pirólisis 16 que fluye a través de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. Según se menciona en la presente memoria, "en esencia, hasta" se refiere a una ubicación en la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 que es adyacente a la salida de aceite de pirólisis 36 en la zona de reacción 28, pero aguas arriba de la salida de aceite de pirólisis 36 dentro de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35, tal como una ubicación la más cercana en la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 a la salida de aceite de pirólisis 36 donde se pueden implementar el aislamiento o la refrigeración externa activa de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. Se debe apreciar que es permisible un ligero aumento de temperatura por encima de los valores anteriormente mencionados, incluso antes de que la corriente de aceite de pirólisis 16 pase a través de la salida de aceite de pirólisis 36, siempre que la temperatura de la corriente de aceite de pirólisis 16 se mantenga inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción 28. En una forma de realización, la temperatura de la corriente de aceite de pirólisis 16 se mantiene inferior o igual a 100 °C refrigerando activamente la corriente de aceite de pirólisis 16. La refrigeración activa, según se denomina en la presente memoria, significa que la corriente de aceite de pirólisis 16 se enfría mediante una actividad de refrigeración controlable que permite aumentar o disminuir una magnitud de refrigeración en oposición a aislar la corriente de aceite de pirólisis 16 usando el solo aislamiento. En otras formas de realización, la corriente de aceite de pirólisis 16 se proporciona, tal como a partir de la unidad de pirólisis 12, a temperaturas suficientemente bajas tales que la refrigeración activa es innecesaria y la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 se aísla suficientemente para mantener la temperatura de la corriente de aceite de pirólisis 16 inferior o igual a 100 °C y evitar un aumento de temperatura por encima de 100 °C debido a la conducción de calor desde la zona de reacción 28 a la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35.

En formas de realización, la refrigeración activa se puede llevar a cabo refrigerando externamente la corriente de aceite de pirólisis 16 con un medio de refrigeración externo 42 y/o refrigerando internamente la corriente de aceite de pirólisis 16 con un componente complementario 52 que se añade a la corriente de aceite de pirólisis 16. En una forma de realización y según se muestra en la FIG. 2, la corriente de aceite de pirólisis 16 en la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 se refrigera externamente con el medio de refrigeración externo 42 que refrigera externamente la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 para limitar de este modo el calentamiento externo de la corriente de aceite de pirólisis 16 a través de una pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. En esta forma de realización, el medio de refrigeración externo 42 es un fluido de refrigeración 42 y puede ser un líquido o un gas. Como ejemplo, aire, vapor y gas producto FCC son ejemplos de fluidos de refrigeración 42 efectivos. El fluido de refrigeración 42 se pone en contacto con la pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35, que amortigua la exposición al calor externo de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. En una forma de realización, según se muestra en las FIG. 1 y 2, una camisa de refrigeración 48 que mantiene el flujo del fluido de refrigeración 42 se dispone alrededor de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 para permitir que el fluido de refrigeración 42 se ponga en contacto con la pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. Además, según se muestra en la FIG. 2, el fluido de refrigeración 42 se pone en contacto con una pared exterior 45 de la camisa de refrigeración 48 que puede estar directamente expuesta a la zona de reacción 28 para extraer de este modo el calor de los gases que entran alrededor de la punta de distribución de alimentación 40 de la zona de reacción 28, calor que de otro modo puede dar como resultado un aumento de temperatura de la corriente de aceite

de pirólisis 16 que fluye a través de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35, minimizando de este modo el aumento de temperatura de la corriente de aceite de pirólisis 16 que de otro modo podría producirse. La camisa de refrigeración 48 incluye una entrada de fluido de refrigeración 50, un canal de flujo interno 54 que se dispone adyacente a la pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35, un canal de flujo externo 56 que se separa de la pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 en un lado opuesto del canal de flujo interno 54 desde la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 y una salida de fluido de refrigeración 58. La entrada de fluido de refrigeración 50 mantiene el flujo del fluido de refrigeración 42 en la camisa de refrigeración 48 desde una fuente de fluido de refrigeración 43, tal como un compresor de aire, según se muestra en la FIG. 1. Una vez en la camisa de refrigeración 48, el fluido de refrigeración 42 fluye a través del canal de flujo interno 54, en contacto con la pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. En una forma de realización y según se muestra en la FIG. 2, el canal de flujo interno 54 se extiende, en esencia, hasta la salida de aceite de pirólisis 36 en la zona de reacción 28, donde el fluido de refrigeración 42 entra a continuación en el canal de flujo externo 56, seguido del transporte del fluido de refrigeración 42 fuera de la camisa de refrigeración 48 a través de la salida del fluido de refrigeración 58. En esta forma de realización, aunque no se muestra, el fluido de refrigeración 42 se puede procesar en un bucle cerrado, con el fluido 42 de refrigeración saliendo a través de la salida de fluido de refrigeración 58 enfriado y devuelto a continuación a la entrada de fluido de refrigeración 50 de la camisa de refrigeración 48. En una forma de realización alternativa, aunque no se muestra, la salida de fluido de refrigeración 58 de la camisa de refrigeración 48 se puede disponer adyacente a la salida de aceite de pirólisis 36 y el fluido de refrigeración 42 se puede descargar en la zona de reacción 28 junto con la corriente de aceite de pirólisis 16. En esta forma de realización, el canal de flujo externo 56 está ausente de la camisa de refrigeración 48. También en esta forma de realización, el fluido de refrigeración 42 puede ser vapor o gas de productos FCC para evitar el posible efecto de la presencia de oxígeno en el aire sobre la reacción de craqueo catalítico en la zona de reacción 28. Los parámetros específicos del proceso tales como los caudales del fluido de refrigeración 42, la temperatura de entrada del fluido de refrigeración 42, el área superficial de contacto entre la pared 44 de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35 y el fluido refrigeración 42, el área superficial de contacto entre el fluido de refrigeración 42 y la pared exterior 45 de la camisa de refrigeración 48, la composición del fluido de refrigeración y otras consideraciones que tengan que ver con mantener la corriente de aceite de pirólisis 16 a una temperatura inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción 28 son consideraciones de diseño que pueden ser fácilmente determinadas por los expertos en la técnica.

En otra forma de realización, según se aludió anteriormente, la corriente de aceite de pirólisis 16 se enfría internamente con el componente complementario 52 que se añade a la corriente de aceite de pirólisis 16. La corriente de aceite de pirólisis 16 se puede enfriar internamente en combinación con la refrigeración externa de la corriente de aceite de pirólisis 16 para mantener la corriente de aceite de pirólisis 16 a la temperatura inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción 28. En una forma de realización, la corriente de aceite de pirólisis 16 se refrigera internamente añadiendo el componente suplementario 52 a la corriente de aceite de pirólisis 16 que está fluyendo a través de la línea de alimentación de aceite de pirólisis 35. El componente suplementario 52 puede ser, por ejemplo, un gas portador 52 que se añade a la corriente de aceite de pirólisis 16 para ayudar a introducir la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28. En esta forma de realización, el gas portador 52 y la corriente de aceite de pirólisis 16 se mezclan antes de introducir la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28 para refrigerar internamente también la corriente de aceite de pirólisis 16. El gas portador 52 puede ser gas de productos FCC, vapor de agua y/o un gas inerte tal como nitrógeno. Para refrigerar la corriente de aceite de pirólisis 16 con el componente complementario 52, el componente complementario 52 se proporciona a una temperatura inferior o igual a 100 °C, tal como inferior o igual a 80 °C o inferior a 10 °C. Debido a que el gas portador 52 se emplea en cantidades relativamente pequeñas en comparación con la corriente de aceite de pirólisis 16, en condiciones en las que la corriente de aceite de pirólisis 16 se refrigera internamente con el gas portador 52, el gas portador 52 se puede proporcionar a temperaturas que son considerablemente menores a 10 °C, dependiendo del tipo particular de gas portador que se emplee para efectuar la refrigeración.

De acuerdo con una forma de realización de ejemplo del método contemplado en la presente memoria, la corriente de aceite de pirólisis 16 producida a partir de la pirólisis de la corriente de biomasa 18 se introduce en la zona de reacción 28 en la ausencia de intervención del procesamiento de valorización de la corriente de aceite de pirólisis 16. Intervenir los procesos de valorización incluye, pero no se limita a, desoxigenación, craqueo, hidrot ratamiento y similares. En una forma de realización, la corriente de aceite de pirólisis 16 se proporciona directamente como una corriente del producto condensado a partir de la unidad de pirólisis 12.

Aunque los métodos descritos en la presente memoria son eficaces para minimizar la formación de depósitos a partir de la corriente de aceite de pirólisis 16 antes de la introducción de la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28, independientemente de una proporción de la corriente de aceite de pirólisis 16 con la corriente de hidrocarburos 20, la formación de depósitos excesiva en el catalizador de craqueo particulado 30 se puede evitar ajustando la proporción a la que se mezclan la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20. En una forma de realización, la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 se mezclan en una proporción en peso de la corriente de aceite de pirólisis 16 con la corriente de hidrocarburos 20 desde 0,005:1 hasta 0,2:1, tal como desde 0,01:1 hasta 0,05:1. Dentro de las proporciones en peso anteriormente mencionadas, la corriente de aceite de pirólisis 16 se diluye lo suficiente dentro de la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis

16 y la corriente de hidrocarburos 20 para evitar la formación excesiva de depósitos en el catalizador de craqueo particulado 30, evitando de este modo el impacto en la actividad del catalizador y la selectividad del catalizador de craqueo particulado 30 dentro de la unidad de craqueo catalítico fluidizado 14 o la generación de calor excesiva en el regenerador catalítico 70.

5 El método de ejemplo continúa con el craqueo catalítico de la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 en presencia del catalizador de craqueo particulado 30. En este sentido, el catalizador de craqueo particulado 30 se puede mezclar primero con una de la corriente de hidrocarburos 20 o la corriente de aceite de pirólisis 16 antes de mezclarse con la otra de la corriente de hidrocarburos 20 o la corriente de aceite de pirólisis 16. Debido a que el catalizador de craqueo particulado 30 se introduce en la zona de reacción 28
10 generalmente a una temperatura suficiente para facilitar el craqueo catalítico de la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20, el craqueo catalítico generalmente comienza cuando el catalizador de craqueo particulado 30 se mezcla con la corriente de hidrocarburos 20 y/o la corriente de aceite de pirólisis 16.

15 En una forma de realización de ejemplo y según se muestra en la FIG. 1, la zona de reacción 28 de la unidad FCC 14 se incluye en un conducto vertical o reactor (riser) 24. En una forma de realización, el craqueo catalítico de la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 incluye mezclar el catalizador de craqueo particulado 30 y la corriente de aceite de pirólisis 16 y/o la corriente de hidrocarburos 20 en la zona de reacción 28. Por ejemplo, en una forma de realización y según se muestra en la FIG. 1, la corriente de hidrocarburos 20 se introduce en el riser 24 desde la salida de hidrocarburos 38 con la salida de hidrocarburos 38 situada aguas arriba de la salida de aceite de pirólisis 36. En esta forma de realización, el catalizador de craqueo particulado 30 se puede introducir en la zona de reacción 28 en una salida de catalizador 31 que está aguas abajo de la salida de hidrocarburos 38 pero aguas arriba de la salida de aceite de pirólisis 36, dando como resultado que el catalizador de craqueo particulado 30 se mezcle primero con la corriente de hidrocarburos 20 antes de introducir la corriente de aceite de pirólisis 16 en la zona de reacción 28. Dicha configuración de la salida de hidrocarburos 38, la salida de catalizador 31 y la salida de aceite de pirólisis 36 puede permitir que temperaturas de reacción dentro de la zona de reacción 28 se optimicen convenientemente antes de introducir la corriente de aceite de pirólisis 16 relativamente fría en la zona de reacción 28. Sin embargo, se debe apreciar que los métodos descritos en la presente memoria no están particularmente limitados a las ubicaciones relativas de la salida de hidrocarburos 38, la salida del catalizador 31 y la salida de aceite de pirólisis 36 y que cualquier ubicación relativa de la salida de hidrocarburos 38, la salida del catalizador 31 y la salida de aceite de pirólisis 36, ya sea aguas arriba, aguas abajo o al mismo nivel unas de otras, es factible de acuerdo con los métodos descritos en la presente memoria. En una forma de realización y según se muestra en la FIG. 2, la corriente de aceite de pirólisis 16 se introduce en la zona de reacción 28 con un ángulo hacia una dirección de flujo dentro del riser 24 para minimizar el contacto de la corriente de aceite de pirólisis 16 con una pared del riser 24 que es opuesta a la salida de aceite de pirólisis 36, minimizando de este modo la formación de depósitos en la pared del riser 24 que es atribuible a la corriente de aceite de pirólisis 16. El tiempo de residencia del catalizador de craqueo particulado 30 y la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 en el riser 24 es generalmente solo de unos pocos segundos. Las condiciones generales de funcionamiento para la zona de reacción 28 en unidades FCC son conocidas en la técnica.

40 El craqueo catalítico de la mezcla 46 de la corriente de aceite de pirólisis 16 y la corriente de hidrocarburos 20 produce un efluente 59 que incluye el catalizador de craqueo particulado 76 gastado y un componente gaseoso 60. El componente gaseoso 60 incluye productos de la reacción en la zona de reacción 28, tal como hidrocarburos craqueados, y los hidrocarburos craqueados se pueden condensar para obtener productos de combustible valorizados que tienen una gama de puntos de ebullición. Los ejemplos de productos de combustible valorizados incluyen, pero no se limitan a, propano, butano, nafta, aceite de ciclo ligero y fuelóleo pesado. De acuerdo con una forma de realización del método contemplado, el catalizador de craqueo particulado 76 gastado y el componente gaseoso 60 están separados. En esta forma de realización, y según se muestra en la FIG. 1, la unidad FCC 14 incluye además un recipiente separador 62 que está en comunicación fluida con la zona de reacción 28. El recipiente separador 62 separa el catalizador de craqueo particulado 76 gastado del efluente 59. El recipiente separador 62 puede incluir un dispositivo de separación de sólidos y vapor 64, que se sitúa normalmente dentro y en la parte superior del recipiente separador 62. El componente gaseoso 60 del efluente 59 se separa del catalizador de craqueo particulado 76 gastado en el recipiente separador 62 y el componente gaseoso 60 se puede descargar del recipiente separador 62 a través de una línea de producto 66. Aunque no se muestra, el componente gaseoso 60 se puede comprimir para obtener los productos de combustible valorizados y el gas producto FCC que no se condensa se puede reciclar para utilizar como el fluido de refrigeración 42 y/o el gas portador 52 en las formas de realización.
55 En una forma de realización, el catalizador de craqueo particulado 76 gastado cae hacia abajo a un stripper 68 que se sitúa en una parte inferior del recipiente separador 62. El stripper 68 facilita la eliminación de los compuestos depositados a partir del catalizador de craqueo particulado 76 gastado antes de continuar la regeneración catalítica.

60 En una forma de realización, la unidad FCC 14 incluye además un regenerador catalítico 70 que está en comunicación fluida con el recipiente separador 62 y que está en comunicación fluida también con la zona de reacción 28. El catalizador de craqueo 76 gastado que está separado del componente gaseoso 60 se introduce en el regenerador catalítico 70 del stripper 68 y los compuestos depositados se retiran del catalizador de craqueo 76 gastado en el regenerador catalítico 70 poniendo en contacto el catalizador de craqueo 76 gastado con el gas de regeneración que contiene oxígeno. En una forma de realización, se transfiere el catalizador de craqueo 76 gastado

5 al regenerador catalítico 70 por medio de una primera línea de transferencia 72 conectada entre el regenerador catalítico 70 y el stripper 68. Además, el regenerador catalítico 70, que está en comunicación fluida con la zona de reacción 28, pasa el catalizador de partículas regeneradas 30 a la zona de reacción 28. En la unidad FCC 14, según se ilustra en la FIG. 1, se hace circular de forma continua el catalizador de craqueo particulado 30 desde la zona de reacción 28 al regenerador catalítico 70 y de nuevo, a continuación, a la zona de reacción 28, tal como a través de una segunda línea de transferencia 74.

REIVINDICACIONES

1. Un método para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos, comprendiendo el método las etapas de:
 - 5 introducir por separado la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en una zona de reacción para formar una mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción;
 - craquear catalíticamente la mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en presencia de un catalizador de craqueo particulado en la zona de reacción;
 - proporcionar la corriente de hidrocarburos a una temperatura desde 100 hasta 425 °C; y
 - 10 mantener la corriente de aceite de pirólisis a una temperatura inferior o igual a 100 °C, en esencia, hasta la introducción en la zona de reacción;
 - en donde el mantenimiento de la corriente de aceite de pirólisis a una temperatura inferior o igual a 100 °C comprende refrigerar activamente la corriente de aceite de pirólisis.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la corriente de aceite de pirólisis se refrigera activamente, en esencia, hasta introducir la corriente de aceite de pirólisis en la zona de reacción.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en donde refrigerar activamente la corriente de aceite de pirólisis comprende refrigerar externamente la corriente de aceite de pirólisis con un medio de refrigeración externo.
4. El método de la reivindicación 1, en donde se introduce la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción a una temperatura mayor que la corriente de aceite de pirólisis.
5. El método de la reivindicación 1, en donde la corriente de hidrocarburos se introduce en la zona de reacción 20 aguas arriba de la corriente de aceite de pirólisis.
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además la pirólisis de una corriente de biomasa para producir la corriente de aceite de pirólisis.
7. El método de la reivindicación 6, en donde la corriente de aceite de pirólisis producida a partir de la pirólisis de la corriente de biomasa se introduce en la zona de reacción en ausencia de intervención del procesamiento de 25 valorización de la corriente de aceite de pirólisis.
8. Un método de la reivindicación 1 para valorizar una corriente de aceite de pirólisis y una corriente de hidrocarburos en una unidad de craqueo catalítico fluidizado que incluye una zona de reacción, comprendiendo el método las etapas de:
 - 30 introducir por separado la corriente de aceite de pirólisis a través de una línea de alimentación de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos a través de una línea de alimentación de hidrocarburos en una zona de reacción para formar una mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción, en donde la línea de alimentación de aceite de pirólisis incluye una salida de aceite de pirólisis en la zona de reacción y la línea de alimentación de hidrocarburos incluye una salida de hidrocarburos en la zona de reacción;
 - 35 craquear catalíticamente la mezcla de la corriente de aceite de pirólisis y la corriente de hidrocarburos en presencia de un catalizador de craqueo particulado en la zona de reacción;
 - mantener la corriente de aceite de pirólisis a una temperatura inferior o igual a 100 °C en la línea de alimentación de aceite de pirólisis, en esencia, hasta la salida de aceite de pirólisis en la zona de reacción.
9. Un aparato de procesamiento de combustible que comprende:
 - una unidad de craqueo catalítico fluidizado que comprende:
 - 40 una zona de reacción dentro de la cual se pone en contacto el catalizador de craqueo particulado con una mezcla de una corriente de hidrocarburos y la corriente de aceite de pirólisis;
 - una línea de alimentación de aceite de pirólisis que tiene una salida de aceite de pirólisis en la zona de reacción para introducir la corriente de aceite de pirólisis en la zona de reacción;
 - 45 una camisa de refrigeración que mantiene el flujo de un fluido de refrigeración dispuesta alrededor de la línea de alimentación de aceite de pirólisis para permitir que el fluido de refrigeración se ponga en contacto con una pared de la línea de alimentación de aceite de pirólisis, en donde la línea de alimentación de aceite de pirólisis está adaptada para limitar el calentamiento externo de la corriente de aceite de pirólisis que fluye a través de la misma; y

una línea de alimentación de hidrocarburos que tiene una salida de hidrocarburos en la zona de reacción para introducir la corriente de hidrocarburos en la zona de reacción por separado de la corriente de aceite de pirólisis.

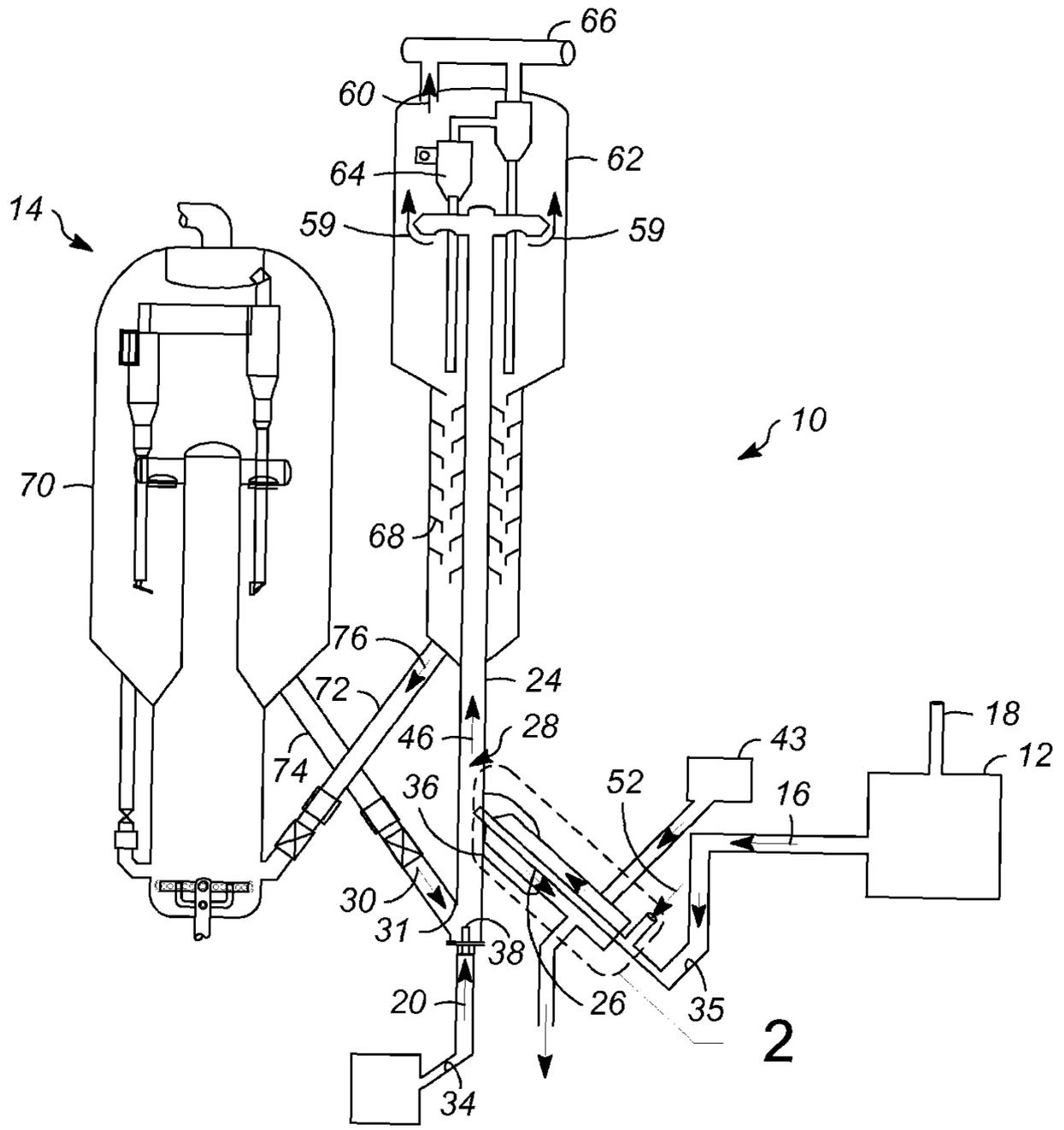


FIG. 1

