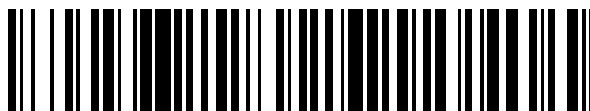


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 006**

51 Int. Cl.:

**F27B 15/09** (2006.01)

**F27B 15/00** (2006.01)

**F27B 15/08** (2006.01)

**C10G 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2010 PCT/US2010/042272**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2011 WO11011280**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2010 E 10802691 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 2459949**

54 Título: **Aparato de separación y extracción para salidas verticales externas de craqueo catalítico fluido y proceso para separar y extraer una mezcla gaseosa y una corriente de partículas**

30 Prioridad:

**22.07.2009 US 507404**

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

**09.07.2020**

73 Titular/es:

**STONE & WEBSTER PROCESS TECHNOLOGY, INC. (100.0%)**

**1430 Enclave Parkway  
Houston, TX 77077, US**

72 Inventor/es:

**GBORDZOE, EUSEBIUS ANKU y  
SANTNER, CHRIS ROBERT**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 773 006 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

Aparato de separación y extracción para salidas verticales externas de craqueo catalítico fluido y proceso para separar y extraer una mezcla gaseosa y una corriente de partículas

5

### Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un aparato de separación y extracción y su uso en un proceso para el craqueo catalítico de hidrocarburos. De manera más particular, la presente invención se refiere a la separación rápida y la extracción efectiva de corrientes de hidrocarburos craqueados en forma catalítica en un aparato de desprendimiento que tiene un sistema de separación de salida vertical compacto, en donde una salida vertical externa entra en el aparato de desprendimiento desde el exterior.

10

### Antecedentes de la Invención

15

El craqueo catalítico de fluido (FCC, por sus siglas en inglés) es un proceso utilizado habitualmente en refinerías de petróleo que genera altas producciones de gasolina y gas de petróleo licuado, que tienen una gran demanda en Estados Unidos y en todo el mundo. A pesar de la larga existencia del proceso de craqueo catalítico fluidizado, se buscan técnicas continuamente para mejorar la recuperación del producto, tanto en términos de cantidad como de composición del producto, es decir, producción y selectividad.

20

En general, los procesos comerciales de craqueo catalítico de fluido se realizan en unidades FCC, en las cuales el reactor de salida vertical está dentro o fuera de un recipiente de mayor tamaño, habitualmente conocido como un recipiente de desprendimiento o recipiente de reactor. Como es sabido en la técnica, las unidades FCC con salidas verticales internas o externas presentan sus propias ventajas y desventajas diferentes relacionadas con el tamaño y las eficiencias, entre otras cosas.

25

Habitualmente, en los procesos FCC, el catalizador es puesto en contacto con una alimentación de hidrocarburos en una zona de reacción, que tiene generalmente la forma de un tubo alargado denominado salida vertical, reactor de salida vertical o tubería de reactor de salida vertical (aunque en ocasiones el reactor puede ser un reactor de flujo descendente). La salida vertical puede encontrarse en el interior (es decir, una salida vertical interna), o en el exterior (es decir, una salida vertical externa) del recipiente desprendedor. Entonces el catalizador se separa sustancialmente de los hidrocarburos en una o más etapas de separación y los hidrocarburos craqueados, acompañados por una cantidad lo más pequeña posible del catalizador, dejan la zona de reacción para la recuperación del producto en la unidad de fraccionamiento corriente abajo y operaciones de procesamiento posteriores. El catalizador agotado separado de los separadores se recoge en la parte inferior del desprendedor (en un lecho denso) donde habitualmente se pone en contacto con un gas que es diferente de los hidrocarburos, tal como, por ejemplo, amoníaco, nitrógeno o vapor, para favorecer la eliminación y recuperación de hidrocarburos volátiles arrastrados con el catalizador, lo que se denomina habitualmente extracción (o extracción de vapor donde el vapor se utiliza como el medio de extracción). Entonces, el catalizador es evacuado hacia una zona de regeneración donde el coque formado durante la reacción en el reactor de salida vertical y los hidrocarburos que todavía no han sido desorbidos durante la etapa de extracción son quemados en un medio de oxidación.

30

35

40

Sin embargo, con el propósito de obtener productos selectivos y evitar un exceso de craqueo de los hidrocarburos deseados a productos derivados menos deseables en la zona de reacción de la unidad catalítica de craqueo, es preferible separar rápidamente los productos gaseosos producidos en la zona de contacto del catalizador agotado, incluyendo mediante una primera separación (primer corte) que, aunque no proporciona una separación completa de las partículas de catalizador agotado del producto craqueado, elimina de manera suficiente una proporción sustancial de los mismos rápidamente para reducir las reacciones de degradación.

45

50

Existen varias maneras de realizar estas operaciones de separación/desorción y la literatura está llena de dispositivos desarrollados para procesos de craqueo catalítico, que son más o menos efectivos para dichas distintas operaciones. Y, aunque es relativamente sencillo llevar a cabo una separación rápida o una extracción efectiva, es difícil llevar a cabo una separación rápida y una extracción efectiva de manera sustancialmente simultánea. Además, puesto que el precio del petróleo siempre está subiendo y la cantidad de petróleo disponible para la conversión en productos petroquímicos cada vez es más excepcional, en la técnica siempre existe una necesidad de procesos más eficientes de separación de catalizador de primer corte con el fin de obtener mayores producciones de productos deseables.

55

Por ejemplo, las patentes de Estados Unidos N.º 4.288.235, 4.348.364 y 4.433.984 desvelan un aparato de tipo de lado-por-lado para separar rápidamente sólidos particulados de una corriente de sólido-gas de fase mezclada de reactores de tipo tubular. El aparato proyecta sólidos por fuerza centrífuga contra un lecho de sólidos a medida que la fase de gas hace un cambio de dirección de 180° para efectuar la separación. La fase de sólidos experimenta dos cambios de 90° antes de salir del aparato.

60

65

Otro aparato de separación y extracción rápida que incluye la Patente de Estados Unidos N.º 5.837.129, desvela una

unidad FCC que tiene una salida vertical interna, y un tipo de separador inercial de doble carga en el extremo terminal de un reactor de salida vertical en combinación con una salida de gas dispuesta horizontalmente. La salida de gas dispuesta horizontalmente orientada hacia arriba y hacia el reactor de salida vertical, o hacia arriba y lejos del reactor de salida vertical, proporciona una separación rápida y eficiente del producto de producto de vapor de hidrocarburo de las partículas de catalizador.

En general, la separación rápida puede efectuarse utilizando ciclones directamente conectados a una salida vertical interna, como se describe en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 2006/0049082 A1 y en la Patente de Estados Unidos N.º 5.055.177. En este sistema, los ciclones conectados a la salida vertical están dentro de un recipiente de desprendimiento, que también encierra generalmente una segunda etapa de ciclón. El gas separado en la primera etapa entra en la segunda etapa de ciclón para una separación más completa. El catalizador es dirigido hacia el lecho de extracción fluidizado de fase densa del recipiente de desprendimiento donde se inyecta vapor como una contracorriente al catalizador para desorber los hidrocarburos. Entonces, dichos hidrocarburos son evacuados del reactor hacia la fase diluida superior del recipiente de desprendimiento y son introducidos en el sistema de separación en la segunda etapa de ciclón. El hecho de que existan dos etapas de ciclón, una conectada a la salida vertical que lleva a cabo la separación primaria, la segunda generalmente conectada a la salida para el gas de los ciclones de primera etapa, necesita un diámetro muy grande para que el recipiente de desprendimiento rodee las dos etapas de ciclón. La fase diluida de este recipiente solo es desplazada por los gases desorbidos en el extractor, o por los gases arrastrados por el catalizador en las salidas de sólido (tubos de inmersión) de la primera etapa. De este modo, los gases de la sección de extracción son sistemáticamente expuestos a una degradación térmica a largo plazo en el extractor, porque, si el ciclón primario funciona correctamente, una cantidad muy pequeña de hidrocarburos es arrastrada en el tubo de inmersión del ciclón primario hacia el separador. Siendo el volumen del recipiente de desprendimiento grande y siendo la cantidad de hidrocarburos y vapor de extracción muy pequeña, la velocidad superficial de los gases en la fase diluida del recipiente de desprendimiento fuera de los ciclones primarios es muy baja, normalmente no superior a 0,61 metros (2 pies) por segundo (m/s). En consecuencia, el tiempo de evacuación para los hidrocarburos extraídos o arrastrados en los tubos de inmersión con el catalizador será necesariamente del orden de varios minutos.

Una desventaja adicional de dicho sistema de separación es que introduce hidrocarburos arrastrados o adsorbidos sobre el catalizador de modo localizado en el lecho de extracción fluidizado. Dado que el lecho fluidizado es un mezclador radial deficiente, pero un mezclador axial muy bueno, existe una pérdida inevitable de eficiencia en la zona de extracción. Sería posible mejorar la extracción introduciendo gases de extracción directamente en la salida de sólidos. No obstante, esto solo sería efectivo si el catalizador fluyera lentamente en la salida del ciclón con el propósito de no arrastrar gases, lo que no es posible de conseguir si se va a retener la operación adecuada de los ciclones primarios.

La Patente de Estados Unidos N.º 6.296.812 proporciona un aparato para la separación y extracción de una mezcla de gas y una corriente de partículas en un reactor de salida vertical interna del flujo ascendente y/o flujo descendente. El aparato tiene una envoltura de reacción que contiene un recipiente que separa las partículas de la mezcla y un recipiente para extraer las partículas separadas situadas debajo del recipiente de separación, que tiene una pluralidad de cámaras de separación y una pluralidad de cámaras de extracción distribuidas axialmente alrededor de una extremidad de un reactor de salida vertical interna de forma alargada. La parte superior de cada cámara de separación incluye un orificio de entrada que comunica con el reactor, para así separar las partículas de la mezcla gaseosa en un plano sustancialmente vertical, conteniendo cada cámara de separación dos paredes laterales sustancialmente verticales que también son las paredes de la cámara de circulación.

Los solicitantes actuales han desarrollado de manera inventiva un sistema de separación de salida vertical altamente compacto que tiene una salida vertical externa que utiliza el concepto descrito en la Patente de Estados Unidos N.º 6.296.812, que permite una eficiencia de separación idónea, una extracción efectiva simultánea y una rápida evacuación de los hidrocarburos separados debido a la compacidad mejorada del equipo manteniendo al mismo tiempo todas las ventajas asociadas con el sistema de separación en la Patente de Estados Unidos N.º 6.296.812.

### Sumario de la Invención

De acuerdo con las reivindicaciones independientes 1 y 9, la presente invención está dirigida a un aparato y un método para la separación y extracción de una mezcla gaseosa y una corriente de partículas que comprende un revestimiento de recipiente de reactor (51) que tiene un medio para recibir una mezcla de gases craqueados y partículas sólidas catalíticas agotadas por medio de un conducto de cruce (46) de salida vertical desde una tubería de reactor de salida vertical (41) (es decir, un reactor de salida vertical externa), situada fuera de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51), y que comprende una parte de dilución superior y una parte de lecho de extracción inferior, y al menos una cámara de separación (50) para la recepción de dicha mezcla de gases craqueados y partículas sólidas catalíticas agotadas desde dicho conducto de cruce (46) para separar materias particuladas del catalizador agotado de los gases craqueados situados dentro del revestimiento de recipiente de reactor (51) y que comprende un tubo de inmersión (37) para descargar partículas catalíticas separadas hacia la parte de lecho de extracción inferior. Una cámara de extracción (49) que comprende al menos un orificio de entrada (48) que se comunica con dicha cámara de separación (50) para recibir gases craqueados separados desde la cámara de

separación (50). Un orificio de entrada de vapor de extracción (45) para recibir gas de extracción de la parte de lecho de extracción y un conducto de extracción (39) para evacuar vapores desde dicha cámara de extracción (49), y al menos un separador de ciclón (43) para recibir vapores desde dicha cámara de extracción (49) y que comprende al menos un tubo de inmersión de separación de ciclón (52) que tiene una salida (38) para devolver sólidos separados  
 5 hacia el lecho de extracción y un conducto de evacuación de vapor (42) para descargar vapores hacia un colector de salida de gas (40) que se comunica con un conducto de salida de vapor (44) para eliminar vapores separados desde dicho revestimiento de recipiente de reactor (51).

La cámara de extracción (49) está colocada en el centro dentro del revestimiento de reactor (51) y la cámara de separación (50) está colocada axialmente alrededor de la cámara de extracción (49) y en donde la cámara de extracción (49) asciende de manera central a través de la cámara de separación (50) de una posición debajo de una posición encima de la cámara de separación (50).  
 10

El orificio de entrada (48) comprende al menos un medio de cambio de dirección de flujo de gas (48a) definido en parte por una pared exterior de la cámara de extracción (49) situada encima del orificio de entrada (48). El medio de cambio de dirección de flujo de gas (48a) recibe gases craqueados separados que avanzan de manera vertical hacia arriba después de la separación de las partículas de catalizador agotado en la cámara de separación (50). De manera más particular, la mezcla de gases craqueados y materias particuladas del catalizador agotado avanza a través del conducto de cruce de salida vertical (46) y entra en la cámara de separación (50) en donde impacta con el desviador de partición (47) que se encuentra frente a la entrada del conducto de cruce de salida vertical (46) que separa la mezcla que avanza de manera horizontal de gases craqueados y catalizador agotado en dos corrientes que avanzan alrededor de la circunferencia de la cámara de separación (50). Un desviador (47a) situado frente al desviador de partición (47) y encima del medio de dirección de flujo (48a) en la cámara de separación (50), evita que las dos mezclas de vapor cargadas con catalizador colisionen y ocasionen una nube de catalizador, lo cual podría reducir la eficiencia de recolección del catalizador. Entonces, el catalizador avanza hacia abajo a través de la cámara de separación (50) y entra en los tubos de inmersión (37). Por el contrario, los vapores separados avanzan hacia arriba a través del orificio (48) y entran en la cámara de extracción (49).  
 15  
 20  
 25

El catalizador sale de los tubos de inmersión (37) y entra en un lecho de separación fluidizado situado debajo del tubo de inmersión (37). En el lecho de extracción, los catalizadores agotados se ponen en contacto con un medio de extracción, preferentemente vapor, aunque pueden emplearse otros gases de extracción conocidos por los expertos en la materia, para eliminar hidrocarburos volátiles arrastrados por el catalizador. Los gases de extracción salen de la parte de lecho y avanzan hacia arriba hacia el separador de la cámara de separación (49) a través del orificio de vapor (45). De esta manera, los vapores extraídos y los vapores de hidrocarburo extraídos (junto con vapor de bóveda, es decir, vapor) se mezclan con los gases de producto craqueado en la cámara de extracción. La cámara de extracción está directamente acoplada con al menos con un separador de ciclón (43) para separar materias particuladas arrastradas de efluentes gaseosos por medio de un conducto de extracción (39). Los gases separados salen de los separadores de ciclón (43) a través del conducto de evacuación (42) y las materias particuladas del catalizador agotado separado fluyen hacia abajo del tubo de inmersión de separación de ciclón (52) y salen del tubo de inmersión de separación de ciclón a través de la salida (38) para volver al lecho de extracción (y finalmente la regeneración en un regenerador, tal como saben los expertos en la materia). Los gases salen del revestimiento de reactor (51) por medio de un conducto de salida (44) en comunicación con un colector de salida de gas (40) que se comunica con los conductos de evacuación (42) para el procesamiento corriente abajo en productos de componente, como saben los expertos en la materia.  
 30  
 35  
 40

El aparato (10) reivindicado actualmente puede ser, por ejemplo, un aparato para el craqueo catalítico fluidizado de hidrocarburos. De manera ventajosa, el aparato (10) está provisto de un reactor de salida vertical externa (41) que tiene la capacidad de entrar en el aparato (10) desde el exterior del aparato (10). Además, el sistema de separación de salida vertical reivindicado actualmente puede adaptarse ventajosamente a sistemas de craqueo catalítico de fluido que tienen un reactor de salida vertical externa.  
 45  
 50

### Descripción detallada de los dibujos

La invención se entenderá mejor gracias a las figuras adjuntas que ilustran esquemáticamente el aparato y en las que:  
 55

La Figura 1 ilustra una vista en perspectiva del aparato de la presente invención para el craqueo catalítico de lecho fluidizado de hidrocarburos, que incluye un reactor de salida vertical externa que entra en el aparato desde el exterior.  
 60

La Figura 2 es una ilustración tridimensional del aparato que se presenta en la Figura 1.

Las Figuras 3A-3D ilustran las secciones transversales de varias configuraciones de entrada que podrían emplearse en los aparatos de la invención.  
 65

La Figura 4 ilustra la sección transversal de una configuración de entrada única que podría emplearse en los

aparatos de la invención.

### Descripción detallada de la invención

5 La presente invención está dirigida en general a un aparato (10) para separar hidrocarburos y/u otros gases de partículas sólidas, tal como un catalizador de materia particulada y/u otras partículas (que incluyen materias particuladas inertes), que habitualmente están bien divididas y son porosas, en una mezcla que contiene los gases y partículas sólidas, por ejemplo, un aparato para el craqueo catalítico fluidizado (FCC) de hidrocarburos. Esta mezcla  
10 podría ser un efluente que sale de una salida de un reactor diferente, por ejemplo, uno que pone en contacto una fase esencialmente gaseosa con una fase sólida. En general, el aparato incluye una disposición compartimentalizada de uno o más reactores, cámaras, conductos, entradas, salidas, desviadores y tubos de inmersión, y una tubería de reactor de salida vertical externa, con comunicación entre muchos de estos componentes, y de acuerdo con una realización preferida de la invención, puede producir beneficiosamente un gas de hidrocarburo que contenga menos de aproximadamente el 0,05 por ciento de sólidos por peso, y en otra  
15 realización preferida de la invención, preferentemente, puede producir un gas de hidrocarburo que contenga menos de aproximadamente el 0,02 por ciento de sólidos por peso.

Los diversos componentes o piezas del aparato de la invención podrían disponerse generalmente de la manera que se muestra en los dibujos, se describe en el presente documento, o de otro modo. La presente invención no está  
20 limitada a las disposiciones, configuraciones, dimensiones, instrumentaciones, componentes, ángulos, reactivos o direcciones o condiciones de flujo de producto precisos que se muestran en estos dibujos, o que se describen a continuación. Estas disposiciones, configuraciones, dimensiones, instrumentaciones, componentes, ángulos, reactivos o direcciones y/o condiciones de flujo de producto pueden ser de otro modo, según lo exijan las circunstancias o como se desee. Por ejemplo, pueden emplearse menos o más cámaras de separación, cámaras de extracción, ciclones, desviadores, tubos de inmersión, conductos, entradas y/o salidas para gases, líquidos, sólidos o mezclas de los mismos, y/u otros componentes o piezas. Además, estos componentes y piezas pueden disponerse en una amplia variedad de maneras diferentes, y pueden tener una amplia variedad de tamaños diferentes. También puede modificarse la ubicación de los distintos componentes o piezas del aparato, y los medios empleados para la unión de uno o más componentes, piezas y/o áreas del aparato con uno o más de otros componentes, piezas y/o  
30 áreas del aparato. Además, más que la unión de varios componentes, piezas y/o áreas del aparato entre sí, uno o más componentes, piezas y/o áreas del aparato pueden fabricarse o formarse de otra manera a partir de una pieza de metal u otro material. Adicionalmente, varios componentes, piezas y/o áreas del aparato pueden unirse, de manera permanente o extraíble, con otros componentes, piezas y/o áreas del aparato, y pueden ser móviles o inmóviles. Los componentes y piezas unidos de manera extraíble a menudo son preferibles porque dichos componentes y piezas pueden reemplazarse y/o limpiarse generalmente de manera más sencilla y rentable en caso de ensuciarse, desgastarse, dañarse o destruirse.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 1 y 2, el aparato (10) de la presente invención suele emplearse en una unidad de craqueo catalítico fluidizado (FCC), que comprende preferentemente una forma de revestimiento de reactor cilíndrico (51), y al menos un reactor de salida vertical externa (41) (es decir, una salida vertical externa). El revestimiento de reactor (51) incluye un área superior de dilución (51a) y un área inferior de extracción de lecho denso (no se muestra). El área superior de dilución (51a) del recipiente de reactor contiene un conducto de salida de vapor de recipiente (44), un colector de salida de gas (40), un conducto de evacuación de ciclón (42), una cámara de separación (50), una cámara de extracción (49) con un orificio de entrada (48) y medios de cambio de dirección de flujo (48a), un separador secundario (43), un desviador de partición (47), un desviador (47a) y un tubo de inmersión (52).  
40

El área inferior de extracción de lecho denso contiene un lecho de extracción (que puede incluir opcionalmente relleno o desviadores como saben los expertos en la materia), medios para suministrar gas de extracción al lecho de extracción (tal como un anillo de vapor) y una salida de catalizador extraído para eliminar el catalizador desprendido del revestimiento de reactor (51) y transferir el catalizador extraído hacia un regenerador. Las configuraciones de regenerador convencionales, como se sabe en la técnica, pueden emplearse y todas esas modificaciones evidentes están dentro del alcance total de las reivindicaciones adjuntas. El aparato (10), y sus diversos componentes, también incluyen preferentemente para los vapores, líquidos, sólidos y mezclas de los mismos, uno o más conductos, uno o  
50 más orificios de entrada y uno o más orificios de salida. De manera opcional, el aparato (10) puede incluir adicionalmente una o más cámaras de circulación (preferentemente distribuidas alrededor del aparato), conductos cruzados de salida vertical (u otros conductos), envueltas, válvulas, boquillas y conos de desviación.

De manera adicional, el aparato (10) puede incluir, de manera opcional, boquillas, por ejemplo, para interrumpir (no se muestra) reacciones de craqueo residuales, y/o columna(s) para el fraccionamiento de al menos de un hidrocarburo diferente cortado que está presente en los gases que salen del separador secundario. La interrupción se describe de manera más completa en la técnica publicada, por ejemplo, en Forgac et al., Patente de Estados Unidos N.º 5.043.058. Otras características opcionales del aparato (10), pueden ser el separador de ciclón que puede o no acoplarse directamente al terminador de salida vertical (no se muestra). Pueden emplearse otros tipos de separadores de corte grueso además de los ciclones, tales como un separador de doble carga, un separador de lata invertida, o un separador de globo. Véase, por ejemplo, los separadores mostrados en Pfeiffer et al., Patente de  
65

Estados Unidos N.º 4.756.886, Haddad et al., Patente de Estados Unidos N.º 4.404.095; Ross et al., Patente de Estados Unidos N.º 5.259.855, Barnes, Patente de Estados Unidos N.º 4.891.129 y/o Gartside et al., Patente de Estados Unidos N.º 4.433.984.

5 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, la tubería de reactor de salida vertical externa (41) tiene preferentemente una forma alargada que es sustancialmente vertical, cuya parte inferior está equipada para la recepción del catalizador regenerado caliente de un regenerador (u otras materias particuladas), boquillas para la alimentación de un material de partida de hidrocarburo atomizado a la salida vertical (u otros medios para la introducción de material de partida al reactor de salida vertical) y, opcionalmente, un gas de elevación. La parte superior de la salida vertical (41) se  
10 conecta con un conducto de cruce de salida vertical (46), donde una mezcla de gases craqueados y partículas sólidas que han avanzado en una dirección ascendente en la tubería de reactor de salida vertical (41), y han experimentado una reacción de craqueo catalítico fluidizado(u otra), pueden fluir fuera de la tubería de reactor de salida vertical (41) en dirección del conducto de cruce de salida vertical y hacia la cámara de separación (50) que se encuentra en comunicación con el conducto de cruce de salida vertical de la tubería de reactor de salida vertical  
15 (46).

De acuerdo con una realización de la invención, el diámetro de la tubería de reactor de salida vertical (41) externa varía de aproximadamente 5,08 centímetros (2 pulgadas) a aproximadamente 1,83 metros (6 pies) y más grande, y en otra realización, varía de aproximadamente 0,91 a 1,83 metros (de 3 a 6 pies). De acuerdo con otra realización de  
20 la invención, el diámetro del conducto de cruce de salida vertical (46) para los gases craqueados y las partículas sólidas varía aproximadamente de unas cuantas pulgadas a 1,83 metros (6 pies) o más grande, y en otra realización más de la invención varía de aproximadamente 0,91 a 1,83 metros (de 3 a 6 pies).

Una vez que la mezcla de gases y partículas sólidas experimenta una reacción en la tubería de reactor de salida vertical externa (41), tal como el craqueo catalítico fluidizado, la mezcla de reacción resultante de los gases craqueados de producto de hidrocarburo (u otros) y las partículas sólidas de catalizador agotado (u otras) avanzan preferentemente fuera de la tubería de subida externa de salida (41) que se conecta con el conducto de cruce de salida vertical (46) que se extiende desde la salida vertical y a través de la pared de revestimiento de reactor (51), y forma una parte de, una parte o extremo superior de una cámara de separación (50) de una manera sustancialmente  
25 horizontal, como se muestra en las Figuras 1 y 2.

Habitualmente, para una unidad FCC, el tiempo de residencia en la tubería de reactor de salida vertical externa (41) y la temperatura y presión, son efectivos para permitir que experimente con éxito una reacción de craqueo catalítico fluidizado (u otra). De acuerdo con una realización de la invención, este craqueo FCC de un petróleo de gas de vacío (otros materiales de partida hidrocarbonáceos se contemplan obviamente para su uso en la presente invención, tales como, pero sin limitación, nafta, aceites de gas atmosférico, aceites de ciclo y residuos, que son bien conocidos por los expertos en la materia) el período de tiempo de residencia en la tubería de reactor de salida vertical (41) varía de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 4 segundos, y en otra realización de la invención, varía aproximadamente de aproximadamente 1 segundo a aproximadamente 3 segundos.  
35

De acuerdo con una realización de la invención, la temperatura de salida de la salida vertical puede variar de aproximadamente 482,22°C a 587,78°C (900°F a 1090°F), y más alta, y en otra realización de la invención varía de aproximadamente 510,00°C a 565,56°C (950°F a 1050°F). En una realización de la invención, la presión en la tubería de reactor de salida vertical externa (41) varía de aproximadamente unas cuantas psig (libra de fuerza por pulgada cuadrada) hasta aproximadamente 2,068 bares (30 psig) y más alta, y en otra realización varía de aproximadamente 0,6894 a 2,06810 bares (10 a 30 psig). De acuerdo con otra realización más de la invención, la alimentación avanza a través de la tubería de reactor de salida vertical externa a una velocidad que generalmente varía de aproximadamente 9,14 a 22,86 metros/s (30 a 75 pies/s) y más alta, y en otra realización más varía de aproximadamente 16,76 a 19,81 metros/s (55 a 65 pies/s).  
45

El separador de la presente invención incluye al menos una cámara de separación alargada y sustancialmente vertical (50) que se extiende en dirección central en el recipiente de desprendimiento (51), como se muestra en las Figuras 1 y 2. La cámara de separación (50) se encuentra en comunicación fluida con el conducto de cruce de salida vertical sustancialmente horizontal (46) que pasa desde la parte superior del reactor de salida vertical a través del revestimiento de reactor (51) hacia el interior del recipiente de desprendimiento (51). En esta configuración, una mezcla de gases y sólidos (hidrocarburos craqueados y catalizador agotado) que ha experimentado una reacción en la tubería de reactor de salida vertical externa (41) puede fluir hacia el conducto de cruce de salida vertical (46) y hacia la cámara de separación (50) por medio del conducto de cruce de salida vertical (46). El conducto de cruce de salida vertical (46) se extiende a partir, y forma parte, de una parte o extremo superior de la cámara de separación (50), de una manera sustancialmente horizontal.  
50  
55  
60

De este modo, la mezcla de producto de vapor de hidrocarburo craqueado y el catalizador agotado avanzan a través del conducto de cruce de salida vertical (46) en o junto al extremo superior de la tubería de reactor de salida vertical externa (41) hacia la cámara de separación (50) por medio del conducto de cruce de salida vertical (46), donde la mezcla encuentra un desviador (47) de partición interno situado encima del orificio de entrada (48) y el medio de cambio de dirección (48a) de la cámara de extracción (49), que divide el flujo del salida vertical en dos corrientes. Un  
65

desviador (47a) situado en el lado opuesto donde entra el producto de vapor de hidrocarburo craqueado (que incluye partículas sólidas), y se encuentra entre la cámara de separación (50) y la cámara de extracción (49) y encima del orificio de entrada (48) y el medio de cambio de dirección (48a) de la cámara de extracción (49), evita que colisionen las dos corrientes de vapor cargadas con catalizador, evitando así la formación de una nube de catalizador, lo que reduciría la eficiencia de recogida del catalizador. En la cámara de separación (50) (generalmente, en la parte superior de la misma), los gases de hidrocarburo (y/u otros) que están presentes en el producto de vapor de hidrocarburo craqueado son separados de las partículas sólidas de catalizador (u otras), preferentemente mediante un efecto centrífugo y/o inercial que es ejercido sobre las partículas sólidas cuando la mezcla gaseosa es girada o volteada de otro modo en un plano sustancialmente vertical en la cámara de separación (50) (en una o más direcciones diferentes). La cámara de separación (50) incluye opcionalmente un medio para evitar la recirculación de la mezcla gaseosa, tal como un desviador (no se muestra).

Debido a las fuerzas centrífugas que son ejercidas sobre el producto de vapor de hidrocarburo craqueado en la cámara de separación (50), la mayoría de las partículas sólidas (el catalizador agotado y/u otras partículas sólidas) se separan de los gases, y estas partículas sólidas separadas se deslizan en una dirección descendente a través de la cámara de separación (50) hacia la parte inferior de la cámara de separación (50), que incluye al menos un tubo de inmersión (37). De acuerdo con una realización de la invención, la cantidad de partículas sólidas varía generalmente de aproximadamente el 70 al 95 por ciento de las partículas sólidas totales que están presentes en el producto de hidrocarburo craqueado que sale de la tubería de reactor de salida vertical externa (41), y en otra realización varía de aproximadamente el 80 al 90 por ciento. Los tubos de inmersión (37) permiten que las partículas sólidas que han sido separadas de los gases, que pueden arrastrar una pequeña cantidad de gas entre sus granos, y gas y líquido adsorbido en sus poros, salgan de la cámara de separación (50), y entren en el lecho de extracción adyacente situado en la parte inferior del recipiente de reactor (51). Los tubos de inmersión (37) pueden tener una sección transversal circular, rectangular o de otro tipo y, de manera general, tienen una parte inferior abierta, preferentemente sin un diseño que restrinja el flujo de sólido que sale de los tubos de inmersión (37). Los tubos de inmersión (37) también pueden sellarse con un medio de sellado de bañera, que se fluidiza o está provisto de la capacidad de preextraer el catalizador separado con vapor. Una descripción completa del medio de sellado de bañera útil en la práctica de la presente invención se desvela en la Patente de Estados Unidos N.º 6.692.552, cuyo contenido se incorporan en la presente memoria como referencia. Otros sellos de tubo de inmersión conocidos por los expertos en la materia también se pueden emplear en la práctica de la presente invención donde se desee (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N.º 5.110.323).

La operación de un lecho de extracción en un recipiente de reactor de una unidad FCC es conocida por los expertos en la materia. Habitualmente, el lecho estará provisto de desviadores, relleno u otros dispositivos para proporcionar contacto íntimo del gas de extracción y el catalizador. El gas de extracción, normalmente vapor, se añade generalmente en uno o más lugares en la parte inferior del lecho, tal como a través de un anillo de vapor. El gas de extracción actúa para desplazar los hidrocarburos volátiles restantes del catalizador agotado, para que estos hidrocarburos extraíbles puedan recuperarse y no quemarse en el regenerador. El catalizador extraído se elimina entonces del recipiente de reactor (51) a través de una tubería vertical para el transporte hacia un regenerador, como también saben los expertos en la materia.

A medida que la fuerza centrífuga en la cámara de separación (50) empuja a los sólidos hacia los límites de la cámara de separación (50), los gases de producto craqueado generalmente se desprenden de los sólidos, ayudados por el desviador (47), saliendo de la cámara de separación (50) hacia la cámara de extracción (49) a través de al menos una ventana u orificio de entrada (48). Asimismo, la cámara de extracción (49) tiene al menos un medio de cambio de dirección de flujo (48a) que está definido en parte por una pared exterior de la cámara de extracción (49) y se encuentra encima del orificio de entrada (48). El medio de cambio de dirección de flujo (48a) ayuda a evitar que el catalizador entre a través de la ventana (48).

Puesto que el propósito principal de la cámara de separación (50) es realizar una separación de primer corte (aunque relativamente completa) de las partículas de catalizador sólidas (u otras) de los vapores del producto craqueado con el fin de evitar un exceso de craqueo, la cámara de separación (50) está diseñada para realizar una separación rápida de la mayoría de las partículas de catalizador sólidas (u otras) de los vapores del producto craqueado. Sin embargo, los vapores del producto craqueado que salen de la cámara de separación (50), normalmente son arrastrados con una parte menor de partículas y/o refinados, que suelen requerir separación adicional, por ejemplo, en un separador secundario de gas-sólido, tal como un ciclón.

Los vapores de producto craqueado que han sido separados de la mayoría de las partículas sólidas en la cámara de separación (50), pero tienen algunos sólidos arrastrados, salen de la cámara de separación (50) por medio del orificio de entrada (48) y se unen con los vapores de extracción del lecho de extracción que entran en la cámara de extracción (49) a través del orificio de entrada de vapor de extracción (45). Los vapores de producto craqueado y los vapores de extracción (también con algunas materias particuladas de catalizador arrastradas) se separan también de las partículas de catalizador arrastradas en un sistema de ciclón directamente acoplado por medio de uno o más separadores secundarios de gas-sólido (43), tales como ciclones, donde se produce generalmente la separación de los gases y las partículas sólidas restantes.

Después de pasar a través de la cámara de extracción (49), el efluente de extracción resultante, que comprende gas de extracción, gases de hidrocarburo craqueado, gases de hidrocarburo desorbidos de partículas sólidas separadas, y una parte menor del catalizador arrastrado, sale de la cámara de extracción a través de un conducto de extracción y hacia separadores secundarios (43) (habitualmente ciclones, como saben bien los expertos en la materia). En los separadores secundarios, la separación de materias particuladas de catalizador arrastradas de los vapores se completa esencialmente y los vapores salen de los ciclones (43) a través de conductos de evacuación (42). A su vez, los conductos de evacuación (42) dirigen los vapores hacia un colector de salida de gas (40) desde el cual se eliminan los vapores del recipiente de reactor (51) a través del conducto de salida de vapor (44). Entonces, se dirigen los vapores hacia las unidades de procesamiento corriente abajo como saben bien los expertos en la materia.

En los separadores de ciclón secundarios (43), se separan las partículas sólidas restantes de los vapores, y se eliminan por medio de un tubo de inmersión (52) hacia el lecho de extracción de catalizador.

Las Figuras 3A-3D ilustran las secciones transversales de varias configuraciones de entrada múltiple (es decir, las Figuras 3A, 3C y 3D) que pueden emplearse en el aparato (10) de la invención. La Figura 3B presenta una realización específica de la invención, que ilustra una vista superior en sección transversal de una configuración de entrada del conducto de cruce de salida vertical (46) no dividido, el revestimiento de reactor (51), la cámara de separación (50), la cámara de extracción (49), el desviador de partición (47), y el desviador (47a), en donde entra mezcla de gas-sólido de hidrocarburo craqueado en la cámara de separación (50) directamente desde el conducto de cruce de salida vertical (46) para incidir sobre el desviador de partición (47) que a su vez divide la mezcla de gas-sólido de hidrocarburo en dos corrientes de vapor que se impide que colisionen entre sí y que forman una nube de catalizador mediante el desviador (47a). La Figura 3A presenta una realización específica de la invención, que ilustra una vista superior en sección transversal de una configuración de entrada de conducto de cruce dividido de salida vertical (46) en forma de "Y", el revestimiento de reactor (51), la cámara de separación (50), la cámara de extracción (49), y el desviador (47a), en donde entra mezcla de gas-sólido de hidrocarburo craqueado en la cámara de separación (50) desde dos entradas que han incidido primero sobre la parte de la entrada en forma de "Y" que divide la mezcla en dos corrientes de vapor antes de entrar en la cámara de separación (50). Se impide que las corrientes de vapor colisionen entre sí y que formen una nube de catalizador mediante el desviador (47a). La Figura 3C presenta una realización específica de la invención, que ilustra una vista superior en sección transversal de una configuración de conducto de cruce dividido de salida vertical (46) en forma de "herradura", el revestimiento de reactor (51), la cámara de separación (50), la cámara de extracción (49) y el desviador (47a), en donde entra mezcla de gas-sólido de hidrocarburo craqueado en la cámara de separación (50) desde dos entradas que han incidido primero sobre la parte dividida de la entrada de forma de herradura que divide la mezcla en dos corrientes de vapor antes de entrar en la cámara de separación (50). Se impide que las corrientes de vapor colisionen entre sí y que formen una nube de catalizador mediante el desviador (47a). La Figura 3D presenta una realización específica de la invención, que ilustra una vista superior en sección transversal de una configuración de entrada de conducto de cruce dividido de salida vertical (46) en forma de "V", el revestimiento de reactor (51), la cámara de separación (50), la cámara de extracción (49), y el desviador (47a), en donde entra mezcla de gas-sólido de hidrocarburo craqueado en la cámara de separación (50) desde dos entradas que han incidido primero sobre la parte dividida de la entrada en forma de "V" que divide la mezcla en dos corrientes de vapor antes de entrar en la cámara de separación (50). Se impide que las corrientes de vapor colisionen entre sí y que formen una nube de catalizador mediante el desviador (47a).

La Figura 4 presenta una realización específica preferida de la invención, que ilustra una vista superior en sección transversal de una configuración de entrada de conducto de cruce de salida vertical (46) único que puede emplearse en el aparato (10) de la invención. La configuración de entrada de conducto de cruce de salida vertical (46) único proporciona fuerzas rotacionales/centrifugas mejoradas sobre la mezcla de gas-sólido de hidrocarburo craqueado a medida que entra en la cámara de separación (50). De acuerdo con esta realización, no se imponen efectos del "desviador" directamente sobre la mezcla.



## REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) de separación y extracción de una mezcla gaseosa y una corriente de partículas, que comprende:

5 un revestimiento de recipiente de reactor (51) que tiene un medio de recepción de una mezcla de gases craqueados y partículas sólidas catalíticas agotadas por medio de un conducto de cruce de salida vertical (46) desde una tubería de reactor de salida vertical (41) que se encuentra fuera de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51) y que comprende una parte superior de dilución y una parte inferior de lecho de extracción, al menos una cámara de separación (50) para recibir dicha mezcla de gases craqueados y partículas sólidas catalíticas agotadas desde dicho conducto de cruce (46) para separar materias particuladas catalíticas agotadas de los gases craqueados situados dentro de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51) y que comprende un tubo de inmersión (37) para descargar las materias particuladas catalíticas separadas en dicha parte inferior de lecho de extracción;

10 una cámara de extracción (49) que comprende al menos un orificio de entrada (48) que se comunica con dicha al menos una cámara de separación (50) para recibir gases craqueados separados de dicha al menos una cámara de separación (50);

15 un orificio de entrada de vapor de extracción (45) para recibir gas de extracción desde dicha parte de lecho de extracción y un conducto de extracción (39) para evacuar vapores desde dicha cámara de extracción (49); y,

20 al menos un separador de ciclón (43) para recibir vapores de dicha cámara de extracción (49) y que comprende al menos un tubo de inmersión (52) del separador de ciclón que tiene una salida (38) para devolver sólidos separados al lecho de extracción y un conducto de evacuación de vapor (42) para descargar vapores a un colector de salida de gas (40) que se comunica con un conducto de salida de vapor (44) para eliminar vapores separados de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51);

25 en donde dicha cámara de extracción (49) se encuentra en posición central dentro de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51) y dicha al menos una cámara de separación (50) se encuentra en posición axial alrededor de dicha cámara de extracción (49) y en donde dicha cámara de extracción (49) asciende en dirección central a través de dicha al menos una cámara de separación (50) desde una posición debajo a una posición encima de dicha al menos una cámara de separación (50).

30 2. El aparato tal como se define en la reivindicación 1, en donde dicha al menos una cámara de separación (50) comprende además un desviador de partición (47) situado opuesto a la entrada de dicho conducto de cruce de salida vertical (46) para separar la mezcla de gases craqueados y el catalizador agotado en dos corrientes que avanzan alrededor de la circunferencia de dicha al menos una cámara de separación (50).

35 3. El aparato tal como se define en la reivindicación 2, que comprende además un desviador (47a) que se encuentra opuesto a dicho desviador de partición (47) y encima de dicho al menos un orificio de entrada (48) en dicha al menos una cámara de separación (50).

40 4. El aparato tal como se define en la reivindicación 1, en donde dicho al menos uno orificio de entrada (48) comprende al menos un medio de cambio de dirección de flujo de gas (48a) definido en parte por una pared exterior de la cámara de extracción situada encima del al menos un orificio de entrada (48), dicho medio de cambio de dirección de flujo de gas (48a) recibe gases craqueados separados que avanzan verticalmente hacia arriba después de la separación de partículas de catalizador agotado en la al menos una cámara de separación (50).

45 5. El aparato tal como se define en la reivindicación 1, en donde dicho conducto de cruce de salida vertical (46) no está dividido y dicha al menos una cámara de separación (50) contiene un desviador de partición (47) y el desviador (47a).

50 6. El aparato tal como se define en la reivindicación 1, en donde dicho conducto de cruce de salida vertical (46) está dividido y dicha al menos una cámara de separación (50) contiene un desviador (47a).

55 7. El aparato tal como se define en la reivindicación 1, en donde el conducto de cruce de salida vertical (46) no está dividido y dicha al menos una cámara de separación (50) contiene al menos un desviador (47a).

8. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además un medio de inyección de enfriamiento rápido que ayuda a terminar y/o reducir las reacciones de craqueo térmico.

60 9. Un proceso para separar y extraer una mezcla gaseosa y una corriente de partículas, comprendiendo dicho proceso:

i) craquear un material de partida hidrocarbonáceo en presencia de un catalizador de craqueo en una tubería de reactor de salida vertical (41) situada fuera de un revestimiento de recipiente de reactor (51) que tiene un medio para recibir una corriente de producto craqueado y catalizador agotado por medio de un conducto de cruce de salida vertical (46);

65 ii) separar una gran parte del catalizador agotado del producto craqueado en al menos una cámara de

separación (50) para formar una corriente de catalizador agotado y una corriente de producto craqueado arrastrado con materias particuladas de catalizador agotado;

5      iii) recibir vapor de extracción que comprende un medio de extracción y vapor de producto craqueado desde dicha cámara de separación (50) en una cámara de extracción (49) que comprende al menos un orificio de entrada (48) que se comunica con dicha cámara de separación (50) situada en posición central dentro del revestimiento de recipiente de reactor (51) y que transporta el vapor de producto craqueado a al menos un separador de ciclón (43) para recibir vapores de dicha cámara de extracción (49) y que comprende al menos un tubo de inmersión (52) de separación de ciclón que tiene una salida para devolver sólidos separados a una parte de lecho de extracción inferior;

10     en donde dicha cámara de extracción (49) está situada en posición central dentro de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51) y dicha al menos una cámara de separación (50) está situada axialmente alrededor de dicha cámara de extracción (49) y en donde dicha cámara de extracción (49) asciende de manera central a través de dicha al menos una cámara de separación (50) desde una posición debajo a una posición encima de dicha al menos una cámara de separación (50);

15     iv) extraer hidrocarburos volátiles del catalizador agotado de la etapa (ii) en una parte de lecho de extracción inferior;

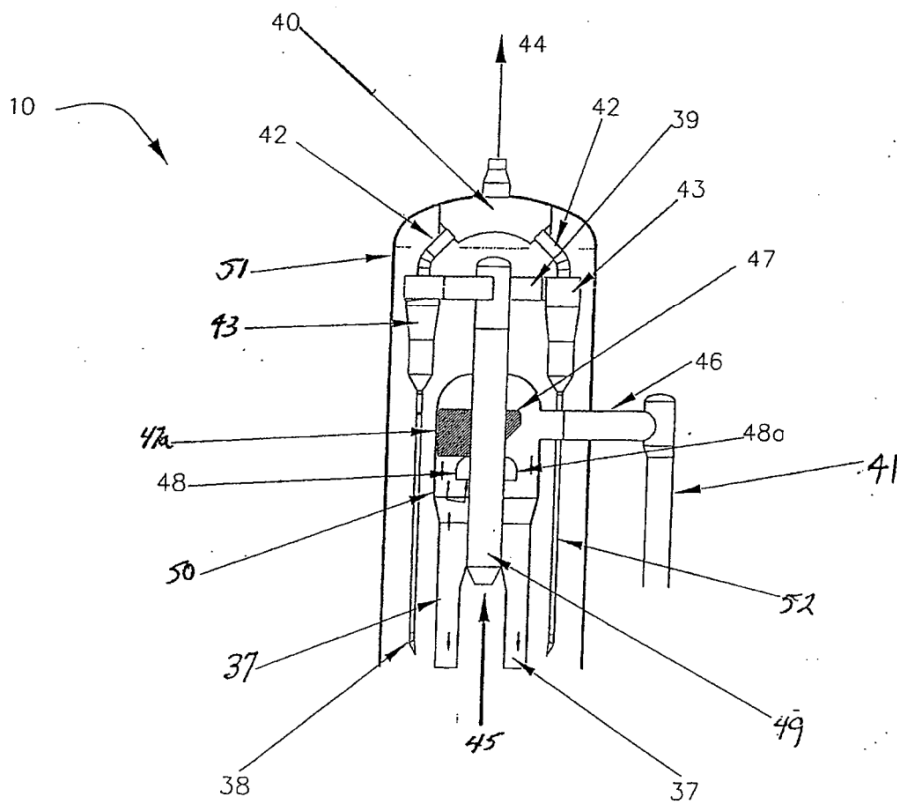
v) separar los hidrocarburos volátiles y el medio de extracción del catalizador agotado extraído en la parte de lecho de extracción inferior;

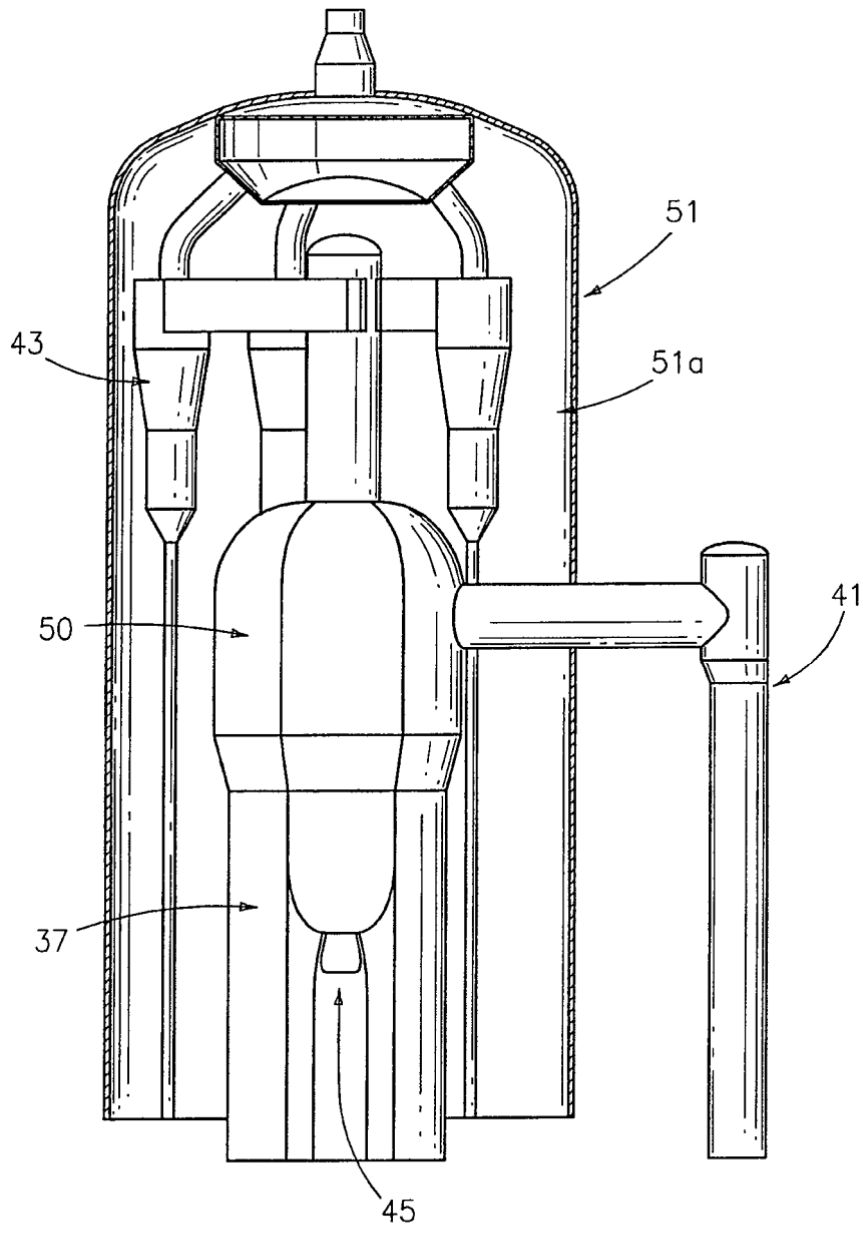
20     vi) separar también las materias particuladas de catalizador agotado arrastradas desde dicho producto craqueado en dicho separador de ciclón (43); y

vii) retirar el producto craqueado por medio de un conducto de evacuación de vapor (42) en comunicación con el separador de ciclón (43) para descargar vapores hacia un colector de salida de gas (40) que se comunica con un conducto de salida de vapor (44) para extraer vapores separados de dicho revestimiento de recipiente de reactor (51).

25     10. El proceso tal como se define en la reivindicación 9, en donde dicho medio de extracción es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en vapor, nitrógeno y amoníaco.

Figura 1





*FIG. 2*

Figura 3

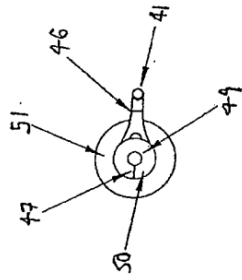


FIG. 3A

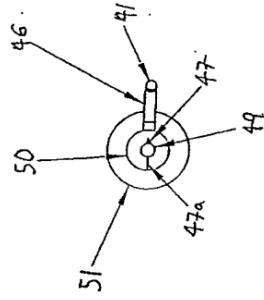


FIG. 3B

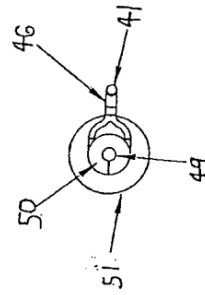


FIG. 3C

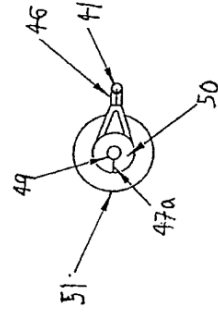


FIG. 3D

Figura 4

