

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 312**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/00** (2006.01)

**B01J 8/02** (2006.01)

**C10G 49/00** (2006.01)

**B01J 8/04** (2006.01)

**B01J 4/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2015 PCT/EP2015/080406**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16102342**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015 E 15819812 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3237103**

54 Título: **Reactor químico catalítico de separación de partículas y separador de partículas**

30 Prioridad:

**23.12.2014 IN 3873DE2014**

**17.02.2015 EP 15155379**

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

**06.10.2020**

73 Titular/es:

**HALDOR TOPSØE A/S (100.0%)**

**Haldor Topsøes Allé 1**

**2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**RISBJERG JARLKOV, KLAUS y**

**ZAHIROVIC, EMIR**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 785 312 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

Reactor químico catalítico de separación de partículas y separador de partículas

5 **Campo de la invención**

Esta invención se refiere a un reactor químico catalítico con separación de partículas. Más específicamente, la invención se refiere a un reactor con un separador de partículas que utiliza un principio de sedimentación que es independiente de la ubicación de partículas en la corriente de fluido de entrada. El reactor puede ser un reactor catalítico de flujo descendente que incluye lechos compactados superpuestos verticalmente de material catalítico particulado. Este tipo de reactor se utiliza en las industrias de procesamiento de petróleo y productos químicos para llevar a cabo diversas reacciones catalíticas, tales como conversión de azufre y nitrógeno (HDS/HDN), hidrogenación de: olefinas (HYD) y aromáticos (hidrodesaromatización - HDA), eliminación de metales (hidrodesmetalización - HDM), conversión de oxígeno (hidrodesoxigenación - HDO) e hidrocrackeo (HC). De forma alternativa, el reactor es un convertidor radial, donde los elementos de las plataformas tienen que fijarse al reactor. Este reactor tiene un flujo radial que atraviesa un lecho compactado de material catalítico y se utiliza típicamente en las industrias de procesamiento de petróleo y productos químicos para llevar a cabo reacciones catalíticas tales como reformación catalítica y síntesis de amoníaco.

20 **Antecedentes de la invención**

La separación y clasificación de partículas son necesidades bien estudiadas de las industrias química, farmacéutica, minera y alimentaria. Mientras que la clasificación de partículas en los procesos industriales puede ser necesaria para mejorar la calidad de un determinado producto, la separación de partículas puede ser necesaria para purificar una corriente de fluido o para evitar problemas en equipos de procesamiento.

En ocasiones, las partículas están presentes intencionadamente en el flujo de proceso. Este es el caso, por ejemplo, de los procesos de combustión basados en combustibles pulverizados o de la producción de productos farmacéuticos o productos químicos especializados utilizando la tecnología del polvo. En otros casos, la presencia de partículas no es intencionada. Este es el caso, por ejemplo, de algunos flujos de refinerías, efluvios de lechos fluidizados, flujos de producto de reactores Fischer Tröpsch. Las partículas pueden tener varios orígenes: pueden ser parte de la materia prima original y de otros flujos de reactivos o pueden generarse en y recogerse de equipos de procesamiento, por ejemplo, como productos de erosión. Las partículas pueden ser sólidas o líquidas, pueden tener naturaleza orgánica, como residuos carbonosos, coque y gomas, o naturaleza inorgánica, como sales, desechos o corrosión y erosión, como componentes de hierro, o desechos de partículas de catalizador. Pueden ser líquidas, como algunas neblinas acuosas, y contener impurezas vivas, como bacterias. La forma y el tamaño también pueden variar en gran medida: de esfera a copos, de milímetros a unas pocas micras o menos. Si las partículas no son deseadas en el proceso aguas abajo, a menudo, un filtro, u otra tecnología de separación de partículas adecuada conocida en la técnica, elimina gran parte de estas partículas antes de que lleguen a equipos sensibles. Sin embargo, en determinados procesos, el problema puede aparecer o volverse más grave con el tiempo, por ejemplo cuando se trata de erosión y corrosión. A veces, la instalación de un equipo de eliminación de partículas como una operación de unidad independiente antes de los equipos sensibles no es posible en la práctica.

Un ejemplo específico de problemas generados por partículas puede observarse en el hidrot ratamiento de nafta. La alimentación de un reactor de hidrot ratamiento a veces está cargada de partículas. Cuando la alimentación cargada de partículas se introduce en el reactor de hidrot ratamiento, las partículas tienden a escalar rápidamente en la clasificación o el catalizador. Por lo tanto, los reactores pueden requerir un desescoriado frecuente de las capas afectadas del lecho para contener la acumulación de caída de presión en el reactor. Lo habitual es una frecuencia de desescoriado de una vez cada 5-6 meses o incluso de una vez cada 2-3 meses.

Rara vez se dispone de una caracterización de las partículas que afectan a un hidrot ratador de nafta. De hecho, las partículas dependen de la materia prima de nafta o de cuestiones relacionadas con el proceso (oxidación, sales, gomas, etc.). La recogida en flujo de las partículas normalmente no está disponible. Por lo tanto, la caracterización de partículas se basa en análisis post-mortem, que se ven afectados por grandes incertidumbres debido a la aglomeración y oxidación de partículas.

Del mismo modo, el gas de proceso resultante de la regeneración del catalizador FCC (craqueo catalítico de fluido) a menudo está cargado con partículas de catalizador y con desechos de catalizador. Dicho gas puede transportarse a una unidad de recuperación de azufre, más comúnmente una planta Claus, para la recuperación como azufre elemental, o una planta WSA, para la recuperación de azufre como ácido sulfúrico concentrado. Se trata de reactores catalíticos de lecho fijo que son propensos a taponarse si se exponen a una materia prima cargada de partículas. Las partículas comúnmente presentes en la salida del regenerador de FCC se encuentran generalmente en el intervalo de tamaño de 2-20 micras o por debajo.

El documento US2009177023 divulga una bandeja de filtración para un reactor de lecho fijo con un flujo descendente de corriente conjunta de gas y líquido.

El dispositivo puede atrapar partículas de taponamiento contenidas en la alimentación de líquido que se suministra a un reactor que funciona en modo de flujo descendente de corriente conjunta de gas y líquido usando una bandeja de distribución específica que comprende un medio de filtración. El dispositivo es de particular aplicación en la hidrogenación selectiva de alimentaciones que contienen compuestos acetilénicos y diénicos.

El EP0358923 divulga un proceso y un aparato para purificar un gas bruto que se origina a partir de la gasificación de sólidos. En un proceso y aparato para purificar gas bruto de gasificación de sólidos, que contiene partículas de sólidos granulares y polvorientos, se debe encontrar una solución por medio de la cual las partículas de sólidos de cualquier tamaño se eliminen en gran medida del gas bruto antes de que entren en dispositivos de enfriamiento aguas abajo. Esto se logra cuando el gas bruto se hace pasar por una primera fase de purificación desde la zona de gasificación en una línea recta en la dirección de un espacio de retención de gas, por lo que las partículas de sólidos granulares se precipitan en la parte inferior del espacio de retención de gas y después, en una segunda fase de purificación, el gas bruto parcialmente purificado se desvía lateralmente del espacio de retención de gas y experimenta un cambio a una velocidad reducida en un factor de al menos 3 y, después de una desviación de gas adicional, se hace pasar sustancialmente en la dirección vertical a través de un filtro de sólidos, donde las partículas de sólidos polvorientos se eliminan del gas bruto.

El documento EP1382376 describe un dispositivo que tiene un sistema tubular para suministrar fluido denso desde el exterior del reactor a un volumen entre la placa y el nivel de al menos uno de los orificios laterales de las chimeneas en contacto con el fluido denso. El sistema tubular tiene respiraderos de salida para el fluido denso que están completamente sumergidos en el volumen por encima de la placa. Una placa horizontal (62) cubre toda la sección del reactor y soporta una pluralidad de chimeneas verticales (60) cuyos extremos superior e inferior se comunican con las partes del reactor por encima y por debajo de la placa, respectivamente. Las chimeneas están perforadas con orificios laterales (63) que permiten que el fluido denso y parte del fluido ligero fluyan hacia las chimeneas. El sistema tubular está a un nivel cercano al de la placa. Hay entre 100 y 700 chimeneas por m<sup>2</sup> de sección del reactor, preferentemente entre 150 y 500 por m<sup>2</sup>. Los orificios laterales se extienden a lo largo de las chimeneas en una pluralidad de niveles, donde el nivel más bajo está 100-300 mm por encima de la salida del sistema tubular y los niveles están separados al menos 20 mm. Las chimeneas se extienden por encima de la placa una distancia h entre 10 y 100 mm, y el extremo inferior de las chimeneas está a una distancia d desde la parte superior del lecho inmediatamente debajo, donde d está entre 0 y 50 mm, 0 mm excluido, preferentemente entre 0 y 20 mm, 0 excluido. El sistema tubular tiene un tubo vertical principal (50) y una multiplicidad de tubos secundarios horizontales (51) con orificios de salida. El tubo vertical principal tiene ventiladores laterales en su extremo inferior (53) a una distancia de 100-500 mm del orificio lateral de chimenea más bajo. Los orificios de salida de los tubos secundarios apuntan hacia abajo para formar un ángulo de -90 grados a +90 grados con la vertical, preferentemente de -45 grados a +45 grados. Estos orificios están en forma de boquillas de sección constante o variable. Los orificios laterales de chimenea tienen más de 2 mm de diámetro y menos del 75 por ciento del diámetro de chimenea. El dispositivo también incluye un separador de gas/líquido en la cabeza del reactor antes de que los fluidos se introduzcan en la mezcla. El separador es cilíndrico e incluye medios de rotación y separación, con 1-4 salidas tangenciales para el líquido y el gas. La relación entre el área total de las salidas de gas y la sección del cilindro es igual a 2. Las salidas tangenciales para el gas y el líquido están separadas al menos 50 mm y preferentemente entre 100 y 300 mm. El cilindro contiene una hélice que tiene entre 1 y 6 vueltas, preferentemente entre 2 y 3 vueltas.

El documento GB862214 divulga el refinado de benceno crudo a temperatura y presión elevadas en presencia de un óxido o sulfuro de un metal de los grupos V, VI u VIII con un gas que contiene hidrógeno, donde la mezcla precalentada de vapor de hidrocarburo y gas que contiene hidrógeno se somete a un cambio repentino en la dirección y a una reducción en la velocidad de flujo, y el polvo similar al coque separado de este modo se transporta por una pequeña proporción de la mezcla. El proceso de refinado puede efectuarse a 15-100 atmósferas y 200-420 grados Celsius. La mezcla de reacción precalentada entra en la cámara de catalizador 1 por la entrada 4 y la cámara de separación 5. El gas entra en la cámara 5 a través de ranuras 6, donde la dirección del flujo cambia bruscamente y se reduce la velocidad de flujo. Los gases entran en la cámara de catalizador a través de orificios 7. Una pequeña proporción de los gases puede eliminarse mediante una tubería 9 de vez en cuando, regulada por una válvula 14. El componente pasa a través de orificios 12 en la camisa 10 que rodea la tubería 9 y se dirige hacia arriba de la tubería 9 a través de pasajes 13, arrastrando así polvo de coque desde la parte inferior del separador. El coque puede separarse del flujo de gas, que luego se recicla.

A pesar de la técnica conocida anteriormente mencionada, existe la necesidad de un reactor con un separador de partículas para garantizar un funcionamiento eficaz y prolongado del reactor a pesar de cualquier impureza de partículas en la corriente de fluido de entrada al reactor.

## Resumen de la invención

La presente invención describe un nuevo reactor químico catalítico que comprende un sistema de separación de partículas.

De acuerdo con la invención, tal como se define en la reivindicación 1, las partículas se separan de una corriente de fluido fluyente al quedar atrapadas en una región de sedimentación. La captura de las partículas se obtiene mediante la aplicación de un flujo en forma de S a la corriente de fluido en el separador de partículas. Cuando la corriente de fluido realiza la trayectoria de flujo curvada en S, las partículas pueden ser lanzadas hacia afuera y por gravedad hacia abajo, y asentarse en una parte del separador con baja actividad de flujo de fluido.

### Características de la invención

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el reactor comprende una pluralidad de chimeneas de transferencia.

De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, las al menos una chimenea de transferencia se montan en un ángulo hacia dentro con respecto a la vertical en la placa de base.

De acuerdo con otra forma de realización de esta invención, las al menos una entrada de chimenea de transferencia están orientadas de manera opuesta a la al menos una salida de canal de entrada y al al menos un desviador de corriente de fluido.

De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, el reactor tiene una parte superior en forma de cúpula, la placa de base está ubicada debajo o dentro de la parte inferior de la cúpula, el separador de partículas está ubicado dentro de la cúpula, la al menos una salida de canal de entrada está ubicada cerca de la parte inferior de la cúpula con respecto a la al menos una entrada de chimenea de transferencia, y la al menos una entrada de chimenea de transferencia está ubicada cerca de la parte superior de la cúpula con respecto a la al menos una salida de canal de entrada.

De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, el reactor comprende un acondicionador de flujo dispuesto dentro del canal de entrada para garantizar un flujo de pistón de la corriente de fluido de entrada.

De acuerdo con una forma de realización adicional, el acondicionador de flujo tiene forma de cono y está dispuesto concéntricamente con el canal de entrada con el extremo puntiagudo del cono hacia arriba, contra la corriente de fluido de entrada.

De acuerdo con una forma de realización adicional, el reactor comprende al menos un divisor de flujo de salida del canal de entrada, que divide el flujo de salida en una pluralidad de canales de salida para garantizar una baja velocidad de flujo del flujo de fluido que sale del canal de entrada.

De acuerdo con una forma de realización adicional, los divisores de flujo de salida de canal de entrada tienen forma cónica y dicha pluralidad de canales de salida tienen áreas de entrada iguales.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se ilustra adicionalmente mediante los dibujos adjuntos que muestran ejemplos de formas de realización de la invención.

La Fig. 1 muestra una vista isométrica de un separador de partículas para un reactor químico catalítico (no mostrado) de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La Fig. 2 muestra una vista isométrica en corte lateral del separador de partículas para un reactor químico catalítico (no mostrado) de acuerdo con una forma de realización de la invención.

#### Números de posición

- 01. Separador de partículas
- 02. Placa de base
- 03. Canal de entrada
- 04. Salida de canal de entrada
- 05. Desviador de corriente de fluido
- 06. Sección de recogida
- 07. Chimenea de transferencia
- 08. Entrada de chimenea de transferencia
- 09. Salida de chimenea de transferencia

- 10. Divisor de flujo de salida de canal de entrada
- 11. Acondicionador de flujo de canal de entrada

**Descripción de los dibujos**

5 Las formas de realización de la invención se explicarán con más detalle a continuación con referencia a los dibujos mostrados en la Fig. 1 y la Fig. 2.

10 Un reactor catalítico (no mostrado) comprende un compartimento superior hueco donde entra gas de proceso. En este espacio hueco se puede instalar un separador de partículas 01, que proporciona la característica de separación de partículas al proceso sin exigir espacio adicional añadido al reactor. El separador de partículas comprende una placa de base 02, que en esta forma de realización es la placa superior existente del reactor. El gas de proceso entra en el reactor a través del canal de entrada 03 y pasa a la parte superior del reactor, que en este caso es también el separador de partículas, a través de la salida de canal de entrada 04. En una forma de realización de la  
15 invención, el reactor catalítico de separación de partículas comprende un acondicionador de flujo 11 dispuesto dentro del canal de entrada para garantizar el flujo de pistón de la corriente de fluido de entrada.

El acondicionador de flujo puede tener forma de cono y estar dispuesto concéntricamente con el canal de entrada con el extremo puntiagudo del cono hacia arriba, contra la corriente de fluido de entrada.

20 La corriente de fluido de proceso tiene una dirección de flujo descendente cuando sale del canal de entrada. Debajo de la salida de canal de entrada, la corriente de fluido de proceso llega a continuación al desviador de corriente de fluido 05, que está ubicado en la parte central de placa de base. El desviador de corriente de fluido tiene una forma cóncava y un borde exterior circular con un diámetro mayor que el diámetro de la salida de canal de entrada. Por lo tanto, cuando la corriente de fluido fluye hacia abajo y llega a la parte central del desviador de corriente de fluido, el  
25 flujo se desvía en una dirección radial hacia afuera y hacia arriba distribuida uniformemente alrededor de toda el área circular del desviador de corriente de fluido y más lejos de la sección de recogida 06 del separador de partículas. En una forma de realización de la invención, la placa de base puede actuar por sí misma como un desviador de corriente de fluido, en cuyo caso se omite la necesidad de una placa desviadora de corriente de fluido particular. En otra forma de realización de la invención, al menos un divisor de flujo de salida de canal de entrada 10 está dispuesto en la salida del canal de entrada, dividiendo el flujo de salida en una pluralidad de canales de salida para garantizar una baja velocidad de flujo del flujo de fluido que sale del canal de entrada. Los divisores de flujo de salida de canal de entrada pueden tener forma cónica y disponerse de modo que los diversos canales de salida tengan áreas de entrada iguales.

35 La sección de recogida es toda el área por encima de la placa de base y dentro del compartimento superior hueco del reactor, excepto el área ocupada por el desviador de corriente de fluido y las chimeneas de transferencia 07.

40 El separador de partículas comprende cuatro chimeneas de transferencia dispuestas uniformemente en el área exterior de la placa de base. Las chimeneas se elevan hacia arriba en un ángulo hacia el interior hacia el eje central del separador de partículas con respecto a la vertical. Una entrada de chimenea de transferencia 08 está situada cerca de la parte superior en cada una de las chimeneas de transferencia orientadas de manera opuesta a la salida de canal de entrada. Las chimeneas de transferencia sirven para situar la salida de flujo de fluido de producto del separador de partículas sustancialmente por encima de la salida de canal de entrada y en una posición que obliga a la corriente de flujo de fluido a realizar una curva en S desde la salida de canal de entrada hasta la entrada de chimenea de transferencia. Durante este flujo, las partículas que están en la corriente de flujo de fluido pueden, debido a su densidad, salir de la corriente de flujo de fluido curvada en S y asentarse en un área de la sección de recogida que tiene una baja actividad de flujo o una baja turbulencia. Esto se realizará, en gran medida, en la placa de base, que está cerca de la periferia exterior del separador de partículas. A medida que el flujo de fluido sale por la  
50 salida de canal de entrada, el flujo se propaga en una dirección radial en un área mucho más grande que el área de sección transversal del canal de entrada. Por lo tanto, la velocidad de flujo disminuye y se reduce el arrastre de partículas en la corriente de flujo de fluido.

Además, el movimiento ascendente de la corriente de flujo de fluido también contribuye a una separación eficaz de partículas de la corriente. Por lo tanto, el diseño y la posición de la salida de canal de entrada con respecto a las entradas de chimenea de transferencia garantizan que las partículas se separen de la corriente de flujo de fluido y se asienten en la sección de recogida para su eliminación durante el mantenimiento.

60 Después de que se realice la separación de partículas, el gas de proceso se conduce para su procesamiento adicional en el reactor debajo de la placa de base a través de las chimeneas de transferencia y hacia afuera a través de las salidas de chimenea de transferencia 09.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Reactor catalítico de separación de partículas para hidroprocesamiento, que comprende un separador de partículas (01) para separar partículas de la corriente de fluido de entrada al reactor, dicho separador de partículas comprende una placa de base (02) con una forma circular, donde al menos un canal de entrada (03) comprende una salida de canal de entrada (04) ubicada por encima del centro de la placa de base, al menos un desviador de corriente de fluido (05) con una forma circular y ubicado en conexión fija con y en el centro en el lado superior de la placa de base, al menos una sección de recogida (06), al menos una chimenea de transferencia (07) ubicada en conexión fija con y en la periferia de la placa de base que comprende una entrada de chimenea de transferencia (08) ubicada por encima de la placa de base y una salida de chimenea de transferencia (09) ubicada por debajo de la placa de base, donde cada una de las al menos una salida de canal de entrada están orientadas hacia uno de los al menos un desviador de corriente de fluido y los al menos un desviador de corriente de fluido están situados en un nivel por debajo de las al menos una entrada de chimenea de transferencia, y donde el al menos un canal de entrada tiene una sección transversal circular y el al menos un desviador de corriente de fluido tiene una forma cóncava, por lo que las partículas se separan de la corriente de fluido de entrada a medida que la corriente de fluido de entrada se somete a un flujo en forma de S desde la salida de canal de entrada, a través del desviador de corriente de fluido y además hasta la entrada de chimenea de transferencia de modo que las partículas son lanzadas hacia fuera de la corriente y por gravedad se asientan sobre la placa de base.
- 10
- 15
- 20 2. Reactor catalítico de separación de partículas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho reactor catalítico es un reactor de hidrotratamiento de nafta.
- 25 3. Reactor catalítico de separación de partículas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un acondicionador de flujo dispuesto dentro del canal de entrada para garantizar el flujo de pistón de la corriente de fluido de entrada.
- 30 4. Reactor catalítico de separación de partículas de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el acondicionador de flujo tiene forma de cono y está dispuesto concéntricamente con el canal de entrada con el extremo puntiagudo del cono hacia arriba, contra la corriente de fluido de entrada.



