

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 539**

51 Int. Cl.:

B01J 8/34 (2006.01)

B01D 45/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.08.2012 PCT/FR2012/051899**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13030490**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2012 E 12756778 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2750786**

54 Título: **Regenerador para la unidad de craqueo catalítico con ciclones externos**

30 Prioridad:

31.08.2011 FR 1157665

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

19.02.2020

73 Titular/es:

**TOTAL RAFFINAGE FRANCE (100.0%)
2 place Jean Millier, La Défense
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**LLAMAS, JUAN-DAVID y
BERRIC, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 743 539 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

Regenerador para la unidad de craqueo catalítico con ciclones externos

La presente invención se refiere a un regenerador de lecho fluidizado de tamaño reducido de ciclones externos para una unidad de craqueo catalítico (FCC), su implementación en un procedimiento de craqueo catalítico y su uso como un regenerador de nuevas unidades o incluso en reemplazo de regeneradores de gran tamaño.

Se trata de transformar la concepción de los regeneradores de unidades de craqueo catalítico, que contienen un lecho fluidizado, para lo cual fue necesario fabricar regeneradores suficientemente largos para promover la separación de las partículas sólidas arrastradas por el gas y bastante anchos al nivel de la fase diluida del lecho fluidizado en el regenerador para disponer los ciclones en el mismo, permitiendo la separación de gas/partículas sólidas mientras que limita el aumento en la velocidad superficial del gas.

De hecho, cuando las partículas sólidas son fluidizadas por un gas, la concentración de partículas que se arrastran fuera del recinto depende de su altura y la velocidad superficial del gas de fluidización. Para una velocidad de gas dada, la concentración de las partículas en el gas disminuye con la altura por encima del nivel del lecho fluidizado denso hasta alcanzar un valor límite mínimo. La altura mínima requerida para alcanzar esta concentración límite es la altura de desconexión, más comúnmente conocida por los expertos en la técnica por el acrónimo TDH (transport disengaging height).

Durante muchos años, los industriales se han preocupado por optimizar la separación de los gases recuperados de una mezcla de gas fluidizado/sólido, y se han registrado numerosas patentes para diferentes estructuras de ciclones o separadores destinados a ser colocados dentro de la fase fluidizada del regenerador. Normalmente se trata de dos etapas de ciclones en serie, cada una de las cuales consta de varios ciclones en paralelo. Los ciclones de la primera etapa se denominan ciclones primarios y los de la segunda etapa se denominan ciclones secundarios. Sin embargo, estos ciclones se desgastan rápidamente cuando la cantidad y/o la velocidad de las partículas sólidas arrastradas por los gases son grandes, teniendo dichas partículas un efecto abrasivo en la pared interna de dichos ciclones.

Por lo tanto, cuando el arrastre de partículas es importante, la erosión de los ciclones, incluidos los ciclones secundarios, es una de las principales causas del apagado inesperado de las unidades de craqueo catalítico.

Actualmente, las soluciones utilizadas para limitar este fenómeno generalmente consisten en aumentar el tamaño de los regeneradores. De hecho, los regeneradores de FCC a menudo están dimensionados de modo que, a una velocidad de gas dada, la altura sobre el lecho denso es al menos igual a la TDH. Esto hace posible minimizar la cantidad de sólido que debe ser separada del gas por los ciclones. Por este medio, se obtiene una disminución en las pérdidas de catalizador sólido y un aumento en la vida de los ciclones. En algunas otras configuraciones, el diámetro del regenerador, por encima del nivel del lecho fluidizado, también puede incrementarse, aún para compensar el área ocupada por los ciclones y para prevenir cualquier aumento en la velocidad del gas que puede aumentar la cantidad de partículas arrastradas a los ciclones. Sin embargo, estas dos soluciones tienen un efecto limitado y dan como resultado costes de fabricación significativos.

Para remediar estos problemas de eficacia limitada, los costes significativos de reemplazo de los ciclones y los costes asociados con la construcción de un regenerador de tamaño importante, el solicitante ha optado por utilizar dispositivos o miembros internos eficaces de separación de gas con las partículas sólidas arrastradas, que permiten limitar la aceleración de la velocidad del gas mientras se ralentiza muy fuertemente la de las partículas sólidas, estando situados estos dispositivos o miembros internos preferiblemente en la fase diluida del regenerador.

En el campo de los regeneradores de FCC, se han propuesto varias configuraciones que permiten reducir el arrastre de sólidos.

El documento US 6503460 describe un regenerador de FCC a contracorriente equipado con un miembro interno en la fase densa del lecho fluidizado. Si bien el principal objetivo del miembro interno es mejorar el contacto entre las fases, también se ha observado una reducción en el arrastre de partículas sólidas. Esta disminución se atribuye a la disminución en el diámetro de las burbujas ascendentes de los gases que pasan a través del miembro interno en la fase densa, justo antes de su explosión en la superficie del lecho catalítico denso.

La patente US 7829750 presenta un regenerador de FCC cuyo diámetro de la fase diluida del lecho fluidizado se ha incrementado para limitar la velocidad superficial del gas. En este caso, un miembro interno se coloca en la base de la ampliación. Según esta patente, el uso simultáneo de estas dos soluciones permite limitar el arrastre de partículas sólidas. Esta solución se aplica particularmente a los lechos catalíticos que presentan una concentración de partículas menor de 40 micrómetros, inferior al 2 %.

En la patente US 3851405, las barras o los tubos están dispuestos a intervalos fijos, siendo la función de estas barras o tubos reducir la velocidad de las partículas que vuelan por encima de la mezcla fluidizada. El intervalo entre cada miembro interno y su vecino más cercano está dentro del intervalo de 0,05 a 0,3 veces la altura del lecho fluidizado y la relación de la superficie de proyección del conjunto de miembros internos a la superficie de la sección del reactor no es inferior a 0,5. El solicitante ha encontrado que las barras o los tubos conducen a un aumento de la

velocidad del gas, lo cual es indeseable. Además, en este documento, el conducto de retorno de las partículas sólidas que conectan el ciclón al reactor se abre por encima del miembro interno, de modo que es probable que los sólidos que regresan al reactor sean susceptibles de ser arrastrados nuevamente por el gas, lo cual no es deseable.

5 En la patente EP 49130, el dispositivo para reducir el número de partículas arrastradas en el gas es un miembro interno ubicado en una zona libre del reactor cuya relación de la superficie proyectada sobre la sección del reactor no es inferior a 0,8 y cuya relación de la abertura en la superficie de la sección no ocupada del reactor varía de 0,3 a 0,9. Dicho miembro interno se obtiene mediante la combinación de discos y anillos, cuerpos en rotación y/o un conjunto de cuchillas inclinadas para prever una evacuación descendente de los granos.

10 En el documento US 2728632, el miembro interno dispuesto en el reactor consiste en una capa de placas paralelas entre sí con un ancho tal que la relación entre su ancho y el diámetro del reactor en el que están instaladas es de 4:1. Aquí, el objetivo buscado es elevar los gases en diagonal en el reactor y forzar a los sólidos arrastrados a encontrar las placas, donde el contacto permite reducir la velocidad de los sólidos que, finalmente, caen a lo largo de cada una de las placas.

15 Tales dispositivos de la técnica anterior han permitido limitar el arrastre de sólidos pero sin permitir que se reduzca el tamaño de los regeneradores. Las restricciones relacionadas con la fabricación de grandes unidades en términos de coste e ingeniería, por lo tanto, se han mantenido sin cambios. Paralelamente, si la reducción del arrastre no es suficientemente importante, tales dispositivos requieren el uso de dos etapas de ciclones. Los problemas de confiabilidad relacionados con el uso de ciclones secundarios no se pueden excluir por completo. Esta falta de fiabilidad de los ciclones secundarios favorece los costosos cierres de unidades en los costes de reparación y especialmente en el tiempo de inactividad de la producción.

20 Por lo tanto, el solicitante ha recomendado un procedimiento para separar las partículas del gas resultante de un lecho fluidizado, que consiste en cubrir la superficie más grande posible de la sección del reactor por medio de un miembro interno, con el fin de reducir el número máximo de partículas hacia el lecho mientras limita la superficie de paso ocupada por él en todos los niveles perpendiculares al eje de dicho reactor, para obtener el área de paso más grande posible y reducir al máximo el aumento de la velocidad del gas.

25 El objeto de la presente invención es, por lo tanto, un regenerador para una unidad de craqueo catalítico formada por un recinto que comprende una primera parte destinada a ser ocupada por un lecho fluidizado denso de partículas sólidas y una segunda parte colocada sobre la primera parte destinada a ser ocupada al menos en parte por un lecho fluidizado de baja densidad o diluido en partículas sólidas, comprendiendo dicha segunda parte un miembro interno según la reivindicación 1 que recubre por proyección en el plano de la sección del recinto al menos el 80 % de la sección libre del recinto, estando equipado el recinto con al menos un ciclón para separar una mezcla de gas y partículas sólidas del lecho de baja densidad, colocándose el ciclón fuera del recinto, estando dispuesto dicho ciclón para recoger dicha mezcla de gases y partículas sólidas y teniendo una abertura de tubería dentro del recinto, debajo de dicho miembro interno sin cruzarlo.

30 En el contexto de la presente descripción, se entiende que las partículas sólidas significan todos los tipos de materiales usados en mezclas fluidizadas, pero será ventajoso hablar de partículas sólidas de catalizadores como se encuentran usualmente en las unidades FCC.

35 De manera similar, se entiende por sección del recinto el plano perpendicular al eje de dicho recinto y, por lo tanto, la dirección del flujo de la mezcla de gas y partículas sólidas. La sección libre del recinto es la superficie de paso que queda libre en el plano de la sección de dicho recinto, excluyendo el equipo ubicado dentro del recinto, como un ciclón, un conducto tubular, un miembro interno u otro dispositivo habitual.

40 La principal ventaja de la invención es que desempeña internamente el papel de un separador primario, como el que actualmente desempeñan uno o más ciclones, a menudo de gran tamaño, encerrados en el regenerador. Cuanto mayor sea la cantidad de partículas sólidas retenidas internamente en el recinto del regenerador, menor será la necesidad de separar las últimas partículas en los ciclones en su interior.

45 Otra ventaja es poder instalar una cubierta interna en toda la sección del regenerador sin preocuparse de dejar espacio para los ciclones internos, lo cual constituye una cierta ganancia económica relacionada con la disminución de la altura y, por lo tanto, el volumen del regenerador. De hecho, el criterio de altura definido por la TDH, ya no se respetaría porque la concentración de sólidos después del miembro interno es significativamente menor que la que podría haberse alcanzado, sin miembro interno, respetando el criterio de la TDH.

50 Mediante el uso de un miembro interno adecuadamente seleccionado y posicionado para cubrir toda la superficie del lecho fluidizado en su parte menos densa, el arrastre de partículas sólidas se puede reducir significativamente justo después del miembro interno. Como resultado, la altura de la fase diluida puede reducirse considerablemente y, por lo tanto, también la del recinto del regenerador, que contendrá casi solo la fase densa del lecho, donde la necesidad de separadores ciclónicos dispuestos en el recinto del regenerador llega a ser casi cero. Por lo tanto, una única etapa de ciclones dispuestos fuera del recinto del regenerador puede hacer posible reducir las pérdidas de partículas sólidas a los niveles esperados generalmente en la salida del regenerador. Esto es particularmente ventajoso cuando se sabe que, para una unidad de FCC que produce 7500 toneladas de efluente por día, se pueden lograr

pérdidas de 800 kg/día de catalizador en el regenerador y pérdidas de 200 kg/día de catalizador en el reactor de FCC.

5 Como el gas en la salida del recinto del regenerador equipado con una interna está débilmente cargado con partículas sólidas, el o los ciclones dispuestos en la salida están menos sujetos a los problemas de erosión que se encuentran comúnmente en las unidades de craqueo catalítico. La invención se refiere así a un regenerador de FCC que no solo sería más pequeño sino también más fiable que los regeneradores de lecho de burbujas convencionales.

10 Otra ventaja de la invención es que al mover los ciclones fuera del recinto del regenerador y al disminuir la cantidad de partículas que se les envían, la unidad es menos sensible, en términos de confiabilidad, al aumento del flujo de aire introducido para la combustión del coque presente en el catalizador, en lo que respecta a una FCC. Por lo tanto, es posible aumentar más fácilmente la capacidad de las unidades de FCC y, por lo tanto, su rendimiento.

15 Además, el hecho de que los conductos que conectan los ciclones externos al recinto no crucen el miembro interno reduce el riesgo del paso preferencial de gas a través del miembro interno, a lo largo de este conducto. Es probable que tales pasajes preferenciales de gas a través del miembro interno a lo largo del o de los conductos promuevan una erosión del miembro interno y/o del conducto, lo cual no es deseable.

Además, el cruce del miembro interno por estos conductos reduciría la superficie disponible del miembro interno, lo que resultaría en el aumento de la velocidad de los gases, lo que no es deseable en términos de eficacia de separación de sólidos.

20 En una realización preferida de la invención, el regenerador comprende una, dos o tres etapas de ciclones en serie, cada una de las cuales está compuesta por un número de ciclones que varía de 1 a 10.

En particular, el o los ciclones, de una sola etapa de ciclones o de la primera etapa de ciclones, están dispuestos para recoger la mezcla de gases directamente en la salida del recinto, por ejemplo, por medio de uno o más conductos conectados a un tubo de salida del recinto, también llamado chimenea.

25 El ciclón o los ciclones de la segunda o la tercera etapa de ciclones pueden estar dispuestos para recolectar la mezcla de gases directamente en la salida del ciclón o los ciclones de la etapa anterior, por ejemplo, por medio de uno o más conductos conectados a un conducto de salida del ciclón o de los ciclones de la etapa anterior.

30 El regenerador está equipado preferiblemente con dos etapas de ciclones en serie, una etapa de ciclones primarios cuyos ciclones están dispuestos para recoger los gases provenientes del recinto del regenerador, y una etapa de ciclones secundarios cuyos ciclones están dispuestos para recoger los gases de la etapa de ciclones primarios y los conductos que reenvían las partículas sólidas del o de los ciclones primarios al recinto abierto en la primera parte del recinto, debajo del miembro interno y sin cruzarlo, y el o los conductos que reenvían las partículas sólidas de o de los ciclones secundarios al recinto se abren en la segunda parte del recinto, debajo del miembro interno y sin cruzar.

35 El miembro interno que cubre una gran parte de la sección del recinto del regenerador, se colocará ventajosamente por encima del lecho denso a una altura h de la superficie del lecho fluidizado denso de modo que la relación de esta altura a la altura del fluidizado denso H_1 varía de 0,05 a 1,5. Esta altura, también llamada espesor a partir de entonces, se mide paralelamente al eje longitudinal del recinto, en general vertical.

40 El lecho fluidizado de baja densidad o diluido puede caracterizarse por su tasa de vacío. Esta última se define como la relación entre el volumen de gas y el volumen total de la mezcla fluidizada. Por lo tanto, una fase densa de la mezcla fluidizada se definirá como aquella en la que la fracción de vacío es menor que 0,7, es decir, cuando el volumen del gas es menor que el 70 % del volumen de la mezcla fluidizada. La fase de baja densidad o diluida se definirá como aquella en la que la tasa de vacío es mayor que 0,7, es decir, cuando el volumen del gas es mayor que el 70 % del volumen de la mezcla fluidizada.

45 Para calcular la relación de vacío de una mezcla fluidizada, solo se puede aproximar a la densidad de los constituyentes de dicha mezcla fluidizada. Se sabe que la tasa de vacío, o su corolario la densidad de una mezcla fluidizada, no es uniforme en toda su altura y/o su ancho en un recinto, y en particular que varía muy fuertemente entre la parte inferior y la parte superior de este último. La tasa de vacío se puede calcular a partir de la densidad del gas presente en la mezcla fluidizada (D_g), la densidad de los sólidos utilizados (D_s) y la densidad de la mezcla fluidizada (D_m).

Esta tasa de vacío se calcula a partir de la siguiente ecuación (I):

50
$$\text{Tasa de vacío} = (D_s - D_m)/(D_s - D_g) \quad (I)$$

Las densidades del sólido y la mezcla de gases contenidos en la mezcla fluidizada pueden medirse y/o calcularse mediante técnicas conocidas per se por el experto en la técnica.

La densidad de la mezcla fluidizada se obtiene, por ejemplo, midiendo la pérdida de carga por medio de sensores de presión dispuestos en dos niveles de dicha mezcla, considerando que una mezcla fluidizada se comporta como un

líquido (ver la descripción en la página 5 de la obra "Fluidization Engineering" por Daizo Kunii y Octave Levenspiel - 2ª edición, 1991). Dado que la pérdida de carga medida entre estos dos puntos de la mezcla fluidizada es igual de acuerdo con la siguiente ecuación (II):

$$\Delta P = D_m * g * H \text{ (II),}$$

- 5 al producto de D_m , la densidad de mezcla fluidizada, de g , la aceleración de la gravedad y de H , la distancia que separa estos dos puntos, podemos recalcular fácilmente D_m .

Para una mezcla fluidizada que contiene un sólido cuya densidad aparente es del orden de 1350 kg/m^3 , en una mezcla gaseosa que contenga más del 70 % de nitrógeno a una presión cercana a 2 bares y una temperatura del orden de $750 \text{ }^\circ\text{C}$, la tasa de vacío es mayor que 0,7 y la densidad es menor que 400 kg/m^3 .

- 10 Para optimizar el tamaño del regenerador y, por lo tanto, el número de ciclones en la salida de los gases, la estructura interna se elegirá de modo que este último ocupe menos del 10 % de la sección libre de paso paralela a la sección del recinto del regenerador y de modo que su proyección en el plano de dicha sección cubra más del 80 % de la superficie de dicha sección libre de paso, y preferiblemente más del 90 % de la misma.

- 15 En el contexto de la presente invención, cuando el miembro interno ocupa menos del 10 % de la sección libre del recinto del regenerador, esto significa que la superficie ocupada por la sección del miembro interno paralelo o superponible a la sección libre del recinto del regenerador corresponde a menos del 10 % de la superficie de dicha sección libre.

Preferiblemente, la sección del miembro interno paralelo al plano de la sección del recinto del regenerador no ocupará más del 5 % de la superficie de dicha sección libre de paso que queda libre en el recinto del regenerador.

- 20 El miembro interno está compuesto por uno o más elementos unitarios, estando compuesto cada elemento unitario por una o más etapas de placas inclinadas. De acuerdo con una realización alternativa, las placas de dos etapas adyacentes están desunidas.

- 25 Por lo tanto, no se forma ningún canal de circulación preferencial a lo largo del eje del recinto del regenerador cuando el gas pasa por las etapas sucesivas de las placas del miembro interno, a diferencia de otros sistemas conocidos, como el que se describe en el documento de US 4 589 352. Además, en un sistema como el del documento US 4 589 352, existen volúmenes de retención de sólido debajo del miembro interno, lo que es indeseable.

Un miembro interno de acuerdo con la invención tiene ventajosamente una altura de 30 a 50 cm y la inclinación de cada placa con respecto a un plano horizontal está comprendida entre 30 y 60° , estos dos bornes incluidos.

- 30 La inclinación de cada placa del miembro interno en el recinto, con respecto a un plano horizontal, puede estar entre 35 y 55° , estos dos bornes incluidos. De manera especialmente preferible, la inclinación de cada placa con respecto a un plano horizontal está comprendida entre 40 y 50° , estos dos bornes incluidos. Además, se ha observado que un valor de 45° da excelentes resultados en la separación de partículas sólidas.

- 35 Cualquier miembro interno respecto de las características descritas anteriormente podría ser adecuado para la implementación de la presente invención.

- 40 En una realización preferida, se elegirá un miembro interno compuesto por uno o más elementos unitarios, donde cada elemento estará compuesto por una o más etapas de placas inclinadas paralelas entre sí en una misma etapa y cuya dirección de inclinación varía de una etapa a la otra, o incluso estará compuesto por uno o más elementos unitarios, donde cada elemento está compuesto por una o más etapas de placas inclinadas, donde las placas inclinadas de cada etapa están entrecruzadas.

- 45 Preferiblemente, entre los dispositivos de miembros internos accesibles en el mercado, la presente invención usa el miembro interno descrito en la solicitud de patente WO 00/35575. En este documento, el miembro interno se utiliza para mejorar el contacto entre un gas y los sólidos en circulación a contracorriente. Contra todas las expectativas, el solicitante ha observado que este tipo de miembro interno está perfectamente adaptado para separar los sólidos arrastrados por un gas que circula en la corriente, como en la presente invención.

Alternativamente, la presente invención utiliza el miembro interno descrito en la solicitud WO 2012/022910.

- 50 De modo práctico, para las grandes secciones del recinto del regenerador, el miembro interno comprenderá múltiples miembros internos unitarios dentro del recinto del regenerador. De hecho, para lograr el miembro interno en escala industrial, formaríamos la cobertura interna total o parcial de la sección libre del recinto mediante la yuxtaposición de miembros internos unitarios para lograr las características del miembro interno de acuerdo con la invención.

No se apartaría del alcance de la invención si, para perfeccionar la separación de gases y sólidos, en particular en

un regenerador de craqueo catalítico en un lecho fluidizado, se agregara un segundo miembro interno dentro del lecho fluidizado denso del recinto del regenerador, que permite reducir el arrastre de partículas, incluido el coque, y por lo tanto una mejor combustión del mismo en el lecho.

5 Además, la invención descrita también es aplicable a todas las etapas de un regenerador de múltiples etapas, en particular para la construcción de nuevos regeneradores o la renovación de unidades antiguas.

10 La invención también se refiere a un procedimiento para separar una mezcla de gases y partículas sólidas de un regenerador de una unidad de craqueo catalítico, comprendiendo dicho regenerador un recinto cuya primera parte está ocupada por un lecho fluidizado denso de partículas de catalizador y una segunda parte, dispuesta sobre la primera porción, que está ocupada por un lecho fluidizado de partículas de catalizador de baja densidad con respecto al lecho denso, en donde los gases y sólidos provenientes del lecho de baja densidad pasan a través de un miembro interno situado en el interior del recinto del regenerador, luego se recogen en la salida del recinto por al menos un ciclón de separación ubicado fuera de dicho recinto,

en el que las partículas sólidas recuperadas por el o los ciclones externos se reenvían al interior del recinto, debajo del miembro interno, sin cruzar este último, y

15 en el que dicho miembro interno recubre por proyección en el plano de la sección del recinto del regenerador, al menos el 80 % de dicha sección libre del recinto del regenerador, estando dicho miembro interno compuesto por uno o más elementos unitarios, donde cada elemento unitario está compuesto por una o más etapas de placas inclinadas, donde cada etapa está compuesta, por ejemplo, por placas entrecruzadas.

20 En particular, el uso de un miembro interno de acuerdo con la invención, ubicado dentro del recinto del regenerador, permite reducir en más del 70 % la cantidad de partículas sólidas por tratar por el ciclón o los ciclones, que puede reducir el número de ciclones o usar ciclones más pequeños.

El miembro interno puede tener una o más de las características descritas anteriormente o con referencia a los ejemplos.

La presente invención se describe ahora a la luz de las figuras y los ejemplos que se dan a continuación.

25 La Figura 1 muestra un regenerador de pequeño tamaño equipado con un miembro interno ubicado en la parte del lecho fluidizado más diluido.

La Figura 2 muestra dos tipos de miembros internos 2A y 2B que se pueden usar y son eficaces en un regenerador miniaturizado.

La Figura 3 muestra un regenerador equipado con un miembro interno y dos etapas de ciclones.

30 La Figura 1 representa un regenerador de acuerdo con la invención que comprende un recinto (1) en el que hay un lecho fluidizado de partículas sólidas que comprende un lecho fluidizado denso (11) y un lecho fluidizado diluido (o de baja densidad) (12), donde el último comprende un miembro interno (13) dispuesto inmediatamente sobre el lecho (11).

35 El regenerador de acuerdo con la invención comprende en su parte superior una chimenea (2) para recuperar gases, esta última posiblemente aún cargada con partículas finas de sólidos, donde dicha chimenea (2) redirecciona estos gases a través de un conducto (3) a dos ciclones (4) y (4'). De manera conocida, la función de dichos ciclones (4) y (4') es recolectar la mezcla de gas y partículas sólidas directamente en la salida del recinto (1), y separar las partículas sólidas. El gas se elimina de estos ciclones (4) y (4') a través de las evacuaciones (6) y (6'), luego a través de un conducto (7). Cualquier sólido recuperado en los ciclones se reenvía al lecho denso (11) del regenerador a través de los conductos (5) y (5'). Estos conductos (5, 5') se abren dentro del recinto (1), debajo del miembro interno (13).

El recinto (1) también comprende un distribuidor de gas en su base, no representado en la Figura 1.

45 La Figura 1 representa así un ejemplo de un regenerador equipado con una sola etapa de dos ciclones. De manera similar, el recinto del regenerador puede estar equipado con un número mayor de ciclones, por ejemplo, de 3 a 10 ciclones conectados de manera similar al recinto para recolectar la mezcla de gas y partículas sólidas del lecho de baja densidad. Alternativamente, solo se puede prever uno de los dos ciclones.

50 En la Figura 2, el miembro interno 2A corresponde a una superposición de las capas 101, 102, 103 (o deflectores) de láminas, equidistantes y paralelas entre sí dentro de una misma capa. Las láminas 101, 102, 103 de una misma capa están inclinadas en un mismo ángulo con respecto al plano de corte del miembro interno (perpendicular al eje del recinto). Las inclinaciones de las láminas de dos capas adyacentes se oponen con respecto a este plano de corte del miembro interno. Por motivos de claridad, cada capa A1, A2, A3 del miembro interno 2A de la Figura 2 comprende las láminas 101, 102, 103, respectivamente, todas paralelas entre sí. Por supuesto, un miembro interno 2A puede comprender un número variable de láminas 101, 102, 103. Este miembro interno es del tipo descrito en el documento WO 2012-022910.

5 El miembro interno 2B comprende una multiplicidad de deflectores correspondientes a un entrecruzamiento de placas a lo largo de varios ejes dispuestos en paralelo X1, X2, X3 y X4, dos placas adyacentes (B1, B2), (B2, B3), (B3, B4), (B4, B5) alrededor del mismo eje Xi que tiene una inclinación opuesta con respecto a la sección del miembro interno, perpendicular al eje del recinto. Este miembro interno es del tipo descrito en el documento WO 00/35575.

10 La Figura 3 muestra un regenerador equipado con un miembro interno y dos etapas de ciclones. El recinto (201) del regenerador comprende convencionalmente en su base un distribuidor de gas (208). El regenerador comprende en su parte superior una chimenea (202) para la recuperación de gases. El recinto (201) está equipado, además, con una entrada (209) a través de la cual se puede introducir el catalizador de coque y una salida (210) a través de la cual se puede evacuar el catalizador regenerado.

Dentro del recinto (201) se encuentra un lecho fluidizado de partículas sólidas que comprende un lecho fluidizado denso (211) y un lecho fluidizado diluido (212) (o de baja densidad), donde este último comprende un miembro interno (213) dispuesto encima del lecho (211).

15 El regenerador representado en este ejemplo está equipado con un ciclón primario (204) conectado a la chimenea (202) para recoger los gases del recinto (201). Los sólidos posiblemente separados por el ciclón primario (204) se reenvían al interior del recinto (201) a través de un conducto (205) que se abre debajo del miembro interno (213) en el lecho fluidizado denso (211).

20 Un ciclón secundario (204') también externo al recinto (201) recoge los gases del ciclón primario (204) a través de un conducto (206). Los sólidos posiblemente separados por el ciclón secundario (204') se reenvían al interior del recinto (201) a través de un conducto tubería (205') que se abre debajo del miembro interno (213), en el lecho fluidizado diluido (212). Los gases del ciclón secundario (204') se evacúan a través de un conducto (207).

Los ciclones primario (204) y secundario (204') están así en serie.

25 El regenerador representado así comprende una etapa compuesta por un solo ciclón primario y una segunda etapa compuesta por un solo ciclón secundario. Como variante, cada etapa podría comprender de 2 a 10 ciclones, donde cada ciclón secundario recoge los gases que provienen de uno o más ciclones primarios.

En el resto de la presente descripción, se dan ejemplos con fines ilustrativos pero no limitativos de la presente invención.

Ejemplo I

30 En el presente ejemplo, se compara la evolución de la masa de partículas arrastradas en un lecho fluidizado, ya sea que estén o no equipadas con un miembro interno. El lecho fluidizado está contenido en un recinto de 0,35 m de diámetro y 4,5 m de altura. Una vez fluidificado, el lecho denso tiene una altura ligeramente superior a 1 m. Para las mediciones, se consideraron velocidades superficiales de gas (Ug) de 0,6 y 0,8 m/s.

35 El miembro interno consta de 5 placas metálicas entrecruzadas de acuerdo con la disposición de la Figura 2B. Las placas adyacentes alrededor del mismo eje Xi están inclinadas alternativamente a 45 y 135° con respecto al plano de la sección del miembro interno, siendo ellas mismas paralelas al plano de la sección del regenerador. En las 5 placas, las placas B1, B3 y B5, paralelas entre sí, están inclinadas a 45°, mientras que las placas B2 y B4, también paralelas, están inclinadas a 135° con respecto a la sección del miembro interno y/o a la sección del recinto del regenerador (Figura 2). Las longitudes de estas 5 placas se ajustan de modo que la proyección del miembro interno en el plano de la sección libre de paso del recinto cubra casi el 100 % de la misma.

40 El miembro interno, con un espesor total de 30 cm, se coloca a 1,7 m por encima del distribuidor de gas, es decir, a unos 7 m por encima de la superficie del lecho fluidizado denso.

La masa de partículas arrastradas por el gas se da en kg/m²s en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Velocidad del gas		Ug = 0,7 m/s	Ug = 0,8 m/s
Masa de partículas arrastradas por el gas	Sin miembro interno	2,3	4,2
	Con miembro interno	0,6	0,9

45 Para las dos velocidades de gas consideradas, la ganancia relacionada con el uso del miembro interno es mayor que el 70 % de eficiencia.

Ejemplo II

En este ejemplo, se ilustra cómo el uso de un miembro interno puede permitir reducir la altura total de un lecho fluidizado y, por lo tanto, la altura total del recinto que lo contiene.

Las mediciones se realizaron a una velocidad superficial del gas de 0,8 m/s.

5 Las pruebas se llevaron a cabo en el recinto como se describe en el Ejemplo I. Las pruebas sin miembro interno son idénticas a las del Ejemplo I: la salida de gas está dispuesta a 4,5 m del distribuidor de gas, es decir, aproximadamente 3,5 metros del lecho fluidizado denso.

10 Para las pruebas con miembro interno, a diferencia del Ejemplo I, la salida de gas del recinto se colocó a unos 30 cm por encima del miembro interno, o aproximadamente un metro por encima del nivel del lecho fluidizado denso, solo por encima del miembro interno. Los resultados se muestran en la Tabla II.

Tabla II

Velocidad del gas		Ug = 0,8 m/s
Masa de partículas arrastradas por el gas (kg/m ² s)	Sin miembro interno, salida de gas a 3,5 m del nivel del lecho denso (a 4,50 m de la base del recinto)	4,2
	Con un grosor interno de 30 cm, cuya parte inferior se coloca 1 m por encima del nivel del lecho denso, la salida de gas se coloca a 30 cm por encima de la parte superior del miembro interno	1

15 El ejemplo muestra cómo, a pesar de la disminución en la altura del recinto, el miembro interno permite reducir considerablemente la cantidad de partículas arrastradas. De hecho, si la altura del recinto se hubiera limitado a la TDH, la salida de gas no estaría a menos de 2,5 m del nivel del lecho fluidizado denso y el arrastre de partículas no sería inferior a 4,2 kg/m²s. Con el miembro interno, la altura puede reducirse considerablemente al tiempo que se limitan las partículas arrastradas a aproximadamente 1 kg/m²s.

REIVINDICACIONES

1. Regenerador para la unidad de craqueo catalítico formada por un recinto que comprende una primera parte destinada a ser ocupada por un lecho fluidizado denso de partículas sólidas y una segunda parte dispuesta por encima de la primera parte y destinada a ser ocupada al menos en parte por un lecho fluidizado de partículas sólidas de baja densidad, comprendiendo dicha segunda parte una cubierta interna por proyección en el plano de la sección del recinto al menos el 80 % de la sección libre del recinto del regenerador, estando el miembro interno compuesto de uno o más elementos unitarios, cada uno de los cuales se compone de una o más etapas de placas inclinadas, y el recinto está equipado con al menos un ciclón para separar una mezcla de gas y partículas sólidas del lecho a baja densidad, estando colocado el ciclón fuera del recinto, estando dispuesto dicho ciclón para recoger dicha mezcla de gases y de partículas sólidas y que tienen un conducto que se abre hacia el interior del recinto, debajo de dicho miembro interno y sin cruzar este último.
2. Regenerador según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el regenerador está equipado con una, dos o tres etapas de ciclones en serie, cada una de las cuales está compuesta por un número de ciclones que va de 1 a 10.
3. Regenerador según la reivindicación 2, **caracterizado porque** está equipado con dos etapas de ciclones en serie, una etapa de ciclones primarios cuyos ciclones están dispuestos para recolectar los gases del recinto del regenerador, y una etapa de ciclón secundaria cuyos ciclones están dispuestos para recoger los gases de la etapa de los ciclones primarios, y porque el o los conductos que reenvían los sólidos del o de los ciclones primarios al recinto abierto a la primera parte del recinto, debajo del miembro interno y sin pasar a través del mismo, y el o los conductos que reenvían los sólidos del o de los ciclones secundarios al recinto se abren en la segunda parte del recinto, debajo del miembro interno y sin cruzarlo.
4. Regenerador según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el miembro interno se coloca por encima del lecho denso a una altura h de la superficie del lecho fluidizado denso, de modo que la relación de esta altura a la altura del fluidizado denso H_1 varía de 0,05 a 1,5.
5. Regenerador según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la estructura del miembro interno se elige de modo que ocupe menos del 10 % de la sección libre de paso paralela a la sección del recinto del regenerador, y de modo que su proyección en el plano de dicha sección cubra más del 80 % de la superficie de dicha sección libre de paso, y preferiblemente más del 90 % de la misma.
6. Regenerador según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la sección del miembro interno, paralela al plano de la sección libre del recinto del regenerador, ocupa como máximo el 5 % de la superficie de dicha sección libre de paso.
7. Regenerador según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** las placas de dos etapas adyacentes están separadas.
8. Regenerador según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el miembro interno tiene una altura de 30 a 50 cm y porque la inclinación de cada placa con respecto a un plano horizontal está comprendida entre 30 y 60°.
9. Regenerador según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la inclinación de cada placa con respecto a un plano horizontal está comprendida entre 35 y 55°.
10. Regenerador según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la inclinación de cada placa con respecto a un plano horizontal está comprendida entre 40 y 50°, o incluso 45°.
11. Regenerador según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** el miembro interno está compuesto por uno o más elementos unitarios, cada uno de los cuales está compuesto por una o más etapas de placas inclinadas, paralelas entre sí en la misma etapa, y cuya dirección de inclinación varía de una etapa a la otra.
12. Regenerador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** el miembro interno está compuesto por uno o más elementos unitarios, estando cada elemento compuesto por una o más etapas de placas inclinadas, estando compuesta cada etapa por placas entrecruzadas.
13. Procedimiento de separación de una mezcla de gases y partículas sólidas de un regenerador de una unidad de craqueo catalítico, donde dicho regenerador comprende un recinto, cuya primera parte está ocupada por un lecho fluidizado denso de partículas de catalizador y una segunda parte, dispuesta sobre la primera parte, que está ocupada por un lecho fluidizado de baja densidad de partículas de catalizador en relación con el lecho denso, en el que los gases y sólidos del lecho de baja densidad pasan a través de un miembro interno ubicado dentro del recinto del regenerador, y se recogen en la salida del recinto por al menos un ciclón de separación ubicado fuera de dicho recinto, en el que las partículas sólidas recuperadas por el o los ciclones externos se reenvían al interior del recinto, debajo del miembro interno, sin cruzar este último, y

en el que dicho miembro interno recubre por proyección en el plano de la sección del recinto del regenerador al menos el 80 % de dicha sección libre del recinto del regenerador, estando compuesto dicho miembro interno por uno o más elementos unitarios, estando cada elemento unitario compuesto por una o más etapas de placas inclinadas.

5 14. Procedimiento de separación de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** cada etapa de las placas inclinadas de un elemento unitario está compuesta de placas entrecruzadas.

15. Procedimiento de separación según la reivindicación 13, **caracterizado porque** cada elemento unitario del miembro interno está compuesto por una o más etapas de placas inclinadas, paralelas entre sí en una misma etapa, y cuya dirección de inclinación varía de una etapa a otra.

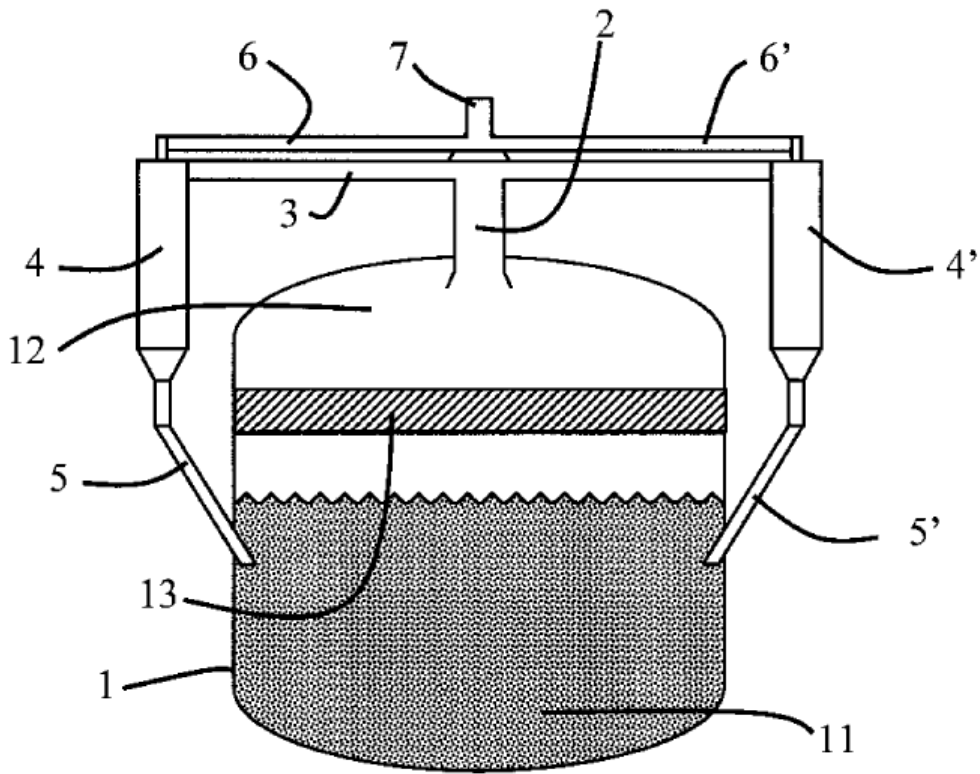


Figura 1

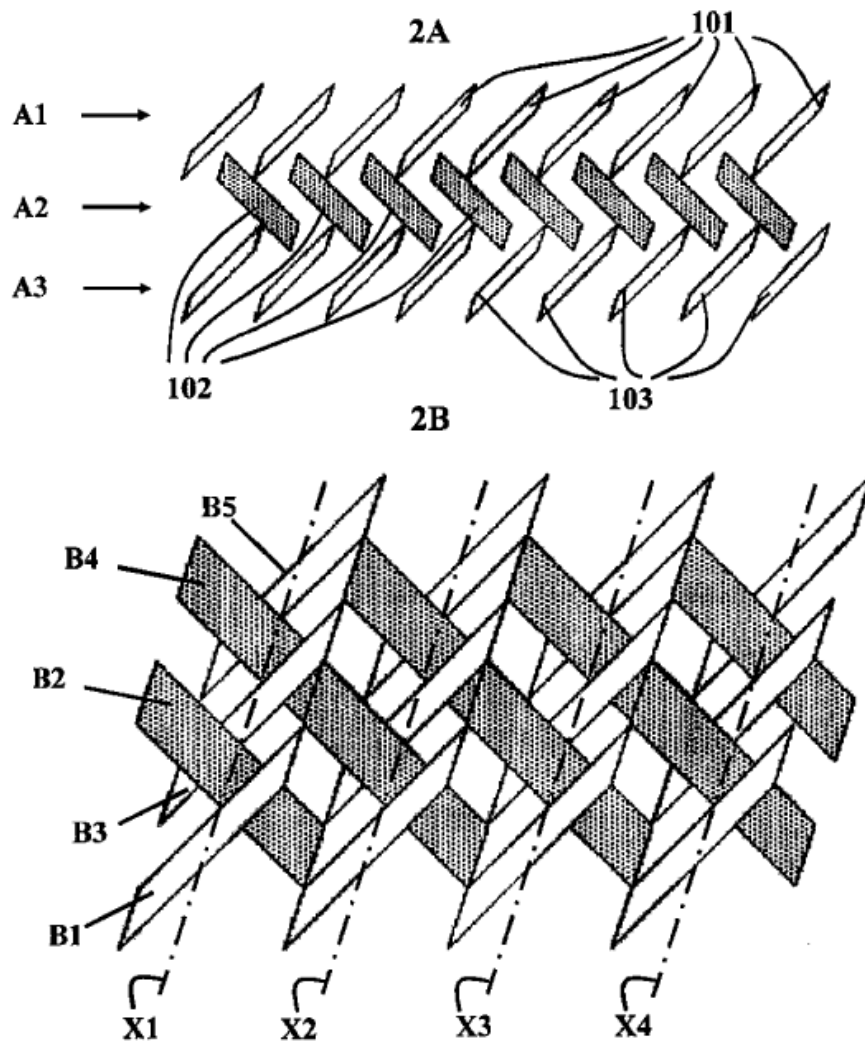
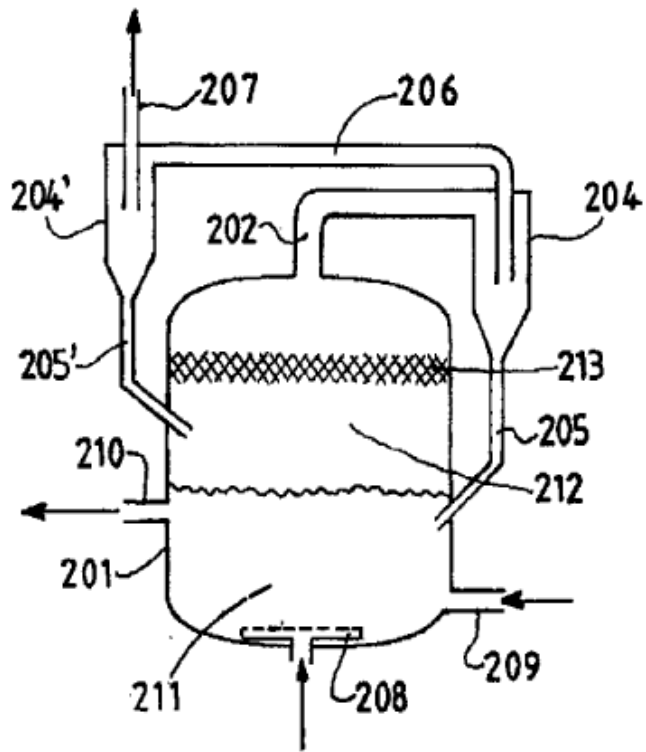


Figura 2



AIRE

Figura 3