

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 451**

51 Int. Cl.:

B01J 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2017 PCT/EP2017/078133**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2018 WO18091284**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2017 E 17794945 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024 EP 3541504**

54 Título: **Reactor catalítico de múltiples lechos que comprende un dispositivo de mezclado**

30 Prioridad:

**16.11.2016 IN 201611039109
04.01.2017 DK PA201700007**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.10.2024

73 Titular/es:

**TOPSOE A/S (100.0%)
Haldor Topsøes Allé 1
2800 Kgs. Lyngby, DK**

72 Inventor/es:

**HOLM-CHRISTENSEN, OLAV;
MANOHARAN, KARTHIK GOPAL;
RISBJERG JARLKOV, KLAUS y
BRIX, JACOB**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 984 451 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 catalítico de múltiples lechos que comprende un dispositivo de mezclado

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un reactor que comprende un dispositivo de mezclado, específicamente un reactor de hidrogenación de múltiples lechos. Específicamente, el dispositivo de mezclado es para uso en reactores catalíticos de flujo descendente que incluyen lechos empaquetados superpuestos verticalmente de material catalítico particulado en donde se procesa un líquido, una mezcla de líquido y gas o vapor a medida que fluye hacia abajo a través de los lechos empaquetados. Este tipo de reactor se usa en las industrias del 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 compuestos aromáticos (hidrodesaromatización - HDA), eliminación de metales (hidrodesmetalización - HDM), conversión de oxígeno (hidrodesoxigenación - HDO) e hidrocrackeo (HC).

Antecedentes de la invención

15 El hidrocrackeo es un proceso para convertir fracciones de petróleo pesado en fracciones de petróleo ligero. El hidrogenación tiene lugar en un reactor catalítico de hidrogenación que es el elemento clave de una unidad de hidrogenación. Los reactores catalíticos de hidrogenación pueden tener lechos catalíticos únicos o múltiples. Cuál de las opciones se seleccionará para un reactor particular depende de la cantidad de catalizador que se requiera para la conversión de la alimentación en el producto con las propiedades deseadas. La mayoría de las reacciones de hidrogenación son exotérmicas y se desarrolla calor a medida que la alimentación pasa a través del lecho de catalizador. Con el fin de no exponer el catalizador a temperaturas más altas que las requeridas, y por consiguiente acelerar la desactivación del catalizador, el volumen requerido de catalizador se divide en varios lechos con zonas de enfriamiento (secciones de enfriamiento rápido) instaladas entre los lechos. El enfriamiento se logra mediante la introducción de gas hidrógeno frío a través de la "tubería de enfriamiento rápido". Además del enfriamiento, la zona de enfriamiento rápido debe lograr uniformidad espacial de especies/temperaturas de la fase líquida que sale de la sección al lecho inferior. Para ello, en la sección está instalada una cámara de mezclado.

25 Después de la fase de enfriamiento y mezclado, el fluido debe distribuirse uniformemente sobre el catalizador del lecho inferior. Para ello, se instalan bandejas de distribución por debajo de la cámara de mezclado y por encima del catalizador del lecho inferior. Para conseguir la máxima calidad de distribución, debe garantizarse que las bandejas distribuidoras funcionen dentro de sus propios límites de sensibilidad. Las bandejas distribuidoras pueden funcionar según se requiera siempre que la profundidad del líquido en la bandeja no sea más de 10 mm diferente de un extremo a otro de la bandeja. Por lo tanto, los parámetros de flujo del fluido que sale de la cámara de mezclado se cambian a menudo por diferentes medios y se llevan a los valores requeridos para el mejor rendimiento de la bandeja distribuidora.

35 Como puede observarse a partir de las descripciones anteriores, la organización actual de la sección de enfriamiento rápido consiste en: tubería de enfriamiento rápido, cámara de mezclado, placa de salpicaduras, bandeja cortada rugosa (opcional) y bandeja distribuidora. En algunos enfoques, la rejilla de soporte del catalizador, que sostiene el catalizador del lecho superior, así como las vigas de soporte de la rejilla del catalizador, se consideran como parte de la sección de enfriamiento rápido.

Estos elementos ocupan mucho espacio del reactor por su propio volumen, así como el volumen libre entre elementos requerido para proporcionar acceso a cada uno de los elementos con el propósito de instalación, desinstalación, mantenimiento y limpieza de los elementos.

40 La altura de la sección de enfriamiento rápido es la distancia desde el catalizador del lecho inferior hasta el catalizador del lecho por encima. El volumen ocupado por la sección de enfriamiento rápido es el volumen del reactor inactivo y la disminución de este volumen es primordial si ha de lograrse un aumento del volumen del reactor activo. El espacio ahorrado por la disminución de la altura de la sección de enfriamiento rápido puede usarse para cargar el catalizador adicional (reforma) o la reducción de la altura total del reactor (nuevos reactores).

45 Los mezcladores de la técnica conocida proponen una solución al problema del mezclado eficaz y los requisitos de espacio para el mezclador. El documento US 8017095 divulga medios para proporcionar mezclado de gas y fluidos en un espacio entre lechos limitado en altura de un reactor catalítico sin aumentar la caída de presión. En particular, el dispositivo mejora la eficacia de un volumen de mezclado existente en el mezclado de la fase gaseosa y la fase líquida de sistemas bifásicos. Según el documento US 8017095, el dispositivo de mezclado ayuda a crear un flujo altamente arqueado en los efluentes entrantes y un alto grado de mezclado dentro de un espacio entre lechos limitado de un reactor catalítico.

55 Debido a los requisitos de instalación, desinstalación y mantenimiento, así como de limpieza de todos los elementos de la sección de enfriamiento rápido, es crucial proporcionar suficiente espacio para el acceso completo a cualquiera de los elementos. Para minimizar la complejidad del trabajo en el reactor, es necesario permitir la apertura/cierre conveniente y rápido de todas las vías de acceso de todos los elementos de la sección.

El documento US2015328610 divulga un dispositivo de mezclado montado entre dos lechos de catalizador en un

reactor catalítico de múltiples lechos con una forma cilíndrica. El dispositivo de mezclado tiene un borde exterior circular que corresponde a la pared interior del reactor, e incluye una sección de recogida para recoger fluido de un lecho catalítico corriente arriba, una sección de mezclado para mezclar el fluido recogido y una sección de descarga para descargar el fluido mezclado a un lecho catalítico corriente abajo. La sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas fuera del centro de la sección transversal circular del reactor.

El documento US3480407 divulga un aparato para el procesamiento de fluidos en una serie de zonas adaptadas para recibir fluido adicional en el espacio entre zonas, mezclar ese fluido con fluido parcialmente procesado de la zona precedente en una operación de mezclado de dos etapas y redistribuir el fluido a la zona siguiente. Se muestra específicamente un reactor catalítico de múltiples zonas en fase gaseosa para la producción de metanol a partir de monóxido de carbono e hidrógeno. El reactor, diseñado para un estrecho control de temperatura, está provisto de puertos especiales para la introducción de nuevos gases en el espacio entre zonas, un deflector en este espacio para proporcionar mezclado adicional de los nuevos gases y los gases parcialmente reaccionados de la zona de catalizador anterior, y una serie de dos placas de distribución para redistribuir los gases íntimamente mezclados en la zona de catalizador siguiente.

El documento US5554346 divulga componentes internos para un reactor de flujo descendente vertical que incluyen un conducto de extremo cerrado que tiene un deflector interno y ranuras de salida longitudinales próximas a su extremo cerrado para la introducción simétrica de fluido de enfriamiento rápido en una zona de enfriamiento rápido. Una configuración de mezclado entre zonas está en comunicación vertical con el fondo de la zona de enfriamiento rápido. Una bandeja colectora inclinada hacia dentro tiene una abertura concéntrica con el eje vertical del recipiente del reactor. Se proporciona un dispositivo de mezclado para mezclar los componentes de líquido y vapor que entran desde arriba de la bandeja colectora y transportar el vapor y el líquido mezclados hacia abajo a través de la abertura. Están situados deflectores de flujo inmediatamente por debajo de la abertura de la bandeja colectora para dirigir el flujo de líquido hacia la línea central axial del reactor. Una cubeta colectora está situada por debajo y en alineación axial con la bandeja colectora para capturar y retener el líquido. Se proporciona un faldón que se extiende hacia abajo acampanado radialmente hacia fuera para dispersar el líquido que fluye desde la cubeta colectora hacia las paredes del reactor. Se proporciona un aliviadero en espiral vertical continuo en la superficie de la bandeja colectora para añadir tiempo de residencia al líquido en la bandeja para mezclar el líquido sobre la misma.

El documento US2013064740 divulga un dispositivo de mezclado de tipo vórtice para un reactor de hidroprocesamiento de flujo descendente. En particular, el dispositivo mejora la eficacia de un volumen de mezclado existente en el mezclado de la fase gaseosa y la fase líquida de sistemas bifásicos. Según la presente invención, el dispositivo de mezclado ayuda a crear un flujo altamente arqueado en los efluentes entrantes y un alto grado de mezclado dentro de un espacio entre lechos limitado de un reactor de hidroprocesamiento.

El documento WO2014194938 divulga un dispositivo de mezclado montado entre dos lechos de catalizador en un reactor catalítico de múltiples lechos con una forma cilíndrica. El dispositivo de mezclado tiene un borde exterior circular que corresponde a la pared interior del reactor, e incluye una sección de recogida para recoger fluido de un lecho catalítico corriente arriba, una sección de mezclado para mezclar el fluido recogido, y una sección de descarga para descargar el fluido mezclado a un lecho catalítico corriente abajo. La sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas fuera del centro de la sección transversal circular del reactor.

Sin embargo, existe la necesidad de un dispositivo de mezclado incluso más eficaz, especialmente en situaciones donde el fluido comprende fases tanto líquida como gaseosa que desafían el mezclado debido a la influencia de las fuerzas centrífugas y gravitacionales.

Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar un mezclador eficiente mejorado que todavía ocupe menos espacio de reactor, especialmente de manera vertical, que los mezcladores conocidos y que se mezcle eficazmente con una caída de presión limitada.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un mezclado y una redistribución de alta eficiencia al tiempo que ocupa un volumen mínimo del reactor y provoca una pérdida de presión limitada y cumple adicionalmente todos los demás requisitos enumerados anteriormente relacionados con la instalación, el mantenimiento y la limpieza.

El nuevo reactor de múltiples lechos con una forma cilíndrica según la reivindicación 1 de la invención comprende un dispositivo de mezclado para mezclar fluidos, el dispositivo de mezclado está montado entre dos lechos de catalizador en el reactor catalítico de múltiples lechos. El dispositivo de mezclado tiene un borde exterior circular que corresponde a la pared interior del reactor. El borde exterior del dispositivo de mezclado puede ser o bien una parte integrada de la pared del reactor de manera que la pared del reactor proporcione la pared exterior del mezclador o bien puede ser una pared independiente del reactor conectada al reactor o colocada adyacente al lado interior de la pared del reactor. El dispositivo de mezclado comprende: medios de recogida dispuestos en una sección de recogida para recoger fluido de un lecho catalítico corriente arriba, medios de mezclado dispuestos en una sección de mezclado para mezclar el fluido recogido y medios de descarga dispuestos en una sección de descarga para descargar el fluido mezclado a un lecho catalítico aguas abajo. La sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas

fuera del centro de la sección transversal circular del reactor. De esta manera, el centro del mezclador es un espacio libre que puede usarse para el servicio y mantenimiento de las partes internas del reactor y el propio mezclador, pero aun así se garantiza un área y distancia grandes para un mezclado eficaz, ya que el área y la distancia circunferencial más grandes de la sección transversal del reactor es el área fuera del centro del área de la sección transversal (círculo) del reactor y, por lo tanto, del mezclador. Por lo tanto, el dispositivo de mezclado tiene forma de rosquilla y la sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas en la parte exterior, el anillo de la rosquilla, mientras que la parte central es espacio libre. Además, los medios de mezclado comprenden no sólo un paso extendido para mezclar los fluidos, sino también paletas de guía y rampas de guía. Las paletas de guía así como las rampas guía tienen cada una un primer y un segundo extremo y están montadas al menos dentro de la sección de mezclado para un mezclado minucioso y más eficiente de los fluidos, especialmente el mezclado de fluido líquido con fluidos gaseosos. Sin las rampas de guía y las paletas de guía, los fluidos líquidos y gaseosos pueden ser difíciles de mezclar de manera homogénea debido a las fuerzas centrífugas que tienden a forzar a los fluidos líquidos más pesados a la parte exterior radial de la sección de mezclado en forma de arco circular. Las paletas y rampas de guía fuerzan al fluido líquido a desplazarse hacia dentro y hacia arriba en la sección de mezclado, contra las fuerzas centrífuga y de la gravedad.

El suelo de la sección de mezclado, es decir, la pared de la sección de mezclado que está en la parte verticalmente inferior de la sección de mezclado, comprende paletas de guía.

La pared radialmente exterior de la sección de mezclado comprende rampas de guía.

Debido a las fuerzas centrífugas y gravitacionales, la parte inferior y exterior de la sección de mezclado en forma de arco circular es donde los fluidos líquidos pesados relativos tienen una tendencia a depositarse. Por lo tanto, las paletas de guía y las rampas de guía tendrán el mayor efecto de mezclado para los fluidos en el dispositivo de mezclado cuando se encuentran en el suelo y la pared exterior de la sección de mezclado.

En una realización adicional de la invención, el techo, es decir, la pared verticalmente superior de la cámara de mezclado, comprende paletas de guía.

En la invención, las paletas de guía tienen una progresión hacia dentro cuando se observan en la dirección del flujo desde la sección de recogida hasta la sección de descarga. Por consiguiente, cuando el fluido fluye en un movimiento circular desde la sección de recogida, a través de la sección de mezclado y hasta la sección de descarga, las paletas de guía guiarán una parte de especialmente la parte líquida relativamente pesada del fluido en un movimiento en espiral hacia dentro hacia el centro del reactor y, de ese modo, contrarrestarán la tendencia del líquido a moverse hacia el perímetro exterior del mezclador circular. De manera correspondiente, en la invención, las rampas de guía tienen una progresión hacia arriba cuando se observan en la dirección del flujo desde la sección de recogida hasta la sección de descarga, que guía especialmente la parte líquida relativamente pesada del fluido en un movimiento en espiral hacia arriba en el dispositivo de mezclado, contrarrestando las fuerzas gravitacionales e induciendo turbulencia y mezclado mejorado. El mezclado mejorado es un compromiso a costa de una caída de presión aumentada en el dispositivo de mezclado. Para evitar una caída de presión demasiado grande, dicha progresión hacia dentro y hacia arriba con respecto a la longitud de las paletas de guía es menor que 1 a 2. Esto significa que, cuando una paleta o rampa de guía tiene, por ejemplo, 2 metros de longitud, su progresión hacia dentro o hacia arriba será menor de 1 metro. En una realización adicional de la invención, la pérdida de presión también se considera como que la altura de las paletas de guía es menor que un tercio de la altura de la sección transversal de la sección de mezclado y la altura de las rampas de guía es menor que un tercio de la anchura de la sección transversal de la sección de mezclado.

En una realización de la invención, se consideran el peso y el coste del material y se equilibran con la resistencia estructural del dispositivo de mezclado, ya que las paletas de guía y las rampas de guía están hechas de material de placa y el grosor de la placa está entre 0,25 mm y 4 mm. También se considera conformar las paletas y rampas en una curva ligera, que es más fuerte y más rígida con respecto a paletas y rampas con una forma de línea recta. Para mejorar la función de mezclado de las paletas de guía, el primer extremo de estas, cuando se observa en la dirección de flujo del fluido, puede disponerse adyacente o en contacto con la pared exterior de la sección de mezclado, mientras que el segundo extremo de las paletas de guía puede disponerse adyacente o en contacto con la pared interior de la sección de mezclado. Asimismo, el primer extremo de las rampas de guía puede estar dispuesto adyacente al suelo de la sección de mezclado, mientras que el segundo extremo de las paletas de guía puede estar dispuesto adyacente al techo de la sección de mezclado. El número de paletas de guía y rampas de guía puede ser de 2 a 200, equilibrando la producción, los costes de material y la pérdida de presión con un mezclado mejorado. Considerando los parámetros del proceso y la composición del fluido, generalmente un mayor número de paletas proporciona un mezclado más eficiente, pero aumenta la caída de presión.

En una realización de la invención, la sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas fuera del centro un tercio del área de sección transversal circular del reactor, preferiblemente fuera de la mitad central del área de sección transversal circular del reactor. Por consiguiente, se dispone de una gran área y una gran distancia para el mezclador con respecto a su altura, pero también se garantiza un gran espacio central libre para el servicio y el mantenimiento.

En una realización de la invención descrita anteriormente, el dispositivo de mezclado está construido de manera que

los medios de recogida, los medios de mezclado y los medios de descarga comprenden canales que comprenden paredes divisorias de arco circular que dividen horizontalmente una sección de otra sección o que dividen una sección del centro de la sección transversal circular del reactor. El cuerpo principal del mezclador tiene forma de rosquilla y está dividido por las paredes divisorias de arco circular, que forman sustancialmente una espiral (que gira hacia dentro) que divide el mezclador en tres secciones conectadas: sección de recogida, mezclado y descarga. El efluente gaseoso y líquido del lecho catalítico por encima del mezclador se recoge en la parte superior del mezclador y se dirige al canal de recogida colocado en el diámetro máximo del reactor/mezclador. El líquido y el gas recogidos se dirigen hacia una abertura que conecta la cámara de recogida y mezclado. Después de que el gas y el líquido entren en el canal de mezclado, estos se desplazan/giran en el mezclador en un movimiento de arco circular antes de entrar en el canal de descarga. El líquido y el gas se descargan del mezclador a través de la abertura diseñada para este fin. La dirección de descarga para la fase gaseosa y líquida es hacia el centro del reactor. El perfil de presión uniforme por encima de la bandeja distribuidora conseguido por el patrón de flujo controlado del gas y el líquido que salen del mezclador contribuye a la vivacidad uniforme del líquido sobre la bandeja distribuidora que, por consiguiente, tiene una distribución uniforme de gas y líquido al catalizador en el lecho por debajo de la bandeja.

En una realización de la invención, los medios de recogida del dispositivo de mezclado tienen una entrada para recoger el fluido del lecho catalítico corriente arriba. Y en una realización adicional, el dispositivo de mezclado comprende además una entrada de enfriamiento rápido para añadir un fluido de enfriamiento rápido al fluido recogido, estando dispuesta dicha entrada de enfriamiento rápido en la sección de recogida. En una realización, la entrada de enfriamiento rápido puede ser un tubo de gas que está ubicado aproximadamente a 180° desde la abertura del canal de recogida. El tubo de gas de enfriamiento rápido puede insertarse en el canal de recogida y, por ejemplo, puede introducirse gas hidrógeno frío directamente en el mezclador. No se requiere un anillo de enfriamiento rápido.

En una realización adicional de este primer aspecto de la invención, la sección de recogida está dispuesta en un área de sección transversal exterior generalmente circular del reactor con respecto a la sección de mezclado y la sección de mezclado está dispuesta en un área de sección transversal exterior generalmente circular del reactor con respecto a la sección de descarga. Como anteriormente, el área activa del mezclador, la recogida, el mezclado y la descarga está colocada en la parte exterior del área circular donde la distancia circunferencial es la mayor, garantizando una trayectoria de flujo larga, de modo que es posible un mezclado e incluso una descarga eficientes incluso con una pérdida de presión baja y al mismo tiempo dejando la parte central del mezclador libre para actividades de inspección y servicio, que es todo un objeto principal y una ventaja de la invención.

En una realización particular de la invención, la sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas cada una en al menos un sector de 120° del área de sección transversal generalmente circular del reactor. Los al menos 120° garantizan que cada uno de los tres procesos se realice de manera eficaz en una trayectoria larga. Las tres trayectorias no son necesariamente de igual longitud, particularmente la sección de mezclado puede disponerse ventajosamente en más de un sector de 120° para garantizar un mezclado eficaz con una pequeña cantidad de pérdida de presión y la sección de descarga puede disponerse ventajosamente en aproximadamente 360° para garantizar una descarga uniforme del fluido en todo el círculo del mezclador.

El fluido del reactor y el mezclador pueden comprender tanto fase gaseosa, fase líquida como fase de vapor. En una realización de la invención, el mezclado uniforme se mejora adicionalmente construyendo el mezclador de modo que los medios de descarga comprendan una pared divisoria de arco circular interior que proporciona un borde de derrame para una fase líquida del fluido. Esto tiene el efecto de que tanto la fase gaseosa como la fase líquida se distribuyen uniformemente a lo largo de todo el círculo del mezclador y toda el área de la sección transversal del reactor. En otra realización de la invención, puede haber en cambio tanto un borde de derrame exterior o como en una realización adicional de la invención, tanto un borde de derrame interior como uno exterior para una distribución uniforme de la fase líquida del fluido.

Para optimizar la construcción del reactor y el uno o más mezcladores dentro, el uno o más dispositivos de mezclado pueden formar una parte integrada de un soporte de lecho de catalizador del reactor. Esto tiene la ventaja de que la altura de construcción de toda la construcción puede reducirse en comparación con construcciones separadas de mezclador y soportes. Además, puede reducirse el coste material de la construcción. Por consiguiente, en una realización de la invención, el dispositivo de mezclado tiene una altura de menos de 1 m, preferiblemente menos de 0,5 m con respecto a la dirección axial del reactor.

Como ejemplo, se describe un método de mezclado de un fluido que fluye dentro de un reactor catalítico entre un lecho de catalizador superior y un lecho de catalizador inferior del reactor. En una primera etapa del proceso, el área de la sección transversal del flujo de fluido desde el lecho de catalizador superior se restringe a una sección de recogida dispuesta en un área de la sección transversal del reactor en el tercio radialmente exterior de un sector de 120° - 360° del área de la sección transversal generalmente circular del reactor para recoger el fluido. Esto se realiza evitando que el fluido fluya hacia abajo en el centro del área de la sección transversal, por ejemplo, mediante una placa colocada en el centro del área de la sección transversal.

El fluido recogido se guía entonces por el dispositivo de mezclado para que fluya en una dirección tangencial en la parte exterior del mezclador circular, en la sección de mezclado. En una realización adicional de la invención, el fluido puede guiarse para que fluya en dos direcciones tangenciales y el fluido puede comenzar a fluir en una o dos

direcciones tangenciales desde una entrada del mezclador o desde una pluralidad de entradas del mezclador.

5 El fluido está fluyendo en un movimiento circular en la sección de mezclado y, mientras lo hace, el fluido se mezcla para convertirse en un fluido homogéneo con respecto al contenido, vapor, temperatura y velocidad. Se consigue un mezclado eficaz porque el fluido está fluyendo en la parte exterior de la sección transversal circular del mezclador donde la distancia de mezclado, la circunferencia, es la más larga. Además, el mezclado se mejora mediante paletas de guía o rampas de guía o tanto paletas de guía como rampas de guía comprendidas en el dispositivo de mezclado como se describió anteriormente. No hay mezclado en la parte central del dispositivo de mezclado, es decir, dispuesta fuera del centro de la sección transversal circular del reactor, esto se deja abierto como espacio libre.

10 Después de que el fluido se haya mezclado, fluye adicionalmente a la sección de descarga del dispositivo de mezclado, donde se descarga al lecho de catalizador inferior mientras que al menos una parte del mismo está fluyendo en al menos una dirección tangencial. Además, la sección de descarga está dispuesta fuera del centro de la sección transversal circular del reactor, por lo que también la descarga puede realizarse homogéneamente como un flujo pistón ya que se realiza a lo largo de una distancia circunferencial larga.

15 Mientras el flujo de descarga del fluido se mueve tangencialmente en un movimiento circular, también se mueve radialmente hacia dentro, radialmente hacia fuera o tanto radialmente hacia dentro como hacia fuera mientras fluye desde la sección de descarga hacia el lecho de catalizador por debajo. La sección de descarga puede incluir al menos un borde de derrame que forma un borde sobre el que puede fluir/derramarse una fase líquida, formando gotitas que se mezclan con la fase gaseosa que se descarga desde el dispositivo de mezclado y que forman un flujo pistón. El borde de derrame ayuda a garantizar una descarga homogénea de la fase líquida del dispositivo de mezclado.

20 En el método descrito anteriormente de mezclado de fluido que fluye dentro de un reactor catalítico, el fluido puede comprender una fase gaseosa y una fase líquida y posiblemente una fase de vapor.

25 En un ejemplo del método de mezclado de fluido que fluye dentro de un reactor catalítico, el fluido se mueve en una dirección axialmente hacia abajo con respecto al reactor cuando fluye desde la sección de recogida hasta la sección de descarga. Por lo tanto, el fluido realiza un movimiento en espiral hacia abajo cuando fluye desde la sección de recogida hasta la sección de mezclado y además hasta la sección de descarga.

En otro ejemplo de un método de mezclado de fluido que fluye dentro de un reactor catalítico, el fluido se mueve en una dirección radialmente hacia dentro con respecto al reactor cuando fluye desde la sección de recogida hasta la sección de descarga. Por lo tanto, el fluido realiza un movimiento en espiral circular hacia dentro cuando fluye desde la sección de recogida hasta la sección de mezclado y además hasta la sección de descarga.

30 En otro ejemplo adicional del método descrito, el fluido puede fluir en una combinación de los dos movimientos descritos, es decir, en un movimiento en espiral circular hacia dentro y hacia abajo cuando fluye desde la sección de recogida, hasta la sección de mezclado y además hasta la sección de descarga del dispositivo de mezclado.

35 En un ejemplo adicional, el reactor catalítico de múltiples lechos con una forma cilíndrica y que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, se usa para la conversión de azufre y nitrógeno (HDS/HDN), hidrogenación de olefinas y compuestos aromáticos, eliminación de metales, conversión de oxígeno e hidrocrackeo.

Breve descripción de los dibujos

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

40 La figura 1 muestra una vista superior isométrica del dispositivo de mezclado en un reactor catalítico de múltiples lechos (no mostrado) según una realización de la invención,

la figura 2 muestra una vista en corte diametral de una parte del dispositivo de mezclado en un reactor catalítico de múltiples lechos (no mostrado) según una realización de la invención, y

45 la figura 3 muestra una vista en corte isométrica abierta desde arriba, diametral del dispositivo de mezclado en un reactor catalítico de múltiples lechos (no mostrado) según una realización de la invención.

Números de posición

- 01. Dispositivo de mezclado.
- 02. Borde exterior circular.
- 03. Sección de mezclado.
- 50 04. Sección de descarga.

- 05. Centro de la sección transversal circular del reactor
- 06. Canales.
- 07. Paredes divisorias de arco circular.
- 08. Borde de derrame.
- 5 09. Paletas de guía.
- 10. Rampas de guía.

Descripción de los dibujos

A continuación se explicarán con más detalle varias realizaciones de la invención con referencia a los dibujos.

10 La vista isométrica presentada en la figura 1 muestra una vista superior/lateral del dispositivo de mezclado 01 comprendido entre lechos catalíticos en un reactor catalítico de múltiples lechos (no mostrado). El dispositivo de mezclado tiene una forma circular para corresponder con la pared circular interna del reactor cilíndrico en donde va a instalarse el dispositivo de mezclado. En particular, el borde exterior 02 del dispositivo de mezclado es circular. El borde exterior coincide con la pared interior del reactor. La pared del reactor puede formar la pared exterior del dispositivo de mezclado o, como en la realización mostrada en la figura 1, el dispositivo de mezclado presenta una pared exterior por sí mismo. El hueco menor entre el borde exterior y la pared del reactor puede sellarse, por ejemplo, mediante soldadura. La sección de recogida está formada entre la pared exterior del dispositivo de mezclado y una pared 07 divisoria de arco circular. Aquí se recoge el fluido que fluye desde el lecho de catalizador por encima (no mostrado). El fluido puede fluir solamente al siguiente lecho catalítico subyacente a través de la entrada y además a la sección de recogida cuando el resto del área de la sección transversal está bloqueada, por ejemplo, por una placa central (no mostrada). En una realización de la invención, puede colocarse una entrada de enfriamiento rápido (no mostrada) en la sección de recogida para añadir fluido de enfriamiento rápido a la corriente de fluido.

25 La sección de mezclado 03 está formada en el mismo nivel horizontal y en la extensión de la sección de recogida. Por lo tanto, el fluido fluye directamente desde la sección de recogida y además hacia la sección de mezclado en el mismo canal circular 06. El mezclado del gas y tal vez el líquido y el vapor tiene lugar en el canal de mezclado a medida que se desplaza en un arco circular en casi el diámetro máximo del dispositivo de mezclado antes de entrar en la sección de descarga 04 a través de las aberturas de ranura en la pared. El mezclado en la sección de mezclado se mejora por medio de paletas de guía 09 y rampas de guía 10 como se muestra. Estas paletas son especialmente eficientes para levantar y guiar una fracción líquida relativamente pesada del fluido contra las fuerzas de la gravedad y las fuerzas centrífugas que de lo contrario contrarrestan un mezclado homogéneo. En la sección de descarga, el gas mezclado y posiblemente el líquido y el vapor salen del mezclador en un flujo uniforme. Un borde de derrame 08 retiene un nivel uniforme de líquido en la sección de descarga y a través de los principios de elevación de vapor; el gas está elevando gotitas del líquido y las lleva fuera de la sección de recogida hacia la parte central del espacio abierto (que también es el centro de la sección transversal circular del reactor 05) del dispositivo de mezclado y además hacia el lecho de catalizador por debajo (no mostrado). La sección de descarga también puede construirse para permitir la descarga de fluido hacia el diámetro exterior del dispositivo de mezclado (no mostrado). Para igualar adicionalmente la distribución del fluido al lecho de catalizador por debajo, pueden instalarse bandejas de distribución como se conoce en la técnica (no mostradas) debajo del dispositivo de mezclado, por encima del lecho de catalizador corriente abajo.

40 En la figura 2 y la figura 3, las paletas de guía y las rampas de guía pueden observarse con más detalle. Como se observa, están hechas de material de placa relativamente delgada. El grosor de la placa se hace lo más delgado posible teniendo en cuenta la resistencia estructural necesaria. La forma ligeramente curvada de las paletas proporciona resistencia estructural adicional. Las paletas de guía tienen una progresión hacia dentro ya que el primer extremo de las paletas de guía está dispuesto adyacente a la pared exterior de la sección de mezclado, mientras que el segundo extremo de las paletas de guía está ubicado más hacia dentro. Esta progresión hacia dentro de las paletas de guía contrarresta la tendencia, especialmente de la fracción líquida relativamente pesada del fluido de proceso, de buscar la periferia del dispositivo de mezclado circular. Asimismo, las rampas de guía tienen una progresión hacia arriba ya que el primer extremo de las rampas de guía está dispuesto adyacente al suelo del dispositivo de mezclado, mientras que el segundo extremo de las rampas de guía está dispuesto más hacia arriba hacia el techo del dispositivo de mezclado, dando especialmente a la fracción líquida relativamente pesada del fluido un movimiento hacia arriba, contrarrestando las fuerzas de la gravedad para mejorar un mezclado homogéneo para el fluido. Como puede observarse, las rampas y las paletas bloquean en todo momento sólo pequeñas fracciones de la sección transversal del canal de mezclado, dando sólo un efecto menor sobre la pérdida de presión en el canal.

Ejemplo

55 En un dispositivo de mezclado para un reactor catalítico de múltiples lechos, se disponen espirales (paletas de guía y rampas de guía) a lo largo del interior de la pared exterior y el suelo de la sección de mezclado del dispositivo de mezclado. 24 rampas de guía a lo largo de la pared exterior y 12 paletas de guía a lo largo del suelo, todas de 25 mm de altura, están dispuestas en el dispositivo de mezclado.

ES 2 984 451 T3

Las observaciones son:

- En la entrada al canal de la sección de mezclado, se observa la dispersión de la fase líquida del fluido debido a un flujo de entrada "desordenado".
- Además, dentro de la sección de mezclado, el líquido comienza pronto a distribuirse tanto cerca del techo como cerca del suelo de la sección de mezclado.
- Hacia el extremo de la sección de mezclado, aproximadamente 220° alrededor del círculo de la sección de mezclado, de nuevo una buena fracción de la fase líquida se distribuye a lo largo del área de sección transversal completa de la sección de mezclado, indicando una buena dispersión.
- Resultado: La fracción de líquido que queda atrapada en una concentración del 90-100 % se ha reducido desde el 35,8 % en un mezclador sin paletas de guía ni rampas de guía hasta el 6,8% en el presente caso con 24 rampas de guía y 12 paletas de guía.

REIVINDICACIONES

1. Reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado (01) montado entre dos lechos de catalizador en dicho reactor, dicho dispositivo de mezclado tiene un borde exterior circular (02) adaptado para encajar dentro de la pared interior del reactor, comprendiendo el dispositivo de mezclado;
- 5 medios de recogida dispuestos en una sección de recogida para recoger fluido de un lecho catalítico corriente arriba, medios de mezclado dispuestos en una sección de mezclado (03) que comprende un suelo, un techo y paredes interna y externa para mezclar el fluido recogido, y medios de descarga dispuestos en una sección de descarga (04) para descargar el fluido mezclado a un lecho catalítico corriente abajo;
- 10 en donde el dispositivo de mezclado tiene forma de rosquilla y la sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas fuera del centro de la sección transversal circular del reactor (05) y en donde dichos medios de mezclado comprenden paletas de guía (09) con un primer y un segundo extremo y rampas de guía (10) con un primer y un segundo extremo, y en donde la sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas fuera del centro un tercio del área de la sección transversal circular del reactor, preferiblemente fuera de la mitad central del área de la sección transversal circular del reactor, por lo que el centro del mezclador es espacio libre que puede usarse para el servicio y mantenimiento de las partes internas del reactor y el propio mezclador, y en donde el suelo de dicha sección de mezclado comprende paletas de guía, la pared exterior de dicha sección de mezclado comprende rampas de guía, dichas paletas de guía tienen una progresión hacia dentro cuando se observan en la dirección del flujo desde la sección de recogida hasta la sección de descarga y la progresión hacia dentro con respecto a la longitud de las paletas de guía es menor que 1 a 2 y dichas rampas de guía tienen una progresión hacia arriba cuando se observan en la dirección del flujo desde la sección de recogida hasta la sección de descarga y la progresión hacia arriba con respecto a la longitud de las paletas de guía es menor que 1 a 2.
- 15 2. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según la reivindicación 1, en donde el techo de dicha sección de mezclado comprende paletas de guía.
- 25 3. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas paletas de guía tienen una altura que es menor que un tercio de la anchura de la sección transversal de dicha sección de mezclado.
4. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas rampas de guía tienen una altura que es inferior a un tercio de la altura de sección transversal de dicha sección de mezclado.
- 30 5. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las paletas de guía y las rampas de guía están hechas de una placa con un grosor de entre 0,25 y 4 mm.
- 35 6. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer extremo de cada paleta de guía está dispuesto adyacente a la pared exterior de dicha sección de mezclado y el segundo extremo de cada paleta de guía está dispuesto adyacente a la pared interior de dicha sección de mezclado.
7. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer extremo de cada rampa de guía está dispuesto adyacente al suelo de dicha sección de mezclado y el segundo extremo de cada rampa de guía está dispuesto adyacente al techo de dicha sección de mezclado.
- 40 8. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el número de paletas de guía es de entre 2 y 200.
9. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el número de rampas de guía es de entre 2 y 200.
- 45 10. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el borde exterior de dicho dispositivo de mezclado es una parte integrada de la pared del reactor.
11. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los medios de recogida, los medios de mezclado y los medios de descarga comprenden canales (06) que comprenden paredes divisorias de arco circular (07) que dividen horizontalmente una sección de otra sección o que dividen una sección del centro de la sección transversal circular del reactor.
- 50

12. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de mezclado comprende además una entrada de enfriamiento rápido para añadir un fluido de enfriamiento rápido al fluido recogido, dicha entrada de enfriamiento rápido está dispuesta en la sección de recogida.
- 5 13. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección de recogida está dispuesta a un nivel axial corriente arriba del reactor con respecto a la sección de descarga.
14. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la sección de recogida está dispuesta en un área de sección transversal exterior generalmente circular del reactor con respecto a la sección de mezclado, y la sección de mezclado está dispuesta en un área de sección transversal exterior generalmente circular del reactor con respecto a la sección de descarga.
- 10 15. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección de recogida, la sección de mezclado y la sección de descarga están dispuestas cada una en al menos un sector de 120° del área de sección transversal generalmente circular del reactor.
- 15 16. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los medios de descarga comprenden paredes divisorias de arco circular interiores que proporcionan un borde de derrame (08) para una fase líquida del fluido.
- 20 17. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de mezclado forma una parte integrada de un soporte de lecho de catalizador del reactor.
- 25 18. Un reactor catalítico de múltiples lechos de forma cilíndrica que comprende un dispositivo de mezclado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de mezclado tiene una altura de menos de 1 m, preferiblemente menos de 0,5 m con respecto a la dirección axial del reactor.

Fig. 1/3

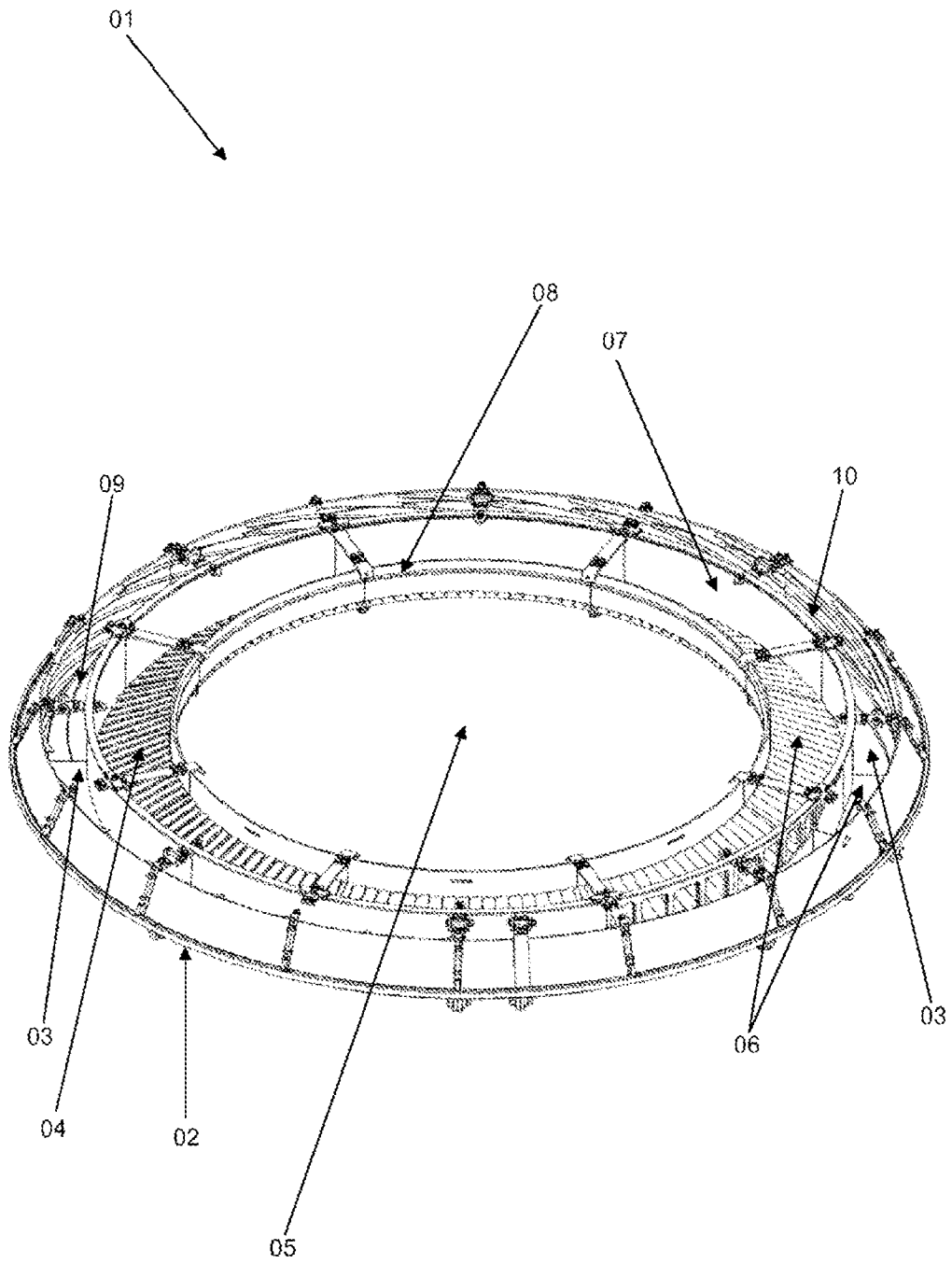


Fig. 2/3

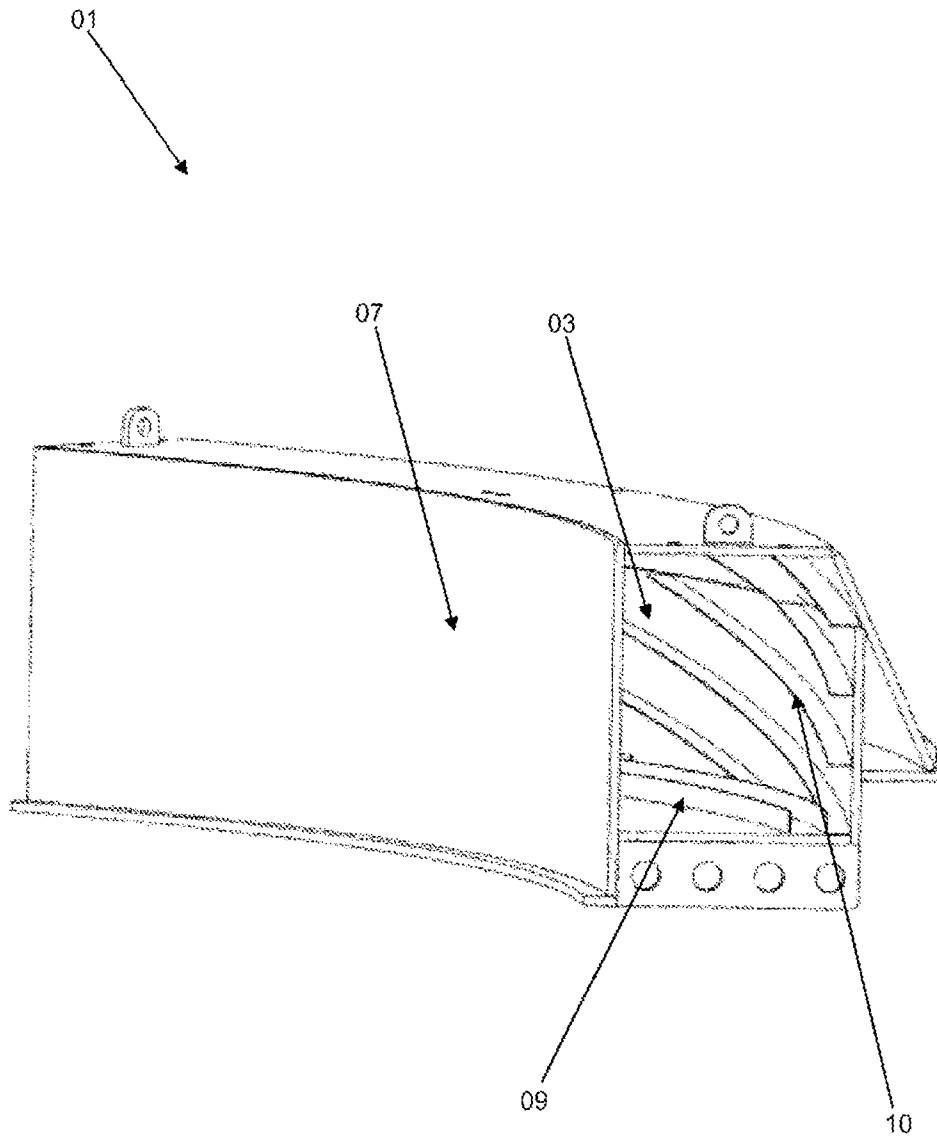


Fig. 3/3

