

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 936**

51 Int. Cl.:

B01J 8/18 (2006.01)

B01J 19/02 (2006.01)

B01J 8/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2015 PCT/EP2015/066891**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016088**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2015 E 15741201 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3174626**

54 Título: **Elemento para inyectar gas en un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado**

30 Prioridad:

28.07.2014 FR 1457252

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

30.04.2020

73 Titular/es:

**TOTAL RAFFINAGE CHIMIE (100.0%)
2 Place Jean Millier, La Défense 6
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

RABOIN, JEAN-CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 757 936 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

Elemento para inyectar gas en un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado

La invención se refiere a la inyección de gas, por ejemplo aire, en un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado (FCC).

5 El craqueo catalítico fluidizado es un proceso de refinación de petróleo que consiste en reducir el tamaño de las moléculas de hidrocarburos por acción de la temperatura en presencia de un catalizador sólido, por ejemplo, de alúmina. Este catalizador se mantiene en un estado fluidizado y circula continuamente dentro de la unidad de craqueo pasando de una zona de reacción a una zona de regeneración.

10 En la zona de reacción, la materia prima a tratar y el catalizador se introducen juntos en un reactor tubular sustancialmente vertical, que puede tener flujo ascendente, conocido habitualmente como reactor ascendente, o tener flujo descendente, conocido habitualmente como reactor descendente. La temperatura del reactor puede alcanzar varios cientos de grados centígrados, por ejemplo de 520°C a 550°C.

15 En la zona de regeneración, un regenerador comprende una cámara en la que se quema el coque depositado sobre el catalizador por el craqueo de la materia prima. Esta combustión del coque hace posible restaurar la actividad del catalizador y le proporciona la energía necesaria para calentar, vaporizar y craquear la materia prima suministrada en el reactor tubular.

20 La reacción de combustión del coque requiere un suministro de oxígeno. Este es proporcionado principalmente por aire. La combustión llevada a cabo dentro del regenerador puede ser completa o parcial, dependiendo de si todo el coque se quema o no. Esta reacción produce dióxido de carbono. El catalizador así regenerado se suministra a la entrada del reactor tubular.

La temperatura en el regenerador es del orden de 600°C a 700°C.

25 Existen sistemas de inyección de aire para proporcionar el aire necesario para la combustión del coque, que están diseñados para garantizar una fluidización relativamente uniforme y estable de un lecho de catalizador. Por ejemplo, se conoce un sistema de placa perforada que soporta la totalidad del área de flujo del lecho de catalizador. El aire presurizado atraviesa la placa perforada de abajo hacia arriba, pasando a través de las boquillas de inyección de la placa perforada.

30 Sin embargo, estas boquillas, hechas de aceros especiales, que tienen una resistencia a la abrasión mejorada, deben reemplazarse regularmente debido a una abrasión relativamente alta. La erosión del acero por el catalizador es capaz, de hecho, de provocar un fallo de las boquillas de inyección y/o, en particular, cuando el catalizador vuelve a entrar en las boquillas, una abrasión de las paredes internas de las boquillas o de una cavidad de inyección de aire aguas arriba de la placa, lo que comporta el riesgo de ser perjudicial para el rendimiento del regenerador.

35 Estas boquillas hechas de aceros especiales a veces se someten a un tratamiento superficial destinado a mejorar su resistencia a la erosión, por ejemplo, por un depósito de nitruro de titanio. Este depósito es generalmente del orden de varias decenas a varios cientos de μm . Sin embargo, aunque la erosión de dicho recubrimiento es lenta, teniendo en cuenta su dureza, se observa que cuando el recubrimiento se erosiona por completo, la erosión del metal de soporte es muy rápida y conduce a la destrucción de la boquilla.

40 Otro método, que permite depósitos de materiales resistentes a la erosión en espesores mayores que los descritos anteriormente, se describe en detalle en la solicitud de patente publicada CN101104814, que describe una boquilla compuesta que toma la forma de una sección de tubo cilíndrico, que comprende una porción de cerámica, una capa de transición y una porción de acero austenítico. La cerámica descrita es una alfa-alúmina. El proceso para fabricar la boquilla comprende (1) un primer depósito de una mezcla de alúmina y hierro para formar una capa de transición en la superficie interna de la sección del tubo cilíndrico, luego (2) un depósito de una cerámica tal como alúmina sobre un espesor de aproximadamente 3 a 10 mm por centrifugación en la capa de transición. Los inventores reivindican que se duplica la vida útil en una unidad de FCC a una temperatura de 800°C.

45 A pesar de las mejoras descritas en la bibliografía, existe la necesidad de un sistema para el cual el mantenimiento sea menos restrictivo.

El documento EP329494A1 describe un dispositivo de mezcla y dispersión en un reactor de lecho fluidizado hecho de un material cerámico altamente resistente al calor y a la abrasión, tal como el carburo de silicio, un compuesto de carburo de silicio y silicio y nitruro de silicio.

50 Se propone un elemento de inyección para un sistema de inyección de gas dentro de un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado. Este sistema de inyección comprende un soporte que define al menos un orificio, comprendiendo este soporte una pared que define al menos una porción de una cavidad y que tiene una primera cara destinada a estar en contacto con el gas contenido en esta cavidad, y comprendiendo el soporte una segunda cara, opuesta a la primera cara, destinada a estar en contacto con un lecho de catalizador fluidizado. Este elemento de

inyección define un pasaje de flujo y está dispuesto de manera que pueda unirse firmemente al soporte, en el orificio, de modo que el gas de la cavidad pueda circular a través del pasaje de flujo al lecho de catalizador fluidizado. Según la invención, este elemento de inyección está hecho de material cerámico según la reivindicación 1.

5 Dicho elemento de inyección, por ejemplo una boquilla de inyección, puede tener una resistencia relativamente alta a la abrasión causada por la corriente de catalizador que pasa en contacto con el elemento de inyección a través de un efecto de vórtice, de modo que este elemento de inyección puede reemplazarse con menos frecuencia que en la técnica anterior.

10 Además, las restricciones de diseño, en particular las restricciones vinculadas a la erosión inducida por las partículas de catalizador, pueden ser menos importantes que en la técnica anterior. Por lo tanto, es posible diseñar elementos de inyección de gas con una forma optimizada para permitir una mejor distribución del gas dentro del regenerador, lo que puede permitir mantener mejor la calidad del catalizador. En particular, el número y la intensidad de los puntos calientes dentro del regenerador podrán reducirse con respecto a la técnica anterior.

Además, el peso de este elemento de inyección puede ser inferior al peso de un elemento de inyección de acero del tipo conocido de la técnica anterior.

15 Además, el elemento de inyección puede diseñarse con un pasaje de flujo que ofrece una sección transversal efectiva más amplia que en la técnica anterior, de modo que se puede reducir el número de elementos de inyección y/o la presurización del gas en la cavidad.

20 Por lo tanto, una característica de la invención radica en el hecho de que el elemento de inyección está fabricado completamente de un material cerámico. El elemento de inyección está hecho de cerámica, al menos en lo que respecta a sus elementos principales, a los que pertenece un cuerpo cilíndrico hueco que define el pasaje de flujo para el gas.

Los materiales cerámicos tienen una dureza relativamente alta, es decir, una dureza de al menos 1400 N/mm² como la dureza Vickers. Preferiblemente, el material cerámico tiene una dureza superior a 2100 N/mm² o incluso mayor que 2500 N/mm².

25 Los materiales cerámicos han demostrado ser adecuados para las condiciones de uso de una unidad de FCC. En particular, estos materiales pueden tener buena resistencia a la corrosión y resistencia térmica.

Preferiblemente, el material cerámico puede seleccionarse de carburo de silicio SiC, carburo de boro B₄C, nitruro de silicio Si₃N₄, nitruro de aluminio AlN, nitruro de boro BN, alúmina Al₂O₃ o mezclas de los mismos. Preferiblemente, el material cerámico es carburo de silicio SiC.

30 Preferiblemente, el material cerámico es carburo de silicio SiC o comprende carburo de silicio SiC, preferiblemente en una cantidad mayoritaria, por ejemplo en un contenido del 60% al 99,9% en peso. El carburo de silicio tiene la ventaja de poseer buenas propiedades mecánicas y físicas a un costo de fabricación razonable.

35 El material cerámico comprende una matriz cerámica, por ejemplo seleccionada de carburo de silicio SiC, carburo de boro B₄C, nitruro de silicio Si₃N₄, nitruro de aluminio AlN, nitruro de boro BN, alúmina Al₂O₃ o mezclas de los mismos. En esta matriz cerámica se incorporan fibras, por ejemplo fibras de carbono, fibras cerámicas, una mezcla de estas fibras u otras fibras.

40 El material cerámico es entonces un material compuesto. Dicho material compuesto puede ser ventajoso para los elementos de inyección sometidos a esfuerzos de estiramiento y cizallamiento. En particular, las fibras pueden colocarse al azar (pseudoisotrópicamente) o anisotrópicamente. Estas fibras pueden representar del 0,1% al 10% en peso del material compuesto.

Las fibras de carbono pueden ser fibras de carbono con planos de grafito orientados a lo largo de la fibra.

Las fibras cerámicas pueden seleccionarse de fibras de alúmina cristalina, fibras de mullita (3Al₂O₃, 2SiO₂), fibras de carburo de silicio cristalinas o amorfas, fibras de circonia, fibras de sílice-alúmina, o mezclas de las mismas.

45 Por ejemplo, el material cerámico compuesto comprende una matriz de carburo de silicio SiC que comprende fibras del tipo mencionado anteriormente. Las fibras pueden ser, por ejemplo, fibras de carburo de silicio.

De manera ventajosa y no limitativa, los dispositivos según la invención están hechos preferiblemente de materiales CMC (CMC = compuesto de matriz cerámica), identificados en la presente memoria como dispositivos CMC. En otras palabras, el material compuesto mencionado anteriormente en la presente memoria puede ser un CMC.

Un método de preparación de estos dispositivos CMC se realiza preferiblemente de la siguiente manera:

50 1) Moldear un material cerámico fibroso eventualmente sobre un material de soporte que podría retirarse sin un esfuerzo excesivo, para obtener una forma fibrosa que pueda asimilarse a la columna vertebral del dispositivo final que se obtendrá, eventualmente en presencia de una primera resina.

2) Recubrir la forma obtenida en la etapa (1) con polvo cerámico finamente dividido y al menos una segunda resina, eventualmente en presencia de polvo de carbono finamente dividido, para obtener una forma recubierta.

3) Eventualmente repetir las etapas (1) y (2),

5 4) Calentar la forma recubierta de la etapa (2) o (3) bajo vacío y/o bajo atmósfera inerte para transformar las resinas de la etapa (1), (2) y eventualmente (3) en una estructura rica en carbono, esencialmente privada de otros elementos para obtener una forma recubierta rica en carbono,

5) Introducir un gas dentro de la forma recubierta rica en carbono de la etapa (4) en condiciones eficientes para transformar la estructura rica en carbono en una estructura rica en carbono que contiene carburo,

6) Eventualmente retirar el material de soporte de la etapa (1), cuando está presente,

10 en donde las fibras de carbono están presentes al menos en la etapa (1), (2) y/o (3) dentro del material cerámico fibroso, dentro del polvo cerámico finamente dividido, dentro del polvo de carbono finamente dividido, y/o dentro de la primera y/o segunda resina.

15 Preferiblemente, la mezcla de polvo cerámico finamente dividido comprende fibras cerámicas con longitudes comprendidas entre 100 nm y 5 mm en una cantidad del 0,1 al 20% en peso con respecto a la cantidad total de polvo cerámico finamente dividido + polvo de carbono finamente dividido cuando está presente.

20 Preferiblemente, el material cerámico fibroso está hecho de tela no tejida, tela tejida o tricotada con al menos uno de hebra, hilo, cuerda, filamento, cordón, cuerda, haz, cable, eventualmente cosido para mantener la forma deseada. El material cerámico fibroso y las resinas pueden estar presentes en una cantidad de hasta el 50% en peso con respecto a la cantidad total de componentes. En estas condiciones, si se fabrica un CMC con un 50% en peso de material cerámico fibroso y resinas, y se añade polvo cerámico que comprende un 20% en peso de fibras cerámicas, el contenido general en fibras libres, es decir, no contenidas en el material cerámico fibroso, antes de cualquier tratamiento térmico, es del 10% en peso. (% en peso = porcentaje en peso).

El material cerámico fibroso está hecho, preferiblemente, con fibras de carbono y/o carburo de silicio.

25 La primera, segunda y más resinas se seleccionan independientemente entre las resinas capaces de producir un residuo de carbono y unir los diferentes constituyentes del material cerámico antes del tratamiento térmico. Las resinas adecuadas incluyen preferiblemente ácido polimetacrílico, polimetilmetacrilato, polietilmetacrilato, polimetacrilonitrilo, policarbonatos, poliésteres, poliolefinas tales como polietileno y polipropileno, poliuretanos, poliamidas, polivinil butiral, polioxitileno, resinas fenólicas, , resinas alcohólicas de furfurilo, precursores de polímeros habituales de fibras de carbono tales como poliacrilonitrilo, rayón, brea de petróleo. Las resinas y sus cantidades se ajustan a la porosidad deseada que se obtiene después del tratamiento térmico de la etapa (4) y antes de la etapa (5). Preferiblemente, la porosidad total después del tratamiento de la etapa (4) debe estar comprendida entre el 15% en volumen y el 25% en volumen, más preferiblemente entre el 20% en volumen y el 22% en volumen. (% en volumen = porcentaje en volumen). Sin desear estar limitado por la teoría, se supone que las resinas, cuando se someten al tratamiento térmico de la etapa (4), se transforman en una red de cavidades que contienen átomos de carbono residuales rodeados de huecos. Se supone que el gas de la etapa (5) se mueve preferentemente dentro de esta red, lo que permite una mejor homogeneidad en el material CMC final. Por ejemplo, el 78% en peso de polvo de SiC que contiene el 0,2% en peso de fibra de carburo de silicio se mezcla con el 17% en peso de resina fenólica y el 5% en peso de polimetilmetacrilato y esta mezcla se utiliza para impregnar y cubrir una tela de carburo de silicio (que representa el 20% en peso del peso total) que rodea un soporte de conformación, luego se calienta bajo atmósfera de gas inerte hasta la carbonización completa de las resinas para obtener un producto final que tiene del 16% en volumen al 18% en volumen de porosidad total.

El gas puede seleccionarse entre SiH₄, SiCl₄, ZrCl₄, TiCl₄, BCl₃, para formar el carburo correspondiente.

El gas preferido es SiH₄ o SiCl₄.

45 Las condiciones preferidas de la etapa (5) son condiciones RCVI estándar (infiltración de vapor químico reactivo), más preferiblemente usando presión pulsada.

Preferiblemente, las etapas (4) y (5) se realizan, cada una independientemente, a una temperatura comprendida entre 1100 y 1800°C y a una presión absoluta comprendida entre 0,1 y 1 bar.

50 Preferiblemente, el polvo cerámico finamente dividido comprende, o eventualmente consiste en, partículas seleccionadas de carburo de silicio SiC, carburo de boro B₄C, nitruro de silicio Si₃N₄, nitruro de aluminio AlN, nitruro de boro BN, alúmina Al₂O₃ o mezclas de los mismos.

Preferiblemente, el polvo de carbono finamente dividido es negro de humo.

Un intervalo de tamaño de partícula adecuado pero no limitativo para el polvo cerámico finamente dividido, y eventualmente el polvo de carbono finamente dividido, es de aproximadamente 10 micrómetros o menos.

Dicho método de preparación permite una homogeneidad mejorada en el material CMC dado que el gradiente de porosidad y la obstrucción en la superficie del material se reducen considerablemente o se alivian totalmente, dependiendo de las condiciones experimentales (se prefieren bajas temperaturas de aproximadamente 1100-1300°C y presión reducida de aproximadamente 0,1-0,5 bares absolutos).

- 5 El material cerámico es un material cerámico sinterizado. Esto puede facilitar en particular la producción del elemento de inyección, ya sea que esté hecho de una sola pieza o de varias piezas.

10 Con respecto a la dimensión de los elementos de inyección, es posible producir el elemento de inyección hecho de cerámica sólida como una sola pieza sin ensamblar ni soldar. En este caso, el elemento de inyección puede formarse, por ejemplo, mediante moldeo o extrusión, seguido de una cocción del elemento de inyección verde, en condiciones de funcionamiento convencionales adecuadas para el tipo de cerámica producida. La etapa de cocción está precedida opcionalmente por una etapa de secado.

En una realización particular, el elemento de inyección puede estar hecho de una única pieza hecha de material cerámico, obtenido por sinterización. La etapa de sinterización puede estar precedida por una etapa de conformación convencional, por ejemplo, por compresión, extrusión o inyección.

- 15 La sinterización es un proceso para fabricar piezas que consiste en calentar un polvo sin derretirlo. Bajo el efecto del calor, los granos se fusionan, lo que forma la cohesión de la pieza. La sinterización se utiliza especialmente para obtener la densificación de materiales cerámicos y tiene las siguientes ventajas:

20 - permite controlar la densidad de la sustancia; dado que se usa un polvo para comenzar y dado que este polvo no se funde, es posible controlar el tamaño de los granos de polvo (tamaño de partícula) y la densidad del material, dependiendo del grado de compactación inicial de los polvos;

- permite obtener materiales con una porosidad controlada, que son químicamente inertes (baja reactividad química y buena resistencia a la corrosión) y térmicamente inertes;

- permite controlar las dimensiones de las piezas producidas: como no hay cambio de estado, las variaciones en el volumen y en las dimensiones no son muy grandes con respecto a la fusión (ausencia de fenómeno de contracción).

- 25 En otra realización particular, el elemento de inyección puede comprender varias piezas hechas de material cerámico, ensambladas juntas.

30 De manera ventajosa y no limitativa, las paredes internas y/o externas del elemento de inyección pueden ser lisas, en otras palabras, pueden tener una rugosidad superficial baja. Dichas paredes lisas permiten mejorar la resistencia a la flexión del elemento de inyección. Por lo tanto, es posible no solo diseñar elementos de inyección con dimensiones relativamente pequeñas, sino también planificar aumentar los caudales de gas. Esto puede permitir aumentar el número de elementos de inyección y, en general, homogeneizar la inyección de gas en el lecho fluidizado.

Dicha pared lisa se obtiene cuando el material cerámico es un material cerámico sinterizado.

El elemento de inyección se obtiene a partir de un polvo de sinterización relativamente fino, que tiene un diámetro medio de grano menor o igual a 500 nm, lo que da como resultado superficies relativamente lisas.

- 35 Además, el elemento de inyección se puede obtener añadiendo al material principal, por ejemplo SiC, un aditivo seleccionado de boro B, silicio Si y carbono C, o mezclas de los mismos, por ejemplo, en una proporción que varía del 0,3% al 2% en peso. En el caso de un material de SiC obtenido por sinterización en polvo, dicha adición de aditivo puede permitir reducir la porosidad y, en consecuencia, la rugosidad.

40 De manera ventajosa y no limitativa, el aditivo puede comprender una mezcla de boro B, silicio Si y carbono C. Por lo tanto, puede formar SiC adicional, que bloquea los poros y reduce así la rugosidad.

Alternativamente o además, podría proporcionarse, por ejemplo, una etapa de deposición adicional de SiC por depósito químico de vapor (CVD).

- 45 En general, la invención no está limitada por una fabricación del elemento de inyección para obtener una porosidad relativamente baja. Será posible, por ejemplo, producir boquillas de inyección de SiC con una porosidad relativamente alta, haciendo que los poros se llenen después de depósitos de carbono en el regenerador.

50 El elemento de inyección puede tener dimensiones del orden de aproximadamente diez centímetros u otras dimensiones. Por ejemplo, un elemento de inyección puede tener una altura cercana a 15 centímetros y una relación entre la altura y la anchura que varía entre 2 y 6. Por lo tanto, para un elemento de inyección con una boquilla de forma general cilíndrica con una brida que se apoya contra el soporte, el diámetro externo de la brida puede ser de 5 o 6 centímetros, mientras que el diámetro interno del pasaje de flujo puede ser de 1 o 2 centímetros.

La invención no está limitada a una forma de pasaje de flujo particular. Por ejemplo, podría proporcionarse un pasaje de flujo cilíndrico, pero también un pasaje de flujo con una porción de sección transversal más pequeña. En el último

caso, esta forma de boquilla, con un efecto Venturi, puede tender a limitar la entrada de catalizador en el pasaje de flujo.

Además, se propone un sistema de inyección de gas para inyectar gas en un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado, comprendiendo este sistema al menos un elemento de inyección como se describió anteriormente y el soporte.

El catalizador puede ser alúmina u otro catalizador.

El gas puede ser aire u otro gas.

La invención no está limitada a una forma particular del soporte. El soporte puede comprender una única pared que separa la cavidad de aire del lecho de catalizador, o bien varias paredes, por ejemplo dos paredes superpuestas. En el último caso, la primera superficie del soporte, en contacto con la cavidad de aire, puede ser una superficie inferior de la pared inferior, y la segunda superficie, en contacto con el lecho fluidizado, puede ser una superficie superior de la pared superior.

El soporte puede comprender una pared de la cámara del regenerador, en cuyo caso el elemento de inyección puede estar montado en el regenerador, pero ventajosamente, el soporte está diseñado para introducirse dentro del regenerador.

Por ejemplo, podría proporcionarse una placa que soporte el lecho fluidizado y que cubra la totalidad de una sección transversal de la cámara del regenerador, para formar una cavidad en el fondo del regenerador, siendo posible que esta placa sea plana, cóncava, convexa u otra. La placa está hecha ventajosamente de un material que tiene un coeficiente de expansión térmica cercano al de las paredes de la cámara del regenerador, por ejemplo hecha de acero, para garantizar una estanqueidad relativamente buena entre el perímetro de la placa y la cámara.

Alternativamente, será posible proporcionar un conducto, destinado a ser sumergido en el lecho fluidizado, y definir una cavidad dentro del conducto para el suministro de gas. Por lo tanto, las superficies externas de este conducto están destinadas a estar en contacto con el lecho fluidizado. Por ejemplo, la invención podría llevarse a cabo en una rejilla de tubería.

La invención tampoco está limitada a una forma particular del elemento de inyección.

Será posible, por ejemplo, proporcionar elementos de inyección que definan una trayectoria de flujo recta del gas, con, por ejemplo, un pasaje de flujo cilíndrico abierto sobre una sección transversal completa de este pasaje de flujo hacia el lecho fluidizado y/o hacia la cavidad, o bien elementos de inyección que definan una trayectoria de flujo más compleja del gas, con curvas por ejemplo.

Los últimos elementos de inyección pueden resultar ventajosos en el sentido de que con una trayectoria tan complejo, el catalizador que circula en la dirección opuesta a la del aire corre menos riesgo de llegar a la cavidad, incluso si la caída de presión a ambos lados del soporte sigue siendo relativamente limitada.

En particular, el elemento de inyección puede ser del tipo distribuidor de tapón, es decir que este elemento de inyección puede comprender una porción de sombrero que forma un obstáculo para una trayectoria de flujo recta del aire, y puede definir (una o) algunos orificios de salida de gas transversales, de modo que la trayectoria del flujo del aire forme una curva. La porción de sombrero permite proteger el pasaje de flujo en el sentido de que esta porción de sombrero puede formar una barrera para las partículas de catalizador capaces de penetrar en el elemento de inyección.

El elemento de inyección puede definir (uno o) algunos orificios de entrada de gas transversales, por ejemplo, orificios oblicuos con respecto a una dirección longitudinal del pasaje de flujo. El elemento de inyección puede comprender una parte inferior sólida, que cierra el pasaje de flujo en su extremo aguas arriba, de modo que el aire que entre en el pasaje de flujo debe circular a través de los orificios oblicuos. Por lo tanto, las partículas de catalizador que entran en el pasaje de flujo tendrán una tendencia a permanecer en la parte inferior del elemento de inyección, en lugar de volver a subir y circular (a contracorriente) a través de los orificios oblicuos. Por lo tanto, es posible limitar la intrusión de catalizador en la cavidad de aire.

En una realización, el elemento de inyección está conformado de manera que el gas que circula a través del pasaje de flujo se inyecte a través de una pluralidad de orificios que tienen dimensiones más pequeñas que las del pasaje de flujo. El elemento de inyección puede tener, por ejemplo, una forma de cabezal de ducha.

En una realización, el soporte, especialmente cuando es un conducto, puede estar hecho de material cerámico, especialmente del tipo mencionado anteriormente, por ejemplo SiC obtenido por sinterización.

En una realización, al menos un elemento de inyección, y preferiblemente cada uno de ellos, está hecho de una sola pieza con el soporte.

Alternativamente, podría preverse un ensamblaje del o de los elementos de inyección al soporte.

- 5 La invención no está limitada en modo alguno a soportes de material cerámico. Será posible, por ejemplo, proporcionar un soporte hecho de metal, ventajosamente provisto de un recubrimiento antidesgaste en su lado en contacto con el lecho de catalizador, por ejemplo, de hormigón, para resistir la abrasión causada por el catalizador. En este caso, los elementos de inyección tienen una forma ventajosa de modo que su extremo se abra por encima del revestimiento antierosión del lado de la placa en contacto con el lecho de catalizador.
- De manera ventajosa y no limitativa, para al menos uno y preferiblemente cada elemento de inyección, el sistema de inyección comprende un dispositivo para sujetar este elemento de inyección al soporte, siendo dicho dispositivo capaz de absorber una diferencia de expansión entre el material del soporte, por ejemplo metal, y el material cerámico de este elemento de inyección.
- 10 Por ejemplo, el dispositivo de sujeción puede estar formado por una capa de materiales que comprende esencialmente fibras cerámicas ensambladas que tienen un módulo elástico distinto de cero, estando esta capa situada entre una porción hecha de material cerámico y una porción metálica y proporcionando la cohesión de estas porciones.
- Alternativamente, la geometría y las dimensiones del dispositivo de sujeción pueden adaptarse para compensar la diferencia de expansión térmica entre el metal y el material cerámico.
- 15 De manera ventajosa y no limitativa, para al menos uno y preferiblemente cada elemento de inyección, el dispositivo de sujeción asociado con este elemento de inyección comprende uno o más elementos de presión capaces de ejercer una fuerza sobre este elemento de inyección para presionar este elemento de inyección contra el soporte, especialmente cuando se trata de una placa.
- 20 Así, la sujeción soporta la expansión diferencial entre el material del soporte, por ejemplo un acero, y el material del dispositivo de inyección. De hecho, la cerámica puede tener un coeficiente de expansión térmica que es mucho más bajo que el del acero.
- El elemento de presión puede comprender, por ejemplo, un medio de resorte u otro medio. Será posible, por ejemplo, proporcionar una o más lengüetas de fijación que estén firmemente unidas (o formen una sola pieza) al soporte, por ejemplo, que estén soldadas al soporte. Estas lengüetas, por un lado soldadas a través de un extremo al soporte, mientras que el otro extremo descansa sobre una superficie del elemento de inyección, permiten ejercer una fuerza de apoyo elástica sobre el elemento de inyección, cuando está instalado en el soporte, para mantener este elemento de inyección presionado contra el soporte. Este otro extremo puede tener una superficie relativamente plana para limitar las zonas de altas tensiones mecánicas.
- 25 De manera ventajosa y no limitativa, el elemento de inyección puede definir una porción de apoyo, conformada para descansar sobre al menos una porción del perímetro de un orificio del soporte y ventajosamente sobre todo el perímetro de este orificio cuando el o los elementos de presión ejercen una fuerza sobre esta porción de apoyo.
- 30 La porción de apoyo puede tener, por ejemplo, una forma general de brida. La porción de apoyo puede definir una superficie de apoyo contra la cual los medios de presión ejercen una fuerza y, en el lado opuesto a la superficie de apoyo, una superficie de contacto destinada a entrar en contacto sobre el perímetro del orificio del soporte.
- 35 En una realización, será posible proporcionar un resorte de sujeción del tipo de los utilizados para sujetar lámparas halógenas en un falso techo, que rodea el elemento de inyección y mantiene este elemento de inyección en el soporte.
- De manera ventajosa y no limitativa, el elemento de inyección de gas puede estar dispuesto para evitar movimientos laterales más allá de un cierto rango de movimientos, especialmente movimientos capaces de romper la comunicación fluida entre la cavidad y el pasaje de flujo de este elemento de inyección de gas.
- 40 En particular, el elemento de inyección puede definir una superficie de tope destinada a topar contra el borde del orificio en caso de movimiento lateral.
- El pasaje de flujo puede extenderse más allá de la brida. De este modo, el elemento de inyección puede tener una porción de entrada de aire, atravesada por una porción del pasaje de flujo, y destinada a extenderse dentro del espesor del soporte cuando los medios de presión ejercen una fuerza contra la porción de apoyo.
- 45 Esta porción de entrada de aire puede tener un diámetro menor que el diámetro del orificio para poder compensar las variaciones dimensionales del orificio vinculadas a la expansión del acero del soporte.
- La invención no está limitada en modo alguno por la forma de esta porción de entrada de aire, siempre que pueda colocarse en el orificio del soporte. Esta porción de entrada de aire puede tener una forma cilíndrica u otra forma. En particular, será posible proporcionar una forma cónica para facilitar la situación del elemento de inyección antes de la
- 50 instalación de los elementos de presión.
- La invención tampoco está limitada por la forma del elemento o elementos de presión. Ventajosamente, será posible proporcionar lengüetas, por ejemplo de acero, ventajosamente de acero resistente a la abrasión. Estas lengüetas se extienden entre dos extremos, estando uno de los extremos sujeto al soporte y estando el otro extremo destinado a descansar sobre una superficie de apoyo del elemento de inyección.

También se propone un proceso para instalar un elemento de inyección de gas para un regenerador de una unidad de craqueo catalítico, estando este elemento de inyección hecho de material cerámico y definiendo un pasaje de flujo, comprendiendo el proceso una etapa de situación del elemento de inyección en un orificio de un soporte, de modo que el pasaje de flujo del elemento de inyección se abra a ambos lados del soporte.

- 5 El proceso puede comprender ventajosamente además una etapa de instalación de uno o más elementos de presión dispuestos para ejercer una fuerza sobre una superficie de apoyo del elemento de inyección, de modo que el elemento de inyección se mantenga presionado contra el soporte.

Además, se propone un proceso para fabricar un elemento de inyección de gas para un regenerador de una unidad de craqueo catalítico, de modo que este elemento defina un pasaje de flujo para el gas, destinado a abrirse por un lado en una cavidad y por el otro lado en un lecho fluidizado, estando el proceso caracterizado por que el elemento de inyección está hecho de material cerámico.

10 El proceso podría comprender ventajosamente una etapa de sinterización.

La invención se entenderá mejor con referencia a las figuras, que muestran realizaciones ejemplares de la invención.

15 La figura 1 muestra un ejemplo de una porción de un regenerador con un ejemplo de un sistema de inyección de aire según una primera realización de la invención.

Las figuras 2A y 2B son vistas, respectivamente en perspectiva y en sección transversal, de un ejemplo de un elemento de inyección de aire según la primera realización de la invención, cuando se instala en un soporte de tipo placa.

La figura 3 es una vista en sección transversal de un ejemplo de un elemento de inyección de aire según una segunda realización de la invención.

20 Se pueden usar referencias idénticas de una figura a la siguiente para indicar elementos que son idénticos o similares en su forma o en su función.

Con referencia a la figura 1, un regenerador 100 es parte de una unidad de craqueo catalítico fluidizado (FCC) no representada en su totalidad. En este regenerador, se lleva a cabo la combustión del coque depositado en el catalizador resultante de un reactor de la unidad de FCC.

25 El catalizador en la cámara 101 del regenerador 100 forma un lecho fluidizado 102.

Un sistema de inyección 1 hace posible inyectar aire en este lecho de catalizador fluidizado 102 y, por lo tanto, el oxígeno necesario para la combustión del coque.

30 Este sistema de inyección 1 comprende un soporte, aquí una placa perforada 11, que ocupa la totalidad de una sección transversal de la cámara 101, y que soporta el lecho fluidizado 102. Esta placa define, con las paredes inferiores de la cámara, una cavidad de aire 103. Un conducto 104 que se abre en esta cavidad 103 hace posible proporcionar aire presurizado.

La placa comprende, por lo tanto, una primera cara 105 en contacto con el aire de la cavidad 103 y una segunda cara 106 en contacto con el lecho fluidizado 102.

35 La placa perforada 11 está hecha de acero. Un recubrimiento antierosión hecho de hormigón, no representado, además hace posible proteger la placa de la abrasión ligada al catalizador presente en el regenerador. Por ejemplo, el hormigón se vierte sobre una malla de acero, no representada, por ejemplo, que tiene una forma de panal que comprende una pluralidad de celdas hexagonales firmemente unidas entre sí por sus lados (malla hexagonal) u otra malla.

40 Montado en cada orificio (referencia 19 en la figura 2B) de la placa 11 hay un elemento de inyección de gas, aquí una boquilla de inyección de aire 10, con la ayuda de lengüetas 14, o bridas, soldadas a la placa 11.

45 La boquilla de inyección 10 está hecha de cerámica, por ejemplo hecha de carburo de silicio SiC. Se forma, por ejemplo, por moldeo por inyección o extrusión. El moldeo por inyección o la extrusión se llevan a cabo convencionalmente usando polvos cerámicos o precursores de cerámica con un aglutinante. Según otro método de fabricación, la boquilla cerámica 10 se forma mediante compresión y calentamiento de un polvo cerámico, siendo posible mantener la compresión durante la etapa de calentamiento, siendo la etapa de calentamiento una etapa de sinterización del polvo cerámico. Esta técnica es particularmente adecuada para la fabricación de elementos sólidos hechos de carburo de silicio según la invención. El polvo cerámico utilizado opcionalmente comprende fibras cerámicas para aumentar la resistencia mecánica de las piezas producidas. Las fibras cerámicas, cuando están presentes, generalmente representan del 0,1% al 10% en peso de la pieza producida.

50 Tal boquilla, hecha de cerámica sólida, tiene un costo de fabricación relativamente bajo y no da como resultado un costo adicional significativo con respecto a un acero que tiene un tratamiento superficial, o un acero especial que tiene una resistencia a la abrasión mejorada.

Con referencia a las figuras 2A y 2B, la boquilla de inyección 10 define un pasaje de flujo 12 en el que el aire está destinado a circular desde la cavidad de aire al lecho de catalizador, de acuerdo con las flechas 13.

Los elementos de presión 14, aquí lengüetas de acero soldadas a la placa 11, permiten ejercer una fuerza de presión sobre una superficie de apoyo 15 de una brida 16 de la boquilla de inyección 10.

- 5 Por lo tanto, el otro lado de la brida 16 se presiona contra el perímetro del borde del orificio 19 correspondiente a esta boquilla 10.

Si las variaciones de temperatura conducen a una variación en las dimensiones de este orificio, la fijación de la boquilla de inyección 10 permanece estable a pesar de la posible expansión del soporte 11 cuando la temperatura varía.

- 10 Cuando está presente, el recubrimiento antierosión puede cubrir los elementos de presión 14, por lo tanto, es preferible aumentar la altura de las paredes que definen el pasaje de flujo 12 para que el hormigón no lo cubra. Sin embargo, puede ser ventajoso que el recubrimiento antierosión no cubra los elementos de presión 14 para permitir una expansión libre de los diversos materiales. En este caso, no es necesariamente útil aumentar la altura de las paredes de las boquillas de inyección 10.

- 15 La boquilla 10 comprende además una porción de entrada de aire 17 destinada a ser recibida dentro del orificio 19. Esta porción de entrada de aire 17 tiene una forma general cilíndrica en esta realización.

El diámetro de esta porción 17 es menor que el diámetro del orificio 19, de modo que la expansión de la placa 11 no conduce a una fractura de la boquilla de inyección 10.

- 20 Las lengüetas 14 están soldadas a la placa 11, cada lengüeta 14 comprende un extremo 21 destinado a ejercer una fuerza de apoyo elástica sobre la brida 16. Cada extremo 21 comprende un lado plano 22 para evitar regiones de esfuerzos excesivamente altos en la brida 16 de la boquilla 10.

Las lengüetas 14 actúan como un resorte para presionar la boquilla 10 contra las paredes de la placa 11.

En una realización que no está representada, la porción de entrada de aire podría tener una forma cónica para facilitar la situación previa de la boquilla durante la instalación de esta boquilla.

- 25 En la primera realización, ilustrada por las figuras 1 a 2B, la porción de entrada de aire 17 de la boquilla 10 define orificios oblicuos 18. La trayectoria de flujo del aire forma así curvas, lo que no es realmente un obstáculo en términos de caída de presión. Por otro lado, las partículas de catalizador que caen en el pasaje de flujo 12 desde el lecho de catalizador tendrán una tendencia a permanecer en la parte inferior 107 de la boquilla 10, siendo esta parte inferior sólida, en lugar de alcanzar la cavidad de aire a través de estos orificios oblicuos 18. Este tipo de porción de entrada de aire puede ser ventajoso en la medida en que las paredes de la cavidad de aire pueden estar desprovistas de recubrimiento de hormigón resistente a la abrasión.

- 30 Los orificios oblicuos se colocan ligeramente desviados entre sí, de modo que el aire presurizado que entra en la boquilla 10 tiende a formar un vórtice, con el fin de descargar cualquier posible partícula de catalizador presente en la parte inferior 107 de la boquilla 10 al lecho fluidizado.

- 35 Con referencia a la figura 3, la boquilla de inyección 10', representada aquí sostenida sobre una placa 11' con la ayuda de lengüetas 14' que se apoyan contra una brida 16' de la boquilla, comprende una porción de sombrero 201 que cubre un pasaje de flujo 12', de modo que el aire que circula a través de este pasaje de flujo 12' se inyecta hacia el lecho de catalizador a través de los orificios de salida oblicuos 203, de acuerdo con las flechas 203.

Este tipo de boquilla puede hacer posible limitar la entrada de partículas de catalizador en la boquilla.

- 40 El pasaje de flujo 12' puede tener, por lo tanto, una sección transversal de dimensiones relativamente grandes, lo que puede ser ventajoso en el sentido de que los requisitos en términos de presurización del aire pueden ser menores que cuando las boquillas tienen secciones transversales de dimensiones más pequeñas, y/o en el sentido de que podrían proporcionarse menos boquillas de inyección que en la técnica anterior.

Por supuesto, en una variante que no está representada, la porción de salida de aire de la segunda realización, con una porción que forma un sombrero, podría combinarse con la porción de entrada de aire de la primera realización.

- 45 La invención puede permitir diseñar boquillas 10 con mayor libertad de diseño en cuanto a la forma en la medida en que sea menos necesario que en la técnica anterior tener en cuenta el problema de la erosión por el catalizador.

En particular, podría proporcionarse una forma que permita optimizar la inyección de aire, lo que puede permitir mejorar la calidad de la combustión y, por lo tanto, preservar aún más el catalizador, lo que puede ser beneficioso para el medio ambiente.

- 50 Además, las operaciones de mantenimiento, capaces de imponer paradas y/o limitar el craqueo catalítico, pueden llevarse a cabo con menos frecuencia que en la técnica anterior.

Finalmente, este tipo de sistema de inyección puede resultar más fiable que en la técnica anterior y, por lo tanto, puede permitir limitar el riesgo de parada de craqueo catalítico no programada.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de inyección (10, 10') para un sistema de inyección de gas (1) dentro de un regenerador (100) de una unidad de craqueo catalítico fluidizado, comprendiendo dicho sistema de inyección un soporte (11, 11') que define al menos un orificio (19), comprendiendo este soporte una pared que define al menos una porción de una cavidad (103) y que tiene una primera cara (105) destinada a estar en contacto con el gas contenido en esta cavidad, y comprendiendo el soporte una segunda cara (106), opuesta a la primera cara, destinada a estar en contacto con un lecho de catalizador fluidizado (102),
- 5 en el que
- dicho elemento de inyección define un pasaje de flujo (12, 12') y está dispuesto de manera que pueda unirse firmemente al soporte, en el orificio, de modo que el gas de la cavidad pueda circular a través del pasaje de flujo al lecho de catalizador fluidizado,
- 10 caracterizado por que
- dicho elemento de inyección está hecho de un material cerámico que comprende una matriz cerámica y fibras de carbono y/o cerámica incorporadas en esta matriz cerámica,
- 15 y por que el material cerámico se obtiene sinterizando un polvo de sinterización relativamente fino que tiene un diámetro medio de grano menor o igual a 500 nm.
2. Elemento de inyección (10; 10') según la reivindicación 1, en el que el material cerámico comprende carburo de silicio SiC, preferiblemente en una cantidad mayoritaria.
3. Elemento de inyección (10; 10') según la reivindicación 1, en el que la matriz cerámica se selecciona de carburo de silicio SiC, carburo de boro B₄C, nitruro de silicio Si₃N₄, nitruro de aluminio AlN, nitruro de boro BN, alúmina Al₂O₃ o mezclas de los mismos.
- 20 4. Elemento de inyección (10; 10') según la reivindicación 3, en el que la matriz cerámica comprende una matriz de carburo de silicio SiC.
5. Sistema de inyección de gas (1) para inyectar gas en un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado, comprendiendo dicho sistema al menos un elemento de inyección (10, 10') según una de las reivindicaciones 1 a 4 y el soporte (11, 11').
- 25 6. Sistema de inyección de gas (1) según la reivindicación 5, en el que, para al menos un elemento de inyección (10; 10'), el sistema de inyección comprende un dispositivo (14; 14') para sujetar dicho elemento de inyección al soporte (11; 11'), siendo dicho dispositivo de sujeción capaz de absorber una diferencia de expansión entre el material del soporte y el material cerámico de dicho elemento de inyección.
- 30 7. Sistema de inyección de gas (1) según la reivindicación 6, en el que, para al menos un elemento de inyección (10; 10'), el dispositivo de sujeción comprende al menos un elemento de presión (14; 14') capaz de ejercer una fuerza sobre este elemento de inyección para presionar este elemento de inyección contra el soporte (11; 11').
8. Sistema de inyección de gas (1) según la reivindicación 7, en el que el elemento de presión comprende una lengüeta (14; 14') soldada a través de un extremo al soporte (11; 11') y de la cual el otro extremo (21) es capaz de ejercer una fuerza de apoyo elástica sobre el elemento de inyección (10; 10') cuando dicho elemento de inyección está instalado en el soporte.
- 35 9. Sistema de inyección de gas (1) según una de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el soporte comprende una placa perforada (11; 11') dispuesta para cubrir la totalidad de una sección transversal de una cámara (101) del regenerador (100) para soportar el lecho de catalizador fluidizado (102).
- 40 10. Proceso para fabricar un elemento de inyección de gas (10) para un regenerador de una unidad de craqueo catalítico fluidizado, de modo que este elemento defina un pasaje de flujo (12) para el gas, destinado a abrirse por un lado en una cavidad y por el otro lado en un lecho fluidizado, estando el proceso caracterizado por que el elemento de inyección está hecho de material cerámico que comprende una matriz cerámica y fibras de carbono y/o cerámica incorporadas en esta matriz cerámica y por que comprende una etapa de sinterización a partir de un polvo de sinterización relativamente fino que tiene un diámetro medio de grano menor o igual a 500 nm.
- 45 11. Proceso de fabricación según la reivindicación 10, que comprende una etapa de sinterización de partículas de carburo de silicio SiC.

