

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 759**

51 Int. Cl.:

**B01J 38/24** (2006.01)

**B01J 23/90** (2006.01)

**B01J 8/12** (2006.01)

**C10G 59/00** (2006.01)

**C07C 5/27** (2006.01)

**C07C 6/02** (2006.01)

**C07C 5/32** (2006.01)

**C10G 11/16** (2006.01)

**C10G 50/00** (2006.01)

**C10G 35/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2011 PCT/FR2011/000103**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2011 WO11117478**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2011 E 11709998 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2550102**

54 Título: **Zona de regeneración del catalizador dividida en sectores para unidades catalíticas regenerativas**

30 Prioridad:  
**24.03.2010 FR 1001161**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.10.2016**

73 Titular/es:  
**IFP ENERGIES NOUVELLES (100.0%)  
1 & 4 avenue de Bois Préau  
92852 Rueil Malmaison Cedex, FR**

72 Inventor/es:  
**SANCHEZ, ERIC;  
BAZER-BACHI, FRÉDÉRIC y  
FISCHER, BÉATRICE**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 587 759 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**

Zona de regeneración del catalizador dividida en sectores para unidades catalíticas regenerativas

## 5 Campo de la invención

La presente invención se sitúa en el campo de las unidades que se refieren a la tecnología del lecho móvil, tecnología que se encuentra, por ejemplo, en las unidades de refinado catalítico de los combustibles, en las unidades de isomerización de la cadena, en las unidades de metátesis o en ciertas unidades de oligocraqueo o deshidrogenación. Esta tecnología se caracteriza por el hecho de que el lecho catalítico sigue un movimiento gravitacional lento mientras que la carga a tratar pasa a través del lecho de manera transversal o radial. Para ello, la carga se introduce por lo general en la periferia del lecho catalítico mediante flujo por gravedad, y los efluentes de reacción se recogen en un colector central. Una circulación desde el centro hacia la periferia del lecho catalítico también es posible.

15 En las unidades de refinado catalítico, la zona de regeneración del catalizador craqueado también se pone en práctica de acuerdo a la tecnología del lecho móvil. Esta zona de regeneración comprende varias etapas, de combustión, de oxícloración, de calcinación y de reducción del catalizador que se describen en las patentes FR2641712, FR2761910 y FR2922786, por ejemplo.

20 La presente invención se refiere más particularmente a una disposición de la zona de combustión que forma parte de la zona de regeneración, estando dicha zona de combustión dividida en sectores radiales, siendo atravesado cada sector por el gas comburente de acuerdo a una ruta específica.

25 Las ventajas de esta nueva configuración con respecto a la técnica anterior son un mejor control de la temperatura de dicha zona de combustión y un consumo optimizado de gas comburente. La presente invención también conduce a una simplificación de las partes internas de la zona de combustión interna con respecto a la técnica anterior.

## 30 Análisis de la técnica anterior

En dichas unidades denominadas regenerativas, tal como por ejemplo el refinado catalítico de combustibles, la regeneración del catalizador craqueado después de su paso a la zona de reacción se realiza de manera continua.

35 Por ejemplo, este es el caso del refinado catalítico a alta severidad. En este tipo de unidad, el catalizador se extrae de forma continua del reactor o reactores, se purga el hidrógeno contenido en el mismo y se envía hacia una zona de regeneración en la que el coque se quema de manera controlada para restablecer la actividad del catalizador. En la zona de regeneración se realizan otras operaciones, tales como la oxícloración, calcinación y reducción del catalizador, pero la presente invención se refiere en particular a la zona de combustión.

40 En esta zona de combustión, conviene evitar calentar demasiado catalizador para no deteriorar sus rendimientos catalíticos y para evitar la formación de punto caliente, lo que obliga a trabajar con oxígeno fuertemente diluido por gases inertes (nitrógeno y gas carbónico por ejemplo).

45 Con este objeto, es habitual reciclar los gases de combustión empobrecidos en oxígeno para servir de diluyente, inyectando una pequeña cantidad de aire para que el contenido de oxígeno sea lo suficientemente bajo como para limitar la exotermia de la reacción de combustión.

50 El experto en la materia sabe cómo realizar la combustión en dos etapas, una primera etapa con temperatura baja y con déficit de comburente para quemar de manera controlada la parte más grande del coque con un aumento de la temperatura importante pero sin embargo limitado, seguida por una segunda etapa a temperatura más elevada y con exceso de comburente para terminar la combustión, pero acompañado por un aumento de temperatura relativamente baja debido a la cantidad baja de coque que queda por quemar.

55 En la técnica anterior, la combustión del coque por lo general se realiza en dos lechos radiales de bajo espesor colocados en corona en los que el catalizador circula de arriba a abajo a baja velocidad mediante flujo por gravedad, con el gas de combustión circulando de forma horizontal a través del lecho radial, lo más a menudo desde el exterior del lecho hacia el interior.

60 Los gases extraídos de las diferentes zonas de regeneración se recuperan y se trata para que se puedan reciclar de nuevo en la zona de regeneración. En efecto, de acuerdo con la técnica anterior, se sabe cómo diluir el oxígeno con nitrógeno. Sin embargo, el nitrógeno es un gas muy caro. Por ejemplo, para una unidad de refinado de 40 toneladas de catalizador, si no se utilizara el gas de regeneración, se podría realizar usando de aproximadamente 6000 a 10000 Nm<sup>3</sup>/h de nitrógeno.

65

Al reciclar los gases de regeneración, el consumo de nitrógeno frío disminuye a aproximadamente 80 Nm<sup>3</sup>/h. Además, el circuito de gas de regeneración comprende diversos equipos caros tales como el compresor de reciclado, la secadora, horno eléctrico e intercambiador. Por lo tanto, cualquier reducción del caudal de nitrógeno tiene un impacto muy importante en los costes de inversión y los costes de funcionamiento del bucle de regeneración del catalizador.

Uno de los objetos de la presente invención es optimizar la utilización del caudal de gases inertes y por lo tanto reducir el tamaño de los equipos para una misma cantidad de catalizador regenerado, usando una zona de regeneración de un nuevo tipo.

La técnica anterior está constituida en particular por la solicitud de patente publicada con el número FR 2 934 963 A1, que describe una zona de combustión que comprende al menos una forma anular de combustión del coque, estando dicha zona dividida en sectores radiales, comprendiendo cada etapa N sectores radiales.

En la solicitud mencionada, la combustión está gestionada por el concepto de composición molar con un contenido de oxígeno constante en la entrada de cada sector. Esto da como resultado una variación de la cantidad de coque quemado de un sector a otro de una misma etapa, y por lo tanto una posible falta de homogeneidad de la calidad de la combustión en los diferentes sectores.

De acuerdo con la presente invención, el caudal molar de oxígeno es el que se mantiene constante en todos los sectores de una etapa de manera que la cantidad de coque quemado sea la misma en todos los sectores de una etapa. La mejora de la homogeneidad de la combustión en todos los sectores que constituyen una etapa, garantiza por lo tanto rendimientos catalíticos optimizados, necesarios para la obtención de índices de octano elevados buscados por ejemplo en las unidades de refinado regenerativo.

El documento EP 0 872 277 describe un método de regeneración de catalizador en lecho móvil en el que cada zona de combustión está separada por zonas de combustión adyacentes, y la rigurosidad de las condiciones de funcionamiento en cada zona aumenta con el sentido del flujo del catalizador. Este documento no describe ninguna división de una zona de combustión en diferentes sectores. Se indica simplemente que en cada zona se introduce al menos un gas que contiene oxígeno.

#### Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una vista esquemática en corte de una zona de combustión de acuerdo con la invención con más de 2 sectores por etapa y que muestra el circuito del gas comburente.

La figura 2 es una vista esquemática en vista de la parte superior de la zona de combustión de acuerdo con la invención que permite distinguir 4 sectores por etapa.

#### Breve descripción de la invención

La presente invención describe un método de regeneración de un catalizador craqueado a la salida de una zona de reacción, con el catalizador circulando en la zona de regeneración en el estado de lecho móvil. Por lecho móvil se hace referencia a un modo de circulación gravitatoria del catalizador, con el gas permitiendo la regeneración de dicho catalizador en la zona de regeneración que circula de acuerdo con una dirección sensiblemente perpendicular a la del flujo del catalizador.

La presente invención consiste de forma más precisa en un método de regeneración del catalizador craqueado a la salida de la zona de reacción que comprende al menos una zona de combustión del coque depositado en el catalizador. Este método se define en las reivindicaciones 1 a 5.

El método de regeneración de acuerdo con la presente invención se puede aplicar a unidades denominadas regenerativas en las que el catalizador craqueado en el transcurso de la reacción se debe regenerar en modo continuo. Le método de regeneración del catalizador consiste por lo general en una etapa de oxiclación, de calcinación seguida de una etapa de reducción del catalizador. El catalizador regenerado se vuelve introducir en la zona de reacción. Las etapas situadas corriente abajo de la etapa de combustión no forman parte de la presente invención que es perfectamente compatible con cualquier modo de realización de dichas etapas corriente abajo.

La presente invención por lo tanto se refiere a la etapa de combustión de la zona de regeneración, denominada a continuación zona de combustión.

La zona de combustión de acuerdo con la presente invención es una zona con dos etapas en la que el catalizador circula en lecho móvil, es decir, en flujo por gravedad, y en la que el gas comburente atraviesa el lecho del catalizador de manera radial, preferentemente desde la periferia externa del lecho hasta su periferia interna. El lecho de catalizador tiene una forma anular y está dividido en un cierto número de sectores radiales.

Para la comprensión del circuito de circulación de gases, los sectores de la primera etapa de combustión se enumeran de 1 a N, y los sectores de la segunda etapa se enumeran de 1' a N'.

5 Un sector i de la primera etapa y el sector i' de la segunda etapa se encuentran aproximadamente en verticalidad el uno con respecto al otro, y el número de sectores de la primera etapa es igual al número de sectores de la segunda etapa. Los sectores i e i', en verticalidad el uno con respecto al otro, son los sectores correspondientes mencionados.

10 La circulación del gas de combustión consiste en recorrer todos los sectores de la primera etapa en cualquier orden, a continuación todos los sectores de la segunda etapa en cualquier orden. Por ejemplo, en una configuración en la que cada etapa está dividida en 4 sectores, un circuito de circulación posible de acuerdo con la presente invención es el circuito 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3', 4'.

15 Otro circuito posible es el circuito 1, 2, 3, 4, 4', 3', 2', 1', de acuerdo con la realización de modo que se asegura la transición del gas comburente entre las dos etapas de combustión.

20 También se puede concebir un circuito del tipo 1, 3, 4, 2, 2', 4', 3', 1'. De hecho, cualquier circuito que recorra los sectores de la primera etapa en cualquier orden, a continuación los sectores de la segunda etapa también en cualquier orden, entra dentro del contexto de la presente invención.

25 Otra característica importante de la presente invención que la distingue de la técnica anterior es el hecho de que cada etapa de combustión trabaja con un caudal molar de oxígeno constante. De forma más precisa, cada sector de una etapa de combustión dada recibe en la entrada un gas comburente de modo que el caudal molar de oxígeno siempre es el mismo.

Por lo tanto, el caudal de coque quemado en cada sector de una misma etapa es el mismo. La homogeneidad del gradiente térmico en los diferentes sectores de la misma etapa de combustión garantiza entonces la calidad de la regeneración del catalizador.

30 Como el caudal del gas comburente evoluciona de un sector al siguiente, esto significa que el contenido de oxígeno no es constante de un sector al siguiente de una misma etapa. Esto también es cierto para los sectores de la segunda etapa de combustión.

35 Al nivel de la primera etapa de combustión, la cantidad de oxígeno introducida en cada sector corresponde a la combustión de una cantidad de coque comprendida entre un 50 % y un 90 % del coque total depositado en el catalizador, y preferentemente comprendida entre un 60 % y un 80 %, y al nivel de la segunda etapa, la cantidad de oxígeno introducida corresponde a la combustión total del coque residual.

40 En la práctica, el gas comburente se introduce en todos los sectores de la segunda etapa en exceso, pudiendo cuantificarse este exceso por un exceso de oxígeno a la salida del sector comprendido entre un 0,1 % y un 0,5 % incomprendido preferentemente entre un 0,2 % y un 0,4 % de oxígeno.

45 De manera preferente, el número de la etapa de combustión es de dos, y el número de sectores por etapa está comprendido entre 2 y 8, y preferentemente comprendido entre 2 y 4.

Las adiciones de un gas de refrigeración se realizan a la entrada de cada sector para mantener la temperatura de entrada entre 460 °C y 480 °C para los sectores de la primera etapa, y de 470 °C a 490 °C para los sectores de la segunda etapa.

50 Este gas de refrigeración por lo general es el gas comburente tomado a la salida del compresor del bucle de reciclado, por lo tanto antes de su paso a través de la serie de intercambiadores y/u hornos de recalentamiento formando parte del circuito tradicional para las unidades de tipo refinado regenerativo. Las adiciones de gas de refrigeración por lo general se realizan por medio de líneas específicas que desembocan en las líneas que permiten conectar la salida de un sector con la entrada del sector adyacente. En esta misma línea, el gas de refrigeración se mezcla con un caudal de gas comburente con el fin de permitir la adición de comburente entre los diferentes sectores de la misma etapa. De manera general, el gas comburente puede contener entre un 4 % y un 21 % de oxígeno.

60 Una variante de la zona de combustión de acuerdo con la presente invención consiste en no refrigerar más el gas comburente mediante adiciones de gas de refrigeración, sino con el uso de intercambiadores de calor que permiten disminuir de ese modo incluso sensiblemente el caudal de gas comburente total necesario para la refrigeración del catalizador.

65 Otra variante del método consiste en simplificar el circuito de distribución del gas comburente adoptando una configuración alterna entre los diferentes sectores.

Por configuración alterna se hace referencia a una configuración en la que el gas comburente circula del exterior hacia el interior en un sector dado, y entonces circula del interior hacia el exterior en el sector siguiente, y así sucesivamente. Se denomina sector siguiente de un sector dado, al sector geoméricamente adyacente que recorre el gas comburente.

- 5 Descripción detallada de la invención
- 10 La presente invención se puede describir como una zona de combustión para unidades regenerativas, por ejemplo, para el refinado regenerativo o la isomerización de cadena en la que el flujo del catalizador se produce en lecho móvil (es decir, en flujo por gravedad) desde una primera etapa hasta una segunda etapa, cada etapa estando dividida en un cierto número de sectores radiales, y la circulación del gas comburente que si un circuito se caracteriza por que el gas comburente atraviesa sucesivamente todos los sectores de la primera etapa, y a continuación sucesivamente todos los sectores de la segunda etapa.
- 15 En el caso de una unidad de refinado regenerativo en la que todos los otros métodos necesitan una regeneración continua de catalizador, la zona de regeneración del catalizador comprende además la zona de combustión que permite la combustión del coque depositado en el catalizador, otras zonas en las que se realizan la oxiclорación, la calcinación y la reducción del catalizador. Estas otras zonas no se describirán en el presente texto ya que permanecen de acuerdo con su configuración de la técnica anterior.
- 20 La figura 1 permite visualizar la estructura de la zona de regeneración de acuerdo con la invención. Los inventores describen a continuación el circuito del catalizador en el sector 4, y el del gas comburente en el sector 1.
- 25 La numeración de los sectores de la primera etapa de combustión es: 1, 2, 3, 4.
- La numeración de los sectores de la segunda etapa, con respecto a la de los de la primera etapa de combustión es: 1', 2', 3' et 4'. Estos sectores están separados por tabiques (9). Los sectores que se encuentran en verticalidad el uno del otro tales como 1 y 1', 2 y 2', 3 y 3', 4 y 4' se denominan sectores correspondientes.
- 30 El catalizador se introduce en el recinto superior (I) por el tubo (5) y circula en el recinto (I) del sector 4 en flujo por gravedad, a continuación pasa a través del tubo (5') para su introducción en el recinto inferior (I') del sector 4'. Este deja el sector 4' por la línea de descenso (5").
- 35 El gas comburente se introduce en el recinto (I) por el conducto periférico (E) que se comunica con el sector 1, un deflector (6) que obliga al gas a circular hacia la corona exterior de esta zona. El gas atraviesa radialmente el lecho catalítico (I) desde la periferia exterior hacia la periferia interior del hecho catalítico, y se vuelve a encontrar en el espacio anular (II).
- 40 Este espacio anular (II) permite reenviar el gas comburente por medio de la línea (7) a la entrada del sector siguiente del mismo espacio anular, es decir, el sector 2 que aparece en la figura 2. Se denomina sector que sigue a un sector dado, al sector geoméricamente adyacente que recorre el gas comburente de acuerdo con el sentido de recorrido de dicho gas comburente.
- 45 El circuito del gas en el sector 2 es el mismo que el que se describe para el sector 1.
- Desde la salida del sector 2 el gas comburente pasa a la entrada del sector 3 a continuación desde la salida del sector 3, el gas comburente pasa a la entrada del sector 4.
- 50 Desde la salida del sector 4 el gas comburente se introduce en la entrada del sector 4' que pertenece a la segunda etapa de combustión colocada por debajo de dicho sector 4.
- 55 El gas comburente continúa su circuito en la segunda etapa de combustión: salida del sector 4' hacia la entrada del sector 3'; salida del sector 3' hacia la entrada del sector 2'; salida del sector 2' hacia la entrada del sector 1', y salida del sector 1' hacia el exterior por el conducto (S).
- Las introducciones de la mezcla de gas de refrigeración / adición de gas comburente se realizan por las líneas (8) que están conectadas a las líneas (7).
- 60 El gas comburente abandona el último sector de la segunda etapa de combustión por el conducto de evacuación (S).
- La presente invención se puede definir por lo tanto como un método de regeneración de un catalizador craqueado que circula en lecho móvil, siendo dicho catalizador craqueado a la salida de la zona de reacción.
- 65 El método de regeneración de acuerdo con la invención comprende al menos una zona de combustión del coque depositado en el catalizador, teniendo dicha zona de combustión una forma anular y estando dividida en al menos

dos etapas de combustión, cada etapa de combustión estando dividida en un número N de sectores radiales, sensiblemente iguales.

5 El catalizador fluye de manera gravitatoria de un sector de la primera etapa de combustión al sector situado en alineamiento vertical de la segunda etapa de combustión por medio de tubos de descenso, y la circulación del gas de combustión está el que el gas de combustión recorre sucesivamente todos los sectores de la primera etapa de combustión en cualquier orden, a continuación todos los sectores de la segunda etapa de combustión en cualquier orden.

10 El caudal molar de gas comburente tiene un primer valor igual para todos los sectores de la primera etapa, permitiendo dicho primer valor la combustión de una cantidad de coque comprendida entre un 50 % y un 90 % del coque total depositados en el catalizador, comprendida preferentemente entre un 60 % y un 80 %.

15 El caudal molar de comburente tiene un segundo valor igual, distinto del precedente, para todos los sectores de la segunda etapa de combustión, permitiendo dicho segundo valor la combustión total del coque residual con un exceso de oxígeno en el gas comburente comprendido entre un 0,1 % y un 0,5 % de oxígeno, y contenido preferentemente entre un 0,2 % y un 0,4 % de oxígeno.

20 La temperatura de entrada de todos los sectores de la primera etapa de combustión por lo general está comprendida entre 460 °C y 490 °C, y la temperatura de entrada de todos los sectores de la segunda etapa de combustión por lo general está comprendida entre 470 °C y 510 °C.

25 El número de sectores en cada etapa de combustión por lo general está comprendido entre 2 y 8, incomprendido preferentemente entre 2 y 4.

De acuerdo con la primera variante de la presente invención, con el número de sectores siendo de 4 en cada etapa de combustión, y numerando como 1, 2, 3, 4 los sectores de la primera etapa y 1', 2', 3', 4' los sectores que corresponden a la segunda etapa, el gas comburente sigue el circuito 1, 2, 3, 4, 4', 3', 2', 1'.

30 De acuerdo con una segunda variante de la presente invención, con el número de sectores siendo de 2 en cada etapa de combustión, y numerando como 1,2 los sectores de la primera etapa y 1', 2' los sectores que corresponden a la segunda etapa, el gas comburente sigue el circuito 1, 2, 2', 1'.

35 De acuerdo con una tercera variante de la presente invención, el gas comburente recorre cada sector desplazándose de la periferia externa hacia la periferia interna de cada uno de los sectores. De acuerdo con otra variante, el gas comburente recorre cada sector desplazándose de la periferia interna hacia la periferia externa de cada uno de los sectores.

40 Por último de acuerdo con otra variante, el gas comburente circula de la periferia externa hacia la periferia interna en un sector dado, y de la periferia interna hacia la periferia externa en el sector adyacente al sector considerado.

De manera general, el gas comburente es aire que tiene un contenido de oxígeno comprendido entre un 4 % y un 21 %.

45 La refrigeración del gas comburente a la entrada de cada sector se puede realizar, en una variante de la presente invención, por medio de un conjunto de intercambiadores.

50 El método de regeneración del catalizador de acuerdo con la presente invención se puede aplicar a todas las unidades que hacen referencia a un catalizador que necesita una regeneración en modo continuo y en las que el catalizador fluye en lecho móvil. Las unidades siguientes se pueden mencionar a modo de ejemplo:

refinado regenerativo de combustibles, isomerización de cadena, metátesis, oligocraqueo y deshidrogenación.

55 Ejemplo comparativo

El siguiente ejemplo compara la configuración de acuerdo con la técnica anterior, representado por la solicitud publicada con el número FR 2 934 963 A1, con la configuración de acuerdo con la presente invención. La zona de regeneración se divide en 2 etapas, comprendiendo cada etapa 4 sectores denominados 1, 2, 3, 4 para la primera etapa y 1', 2', 3', 4' para la segunda etapa.

60 Se comparan dos tipos de circulación del gas comburente:

1, 1', 2, 2', 3, 3', 4, 4' de acuerdo con la configuración geométrica de la técnica anterior  
1, 2, 3, 4, 4', 3', 2', 1' de acuerdo con la invención.

65

Las condiciones comunes para las dos configuraciones son las siguientes:

- 120 kg.h<sup>-1</sup> de coque a quemar (es decir, 1800 kg.h<sup>-1</sup> de catalizador craqueado)
- 2 etapas de combustión,
- 5 - 4 sectores por etapa,
- temperatura media de entrada para los sectores 1 a 4 de la primera etapa de combustión (475 °C):
- temperatura media de entrada para los sectores 1 a 4 de la segunda etapa de combustión (480 °C).

10 De acuerdo con la técnica anterior, la gestión de los caudales de gas comburente se realiza manteniendo un contenido de oxígeno constante en la entrada de cada sección, lo que conlleva diferencias relativamente importantes es la cantidad de coque quemado y por lo tanto en las temperaturas de salida de los sectores de una misma etapa.

15 De acuerdo con la presente invención, la gestión de los caudales de gas comburente se realiza manteniendo el caudal de oxígeno constante en un cierto valor con respecto a todos los sectores de la primera etapa, a continuación en otro valor con respecto a todas las etapas de la segunda etapa, es decir:

- flujo molar de oxígeno que llega en los sectores 1 a 4 de la primera etapa de combustión ajustado para quemar 2/3 del coque,
- 20 - flujo molar de oxígeno que llega en los sectores 1' a 4' de la segunda etapa de combustión de combustión ajustado para quemar el coque restante, con un exceso de un 30 % con respecto a la cantidad de oxígeno estequiométrica.

25 En la tabla 1 que sigue a continuación, de acuerdo con la invención, se observa que las temperaturas de salida de los sectores de la primera etapa se sitúan en el intervalo de 530 °C a 521 °C y dentro del intervalo de 506 °C a 501 °C para los sectores de la segunda etapa. Mientras que de acuerdo con la técnica anterior (véase la tabla 2), la dispersión de las temperaturas de salida de cada sector es mucho más pronunciada.

30 También se observa que, de acuerdo con la invención, el porcentaje de coque quemado es bastante constante en todos los sectores de la misma etapa (un 66,6 % en la primera etapa y un 100 % en la segunda etapa), mientras que es muy diferente de un sector al otro de acuerdo con la técnica anterior.

Tabla 1 (de acuerdo con la invención)

Etapa 1 / Sectores	1	2	3	4
Conversión de Coque (%)	66,6	66,6	66,6	66,6
Caudal (t.h <sup>-1</sup> )	7,4	8,7	10,0	11,3
% <sub>mol</sub> O <sub>2</sub>	0,80	0,68	0,59	0,52
T <sub>entrada</sub> ( °C)	470	473	475	477
T <sub>salida</sub> ( °C)	530	529	525	521
Etapa 2 / Sectores	1'	2'	3'	4'
Conversión de Coque (%)	100	100	100	100
Caudal (t.h <sup>-1</sup> )	12,6	13,6	14,6	15,6
% <sub>mol</sub> O <sub>2</sub>	0,55	0,51	0,47	0,44
T <sub>entrada</sub> ( °C)	480	480	480	480
T <sub>salida</sub> ( °C)	506	504	502	501

Tabla 2 (de acuerdo con la técnica anterior)

Etapa 1 / Sectores	1	2	3	4
Conversión de Coque (%)	66,6	87,6	100	100
Caudal (t.h <sup>-1</sup> )	7,4	9,7	11,4	12,7
% <sub>mol</sub> O <sub>2</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8
T <sub>entrada</sub> ( °C)	475	475	475	475
T <sub>salida</sub> ( °C)	536	522	516	511
Etapa 2 / Sectores	1'	2'	3'	4'
Conversión de Coque (%)	100	100	100	100

ES 2 587 759 T3

Etapa 1 / Sectores	1	2	3	4
Caudal (t.h <sup>-1</sup> )	8,6	10,9	12,6	13,9
% <sub>mol</sub> O <sub>2</sub>	0,55	0,55	0,55	0,55
T <sub>entrada</sub> ( °C)	480	480	480	480
T <sub>salida</sub> ( °C)	518	491	480	480

**REIVINDICACIONES**

1. Método de regeneración de un catalizador craqueado que circula en lecho móvil, que comprende al menos una zona de combustión del coque depositado en el catalizador, teniendo dicha zona de combustión una forma anular y estando dividida en al menos dos etapas de combustión, estando cada etapa dividida en un número N de sectores radiales, sensiblemente iguales, estando N comprendido entre 2 y 4, caracterizándose el método por que el catalizador fluye de manera gravitatoria de un sector de la primera etapa de combustión al sector situado en alineamiento vertical de la segunda etapa de combustión por medio de tubos de descenso, y la circulación del gas de combustión siendo sensiblemente perpendicular a la del catalizador, y de modo que el gas de combustión pasa sucesivamente todos los sectores de la primera etapa de combustión en el orden siguiente 1, 2, 3, 4, a continuación todos los sectores de la segunda etapa de combustión en el orden siguiente 4', 3', 2', 1', cuando el número de sectores radiales es de 4, y en el orden siguiente 1, 2 a continuación 2', 1' cuando el número de sectores es de 2, siendo dicho proceso tal que el caudal molar de comburente tiene un mismo primer valor para todos los sectores de la primera etapa, permitiendo dicho primer valor la combustión de la cantidad de coque comprendida entre un 60 % y un 80 % del coque total depositado en el catalizador, y un segundo valor, distinto del precedente, para todos los sectores de la segunda etapa combustión, permitiendo dicho segundo valor la combustión total del coque residual con un exceso de oxígeno en el gas comburente comprendido entre un 0,2 % y un 0,4 %, y la temperatura de entrada de todos los sectores de la primera etapa de la zona de combustión estando comprendida entre 460 °C y 480 °C, y la temperatura de entrada de todos los sectores de la segunda etapa de la zona de combustión estando comprendida entre 470 °C y 490 °C, método de regeneración en el que algunas adiciones de gas de refrigeración se realizan a la entrada de cada sector de una etapa con el fin de mantener la temperatura de entrada en los límites mencionados anteriormente, siendo este gas de refrigeración el gas comburente tomado a la salida del compresor del bucle de reciclado, y realizándose estas adiciones por medio de líneas específicas que desembocan en las líneas que permiten unir la salida de un sector con la entrada del sector adyacente.
2. Método de regeneración de un catalizador craqueado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el gas comburente circula del exterior hacia el interior en un sector dado de la zona de combustión y del interior hacia el exterior sobre el sector adyacente del sector considerado.
3. Método de regeneración de un catalizador craqueado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el gas comburente es aire que tiene un contenido de oxígeno comprendido entre un 4 % y un 21 %.
4. Método de regeneración de un catalizador craqueado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el gas comburente se refrigera en la entrada de cada sector de la zona de combustión con un dispositivo de intercambio.
5. Aplicación del método de regeneración de un catalizador craqueado de acuerdo con la reivindicación 1 en los métodos siguientes: refinado regenerativo, isomerización de cadena, metátesis, oligocraqueo y deshidrogenación.

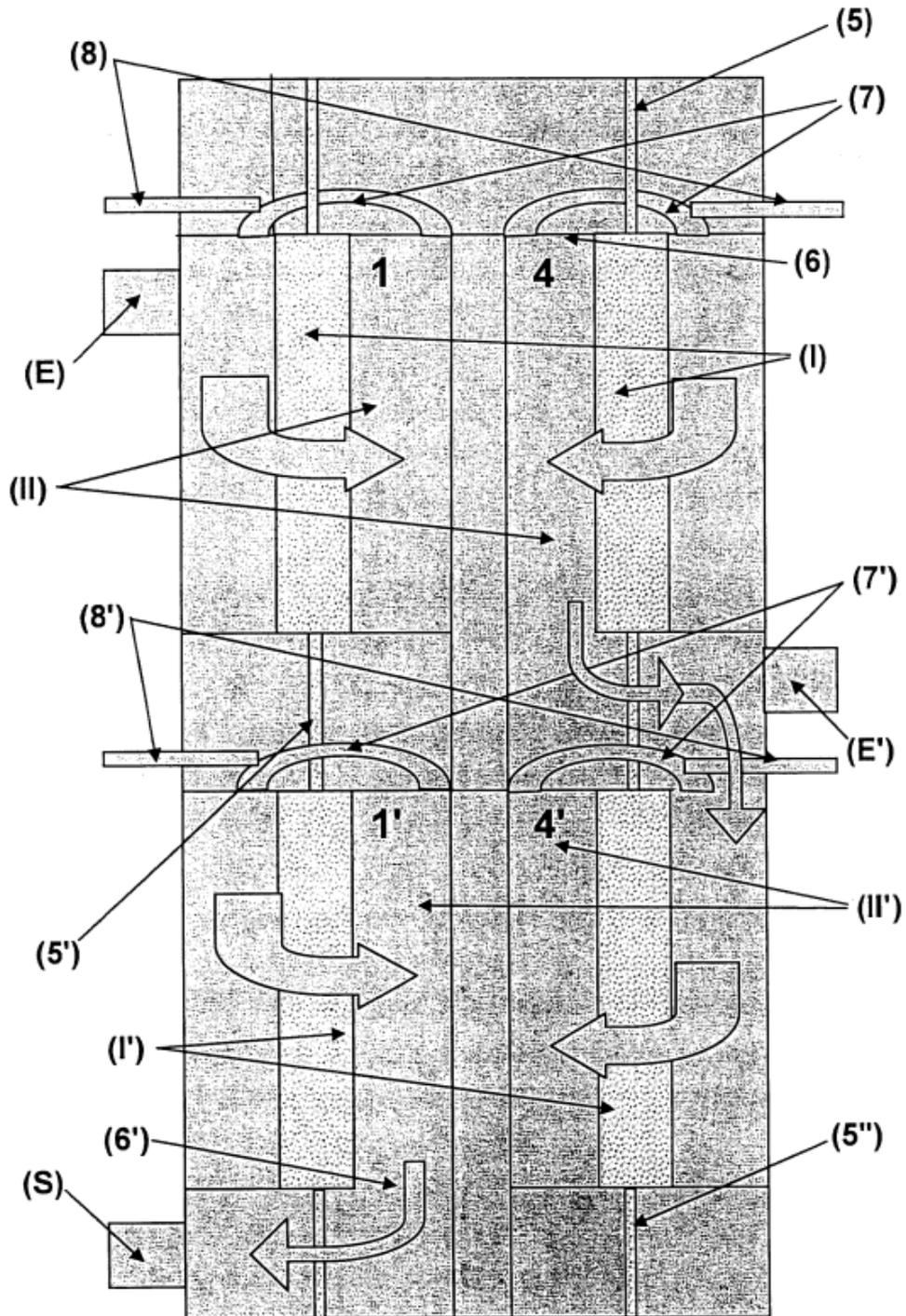


Figura 1

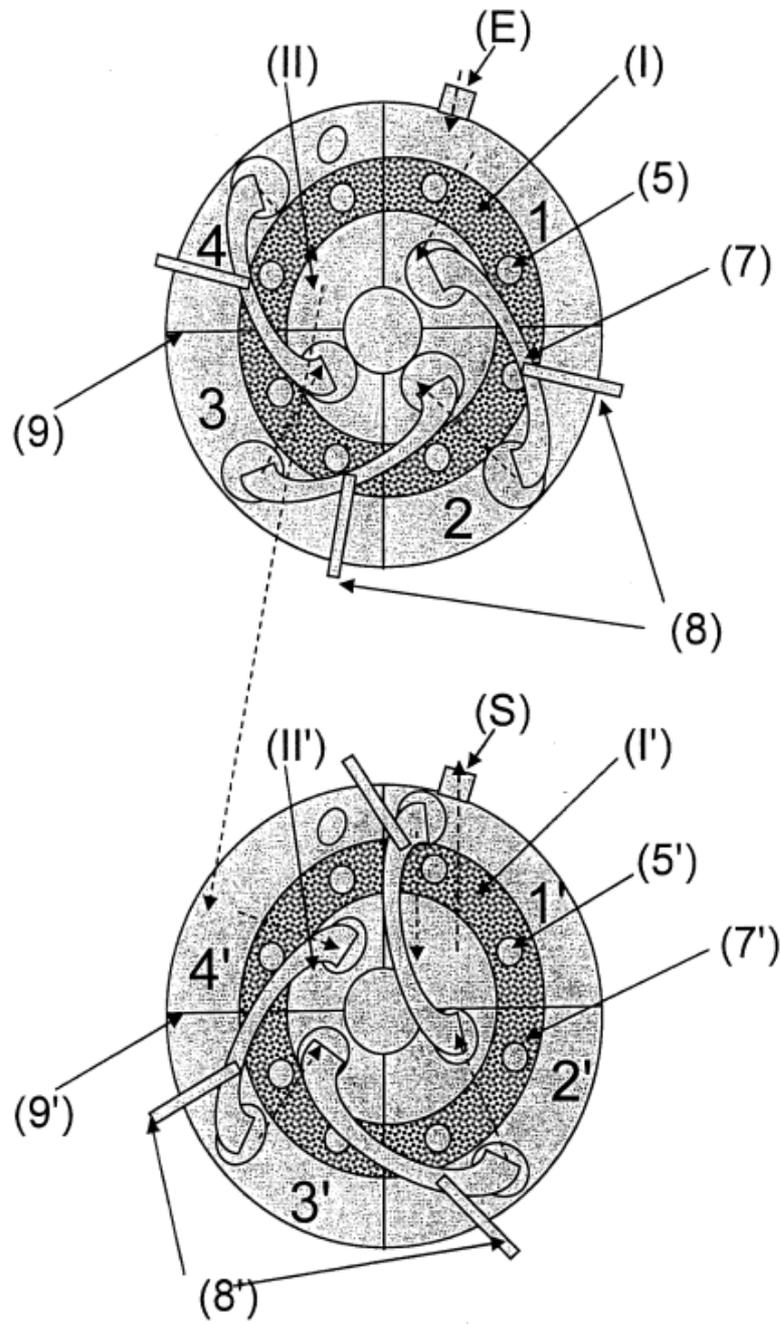


Figura 2