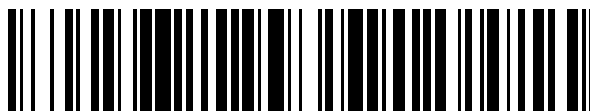


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 671**

51 Int. Cl.:
C10G 35/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08869414 .6**
- 96 Fecha de presentación: **17.10.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2205698**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.07.2010**

54 Título: **Procedimiento de regeneración de un catalizador de refinado**

30 Prioridad:
26.10.2007 FR 0707605

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.07.2012

73 Titular/es:
**IFP ENERGIES NOUVELLES
1 & 4 AVENUE DE BOIS-PRÉAU
92852 RUEIL MALMAISON CEDEX, FR**

72 Inventor/es:
**DECOODT, Xavier;
DURAND, Sébastien;
LE-GOFF, Pierre-Yves y
WERMESTER, Stéphane**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 384 671 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

Procedimiento de regeneración de un catalizador de refinado

5 La invención se relaciona con la regeneración de los catalizadores de refinado y de los catalizadores de producción de hidrocarburos aromáticos.

10 En general, estos catalizadores son utilizados para la conversión de hidrocarburos nafténicos o parafínicos, susceptibles de transformarse por deshidrociclación y/o deshidrogenación, en el refinado o la producción de hidrocarburos aromáticos (por ejemplo, la producción de benceno, tolueno y orto-, meta- o para-xilenos). Estos hidrocarburos proceden del fraccionamiento de los petróleos brutos por destilación u otros procedimientos de transformación.

15 Uno de los medios para aumentar los rendimientos de estos procedimientos de refinado o de producción de aromáticos es disminuir las presiones operativas a las cuales se efectúan las diferentes reacciones interesantes. Por ejemplo, hace 30 años se efectuaban las reacciones de refinado a 40 bares (siendo 1 bar = 0,1 MPa) y hace 20 años a 15 bares. Actualmente, es habitual ver reactores de refinado que funcionan a presiones inferiores a 10 bares, especialmente comprendidas entre 3 y 8 bares.

20 Sin embargo, el mejoramiento de las reacciones beneficiosas debido a la bajada de presión se acompaña de una desactivación más rápida del catalizador por coquización. El coque o los precursores de coque son compuestos esencialmente constituidos por carbono y por hidrógeno. Se depositan sobre los sitios activos del catalizador. La razón molar H/C del coque formado y de sus precursores varía generalmente entre 0,3 y 1,0. Los átomos de carbono y de hidrógeno forman generalmente estructuras poliaromáticas consensadas cuyo grado de organización
25 cristalina es variable en función de la naturaleza del catalizador y de las condiciones de funcionamiento de los reactores. Aunque la selectividad de transformación de los hidrocarburos en coque sea muy baja, los contenidos en coque y precursores de coque acumulados sobre el catalizador pueden llegar a ser importantes. Para las unidades de lecho fijo, estos contenidos están generalmente comprendidos entre el 2,0 y el 35,0% en peso. Para las unidades de lecho circulante, estos contenidos son generalmente inferiores al 10,0% en peso.

30 El depósito de coque, más rápido a baja presión, necesita una regeneración igualmente más rápida del catalizador. Los ciclos de regeneración actuales pueden descender hasta 2 ó 3 días.

Técnica anterior

35 Las patentes EP 0.378.482, EP 0.872.276B y EP 0.872.277B tratan de la regeneración de los catalizadores de refinado. Se trata de procedimientos de regeneración de un catalizador de refinado que comprenden etapas sucesivas de combustión, de oxiclación y de calcinación.

40 El procedimiento según la presente invención lleva al menos dos lechos de combustión A1 y A2 y se diferencia especialmente de los procedimientos descritos en estas dos patentes EP 0.872.276B y EP 0.872.277B por un reciclaje de una parte del efluente de la zona de oxiclación por medio de un insuflador (blower según la terminología anglosajona) hacia el último lecho A2 de combustión.

Resumen de la invención

45 La invención se relaciona con un procedimiento de regeneración de un catalizador de producción de hidrocarburos aromáticos o de refinado que comprende una etapa de combustión en una zona A que tiene al menos 2 lechos A1 y A2, una etapa de oxiclación en una zona B y una etapa de calcinación en una zona C. Se recicla el gas efluente de la zona de oxiclación en parte mediante al menos una sección D de lavado hacia la entrada de los lechos A1 y A2. Además, se recicla el gas efluente de la zona B en parte hacia el lecho de combustión A2 pasando por un insuflador, pero sin pasar por dicha sección D de lavado.

Descripción detallada de la invención

55 El catalizador que se ha de regenerar incluye generalmente un soporte, cuyo soporte comprende al menos un óxido refractario y/o una o más zeolitas. Incluye al menos un metal noble, preferentemente el platino, y al menos un halógeno. Incluye eventualmente uno o más elementos adicionales seleccionados dentro del grupo constituido por los elementos del grupo IA o IIA, los lantánidos, los elementos del grupo IVA, preferentemente el silicio y/o el estaño,
60 los elementos del grupo IIIB, los elementos del grupo IIIA, preferentemente el indio, los elementos del grupo VA, preferentemente el fósforo, y los elementos del grupo VIIB, preferentemente el renio (los números de los grupos corresponden a la clasificación CAS en CRC Handbook of Chemistry and Physics, editor CRC Press, redactor jefe D.R. Lide, 81ª edición, 2000-2001).

Según un modo preferido, el catalizador incluye al menos platino, cloro y un soporte de alúmina.

5 Habida cuenta del elevado coste del platino, es importante dispersar lo mejor posible la fase metálica, es decir, aumentar la proporción de platino en contacto con la superficie y las moléculas que se han de transformar. La superficie metálica específica (superficie expresada por gramo de metal) debe ser máxima con el fin de obtener el índice de conversión más elevado posible. Así, una caída de la accesibilidad, equivalente a un aumento del tamaño de las partículas o un reagrupamiento de las partículas elementales, es altamente perjudicial para la productividad de la reacción.

10 El objetivo es, pues, minimizar el tamaño de las partículas en el curso de la preparación y mantener este elevado estado de dispersión. La presencia de cloro en cantidad suficiente constituye una respuesta a este problema.

15 Los inventores han puesto así en evidencia que el reciclaje de una parte del efluente de la zona de oxícloración mediante un insuflador (blower según la terminología anglosajona) hacia el último lecho de combustión A2 aporta agente clorante sobre el lecho A2. Este aporte disminuye así la elución del cloro y reduce el consumo de agente clorante. Este reciclaje permite reducir la sinterización del platino y favorece, por consiguiente, su redispersión eficaz en la etapa B de oxícloración.

20 Este mejoramiento de la redispersión es tanto más sensible cuanto mayores son los contenidos en veneno, tal como el hierro, del catalizador.

La zona A de combustión comprende al menos 2 lechos de combustión A1 y A2, preferentemente 2 lechos A1 y A2. Dichos lechos son preferentemente móviles y radiales.

25 La zona B de oxícloración comprende al menos un lecho. Estos lechos son generalmente móviles. Preferentemente, dichos lechos son también axiales.

La zona C de calcinación comprende al menos un lecho. Estos lechos son generalmente móviles. Preferentemente, dichos lechos son también axiales.

30 El lecho de combustión A1

35 En el lecho A1, el catalizador es generalmente tratado bajo una presión de 3 a 8 bares y a una temperatura comprendida entre 350 y 550°C por un gas de combustión que contiene de un 0,01 a un 1,3% de oxígeno en volumen y que circula a cocorriente del catalizador. El gas del lecho A1 proviene generalmente de la mezcla de una parte del gas procedente de la zona B de oxícloración con una parte del gas procedente del lecho A2.

Segundo lecho de combustión A2

40 En el lecho A2, el catalizador es generalmente tratado bajo una presión de 3 a 8 bares. Esta presión es, en general, sensiblemente igual a la que reina en el lecho A1.

45 La temperatura en el lecho A2 es generalmente superior en al menos 20°C a la temperatura que reina en el lecho A1.

La combustión en el lecho A2 tiene generalmente lugar en presencia del gas que ha circulado a través del lecho A1 y en presencia de una parte del efluente procedente de la salida de la zona de oxícloración B. Además, se puede añadir eventualmente un gas inerte complementario, preferiblemente nitrógeno, al lecho A2. Por otra parte, se puede añadir eventualmente un aire seco complementario al lecho A2.

50 El objetivo es que el catalizador esté en contacto con un gas que contiene entre un 0,01 y un 1,3% en volumen de oxígeno, circulando estos gases a cocorriente del catalizador.

Zona de oxícloración B

55 En la zona de oxícloración B, se trata el catalizador generalmente a contracorriente mediante una mezcla de un gas que contiene oxígeno que proviene:

- 60 - en parte de la zona de calcinación,
- eventualmente en parte de un complemento de oxígeno, preferentemente en forma de aire, y
- eventualmente en parte de una fracción del gas procedente de la sección de lavado y de la sección eventual de secado.

Además, esta mezcla de gases que alimenta la zona de oxícloración incluye generalmente un complemento de al menos un agente clorante. Además, esta mezcla de gases que alimenta la zona de oxícloración incluye generalmente un complemento de agua o de precursor de agua.

5 Se recircula una parte del gas procedente de la oxícloración, mediante un insuflador, hacia el lecho A2.

El o los agentes clorantes son generalmente seleccionados dentro del grupo constituido por el cloro, el cloruro de hidrógeno y los hidrocarburos halogenados que tienen menos de 4 átomos de carbono y de 1 a 6 átomos de cloro.

10 Por ejemplo, puede tratarse del C_2Cl_4 , del CCl_4 o de cualquier agente clorante conocido en estos procedimientos de regeneración por liberar cloro. Se introducen preferentemente en mezcla con el gas que contiene oxígeno.

Cuando la zona de oxícloración está compuesta por lechos móviles y axiales, se le introduce generalmente en la parte inferior de la zona de oxícloración para que fluya a contracorriente del catalizador.

15 El agua es generalmente conducida en forma líquida o de vapor, preferentemente en forma de vapor. El agua o el precursor de agua pueden generalmente ser conducidos a la zona de oxícloración en mezcla con el gas que contiene oxígeno.

20 La razón molar H_2O/HCl en la zona B está generalmente comprendida entre 1 y 50, preferentemente entre 1 y 40 y muy preferiblemente entre 1 y 30.

25 La etapa de oxícloración se desarrolla en presencia de un gas que contiene generalmente menos de un 40%, preferentemente menos de un 30%, preferiblemente menos de un 21%, en volumen de oxígeno, muy preferiblemente entre un 4% y un 21% en volumen de oxígeno, aún más preferiblemente entre un 10% y un 21% en volumen de oxígeno, y generalmente al menos 50 ppm en peso de cloro, a una temperatura comprendida generalmente entre 350 y 600°C, preferentemente entre 350 y 550°C, más preferiblemente entre 450 y 550°C y muy preferiblemente entre 490 y 550°C.

30 La presión en esta zona es generalmente de 3 a 8 bares para los procedimientos en lecho móvil, en particular para los procedimientos de refinado a baja presión. El tiempo de permanencia del catalizador en la etapa de oxícloración es generalmente inferior a 3 horas, preferentemente comprendido entre 30 minutos y 3 horas.

35 En una realización preferida de los procedimientos en lecho móvil, se introduce en la zona de oxícloración al menos un complemento de oxígeno.

En otra realización preferida de los procedimientos en lecho móvil, se introducen únicamente un agente clorante y un precursor de agua en la zona de oxícloración. El oxígeno presente en la zona de oxícloración proviene entonces del gas procedente de la zona de calcinación.

40 En otro modo preferido de realización de los procedimientos en lecho móvil, el gas que alimenta la zona de oxícloración resulta de la mezcla del gas procedente de la zona de calcinación con el complemento del o de los agentes clorantes, con el complemento de agua o de los precursores de agua y con el o los gases que contienen oxígeno introducidos en la zona de oxícloración. El o los gases que contienen oxígeno pueden ser una parte de los gases procedentes del último lecho de combustión lavados, preferentemente secados y con adición de un complemento de oxígeno, así como el gas de recirculación de una parte del efluente de la zona de oxícloración mediante un insuflador hacia la zona de oxícloración.

50 Zona de calcinación C

La etapa de calcinación es realizada en la zona C, en la cual se trata el catalizador durante 20 a 160 minutos a una temperatura comprendida entre 350 y 600°C bajo una presión comprendida entre 3 y 8 bares, mediante al menos un complemento de gas que contiene oxígeno, preferentemente un complemento de gas que contiene oxígeno, preferentemente aire seco, mezclado eventualmente con una parte de los gases procedentes de la sección de lavado y de la zona eventual de secado. El gas de alimentación de la zona de calcinación no contiene generalmente más de un 1% en volumen de agua, preferentemente más de un 0,1% en volumen de agua. En general, contiene a lo sumo un 21% en volumen de oxígeno.

60 Circula generalmente a contracorriente del catalizador en el caso de los procedimientos en lecho móvil con zona de calcinación axial.

Según una variante, el único aporte de gas que contiene oxígeno es realizado a la entrada de la zona de calcinación.

Según una variante, el único aporte de oxígeno procede de un aporte de aire seco en la zona de calcinación.

Sección D de lavado y sección E de secado

5 Se envía generalmente el efluente gaseoso del lecho A2, en mezcla con una parte de los efluentes gaseosos de la zona B de oxícloración, hacia la sección D de lavado. Se purga una parte del efluente de esta sección de lavado y se envía generalmente la otra parte hacia una sección de secado E y luego se envía generalmente hacia un compresor. Se envía generalmente el efluente del compresor en parte hacia los lechos A1 y A2 de combustión y eventualmente en parte hacia las zonas de oxícloración y de calcinación.

10 Según un modo preferido, el catalizador está en lecho móvil en cada una de las zonas A, B y C.

Descripción de las figuras

15 La figura 1 ilustra el impacto de la inyección de cloro sobre la sinterización del platino en función del tiempo.

La figura 2 representa un modo de realización de la invención.

20 En lo que concierne a la figura 2, el recinto (2) lleva una zona A de combustión, una zona B de oxícloración y una zona C de calcinación. La zona de combustión A lleva dos lechos de combustión A1 y A2.

25 Se introduce el catalizador por la línea 1 en cabeza del recinto F y desciende entonces por gravedad al lecho de combustión A1 y luego A2, luego por la línea 3 del lecho A2 hacia la zona B de oxícloración, luego hacia la zona C de calcinación y luego vuelve a salir del recinto por la línea 4.

El lecho A1 lleva una entrada de gas que circula por la línea 10 y una salida de gas que circula por la línea 24.

30 El lecho A2 lleva una entrada de gas que circula por la línea 23 y una salida de gas que circula por la línea 5 y luego por el refrigerador 36.

La zona B lleva una entrada de gas que circula por la línea 8 y una salida de gas que circula por la línea 17. Además, un complemento de agente clorante circula por la línea 6 en mezcla con el gas que circula por la línea 28 para alimentar la zona de oxícloración por la línea 8. Además, un complemento de agua o de un precursor de agua circula por la línea 7, y en mezcla con el gas que circula por la línea 25, circula por la línea 28 y luego por un horno 19, para ser introducido en oxícloración por la línea 8 en mezcla con el complemento de agente clorante que circula por la línea 6.

La zona C lleva una entrada de gas que circula por la línea 14.

40 Se describen ahora las diferentes recirculaciones de gases:

Recirculación 1

45 Una parte del gas efluente de la zona B de oxícloración circula por la línea 17, luego se enfría mediante el refrigerador 35, luego circula por la línea 33, luego por un insuflador 18, luego por la línea 20, luego por la línea 30, luego por la línea 31 y luego por la línea 23.

Recirculación 2

50 Una parte del gas efluente de la zona B de oxícloración circula por la línea 17, se enfría mediante el refrigerador 35 y luego circula por la línea 32, para mezclarse con el gas procedente del lecho de combustión A2 que circula por la línea 5. Esta mezcla pasa por la sección de lavado D por la línea 37 y luego se purga en parte por la línea 29 y se envía la otra parte a la sección de secado E y luego al compresor 26. El efluente de la sección de secado E circula por la línea 38, luego en parte por la línea 9, luego en parte por la línea 27, luego por una compuerta 22 y luego se envía al lecho A2 por la línea 30, luego la línea 31 y luego la línea 23. La otra parte de la mezcla de gases que circula por la línea 9 es enviada por la línea 10 a un horno 13 y luego inyectada en el primer lecho de combustión A1.

60 Recirculación 3

El gas efluente de A1 transita por la línea 24 y se mezcla con el gas que transita por la línea 31 para alimentar el segundo lecho de combustión por la línea 23. El gas que circula por la línea 31 corresponde a la mezcla del gas que circula por la línea 30 con el eventual complemento 21 de gas que contiene oxígeno.

Recirculación 4

Se inyecta un complemento de agente clorante por la línea 6 y se mezcla con el gas procedente de la línea 28 para ser inyectado por la línea 8 en la zona de oxícloración.

Recirculación 5

Se recicla el gas que circula por la línea 38 en parte por la línea 9 hacia los lechos de combustión A1 y A2 y en parte por la línea 11 hacia la zona de calcinación y hacia la zona de oxícloración.

Se envía una parte del gas que circula por la línea 11 a la zona B por la línea 15, luego 25, luego 28 y luego 8. Se puede mezclar otra parte con el complemento de aire seco que circula por la línea 12, pasarla por el horno 16 y enviarla a calcinación por la línea 14.

Ejemplos

Ejemplo 1

El esquema de la figura 2 corresponde al esquema según la invención utilizado para la simulación realizada con el programa Pro II.

La temperatura de los gases inyectados en la entrada de la zona de calcinación y en la entrada de la zona de oxícloración es de 510°C para el esquema básico y el esquema según la invención.

Los caudales de las mezclas de gases que circulan por las diferentes líneas están indicados en la tabla 1.

El esquema básico ilustra el caso en el que no se efectúa la recirculación por el insuflador del efluente de la zona de oxícloración hacia la entrada del segundo lecho de combustión (véase el caudal nulo de los gases que circulan por las líneas 20 y 33). El esquema según la invención ilustra el caso en el que se realiza este reciclaje.

Tabla 1: caudales de los gases que circulan por las diferentes líneas

Zona en cuestión	Líneas	Esquema básico: caudal de los gases (en kg/h)	Esquema según la invención: caudal de los gases (en kg/h)
1º lecho de combustión	Línea 10	23.629	23.629
2º lecho de combustión	Línea 23	27.452	27.954
	Línea 27	2.943	2.797
	Línea 21	880	0
	Línea 20	0	1.528
Zona de calcinación	Línea 14	1.180	1.180
	Línea 12	469	1.348
Gas introducido en la zona de oxícloración	Línea 8	1.180	1.180
	Línea 6	5,1	5,0
	Línea 7	9	10
Efluente de la zona de oxícloración	Línea 17	2.374	2.356
Insuflador	Línea 33	0	1.528

En el caso del esquema según la invención, hay 101 ppm en volumen de HCl a la salida del segundo lecho de combustión frente 78 ppm en volumen de HCl para el esquema básico.

Ejemplo 2

Se realizaron pruebas en un reactor de lecho fijo con el fin de caracterizar la influencia de la presencia de cloro en el segundo lecho de combustión. Esta prueba es, en efecto, representativa de las condiciones registradas en el segundo lecho de combustión.

Para ello, se estudia un catalizador de platino sobre un soporte de alúmina clorada cuyo contenido inicial en cloro es del 1,1% en peso bajo atmósfera de aire con 10.000 ppm de agua, un caudal de 2.000 NI/kg/h y a una temperatura de 650°C. Se realiza la prueba durante un período de 60 horas.

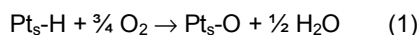
Se inyecta el cloro en el reactor con el fin de tener un contenido estable en cloro a lo largo de toda la prueba del 1,1% en peso (+/- un 0,2% en peso).

Habida cuenta del elevado coste del platino, es importante dispersar lo mejor posible la fase metálica, es decir, aumentar la proporción de platino en contacto con la superficie y las moléculas que se han de transformar. La superficie metálica específica (superficie expresada por gramo de metal) debe ser máxima con el fin de obtener el índice de conversión más elevado posible. Así, una caída de la accesibilidad, equivalente a un aumento del tamaño de las partículas o un reagrupamiento de las partículas elementales, es altamente perjudicial para la productividad de la reacción. El objetivo es, pues, minimizar el tamaño de las partículas en el curso de la preparación y mantener este estado de dispersión elevado. La presencia de cloro en cantidad suficiente puede constituir una respuesta a este problema.

La accesibilidad, en el sentido de la presente invención, es la cantidad de platino accesible a la carga que se ha de convertir con respecto a la cantidad total de platino presente sobre el catalizador. La disminución de la accesibilidad corresponde a una sinterización del platino.

Se efectúa la medición de la accesibilidad del platino por titulación H_2/O_2 .

La titulación H_2/O_2 consiste en medir el volumen de oxígeno consumido por la reacción (1) después de una etapa de reducción bajo hidrógeno del catalizador.



donde Pt_s designa los átomos superficiales de platino.

Se reduce el catalizador bajo hidrógeno a 450°C y luego, tras un redescenso bajo hidrógeno a temperatura ambiente, se inyectan volúmenes conocidos de oxígeno. Se sigue el consumo de oxígeno por cromatografía, permitiendo la integración de las señales, por diferencia con el volumen total inyectado, conocer el volumen de oxígeno consumido por la reacción (1). Con ayuda de los coeficientes estequiométricos de la reacción (1), se determina la fracción de platino en superficie o accesibilidad por la relación:

$$D = \frac{4VO_2 M_{Pt}}{3V_M \cdot [\%Pt]}$$

donde:

- M_{Pt} : masa molar del platino (195,09 g.mol⁻¹);
- V_M : volumen molar del gas (24.400 ml/mol) a 25°C;
- VO_2 : volumen medido correspondiente al consumo de oxígeno;
- % Pt: contenido ponderal en platino del catalizador.

La figura 1 muestra una menor accesibilidad en el curso del tiempo, y por lo tanto una sinterización más importante del platino sin inyección de cloro.

La recirculación del efluente de oxiclорación a la entrada del segundo lecho de combustión permite un aporte de cloro y favorece así la no sinterización del platino.

Estos resultados ilustran la ventaja del reciclaje de una parte del efluente de la zona de oxiclорación por un insuflador en parte hacia el lecho de combustión A2. Aporta agente clorante al lecho de combustión A2, disminuyendo así la elución del cloro. Permite también reducir significativamente la sinterización del platino y favorece, por consiguiente, su redispersión eficaz en la etapa de oxiclорación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de regeneración de un catalizador de producción de hidrocarburos aromáticos o de refinado que comprende las etapas siguientes:
- 5 - una etapa a) de combustión en una zona A de combustión que incluye al menos dos lechos de combustión A1 y A2 en serie;
 - 10 - una etapa b) de oxidación en una zona de oxidación B que incluye al menos un lecho de oxidación, siendo alimentada dicha zona de oxidación B al menos por un agente clorante, al menos por agua o precursores de agua y al menos por un gas que contiene oxígeno, y
 - 15 - una etapa c) de calcinación en una zona de calcinación C que incluye al menos un lecho de calcinación, alimentada por un gas que contiene al menos un complemento de aire seco, donde:
 - 15 - dicho catalizador comprende un soporte, cloro y al menos un metal noble y circula en serie en los lechos A1 y luego A2, luego en la zona de oxidación B y luego en la zona de calcinación C;
 - 15 - se envía el gas efluente del lecho A1 hacia el lecho A2;
 - 15 - el gas que alimenta la zona de calcinación C circula libremente hacia la zona de oxidación B;
 - 15 - se realiza al menos un aporte de gas que contiene oxígeno a la entrada de la zona de calcinación;
 - 20 - se recicla en parte el gas efluente de la zona de oxidación por al menos una sección D de lavado hacia la entrada de los lechos de combustión A1 y A2;
 - 20 - se recicla el gas efluente de la zona de oxidación pasando por un insuflador sin pasar por dicha sección D de lavado en parte al menos hacia el lecho de combustión A2, y
 - 20 - se recicla el gas efluente del lecho de combustión A2 en parte por al menos dicha sección D de lavado hacia la entrada de los lechos A1 y A2.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde, en la zona B de oxidación, la temperatura está comprendida entre 350 y 600°C y el tiempo de permanencia del catalizador está comprendido entre 30 minutos y 3 horas.
- 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde, en la zona B de oxidación, el contenido en oxígeno del gas en contacto con el catalizador está comprendido entre el 4 y el 21% en volumen.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde, en la zona C de calcinación, el gas contiene a lo sumo un 21% en volumen de oxígeno y a lo sumo un 1% en volumen de agua.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde se realiza el único aporte de gas que contiene oxígeno a la entrada de la zona de calcinación.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el agente clorante es cloro.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde el catalizador está en lecho móvil en cada una de las zonas A, B y C.
- 45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el único complemento de oxígeno proviene de un aporte de aire seco en la zona de calcinación.
- 45 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde, en la zona C de calcinación, la temperatura está comprendida entre 350 y 600°C y la presión está comprendida entre 3 y 8 bares.

Pt total/Pt accesible

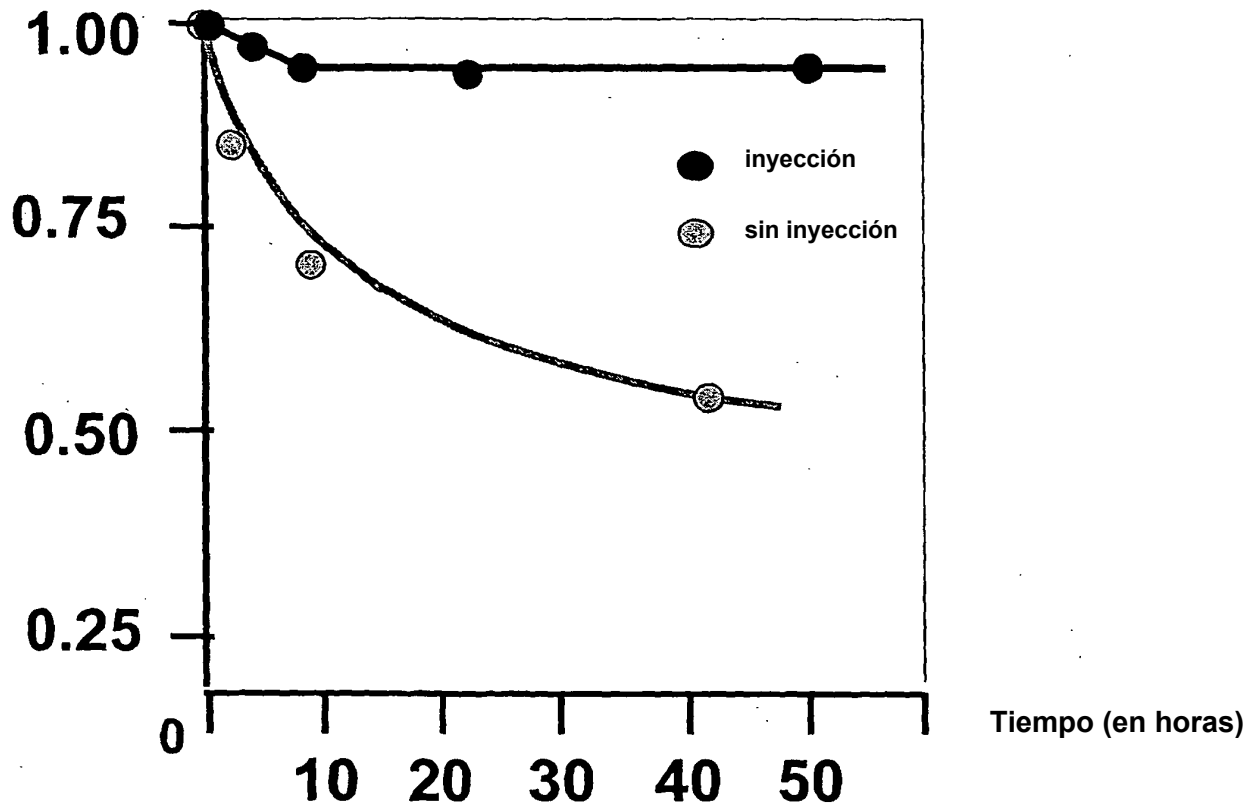


Figura 1

Figura 2

