

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 583**

51 Int. Cl.:

B01J 37/03 (2006.01)

B01J 23/46 (2006.01)

B01J 35/04 (2006.01)

C02F 1/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2013 PCT/FR2013/051921**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO2014023922**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013 E 13762163 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2882530**

54 Título: **Catalizador sólido para ozonización catalítica de compuestos orgánicos en medios acuosos**

30 Prioridad:

10.08.2012 FR 1257768

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2017

73 Titular/es:

**TECHNAVOX (25.0%)
Plate Forme Eau - Bat B16 40, avenue du Recteur
Pineau
86022 Poitiers Cedex, FR;
SEREP (25.0%);
C.N.R.S. MISSION DES RELATIONS AVEC LES
ENTREPRISES (25.0%) y
UNIVERSITÉ DE POITIERS (25.0%)**

72 Inventor/es:

**PONTLEVOY, FLORENCE;
AUDIRAC, AUDE;
KARPEL VEL LEITNER, NATHALIE;
VASSE, JEAN CHARLES y
DELIANE, FLORENT**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 583 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

Catalizador sólido para ozonización catalítica de compuestos orgánicos en medios acuosos

El presente invento se refiere a un catalizador sólido para la ozonización catalítica, y a un procedimiento de fabricación del citado catalizador.

- 5 El presente invento se refiere igualmente a un procedimiento de tratamiento de efluentes por ozonización catalítica en presencia del citado catalizador sólido, con vistas a reducir el contenido en contaminantes orgánicos.

10 Son muy numerosos los procedimientos industriales que generan aguas usadas, o efluentes, que contienen una tasa significativa de contaminantes orgánicos. La demanda química de oxígeno, o DCO es el consumo de dióxigeno necesario para la oxidación de estos contaminantes orgánicos. La DCO permite evaluar la carga contaminante de las aguas usadas.

Existen numerosas tecnologías para el tratamiento de las aguas industriales (procedimientos físico-químicos, membranas, evaporadores en vacío, biológicos) con, muy a menudo, dificultades para reducir esta DCO. El tratamiento con carbón activo, así como los procedimientos de oxidación conocidos, son soluciones a considerar pero con fuertes inconvenientes asociados, especialmente de costes de explotación importantes.

- 15 Los procedimientos biológicos son, en lo que a ellos se refiere, a menudo limitados por la toxicidad o por el carácter refractario de los materiales orgánicos a eliminar.

Se conoce ya un procedimiento eficaz de tratamiento de efluentes por ozonización catalítica. El ozono, además de un efecto biocida reconocido, tiene un poder oxidante más poderoso que el de otros oxidantes químicos tales como el peróxido de hidrógeno o el permanganato potásico.

- 20 En particular, el documento WO03/064333 se refiere al tratamiento por ozonización de efluentes que contienen contaminantes orgánicos, en presencia de un catalizador en polvo constituido por una fase activa de rutenio y/o de iridio depositado sobre un vehículo formado por un óxido metálico.

25 Tal procedimiento permite una transformación total en CO₂ del carbono de los contaminantes orgánicos, o incluso una degradación parcial que sufre el carbono orgánico biodegradable. Tal procedimiento presenta numerosas ventajas, tales como el tratamiento eficaz de los efluentes sin generar lodos. Además, permite la mineralización de los contaminantes orgánicos incluso de los clásicamente refractarios a los oxidantes.

30 La utilización de un catalizador en polvo presenta sin embargo inconvenientes, como el de tener que separar el catalizador y el agua purificada al final del tratamiento. Por otra parte, la utilización de un catalizador en polvo es incompatible con algunos efluentes, especialmente con aquellos que contienen materias colmatantes o partículas en suspensión.

Con el fin de resolver estos problemas, se ha intentado la puesta a punto de un catalizador sólido para el tratamiento de efluentes por ozonización catalítica. Sin embargo, se ha demostrado que es difícil fijar eficazmente tal catalizador sobre un soporte manteniendo al mismo tiempo la cinética y el rendimiento de la reacción de ozonización.

- 35 El presente invento ofrece una solución satisfactoria a estos problemas. En efecto, permite la obtención de un catalizador sobre un soporte sólido y su utilización para la ozonización de efluentes que contengan contaminantes orgánicos.

Además, la simplificación del procedimiento unida al paso de un catalizador en polvo a un catalizador soportado, ha permitido obtener con el catalizador según el invento mejores rendimientos de ozonización que el procedimiento descrito en el documento WO 03/64333, con concentraciones de ozono más pequeñas.

- 40 El presente invento se refiere pues a un procedimiento de fabricación de un catalizador sólido para la ozonización de un efluente que contenga contaminantes orgánicos, comprendiendo el citado procedimiento el depósito de un catalizador en polvo sobre un soporte de espuma de células abiertas, estando formado el citado polvo de unos granos que comprenden a su vez una fase activa depositada sobre un vehículo, comprendiendo la fase activa a su vez rutenio y/o iridio, estando formado el vehículo por un óxido elegido entre el óxido de cerio, el óxido de circonio, el óxido de titanio y sus mezclas, siendo solidario el catalizador en polvo con el soporte de espuma por medio de un aglutinante de tipo sol-gel.

45 Preferentemente, el soporte de espuma con células abiertas, está formado por una espuma metálica o cerámica. Sin embargo, pueden utilizarse otros materiales tales como los materiales compuestos o los plásticos. La elección del material del soporte de espuma está basado especialmente en criterios de la superficie específica, de la adherencia al catalizador, así como de resistencia al ozono y al agua.

- 50

Según una forma preferente del invento, la superficie específica del soporte de espuma con células abiertas está comprendida entre 500 y $5600\text{m}^2/\text{m}^3$, más preferentemente entre 1000 y $3000\text{m}^2/\text{m}^3$. Incluso más preferentemente, la superficie específica es de alrededor de $2000\text{m}^2/\text{m}^3$

5 Según una forma preferente del invento, la granulometría del catalizador en polvo está comprendida entre $1\mu\text{m}$ y $200\mu\text{m}$.

Según una forma preferente del invento, el soporte de espuma metálica comprende un metal elegido entre el níquel, el cromo, el aluminio, las aleaciones de níquel-cromo y las aleaciones de níquel-cromo-aluminio. Se puede utilizar por ejemplo acero inoxidable, enriquecido con cromo y eventualmente con níquel y/o molibdeno.

10 Tales espumas metálicas tienen preferentemente una densidad comprendida entre $0,40$ y $1,33\text{g}/\text{cm}^3$. Preferentemente, su porosidad está comprendida entre $0,4$ y $2,3\text{nm}$.

Según otra forma preferente del invento, el soporte es de espuma cerámica y comprende un material elegido entre el circonio, la alúmina, la mullita y sus mezclas. Preferentemente, la porosidad de estas espumas está comprendida entre $0,4$ y $2,3\text{nm}$.

15 Según una forma preferente del invento, el depósito y la solidarización del catalizador en polvo sobre el soporte de espuma de células abiertas se hace mediante una técnica de inmersión-tiraje, o dip coating. Más preferentemente, el procedimiento comprende sucesivamente las siguientes etapas: preparación del aglutinante sol-gel en fase líquida; añadido del catalizador en polvo al aglutinante sol-gel; depósito de la solución del catalizador así formado sobre el soporte de espuma de células abiertas por inmersión-tiraje; cocción del soporte de espuma con el fin de solidificar el aglutinante sol-gel.

20 El presente invento se refiere igualmente a un catalizador sólido sobre un soporte de espuma de células abiertas, para la ozonización de un efluente que contiene contaminantes orgánico, proviniendo el citado catalizador de un procedimiento de fabricación tal como el descrito anteriormente, o que puede provenir de tal procedimiento.

25 El presente invento se refiere además a un procedimiento para el tratamiento de un efluente que contiene contaminantes orgánicos, comprendiendo el citado procedimiento la ozonización del citado efluente en presencia de un catalizador sólido sobre un soporte de espuma de células abiertas tal como el descrito anteriormente.

Por "efluente" se entiende cualquier tipo de aguas usadas que contenga contaminantes orgánicos, tales como los efluentes industriales pero también las aguas domésticas, las aguas de piscina, las aguas de salida de una estación urbana o las aguas de los circuitos de refrigeración para reciclaje.

30 De manera preferente, tal procedimiento de tratamiento comprende las siguientes etapas: una etapa de disolver el ozono gaseoso en el efluente a tratar, a continuación una etapa de puesta en contacto del citado efluente concentrado de ozono con el catalizador sólido sobre el soporte de espuma.

35 El presente invento se refiere igualmente a una instalación para la ejecución de un procedimiento tal como el descrito anteriormente, comprendiendo la citada instalación: un dispositivo de producción de ozono, un dispositivo de transferencia del ozono gaseoso en el efluente a tratar; un reactor de puesta en contacto del citado efluente con el catalizador sólido sobre el soporte de espuma de células abiertas.

Según un modo de realización del invento, tal instalación comprende varios reactores llenos de catalizador sólido, estando dispuestos estos reactores en serie y/o en paralelo en un trayecto del efluente.

40 De manera preferente, un reactor de puesta en contacto del efluente con el catalizador sólido comprende una columna llena del soporte de espuma de células abiertas, una parte de la espuma situada a la entrada de la columna está desprovista de catalizador.

La parte de espuma desprovista de catalizador tiene especialmente una función de mezclador estático. El ozono es inyectado preferentemente al nivel de esta parte y se disuelve en el efluente antes de que entre en contacto con el catalizador sólido.

45 De la misma manera, otro objetivo del presente invento es una columna para la ozonización de un efluente que contiene contaminantes orgánicos, estando llena la citada columna de catalizador sólido sobre el soporte de espuma de células abiertas tal como se ha descrito anteriormente, estando, una parte de la citada columna situada a la entrada por otra parte, llena del soporte de espuma desprovisto de catalizador. Tal columna puede equipar una instalación tal como la descrita anteriormente, como el reactor que pone en contacto el efluente con el catalizador sólido.

50 Los siguientes ejemplos ilustran el invento sin, sin embargo, limitar su alcance:

Ejemplo 1: Fabricación de un catalizador sólido por fijación de un catalizador en polvo sobre un soporte de espuma con células abiertas por el procedimiento sol-gel.

5 En los siguientes ejemplos, se utiliza un catalizador en polvo que comprende una fase activa de rutenio depositada sobre un vehículo de óxido de cerio (catalizador Ru/CeO₂). Tal catalizador está descrito en el documento WO03/064333. Ventajosamente, se utiliza el catalizador comercializado por la sociedad TECHNAVOX bajo la denominación TAO3.

Ejemplo 1.1: Catalizador nº 1.

10 5 gr de 3-glyciioxipropiltrimetoxilane (Glymo) se mezclan con 5 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. La mezcla se agita durante 1 hora a temperatura ambiente. Se añaden a continuación 10 mL de etanol. El catalizador en polvo se añade de tal manera que se obtiene una concentración del 10% en masa sobre el extracto seco de la solución. La agitación se mantiene durante 30 segundos a temperatura ambiente.

La solución se deposita a continuación sobre una espuma de inoxidable por inmersión-tiraje con una velocidad de retirada de 10 mm por minuto. La espuma se calienta a continuación durante 1 hora a 100° C.

Ejemplo 1.2: Catalizador nº 2:

15 5 gr de Glymo se mezclan con 5 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. La primera mezcla se agita durante 1 hora a temperatura ambiente. Por otra parte, 5 gr de tetraetoxisilane (TEOS) se mezclan con 6 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. La segunda mezcla se agita durante 1 hora a temperatura ambiente.

20 La primera y segunda mezclas se juntan y se añaden 6 mL de etanol. Se añade el catalizador en polvo de tal manera que se obtiene una concentración del 10% en masa sobre el extracto seco de la solución. Se mantiene la agitación durante 30 minutos a temperatura ambiente.

La solución se deposita a continuación sobre una espuma de inoxidable por inmersión-tiraje con una velocidad de retirada de 10 mm por minuto. A continuación se calienta la espuma durante 1 hora a 100° C.

Ejemplo 1.3: Catalizador nº 3.

25 5 gr de Glymo se mezclan con 5 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la primera mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente. Por otra parte, se mezclan 5 gr de TEOS con 6 gr de ácido clorhídrico 0,1 N. se agita la segunda mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente.

Se juntan la primera y la segunda mezclas. Se añaden 6 mL de etanol y 1 gr de polietileno glicol (PEG). Se mantiene la agitación durante 30 minutos a temperatura ambiente. Se añade el catalizador en polvo de tal manera que se obtiene una concentración del 10% en masa sobre el extracto seco de la solución.

30 Se deposita a continuación la solución sobre la espuma de inoxidable por inmersión-tiraje con una velocidad de retirada de 10 mm por minuto. A continuación se calienta la espuma durante 1 hora a 100° C.

Ejemplo 1.4: Catalizador nº 4.

35 Se mezclan 5 gr de Glymo con 5 gr de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la primera mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente. Por otra parte, se mezclan 5 gr de TEOS con 6 ml de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la segunda mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente.

Se juntan la primera y la segunda mezclas. Se añaden 6 mL de etanol con 0,5 gr de cerio. Se mantiene la agitación durante 30 minutos a temperatura ambiente. Se añade el catalizador en polvo de tal manera que se obtiene una concentración del 10% en masa sobre el extracto seco de la solución.

40 A continuación se deposita la solución sobre una espuma de inoxidable por inmersión-tiraje con una velocidad de retirada de 10 mm por minuto. A continuación se calienta la espuma durante 1 hora a 100° C.

Ejemplo 1.5: Catalizador nº 5

Se mezclan 5 gr de Glymo con 5 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la primera mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente. Por otra parte, se mezclan 5 gr de TEOS con 6 ml de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la segunda mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente.

45 Se juntan la primera y la segunda mezclas. Se añaden 6 mL de etanol, 1 gr de PEG y 0,5 gr de cerio. Se mantiene la agitación durante 30 minutos a temperatura ambiente. Se añade el catalizador en polvo de tal manera que se obtiene una concentración del 10% en masa sobre el extracto seco de la solución.

A continuación se deposita la solución sobre una espuma de inoxidable por inmersión-tiraje con una velocidad de retirada de 10 mm por minuto. A continuación se calienta la espuma durante 1 hora a 100° C.

Ejemplo 1.6: Catalizador nº 6.

Se mezclan 5 gr de Glymo con 5 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la primera mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente. Por otra parte, se mezclan 5 gr de TEOS con 6 mL de ácido clorhídrico 0,1 N. Se agita la segunda mezcla durante 1 hora a temperatura ambiente.

- 5 Se juntan la primera y la segunda mezclas. Se añaden 6 mL de etanol y 1,5 gr de cerio. Se mantiene la agitación durante 30 minutos a temperatura ambiente. Se añade el catalizador en polvo de tal manera que se obtiene una concentración del 10% en masa sobre el extracto seco de la solución.

A continuación se deposita la solución sobre una espuma cerámica sílico-aluminosa por inmersión-tiraje con una velocidad de retirada de 20 mm por minuto. A continuación se calienta la espuma durante 1 hora a 100° C.

- 10 Las proporciones utilizadas en los ejemplos anteriores pueden ser modificados de tal manera que varíen de la siguiente manera las concentraciones másicas de los diferentes compuestos en el extracto seco de las soluciones sol-gel:

- la concentración del catalizador en polvo puede variar de 5 a 50%;

- la concentración de Glymo puede variar de 8 a 70%;

- 15 - la concentración de TEOS puede variar de 5 a 50%;

- la concentración de cerio puede variar de 1 a 15%;

- la concentración de PEG puede variar de 1 a 15%.

Por otra parte, la velocidad de retirada de la muestra durante el depósito del catalizador por inmersión-tiraje puede variar de 1 a 200 mm por minuto.

- 20 El etanol puede ser reemplazado por otros disolventes orgánicos, por ejemplo el DOWANOL™ PMA (Propileno Glicol Metil Éter Acetato).

Ejemplo 2: Tratamiento de un efluente por ozonización-comparación de los resultados obtenidos en presencia del catalizador en polvo y del catalizador sobre soporte de espuma.

Ejemplo 2.1-Reactor batch.

- 25 La figura 1 representa una vista esquemática de una instalación para el tratamiento de efluentes por ozonización, según un modo de realización del invento.

La instalación 10 comprende un reactor 11 de vidrio borosilicatado de 1,25 L con agitador magnético. Una entrada del reactor 11 está conectada con un ozonizador 12, por medio de un primer caudalímetro 13. Una salida del reactor 11 está conectada a un destructor 14 de ozono, por medio de un segundo caudalímetro 15.

- 30 En la entrada del reactor 11, se introduce el ozono por una alcachofa de HPLC que permite una difusión de burbujas de 2 a 3 µm de diámetro. La velocidad de rotación del agitador magnético es de 500 vueltas por minuto.

-Tratamiento de una molécula modelo

Se vierte 1L de solución de ácido succínico con 1 mM de agua osmotizada en el reactor 11.

- 35 Experiencia 1: se realiza la ozonización de esta solución en presencia del catalizador Ru/CeO₂ en polvo, a razón de 1 gr de catalizador en polvo por litro de solución.

Experiencia 2 : se realiza la ozonización de una solución idéntica en presencia del catalizador sobre un soporte de espuma metálica nº 4, tal como se ha descrito en el ejemplo 1.4 anterior, a razón de 0,6 gr de equivalente de catalizador en polvo por litro de solución.

- 40 Experiencia 3: se realiza la ozonización de una solución idéntica en presencia del catalizador sobre un soporte de espuma cerámica nº 6, tal como se ha descrito en el ejemplo 1.6 anterior, a razón de 0,6 gr de equivalente de catalizador en polvo por litro de solución.

En las experiencias 2 y 3, la cantidad de catalizador es por lo tanto igual al 60% de la cantidad utilizada en la experiencia 1.

- 45 La figura 2 muestra una gráfica que representa la evolución de la eliminación del ácido succínico en el transcurso del tiempo para cada una de las experiencias 1, 2 y 3.

Se constata que al cabo de alrededor de 50 minutos, el porcentaje de ácido succínico que ha reaccionado en la experiencia 3 (catalizador en espuma cerámica) sobrepasa el de la experiencia 1 (catalizador en polvo).

El porcentaje de ácido succínico que ha reaccionado en la experiencia 2 (catalizador en espuma de inoxidable) sobrepasa el de la experiencia 1 (catalizador en polvo) al cabo de alrededor de 110 minutos.

- 5 Por otra parte, se ha constatado que la experiencia 1 consume 40 moles de O_3 por mol de ácido succínico eliminado, mientras que los consumos para las experiencias 2 y 3 son respectivamente de 17 y de 21 moles de O_3 por mol de ácido succínico eliminado.

- 10 En un reactor batch, la ozonización del ácido succínico es por lo tanto tan rápida, incluso más rápida con los catalizadores soportados que con el catalizador en polvo. Por otra parte, este resultado se ha obtenido por los catalizadores soportados en presencia de 40% al menos de catalizador, y para un consumo de ozono de alrededor de dos veces menor.

-Tratamiento de un efluente industrial.

Se utiliza un efluente de una industria de producción energética. Coloreado y con olor su DCO inicial es de 3400mg/L.

- 15 Se vierte 1l de este efluente industrial en el reactor 11.

Experiencia 4: se realiza la ozonización de esta solución en presencia del catalizador Ru/CeO₂ en polvo, a razón de 1 gr de catalizador en polvo por litro de solución.

- 20 Experiencia 5: se realiza la ozonización de una solución idéntica en presencia del catalizador sobre soporte de cerámica nº 6, tal como se ha descrito en el ejemplo 1.6 anterior, a razón de 0,6 gr de equivalente de catalizador en polvo por litro de solución.

En la experiencia 5, la cantidad de catalizador es por lo tanto igual a 60% de la cantidad utilizada en la experiencia nº 4.

La figura 3 muestra un gráfico que representa la evolución de la DCO en el transcurso del tiempo para cada una de las experiencias 4 y 5.

- 25 Se constata que la disminución de la DCO es más rápida en el caso del catalizador sobre espuma cerámica (experiencia 5) que en el caso del catalizador en polvo (experiencia 4). En particular, al cabo de 150 minutos, el 90% de la DCO ha sido eliminada en la experiencia 5 mientras que el 65% solamente de la DCO ha sido eliminada en la experiencia 4.

Ejemplo 2.2-tatamiento continuo.

- 30 La figura 4 representa una vista esquemática de una instalación 20 para el tratamiento de efluentes por ozonización, según otro modo de realización del invento, distinto que el de la figura 1. La instalación 20 permite el tratamiento de efluentes de manera continua.. Un flujo de efluentes entra en la instalación 20 y con el muelle tarado al mismo caudal.

- 35 La instalación 20 comprende una columna 21 de burbujas. Un extremo superior de la columna esta conectado con una cubeta 22 de alimentación de los efluentes a tratar. El citado extremo superior está conectado igualmente a un destructor 23 de ozono. La instalación 20 comprende además un ozonizador 24.

La instalación 20 permite ejecutar el tratamiento de un efluente por un procedimiento según un primer modo de realización del invento.

- 40 Según este primer procedimiento, (a partir de aquí, procedimiento 1), se inyecta el ozono en la parte de debajo de la columna 21 a través de un conducto 25. Una columna 26 del catalizador soportado sobre espuma está situada en el interior de la columna 21 de burbujas.

El efluente tratado sale por debajo de la columna de burbujas. Puede ser transferido en una bolsa 27 de recuperación, o incluso re-inyectado, a la parte de arriba de la columna 21 de burbujas por un bucle 28 de recirculación.

- 45 La instalación 20 permite igualmente el tratamiento de un efluente por un procedimiento según un segundo modo de realización del invento.

- 50 Según este segundo procedimiento (a partir de aquí, 2), el ozono se inyecta en la parte de debajo de la columna 21 por el conducto 25. El catalizador soportado sobre la espuma no está situado en el interior de la columna 21 de burbujas sino sobre una columna 29 situada sobre el bucle 28 de re-circulación del efluente. El ozono se solubiliza en el efluente antes de ponerse en contacto con el catalizador.

La instalación 20 permite igualmente el tratamiento del efluente por un procedimiento según un tercer modo de realización.

5 Según este tercer modo (a partir de aquí, 3), el catalizador soportado sobre la espuma no está situado en el interior de la columna 21 sino sobre la columna 29 del bucle 28. El ozono no se inyecta en la parte de debajo de la columna 21 sino al nivel de un mezclador estático 30, situado a la entrada de la columna 29.

Según un modo particular de realización del invento, la columna 29 está llena de espuma con células abiertas una de cuyas partes está incorporada en el catalizador tal como se ha descrito anteriormente. Una parte de la espuma situada a la entrada de la citada columna no está incorporada; esta parte de la espuma no incorporada forma el mezclador estático 30.

10 Según una variante en la ejecución de los procedimientos 2 y 3, la instalación 20 puede comprender varias columnas 29, por ejemplo dos columnas dispuestas en serie o en paralelo, sobre el bucle 28 de re-circulación. En este caso, es preferible efectuar una inyección de ozono a la entrada de cada una de las columnas.

-Tratamiento de una molécula modelo

15 La ozonización catalítica de una solución de ácido succínico con 1 mM se ha realizado según los procedimientos 1, 2 y 3.

En cada uno de los tres procedimientos, los tiempos de contacto con el catalizador está fijado en 90 minutos.

20 El catalizador utilizado sobre las columnas 26 ó 29 es el catalizador sobre soporte de espuma de inoxidable utilizado en la experiencia 2 del ejemplo 2.1 anterior, a razón de 0,06 gr de equivalente de catalizador en polvo por litro de solución. Esta concentración es 10 veces inferior a la utilizada para el tratamiento batch descrito en el ejemplo 2.1 anterior.

El procedimiento 1 permite eliminar el 83% del ácido succínico con un consumo de ozono de 14 moles por mol de ácido succínico eliminado.

El procedimiento 2 permite eliminar el 72% de ácido succínico con un consumo de ozono de 6 moles por mol de ácido succínico eliminado.

25 El procedimiento 3 permite eliminar el 65% de ácido succínico con un consumo de ozono de 11 moles por mol de ácido succínico eliminado.

A título de comparación, en 90 minutos, el procedimiento batch descrito en el ejemplo 2.1 (experiencia 2) permite eliminar el 68% de ácido succínico con un consumo de ozono de 17 moles por mol de ácido succínico eliminado.

30 Los procedimientos 1, 2 y 3 en continuo permiten por lo tanto obtener resultados análogos a los del procedimiento batch, incluso mejores resultados, y con un menor consumo de ozono y una cantidad de catalizador menor.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un catalizador sólido para la ionización de un efluente que contiene contaminantes orgánicos, comprendiendo el citado procedimiento el depósito de un catalizador en polvo sobre un soporte de espuma de células abiertas, estando formado el citado polvo de granos que comprenden una fase activa depositada sobre un vehículo, comprendiendo la fase activa a su vez rutenio y/o iridio, estando formado el vehículo por un óxido elegido entre el óxido de cerio, el óxido de circonio, el óxido de titanio y sus mezclas, siendo solidario el catalizador en polvo de un soporte de espuma por medio de un aglutinante sol-gel.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, tal que el soporte es una espuma metálica y comprende un metal elegido entre el níquel, el cromo, el aluminio, las aleaciones níquel-cromo y las aleaciones níquel-cromo-aluminio.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, tal que el soporte es una espuma cerámica y comprende un material elegido entre el circonio, la alúmina, la mullita y sus mezclas.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende sucesivamente las siguientes etapas:
- preparación del aglutinante sol-gel en fase líquida;
 - añadido del catalizador en polvo al aglutinante sol-gel en fase líquida;
 - depósito de la solución de catalizador así formado sobre el soporte de espuma de células abiertas por inmersión-tiraje;
 - cocción del soporte de espuma con el fin de solidificar el aglutinante sol-gel.
5. Catalizador sólido sobre soporte de espuma de células abiertas, para la ozonización de un efluente que contiene contaminantes orgánicos, pudiendo proceder el citado catalizador de un procedimiento de fabricación según una de las reivindicaciones precedentes.
6. Procedimiento para el tratamiento de un efluente que contiene contaminantes orgánicos, comprendiendo el citado procedimiento la ozonización del citado efluente en presencia de un catalizador sólido sobre un soporte de espuma de células abiertas según la reivindicación 5.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende:
- una etapa de disolución del ozono gaseoso en el efluente a tratar,
 - una etapa para poner en contacto el citado efluente concentrado de ozono con el catalizador sólido sobre un soporte de espuma.
8. Instalación para la ejecución de un procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 7, comprendiendo la citada instalación:
- un dispositivo de producción de ozono;
 - un dispositivo de transferencia del ozono gaseoso en el efluente a tratar;
 - un reactor para poner en contacto el citado efluente con un catalizador sólido sobre un soporte de espuma de células abiertas según la reivindicación 5.
9. Instalación según la reivindicación 8, tal que el reactor para poner en contacto el efluente con el catalizador comprende una columna llena del soporte de espuma de células abiertas, una parte de la espuma situada a la entrada de la columna que está desprovista de catalizador.
10. Columna para la ozonización de un efluente que contiene contaminantes orgánicos, estando llena la citada columna de un catalizador sólido sobre un soporte de espuma de células abiertas según la reivindicación 5, estando llena una parte de la citada columna situada a la entrada del soporte de espuma desprovista de catalizador.

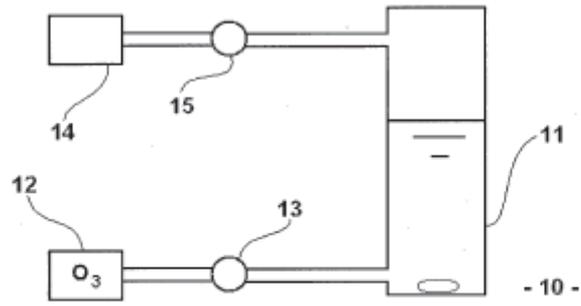


Fig. 1

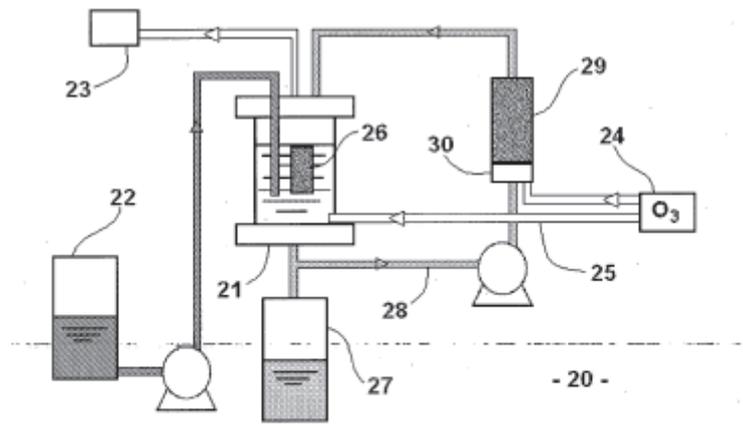


Fig. 4

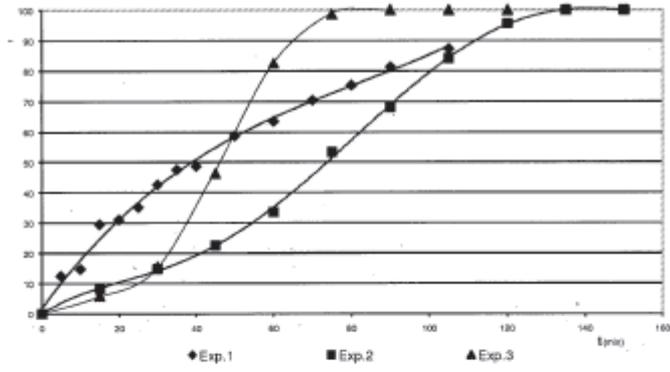


Fig. 2

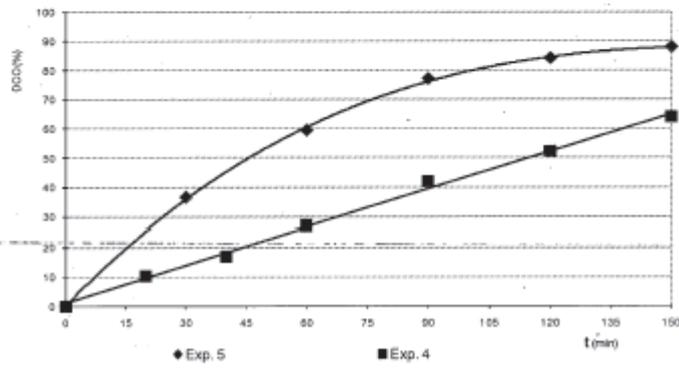


Fig. 3