

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 381 345**

② Número de solicitud: 201031599

⑤ Int. Cl.:
C02F 1/72 (2006.01)
B01J 19/26 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **29.10.2010**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2012**

⑬ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
25.05.2012

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Valladolid**
Plaza de Santa Cruz, 8
47011 Valladolid, ES

⑦ Inventor/es: **Bermejo Roda, María Dolores;**
Cabeza Pérez, Pablo;
Silva Queiroz, Joao;
Jiménez de la Parra, Cristina y
Cocero Alonso, María José

⑦ Agente/Representante:
Ungria López, Javier

⑤ Título: **Aparato y procedimiento para la generación de llamas hidrotermales autotérmicas.**

⑦ Resumen:

Aparato y procedimiento para la generación de llamas hidrotermales autotérmicas.

Este aparato hace uso de un procedimiento de oxidación de combustibles y/o residuos, fundamentalmente orgánicos, en agua, por encima del punto crítico. El aparato comprende una cámara de reacción (1), una carcasa de presión (3), entre las que circulará un flujo de un fluido refrigerante presurizado (5) como agua fría o salmuera, y un inyector (9). Este fluido (5) entra por la parte inferior de la cámara de reacción (6), redisolviendo las sales que hayan podido precipitar en el fondo (12) de la carcasa (3), ya que la cámara (1) presenta una abertura (15) en su fondo, abandonan la cámara de reacción (1) sin producir taponamientos.

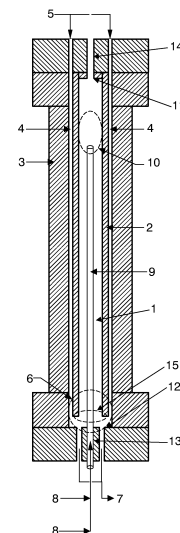


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Aparato y procedimiento para la generación de llamas hidrotermales autotérmicas.

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un aparato y un procedimiento para la generación de llamas hidrotermales autotérmicas. Este aparato hace uso de un procedimiento de oxidación de combustibles y/o residuos, fundamentalmente orgánicos, en agua, por encima del punto crítico. En estas condiciones, el agua presenta propiedades físicas que le confieren características de disolvente orgánico.

El aparato podrá usarse para la destrucción de residuos por oxidación en agua supercrítica, para la producción de energía o para cualquier otro proceso hidrotermal que use la llama hidrotermal como fuente de energía como por ejemplo, la gasificación producida en agua supercrítica o la precipitación de materiales sobre la llama hidrotermal.

15 Antecedentes de la invención

Cuando se produce la oxidación de unos reactivos en agua supercrítica a temperaturas por encima de la temperatura de autoignición de los reactivos esta oxidación se produce en forma de llamas, conocidas como llamas hidrotermales. Estas llamas fueron descritas por primera vez por Schilling y Franck en 1988. Las altas presiones permiten disminuir de forma significativa las temperaturas de autoignición de los compuestos, en algunos casos hasta 400°C, por lo que este proceso tiene lugar a temperaturas menores que la combustión convencional evitando la formación de subproductos como NO_x o dioxinas. Cuando la oxidación en agua supercrítica se da en régimen de llama hidrotermal los contaminantes pueden ser totalmente eliminados en tiempos de milisegundos [Augustine y Tester, 2009].

La principal aplicación de la oxidación en agua supercrítica tanto en régimen de llama como sin llama es la destrucción de residuos, especialmente aquellos no biodegradables, recalcitrantes o xenobióticos. Las llamas hidrotermales además se han aplicado a la perforación de pozos profundos, según se describe en las patentes US 5.771.984 y WO 2010072407.

La oxidación en agua supercrítica fue patentada por Modell en 1981, US 4.113.446, US 4.338.199 y US 4.543.190. En estas patentes se describe un complejo sistema de oxidación de lodos y residuos orgánicos que opera a temperaturas de 600°C en una cámara de oxidación seguida de un separador de cenizas de la combustión y recirculación de gases a la cámara de oxidación.

Pronto se pusieron de manifiesto los problemas de esta tecnología asociados a las duras condiciones de operación: corrosión, debido a la atmósfera oxidante y deposición de sales inorgánicas debido a la baja solubilidad que presentan en agua supercrítica. La mayor parte de las patentes que siguieron a continuación fueron encaminadas a solucionar estos problemas.

Respecto al problema de la separación de sales inorgánicas precipitadas en el efluente, la patente US 4.338.199 del año 1982 de MODAR ya propone la separación de los sólidos inorgánicos en un ciclón que recibe el efluente del reactor. En 1989 patentaron un reactor, US 4.822.497, consistente en un gran recipiente a presión que proporciona un ambiente relativamente estacionario en el cual las partículas sólidas caen al fondo del recipiente por el que se inyecta agua fría por lo que se mantiene por debajo de la temperatura supercrítica de tal manera que una pequeña parte del agua condensa y se formará una acumulación de salmuera concentrada por disolución de las sales sedimentadas. La solución de salmuera caliente y presurizada se retira a través de una válvula por el fondo del recipiente reactor. Una modificación a esta patente es la WO9221621 de 1992, en la que la corriente de agua fría se introduce resbalando por la pared del reactor y de esta manera evitando la deposición de las sales en la pared.

En el año 1997, la patente española ES2108627 de Cocero describe un sistema de reactor consistente en una carcasa refrigerada conteniendo una cámara de reacción, que proporciona unos reactores de menor coste por no ser necesario que su carcasa presurizada soporte el ambiente de oxidación y por encontrarse esta carcasa a menor temperatura que la del proceso de oxidación. Para ello, dicha carcasa está refrigerada interiormente, requiriendo así menor espesor, mediante la propia alimentación del sistema o mediante un fluido ajeno al proceso. Continuando con la idea de la pared refrigerada otra forma de realizar la oxidación en agua supercrítica es utilizando agitación.

En la patente ES 2219567 del 2004 publicada por la Comisaria de la Energía Atómica (Francia), se describe como la mezcla del fluido agua/oxidante bajo presión y caliente, y el material a tratar en el tubo interno, puede realizarse mediante agitación mecánica. El flujo tenderla a un régimen equivalente al de un reactor perfectamente agitado o se podría confinar la agitación a volúmenes sucesivos con el fin de mantener en el tubo interno un régimen de evacuación esencialmente cuasi-pistón de la mezcla fluida caliente de agua/oxidante a presión y del material tratado. El enfriamiento de la mezcla fluido/material oxidado en el tubo interno, se realiza con preferencia bajo agitación fuerte.

Otro tipo de reactor de oxidación es el de pared transpirable desarrollado por McGuinness, US 5.384.051, en el año 1996. El reactor consta de una funda permeable que rodea a la cámara de reacción y que se encuentra dentro de la cámara presurizada. La funda aísla la cámara a presión de las elevadas temperaturas y condiciones oxidantes que hay en la zona de reacción, disminuyendo el coste del recipiente a presión. El residuo orgánico se introduce por la

parte central de la cámara de reacción y la mezcla de oxidante y agua caliente y presurizada se introduce en la zona de reacción a través de la funda permeable. En la patente US 5.558.783 de 1996, McGuinness propone este mismo sistema para distribuir de forma homogénea el oxidante en una oxidación con llama hidrotermal.

5 Otra patente en la que se usa un elemento transpirable es la de Aerojet, US 5.387.398, del año 1995. Los residuos orgánicos se oxidan en agua supercrítica en la zona de reacción en un tubo de reactor formado por "platelet", esto es una serie de placas microperforadas que forman conductos en la pared y crean caminos preferenciales haciendo la pared transpirable. El agua supercrítica se inyecta dentro de la sección anular, tanto por el exterior de la sección anular como por la cámara central, a través de los conductos de la pared, formándose una película protectora de agua
10 supercrítica en la superficie que define la zona anular de reacción que mitiga los problemas de corrosión y deposición de sales. El agua a su vez también calienta la mezcla de residuo y oxidante hasta la temperatura de reacción.

Otra patente que busca proteger las paredes de la cámara hidrotermal del calor generado en la llama hidrotermal es la publicada como EP0612697, y US 5.437.798 de Sulzer en la que se describe un inyector refrigerado en su parte
15 externa para evitar el contacto de la llama con las paredes de la cámara de reacción en 1994. Las patentes US 5.804.066, EP0820423 (A1) y WO9729050 (A1) de Mueggenburg *et al.* publicadas en 1997 y 1998 describen un inyector para llamas hidrotermales en las que el combustible, el agua, el residuo y el oxidante se inyectan de forma separada para evitar la oxidación a temperaturas demasiado altas.

20 Para evitar el precalentamiento, en 1997 McBrayer patentó un reactor de recirculación donde los reactivos fríos se mezclaban con los productos calientes por el efecto de la convección natural (WO9746494, US 6001243 y US 6017460). Continuando con la misma idea, en el mismo año las patentes US9705069 y WO 5.674.405 de MODAR muestra un reactor en que el residuo acuoso orgánico y el oxidante son introducidos en una pequeña cámara de reacción y permite mezclar la alimentación con los productos formados, permitiendo un reciclaje interno del calor.
25 Esta retromezcla permite iniciar la reacción de la alimentación que está entrando a la vez disminuye la cantidad de sólidos formados en el reactor.

Referencias

30 - C. **Augustine**, J. W. **Tester**, Hydrothermal flames: From phenomenological experimental demonstrations to quantitative understanding, *J. Supercrit. Fluids* 47 (2009) 415-430.

- W. **Schilling**, E. U. **Franck**, Combustión and Diffusion Flames at High Pressures to 2000 bar, *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 92 (1988) 631-636.
35

Descripción de la invención

Para lograr los objetivos y evitar los inconvenientes indicados anteriormente, la presente invención consiste en un aparato capaz de sustentar llamas hidrotermales estacionarias, que comprende un inyector tubular, una cámara de
40 reacción de un material capaz de soportar temperaturas mayores de 400°C abierta por su parte inferior y contenida en una carcasa de presión capaz de soportar altas presiones, refrigerada por un flujo de agua fría o salmuera que se introduce por la parte superior de la carcasa y entra por la parte inferior de la cámara de reacción. La invención también comprende el procedimiento que hace uso de este aparato para la generación de las llamas hidrotermales estacionarias.

45 Así, el aparato para la generación de llamas hidrotermales, se caracteriza porque comprende,

- Un inyector, que se introducirá en el interior del aparato y a través del cual se inyectarán los reactivos y el comburente que generarán la llama hidrotermal. A la salida del inyector se produce una llama hidrotermal estacionaria que sirve para precalentar los reactivos fríos hasta la temperatura de autoignición.
50
- Una cámara de reacción abierta en el fondo para la entrada de un fluido refrigerante. Estará construida en un material resistente a temperaturas de reacción por encima de 374°C y a presiones por encima de 22.1 MPa. Estas son las condiciones de temperatura y presión a las que se alcanza el punto crítico del agua.
- Una carcasa de presión que comprende al menos un orificio situado en el fondo de la misma, siendo este fondo de la carcasa preferentemente plano, para la salida del efluente que se genera en el interior del aparato. La cámara de reacción estará situada en el interior de la carcasa de presión habiendo un espacio entre ambas para la circulación del fluido refrigerante. Esta carcasa estará construida en un material resistente a presiones por encima de 22.1 MPa.
55
- Un sistema de refrigeración que comprende un fluido refrigerante que circula por el espacio entre la carcasa de presión y la cámara de reacción y que entra en la cámara de reacción por la abertura del fondo de dicha cámara de reacción. De este modo el fluido refrigerante, que se habrá calentado a una temperatura cercana a la crítica, redisolverá las sales generadas en el interior de la cámara de reacción y que se habrán precipitado al fondo de la cámara de presión y las arrastrará por los orificios de salida situados en el citado fondo de la cámara de presión al exterior del aparato. Así se evitará que se obstruyan las salidas o la tubería que conduzca este efluente ya una vez que esté fuera del aparato. El fluido del sistema de refrigeración estará seleccionado entre agua fría y salmuera.
60
65

ES 2 381 345 A1

El inyector se puede introducir o bien por la parte superior del aparato o bien por la parte inferior. Además, la invención prevé que los gases del efluente generados en el interior de la cámara de reacción salgan del aparato o bien por la parte superior o por la inferior del citado aparato.

5 Para el caso en que el inyector se introduce por la parte inferior del aparato y los gases del efluente salen por la parte superior del mismo, se tienen al menos dos orificios en el fondo de la carcasa de presión uno por donde es introducido el citado inyector y al menos otro por donde sale el fluido refrigerante con las sales disueltas y/o una parte del efluente y, además un orificio en la parte superior de la cámara de reacción y de la carcasa de presión para la salida de los gases del efluente que se generan en el interior del aparato.

10 Para el caso en que el inyector se introduce por la parte inferior del aparato y los gases del efluente salen por la parte inferior del mismo, se tiene un orificio en el fondo de la carcasa de presión por donde es introducido el citado inyector hacia la cámara de reacción a través de la abertura de la parte inferior de la cámara. Para la salida de los gases del efluente que se generan en el interior está previsto que se mezclen con el fluido de refrigeración y salgan por los orificios del fondo de la carcasa para la salida del fluido.

15 Para el caso en que el inyector se introduce por la parte superior del aparato y los gases del efluente salen por la parte superior del mismo, se tiene un orificio en la parte superior la cámara de reacción y un conducto en la carcasa de presión que conecta la cámara con el exterior y teniéndose que el diámetro del orificio por donde se introduce el inyector es mayor que el diámetro del inyector permitiendo la salida por el hueco que queda entre ambos, de los gases del efluente que se generan en el interior de la cámara de reacción. Opcionalmente el aparato comprende al menos un orificio y un conducto situados en la parte superior del aparato, como los descritos anteriormente, independientes del empleado para la introducción del inyector para la salida de los gases del efluente.

20 Para el caso en que el inyector se introduzca por la parte superior del aparato y los gases del efluente salgan por la parte inferior del mismo, se tiene un orificio en la parte superior de la carcasa de presión por donde es introducido el citado inyector. Para la salida de los gases del efluente que se generan en el interior del aparato está previsto que se mezclen con el fluido de refrigeración y salgan por los orificios del fondo de la carcasa para la salida del fluido.

25 Opcionalmente, cuando los gases abandonan la cámara de reacción por la parte superior, el aparato comprende un filtro, resistente a temperaturas superiores a 374°C, entre la salida del inyector y la salida de los gases del efluente.

30 También se prevé que el aparato tenga el fondo de la carcasa de presión de forma cónica para facilitar la deposición de las sales que se generan en el interior de la cámara de reacción.

35 Opcionalmente el inyector puede comprender aletas o tener una forma helicoidal para aumentar la superficie de intercambio de calor entre la cámara de reacción y los el inyector. El inyector puede ser de tipo tubular.

40 Además el aparato puede tener elementos que modifiquen la dinámica del flujo, como por ejemplo, placas deflectoras que se sitúan en le interior de la cámara de reacción de forma transversal a la misma.

Por otro lado el procedimiento de generación de llamas hidrotermales que hace uso del aparato anteriormente descrito, comprende las siguientes fases:

- 45 i) Generar las condiciones de temperatura y presión a las que se alcanza la ignición de la materia orgánica, como combustibles y/o residuos en agua supercrítica, en el interior de la cámara de reacción.
- 50 ii) Introducir a través del inyector unos reactivos y un comburente a temperatura por encima de la de autoignición de los reactivos, para la generación de la llama hidrotermal a la salida del inyector.
- 55 iii) Introducir el fluido refrigerante presurizado por el hueco existente entre la carcasa de presión y la cámara de reacción para la refrigeración de la carcasa de presión.
- iv) Disolver en el fluido refrigerante las sales que se precipiten al fondo de la cámara de reacción y hacer salir al exterior este fluido con las sales disueltas a través de los orificios del fondo de la carcasa de presión.

60 Opcionalmente en la fase ii) se inyecta junto con los reactivos y comburente un fluido para la gasificación de dicho fluido en condiciones en las que el oxidante está en una proporción inferior a la estequiométrica.

65 El procedimiento que hace uso del aparato para procesos de gasificación de sustancias en agua supercrítica sobre la llama hidrotermal consiste en introducir junto a los reactivos y al oxidante el material a gasificar, que podrían ser los mismos reactivos u otro material orgánico. Preferentemente, será un material o fluido que comprenda sustancias orgánicas. Al inyectarse sobre la llama los reactivos, oxidante y material a gasificar, éstos se calientan súbitamente de manera que los reactivos se oxidan y general calor pero el material a gasificar se transforma en gases mayoritariamente hidrógeno y dióxido de carbono, y en menor proporción otros gases como metano, monóxido de carbono u otros. En este proceso de gasificación sobre la llama hidrotermal es importante trabajar en defecto de oxidante, para que así parte del material y/o reactivos se oxide para general la llama y la otra parte se gasifique para proporcionar gases combustibles.

ES 2 381 345 A1

La cámara de reacción está prevista para trabajar a temperaturas de hasta 800°C en el interior de la cámara de reacción. Preferentemente, el aparato está previsto para trabajar a temperaturas por encima de 374°C y a presiones por encima de 22.1 MPa. También puede trabajar a temperaturas por encima de 374°C y a presiones por debajo de 22.1 MPa. Además está previsto que la carcasa de presión soporte presiones que preferentemente serán de hasta 30 MPa.

5 El aparato está previsto para que la carcasa soporte las condiciones de presión que se generen debido a las condiciones extremas de las reacciones que se den en el interior de la cámara de reacción.

Los reactivos con el comburente que se inyectan en la fase ii), pueden estar a temperaturas de entre 20 y 500°C y preferentemente a presiones mayores de 22.1 MPa. También se pueden inyectar a presiones por debajo de 22.1 MPa.

10 Opcionalmente los reactivos y el comburente empleados en la fase ii) son de un material combustible como reactivo y peróxido de hidrógeno u oxígeno como comburente, pudiendo estar mezclado el oxígeno con nitrógeno en cualquier proporción.

15 El fluido refrigerante empleado en la fase iii) está seleccionado entre agua fría y salmuera.

Destacan las siguientes características de funcionamiento:

- Presenta la posibilidad de inyectar reactivos a temperatura ambiente sobre la llama, evitando el precalentamiento, siendo posible además la inyección de alimentaciones con alto contenido en sales minerales, sin que se produzca el taponamiento del equipo y sin que estas sales se acumulen en el interior del aparato.
- Produce un efluente a alta temperatura, de manera que se tiene un sistema de generación de energía eficaz y limpia a partir de combustibles o de residuos acuosos de alto poder calorífico basado en la formación de llamas hidrotermales.

25 La principal ventaja de este diseño es que el mismo fluido refrigerante, agua o salmuera, una vez refrigerada la cámara de reacción y a una temperatura elevada cercana a la crítica del agua entra por la parte inferior de la cámara de reacción formando un depósito de agua líquida en el que las sales precipitadas en la llama se redisuelvan y puedan dejar la cámara de reacción sin originar problemas de taponamiento.

30

El diseño del aparato permite minimizar el coste de los materiales de construcción utilizando el concepto de cámara de reacción con carcasa de presión de pared refrigerada. Este diseño permitirá operar a elevada temperatura en la cámara de reacción, y utilizar una carcasa de presión refrigerada para soportar la presión de operación, pudiendo construir equipos de menor coste.

35

Respecto a las condiciones de operación, los reactivos con el comburente se pueden inyectar a temperaturas comprendidas entre 20°C y 500°C y preferentemente a presiones mayores de 22.1 MPa. Opcionalmente también se pueden inyectar a presiones por debajo de 22.1 MPa. El aparato puede trabajar con temperaturas máximas de hasta 800°C en el interior de la cámara de reacción.

40

Respecto a la aplicabilidad del aparato, este aparato permitirá la realización de procesos que tengan como fuente de energía una llama hidrotermal, como la oxidación en agua supercrítica de aguas residuales y fangos, procesos de gasificación en agua supercrítica, la precipitación de partículas por calentamiento súbito de una corriente acuosa en la llama hidrotermal, así como cualquier otro proceso para generar vapor a elevada presión o cualquier otro proceso hidrotermal que use la llama como fuente de energía.

45

Breve descripción de las figuras

50 Figura 1.- Muestra una realización de la configuración del aparato con el inyector introducido por la parte inferior del aparato y la salida de los gases del efluente por la parte superior del mismo.

Figura 2.- Muestra una realización de la configuración del aparato con el inyector introducido por la parte inferior del aparato y la salida de los gases del efluente por la parte inferior del mismo.

55

Figura 3.- Muestra una realización de la configuración del aparato con el inyector introducido por la parte superior del aparato y la salida de los gases del efluente por la parte superior del mismo.

Figura 4.- Muestra una realización de la configuración del aparato con el inyector introducido por la parte superior del aparato y la salida de los gases del efluente por la parte inferior del mismo.

60

Figura 5.- Muestra el esquema de la instalación en la que se realizan las pruebas del aparato.

Figura 6.- Muestra los datos experimentales obtenidos en una experiencia en la que se redujo la temperatura de inyección hasta 30°C.

65

Figura 7.- Muestra los datos experimentales obtenidos en una experiencia en la que el flujo de refrigeración fue modificado para observar la variación de temperatura en el fondo de la carcasa.

ES 2 381 345 A1

Figura 8.- Muestra el diagrama de contornos de temperatura en grados Kelvin resultante de la simulación de operación del aparato con la configuración correspondiente al esquema de la figura 1.

Figura 9.- Muestra la representación de las líneas de flujo resultantes de la simulación de operación del aparato con la configuración correspondiente al esquema de la figura 1.

Figura 10.- Muestra el diagrama de contornos de fracción másica de agua resultantes de la simulación de operación del aparato con la configuración correspondiente al esquema de la figura 1, con distintas distribuciones de flujo entre las salidas (7 y 11 en la figura 1).

Descripción de varios ejemplos de realización de la invención

Seguidamente se realizan, con carácter ilustrativo y no limitativo, una descripción de varios ejemplos de realización de la invención, haciendo referencia a la numeración adoptada en las figuras.

A continuación se mencionan los elementos que son comunes a todos los ejemplos de realización de la presente invención. El aparato comprende una cámara de reacción (1) limitada por una pared o carcasa interior (2) de un material resistente a las altas temperaturas y a la corrosión que a su vez está contenida en una carcasa de presión (3). Entre las paredes (4) de la carcasa de presión (3) y la cámara de reacción (1) circulará un flujo de un fluido refrigerante presurizado (5) como agua fría o salmuera, que mantendrá refrigerada la carcasa de presión (3). Este fluido (5) entra por la parte inferior de la cámara de reacción (6), redisolviendo las sales que hayan podido precipitar en la llama hidrotermal, y abandonando así la cámara de reacción (1) sin producir taponamientos. Estas sales precipitan directamente en el interior de la cámara de reacción (1) y caen al fondo (12) de la carcasa (3), ya que la cámara (1) presenta una abertura (15) en su fondo, comunicando dicha cámara (1) con dicha carcasa (3). Para inyectar la alimentación (17), es decir los reactivos y el comburente, en el interior de la cámara de reacción (1) se emplea un inyector (9).

Con el aparato de la presente invención, cuyas partes principales se describen en el párrafo anterior y son comunes para todas las diferentes disposiciones de la misma, si se varía la disposición de las entradas y salidas se pueden obtener distintas realizaciones del aparato. Los ejemplos de realización se describen a continuación.

Ejemplo 1

La figura 1 muestra una primera realización preferente de la invención. En esta configuración la inyección de los reactivos y comburente (8) se producirá mediante un inyector tubular (9) insertado por un orificio (13) realizado en el fondo (12) de la carcasa de presión (3), que conduce los reactivos, a través de la abertura (15) de la parte inferior de la cámara de reacción (1), a la parte superior o media de la cámara de reacción (1) del aparato.

Las sales disueltas en los reactivos y el comburente que generan la llama hidrotermal al entrar en la cámara de reacción (1), precipitan debido a las condiciones supercríticas del agua y son recogidas por el agua que refrigera la pared externa (5) y que se acumula en el fondo (12) de la carcasa de presión (3) saliendo por los orificios (7) del fondo (12) evitando de esta manera la formación de tapones en la tubería de salida del aparato.

Los gases del efluente generados saldrán del aparato por el orificio situado en su parte superior (11) de la cámara (1), que comunica con un conducto (14) de la carcasa (3), sin mezclarse con el agua de refrigeración (5). Esto permite que los gases abandonen el aparato a mayor temperatura (600-700°C) y libres de sales con lo que podrían expandirse en una turbina para la generación de electricidad o emplearse para producir vapor.

El aparato puede utilizarse para generar energía y para la eliminación de residuos además de para otros procesos hidrotermales asociados como la gasificación o la oxidación parcial.

Ejemplo 2

La figura 2 muestra otra realización preferente de la invención idéntica a la de la figura 1 con la excepción de que la cámara de reacción (1) no está abierta por su parte superior por lo que no existe un orificio (11) para la salida de los gases del efluente. De igual modo no existe un conducto (14) en la carcasa de presión (3) que comunique con el orificio de la cámara (1) a través del que salgan los gases. Debido a esto, los gases del efluente saldrán por los orificios (7) del fondo (12) de la carcasa de presión (3) mezclándose con el fluido de refrigeración (5) en la zona inferior del aparato (6).

Ejemplo 3

La figura 3 muestra otra realización preferente. En esta realización la inyección de los reactivos y el comburente (8) se realiza mediante un inyector (9) insertado por la parte superior a través de un orificio (11) situado en la parte superior del aparato realizado para tal efecto, conduciendo en este caso a los reactivos hacia la parte inferior y media

ES 2 381 345 A1

de la cámara de reacción (1). En esta realización, los gases del efluente saldrán por el orificio (11) de la cámara (1), que comunica con el conducto (14) de la carcasa, situado en la parte superior del aparato, ya que el diámetro del orificio (11) y el conducto (14) está previsto que sea mayor que el diámetro del inyector (9) y dicho inyector (9) está situado de forma concéntrica respecto al orificio (11) y al conducto (14). De esta forma los gases del efluente no se mezclarán con el agua de refrigeración (5), pero sin embargo las sales al igual que en el primer ejemplo se disolverían en el agua acumulada en el fondo (12) de la carcasa de presión (3) por lo que los gases saldrían libres de sales.

Ejemplo 4

La figura 4 muestra otra realización preferente de la invención idéntica a la de la figura 3 con la excepción de que la inyección de los reactivos y el comburente (8) se realiza mediante un inyector (9) insertado por la parte superior a través de un orificio (11), que comunica con un conducto (14) de la carcasa (3), situado en la parte superior del aparato realizado para tal efecto, conduciendo en este caso a los reactivos hacia la parte inferior y media de la cámara de reacción. Tras producirse la reacción, los gases del efluente saldrán por los orificios (7) del fondo (12) de la carcasa de presión (3) mezclándose con el agua de refrigeración (5) en la zona inferior del aparato (6).

Ejemplo 5

En otra realización preferente de la invención está prevista la instalación de un filtro de un material resistente a las altas temperaturas para la configuración de la figura 1 entre la salida del inyector (9) y el orificio de salida de los gases del efluente (11).

Ejemplo 6

En otra realización preferente de la invención está prevista la modificación del fondo de la carcasa de presión (3) de manera que sea cónico, facilitando así la deposición de sales.

Ejemplo 7

En otras realizaciones están previstas variaciones en el diseño del inyector tales como: aletas o una forma helicoidal del inyector para aumentar la superficie de intercambio de calor entre la cámara de reacción (1) y el inyector (9).

Ejemplo 8

Se han realizado pruebas con un prototipo del aparato en una planta piloto con un diseño equivalente al de la figura 5 para la oxidación de materia orgánica en condiciones supercríticas, a una presión de operación de hasta 300 bares y con flujos de operación de hasta 25 kg/h. El aparato ha operado satisfactoriamente, y a modo de ejemplo se presentan en la tabla 1 y figura 6 los resultados correspondientes a un experimento.

Para todos los experimentos realizados, y que se exponen a continuación, se ha empleado agua mezclada con isopropanol como alimentación (17) y aire como comburente (18). Para los casos concretos de las figuras 6 y 7 se ha empleado el aparato dispuesto con la configuración descrita en la figura 2.

Nótese que la alimentación comprende además de los reactivos, agua. En la presente memoria se ha empleado la misma referencia (17) para los reactivos que para la alimentación aunque siempre que se hable de alimentación se entenderá que se refiere a la mezcla de los citados reactivos con el agua.

Para el caso concreto del experimento cuyos resultados se muestran en la figura 6 y la tabla 1 se tiene que la salida de los gases del efluente se mezcla con el agua (5) que refrigera la pared manteniendo ésta a un flujo constante. El agua (5) que entra presurizada para refrigerar el aparato es suministrada por una bomba (14). La alimentación (17) es suministrada por una bomba (20) que hace pasar dicha alimentación (17) por un intercambiador de calor (19) antes de introducirla en el aparato. El comburente (18), nótese que los términos oxidante y comburente son equivalentes, es suministrado por un compresor (21) que lo hace pasar por un intercambiador de calor (19) como paso previo a introducirlo en el aparato. Como a la salida (7) se tiene un efluente que comprende gases, líquidos y restos sólidos, se emplea un separador (22) para obtener por un lado los gases del efluente y por otro los líquidos y sólidos. Como paso previo al separador (22), el efluente pasa a través de un intercambiador de calor (19).

En la tabla 1 se encuentran los valores correspondientes a las variables de operación y los resultados más relevantes de la prueba realizada.

ES 2 381 345 A1

TABLA 1

Muestra	Flujo entrada (kg/h)	Presión (Bar)	Flujo aire (kg/h)	T inyección (°C)
Muestra 1	13,29	213,67	14,93	29,25
Muestra 2	13,29	213,15	15,00	28,84
Muestra 3	13,13	215,08	14,63	29,09
Muestra 4	13,13	210,44	15,13	29,10
Muestra 5	13,13	213,19	15,31	29,61
Muestra 6	13,13	212,59	15,37	29,71

Muestra	TOC entrada (ppm)	TOC salida (ppm)	Conversión TOC (%)	tiempo de residencia (s)
Muestra 1	63000	91,61	99,85	25,50
Muestra 2	63000	14,29	99,98	25,54
Muestra 3	63000	5,95	99,99	25,78
Muestra 4	63000	3,88	99,99	25,53
Muestra 5	63000	3,93	99,99	25,79
Muestra 6	63000	4,32	99,99	25,88

ES 2 381 345 A1

Nótese que la tabla se ha dividido en dos partes por el tamaño de la misma por lo que los datos representados se corresponden a las mismas 6 muestras.

5 Se observa que es posible mantener el aparato funcionando con temperaturas de inyección de hasta 30°C logrando una total eliminación de la materia orgánica presente en la alimentación (17).

10 En la figura 6 se muestra la evolución temporal de las temperaturas, presión y eliminación de carbono orgánico total, Eliminación TOC, obtenidas en un proceso de oxidación donde T_{in} es la temperatura de la alimentación (17) a la entrada del aparato (8) y T_1 y T_2 son las temperatura de la reacción de los reactivos (17) con el oxidante (18) en el interior de la cámara de reacción (1), siendo T_1 temperatura medida a la salida del inyector (9) y T_2 tomada en la zona de reacción (10). P efluente es la presión a la que se somete el efluente.

15 En la figura 7 se muestra la evolución temporal de las principales variables de operación en otro experimento en el que se va modificando el flujo de refrigeración (F REF) de manera que se logra disminuir la temperatura del fondo (T FONDO) del aparato pero manteniendo la llama hidrotermal en la zona de reacción (10), temperaturas de 600-700°C en el interior del aparato, demostrando que es posible disponer dentro del aparato una cierta altura de líquido a una temperatura por debajo de la temperatura crítica del agua de manera que las sales se disuelvan en ella a la vez que se genera la llama hidrotermal en la parte superior de la cámara de reacción (1).

20 En la tabla 2 se recogen los resultados más relevantes de la experiencia reflejada en la figura 7.

TABLA 2

25

Flujo alimentación (kg/h)	Flujo de refrigeración (kg/h)	Presión (Bar)	Flujo aire (kg/h)	T Inyección (°C)	T fondo del aparato (°C)
23,7	3,8	219,6	23,8	214,8	458,5
23,6	3,8	219,5	23,8	215,4	457,1
23,6	7,5	226,3	23,8	213,4	419,7
23,6	7,5	225,7	23,8	213,3	419,0
23,6	12,0	226,0	23,9	209,6	392,0

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 381 345 A1

5	23,6	12,0	226,5	23,9	209,4	391,0
	23,6	16,5	229,7	23,9	207,0	373,7
	23,6	16,5	230,6	24,0	207,2	373,4
10	23,6	21,0	228,4	23,8	206,7	361,9
	23,6	21,0	228,4	23,7	207,1	361,4
15	23,6	25,3	233,7	23,6	206,2	348,5
	23,6	25,3	234,5	23,8	206,0	349,2
20	23,6	29,9	222,5	24,4	205,0	338,3
	23,6	29,9	222,4	24,5	204,9	338,6
25	23,1	34,4	236,6	24,1	202,1	321,7
30	23,1	34,4	236,4	24,3	203,4	319,9

35	Flujo alimentación (kg/h)	TOC Alimen- tación (ppm)	TOC Salida (ppm)	Conversión TOC (%)	tiempo de residencia (s)
40	23,7	54000	4,2	99,99	16,7
	23,6	54000	3,2	99,99	16,7
45	23,6	54000	4,4	99,99	16,8
	23,6	54000	4,2	99,99	16,9
50	23,6	54000	5,2	99,99	16,9
	23,6	54000	5,2	99,99	16,9
55	23,6	54000	6,8	99,98	17,0
	23,6	54000	7,4	99,98	17,0
60	23,6	54000	9,0	99,98	17,2
	23,6	54000	8,7	99,98	17,2
65	23,6	54000	11,3	99,98	17,3
	23,6	54000	11,4	99,98	17,3

ES 2 381 345 A1

23, 6	54000	26, 1	99, 96	17, 5
23, 6	54000	29, 0	99, 95	17, 4
23, 1	54000	26, 3	99, 95	17, 9
23, 1	54000	27, 3	99, 95	17, 9

Nótese que la tabla se ha dividido en dos partes por el tamaño de la misma, por lo que los datos representados se corresponden a los mismos flujos de refrigeración.

En otro ejemplo de realización, para la configuración correspondiente a la figura 1, se han llevado a cabo simulaciones numéricas para estudiar el posible comportamiento del aparato ante diferentes condiciones de operación. Los resultados de estas simulaciones se muestran en las figuras 8 a 10. La alimentación (15), que comprende la mezcla del comburente (18) con los reactivos (17), considerada en la simulación es una corriente de 22 kg/h de isopropanol en agua, a una concentración del 8% en peso, que entra a la cámara de reacción (1) a una temperatura de 360°C y presión de 23 MPa. El oxidante (16) es aire estequiométrico y el flujo de agua de refrigeración (5) es también de 22 kg/h.

En la figura 8 se muestran los contornos de temperatura en el interior de la cámara de reacción (1) en estas condiciones. La simulación indica un aumento de temperatura en el flujo del inyector (9) debido a la transferencia de calor desde la cámara de reacción (1) y debido al propio calor liberado en la oxidación. Una parte del efluente que deja el inyector (9) se enfría al recorrer la cámara de reacción (1), mientras el agua de refrigeración (5) se calienta, y al final se mezclan en la zona inferior de la cámara de reacción (6) abandonando la cámara de reacción (1) a una temperatura subcrítica (360°C, en este ejemplo) por los orificios (7) situados en el fondo (12) de la carcasa de presión (3). Otra parte del efluente, concretamente los gases, sale a 500°C por el orificio de la parte superior (11) del aparato, permitiendo su aprovechamiento energético.

En la figura 9 se muestran las líneas de flujo dentro de la cámara de reacción (1). Estas líneas apuntan a zonas de turbulencia, especialmente en la zona de salida de los reactivos por el inyector (9), que son beneficiosas porque contribuyen en el precalentamiento "in situ" de los reactivos cuando su inyección se hace a temperaturas subcríticas, estabilizando la región de la llama hidrotermal (10).

En la figura 10 se muestran los contornos de concentración (fracción másica) de fluido refrigerante, concretamente agua para este caso, para diferentes distribuciones de flujo entre las salidas superior e inferior (7 y 11) del aparato. En los diagramas, las zonas oscuras corresponden a bajas concentraciones de agua, mientras las zonas claras indican agua pura. Se puede observar el nivel de agua líquida acumulada en la parte inferior (6) de la cámara de reacción (1) en función de la relación entre el flujo de gases en la salida superior, (11) y en la salida inferior (7). La figura 10a corresponde a una configuración en la que los gases del efluente salen por la parte inferior del aparato, manteniendo un bajo nivel de agua en la zona inferior del aparato (6) para disolución de sales. Las figuras 10b, 10c y 10d corresponden, respectivamente, a condiciones en que una fracción de 50, 65 y 90% del flujo de gases deja el aparato por la parte superior (11). Se observa que el nivel de agua líquida en el fondo de la cámara de reacción aumenta a medida que aumenta el flujo de efluente que abandona la cámara (1) por la salida superior (11). Éste aumento de nivel de agua mejora la disolución de sales precipitadas, sin embargo reduce la temperatura en la cámara de reacción (1), siendo un parámetro a tener en cuenta al decidir el flujo de salida de efluentes gaseosos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, que se **caracteriza** porque comprende,

- un inyector (9);
- una cámara de reacción (1) que comprende una abertura (15) en el fondo de la misma para la entrada de un fluido refrigerante (5), comunicando dicha abertura (15) la cámara (1) con una carcasa de presión (3) que la rodea;
- una carcasa de presión (3) que comprende, al menos un orificio situado en el fondo de la carcasa para la salida de un efluente (7), estando situada la cámara de reacción (1) en el interior de la carcasa de presión (3) y habiendo un espacio (4) entre ambas para la circulación de un fluido refrigerante (5); y,
- un sistema de refrigeración que comprende un fluido refrigerante (5) que circula por el espacio (4) entre la carcasa de presión (3) y la cámara de reacción (1) y que entra en la cámara de reacción (1) por la abertura (15) que comunica con en el fondo (12) de la cámara de reacción (1).

2. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un orificio (13) en el fondo de la cámara de reacción (1) y de la carcasa de presión (3) para la introducción del inyector (9).

3. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la cámara de reacción (1) y la carcasa de reacción (3) presentan un orificio (11) en la parte superior para la salida de unos gases del efluente que se generan en el interior.

4. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un orificio (13) en la parte superior la cámara de reacción (1) y un conducto en la carcasa de presión (3) que comunica con dicho orificio (13) por donde se introduce el inyector (9).

5. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el diámetro del orificio (13) por donde se introduce el inyector es mayor que el diámetro del inyector (9) permitiendo la salida por el hueco que queda entre ambos, de unos gases del efluente que se generan en el interior de la cámara de reacción (1).

6. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 4, **caracterizado** porque comprende al menos un orificio en la cámara de reacción (1) y un conducto en la carcasa (3) independientes del orificio (13) y el conducto del inyector para la salida de los gases del efluente.

7. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según una cualquiera de las reivindicaciones 4, 5 y 6, **caracterizado** porque comprende un filtro, resistente a temperaturas superiores a 374°C, entre la salida del inyector (10) y la salida de los gases del efluente (11).

8. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el fondo de la carcasa de presión (12) es cónico para facilitar la deposición de unas sales que se generan en el interior de la cámara de reacción (1).

9. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el inyector (9) comprende aletas.

10. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el inyector (9) tiene una forma helicoidal para aumentar la superficie de intercambio de calor entre la cámara de reacción (1) y el inyector (9).

11. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende elementos que modifican la dinámica del flujo.

12. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 11, **caracterizado** porque son placas deflectoras situadas transversalmente a la cámara de reacción (1) para modificar la dinámica del flujo.

13. Aparato para la generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el inyector (9) es de tipo tubular.

14. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, mediante el aparato definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque comprende las siguientes fases:

- i) generar las condiciones de temperatura y presión a las que se alcanza la ignición de la materia orgánica en el interior de la cámara de reacción (1);

ES 2 381 345 A1

- ii) introducir a través del inyector (9) unos reactivos (17) y un comburente (18) a temperatura por encima de la de autoignición de los reactivos (17), para la generación de la llama hidrotermal a la salida del inyector (10);
- 5 iii) introducir el fluido refrigerante presurizado (5) por el hueco (4) existente entre la carcasa de presión (3) y la cámara de reacción (1) para la refrigeración de la carcasa de presión (3); y,
- 10 iv) disolver en el fluido refrigerante (5) las sales que se precipiten al fondo (12) de la cámara de reacción (3) y hacer salir al exterior dicho fluido (5) con las sales disueltas a través de los orificios (7) del fondo (12) de la carcasa de presión (3).

15 15. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque el aparato trabaja a temperaturas de hasta 800°C en el interior de la cámara de reacción (1).

16. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la cámara de reacción (1) trabaja a temperaturas por encima de 374°C y a presiones por encima de 22.1 MPa.

20 17. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la cámara de reacción (1) trabaja a temperaturas por encima de 374°C y a presiones por debajo de 22.1 MPa.

25 18. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque los reactivos (17) y el comburente (18) que se inyectan en la fase ii) están a temperaturas de entre 20 y 500°C y a presiones mayores de 22.1 MPa.

19. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque el fluido refrigerante (5) empleado en la fase i) está seleccionado entre agua fría y salmuera.

30 20. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque los reactivos y el comburente empleados en la fase ii) son un material combustible como reactivo (17) y como comburente (18) un fluido seleccionado entre peróxido de hidrógeno y oxígeno mezclado en cualquier proporción con nitrógeno.

21. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la carcasa de presión (3) soporta presiones de hasta 30 MPa.

35 22. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 14, **caracterizado** porque en la fase ii) se inyecta junto con los reactivos (17) y comburente (18) un material para la gasificación de dicho material sobre la llama hidrotermal en condiciones en las que el comburente (18) está en una proporción inferior a la estequiométrica.

40 23. Procedimiento de generación de llamas hidrotermales, según la reivindicación 22, **caracterizado** porque el material para la gasificación comprende sustancias orgánicas.

24. Uso del aparato, definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, para la destrucción de residuos en agua supercrítica.

45 25. Uso de los gases producidos en agua supercrítica en el interior del aparato, definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, para la producción de energía.

50 26. Uso del aparato, definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, para la precipitación de partículas por calentamiento súbito de una corriente acuosa en la llama hidrotermal.

27. Uso del aparato, definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, para la gasificación de sustancias sobre la llama hidrotermal.

55

60

65

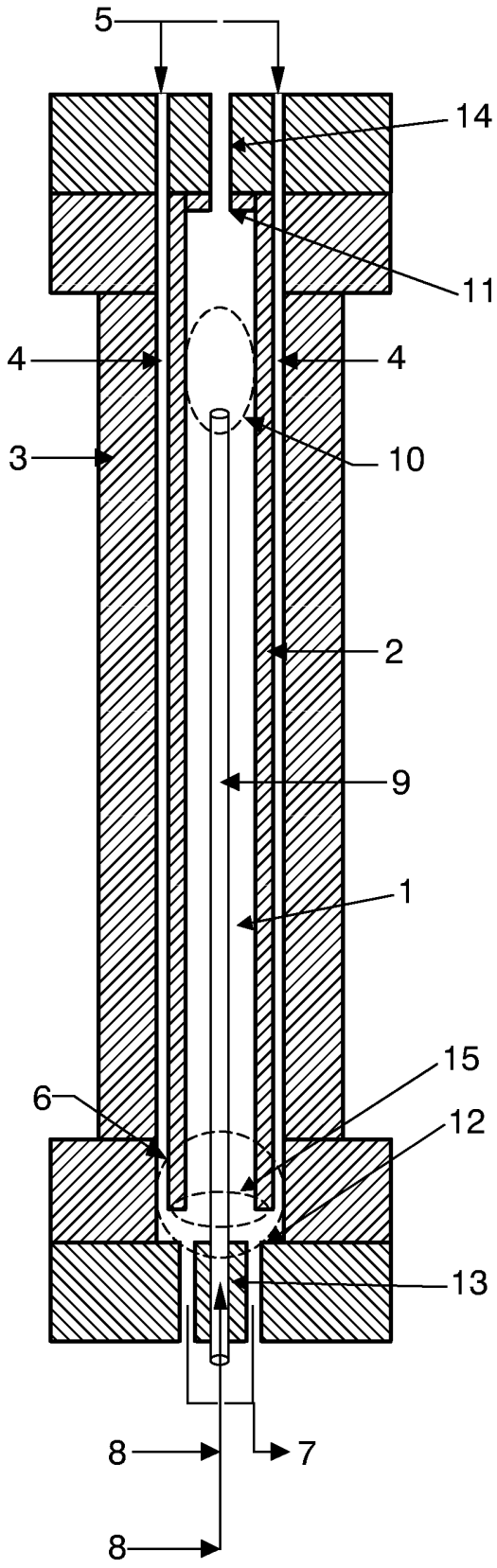


FIG. 1

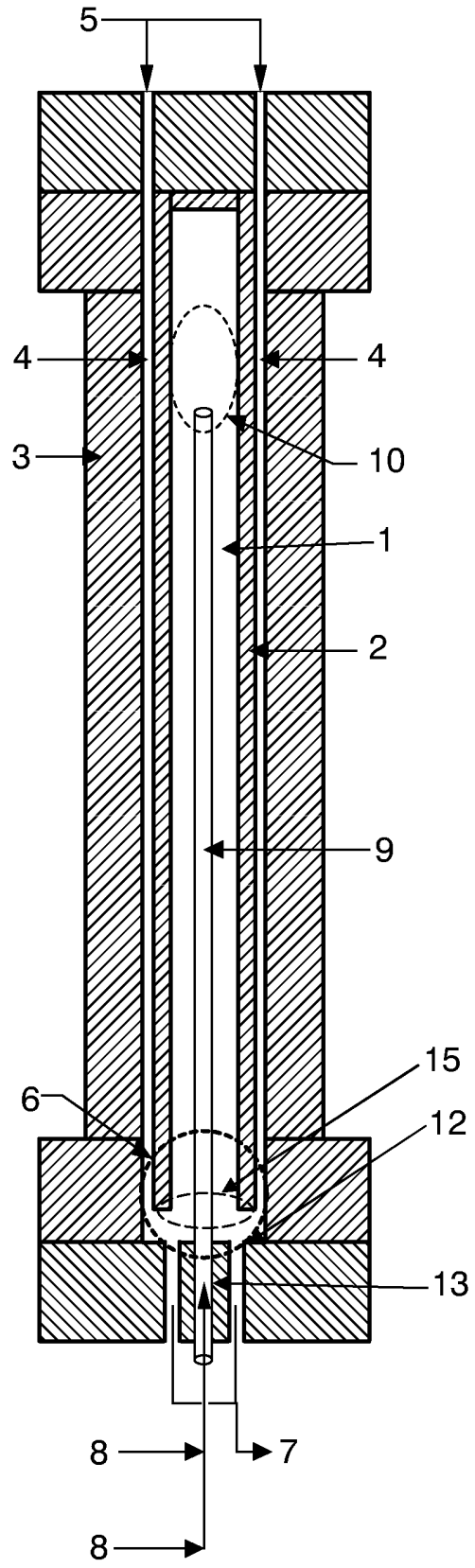


FIG. 2

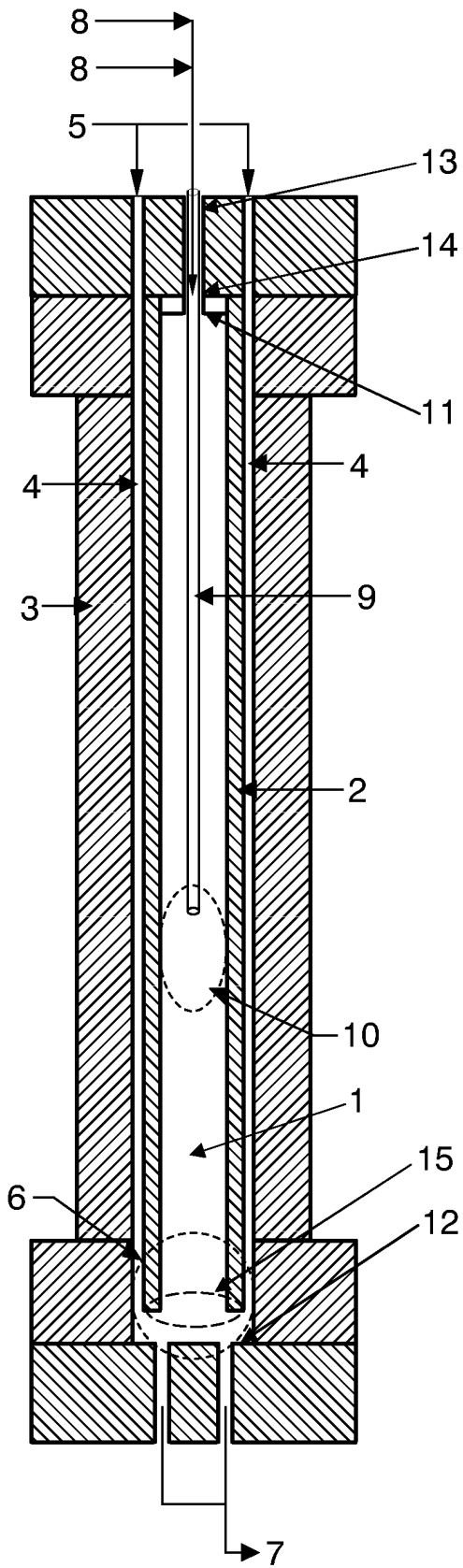


FIG. 3

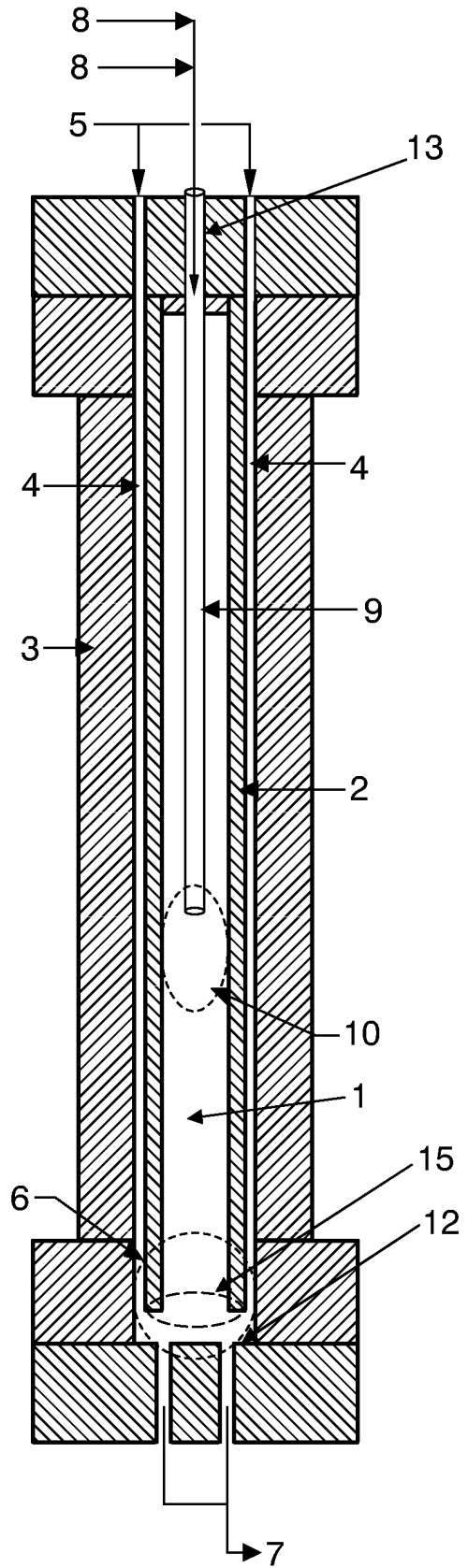


FIG. 4

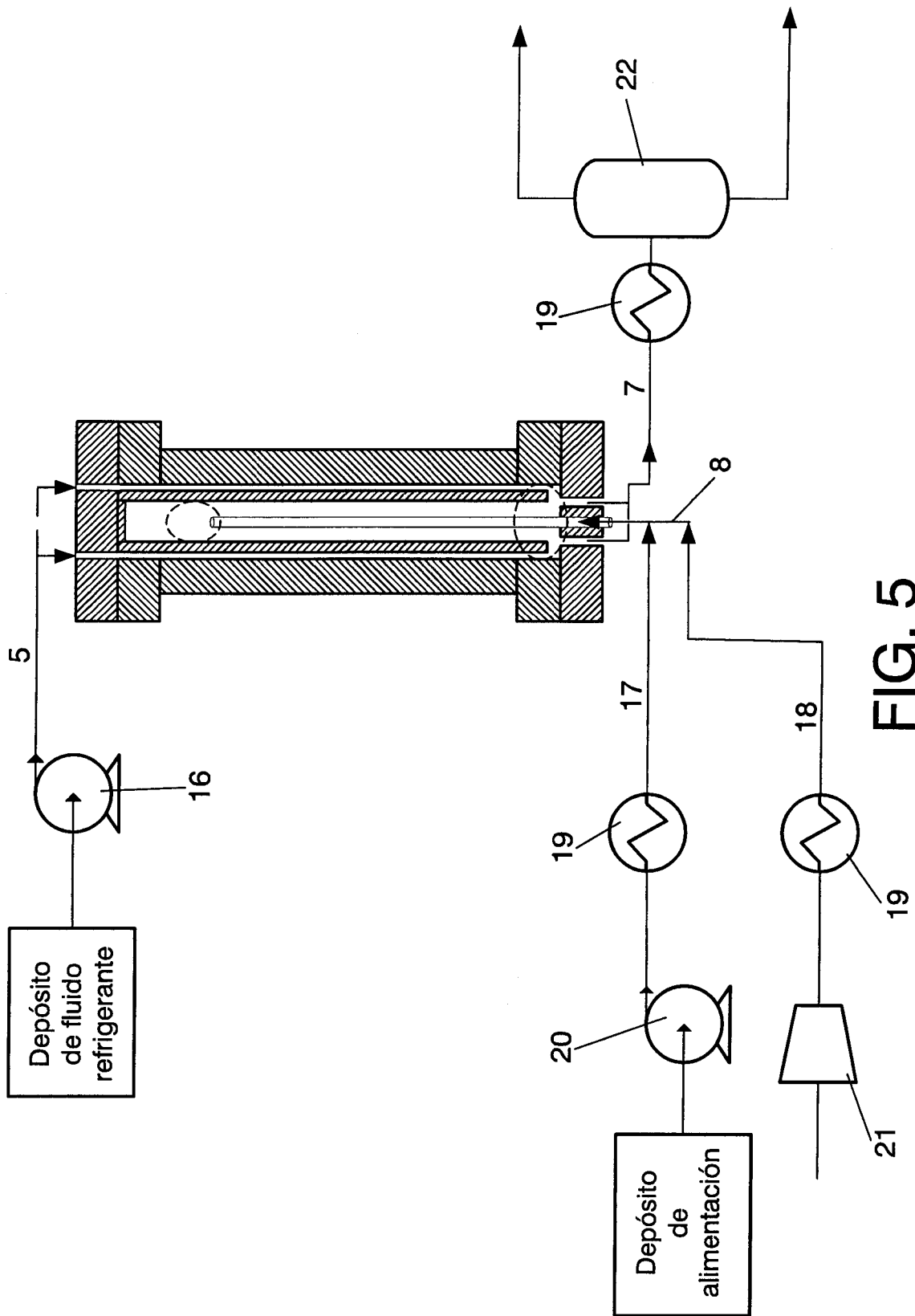


FIG. 5

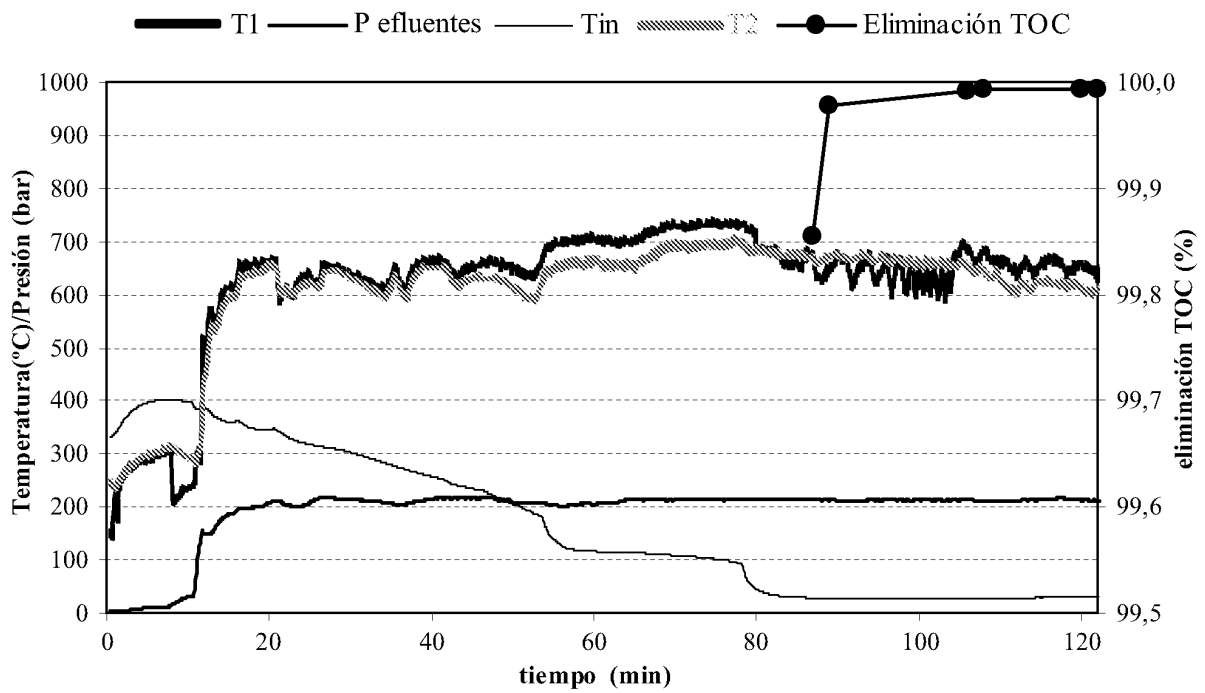


FIG. 6

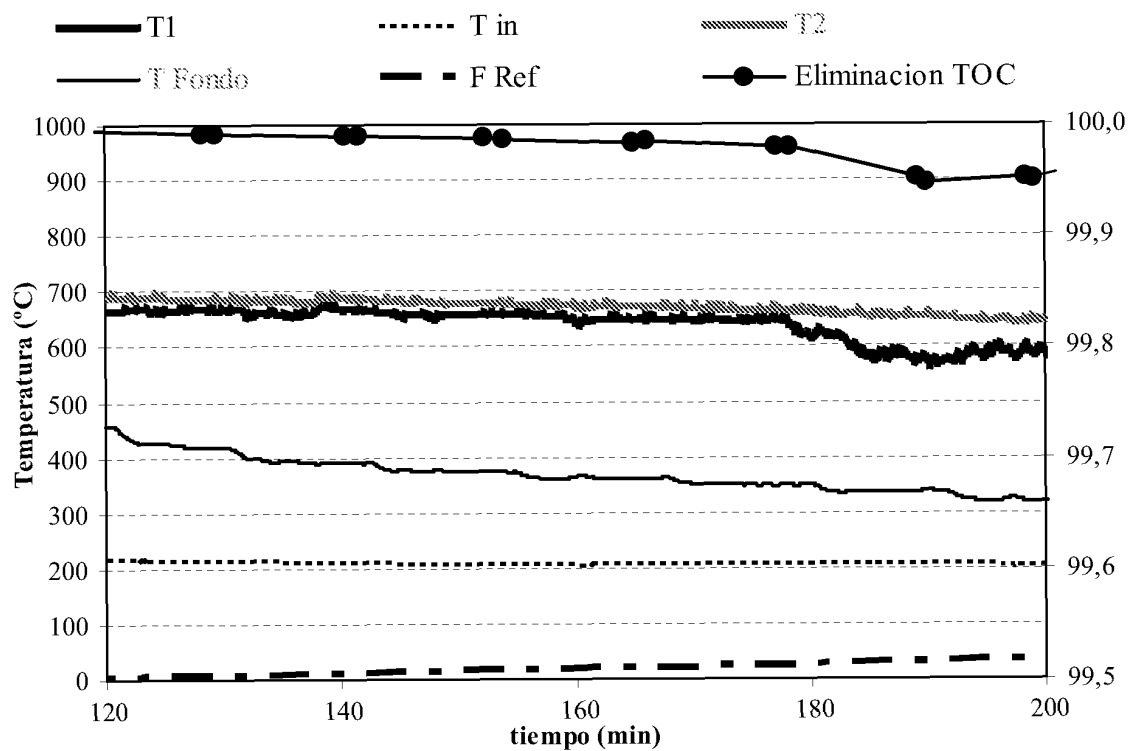


FIG. 7

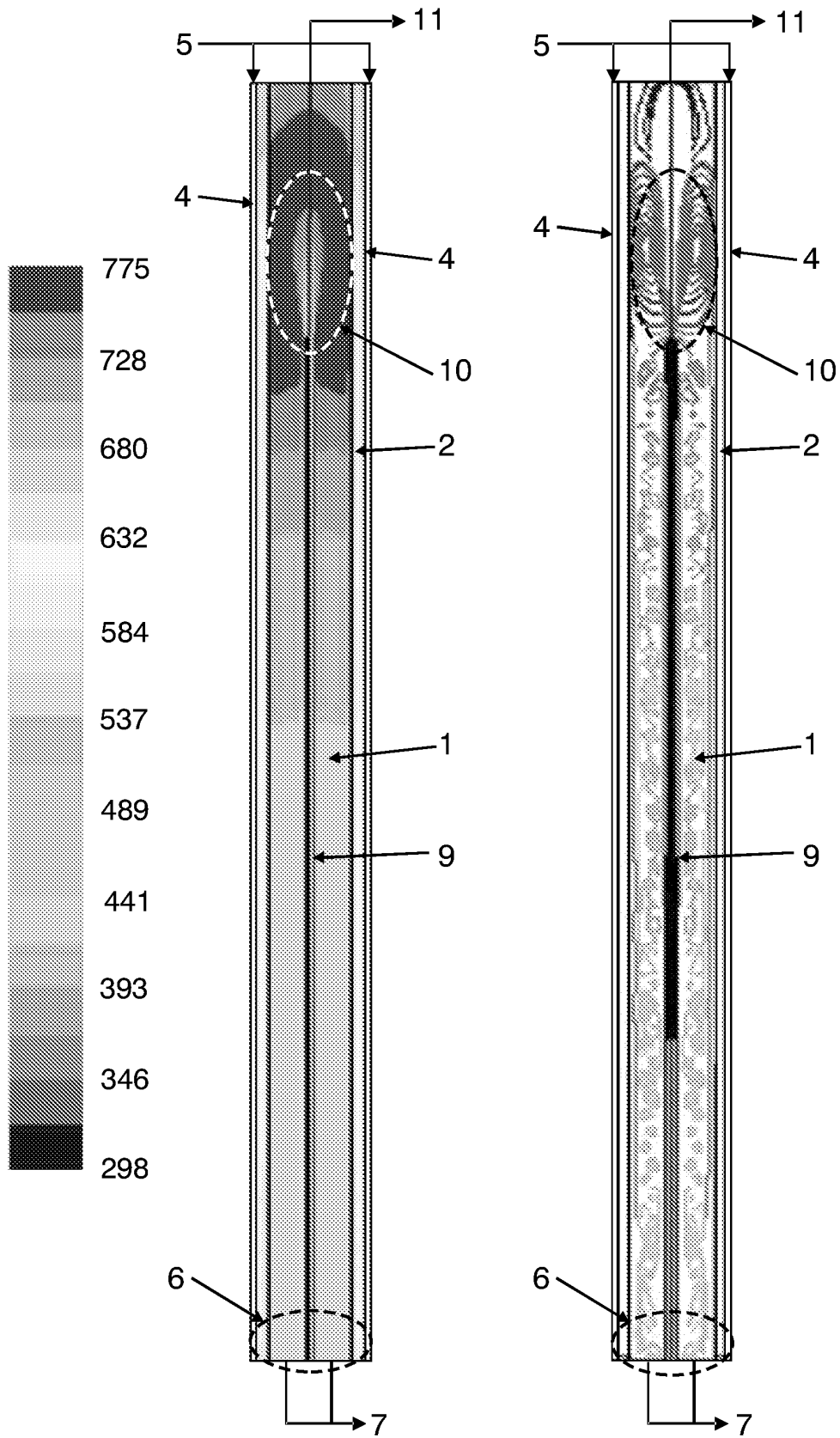


FIG. 8

FIG. 9

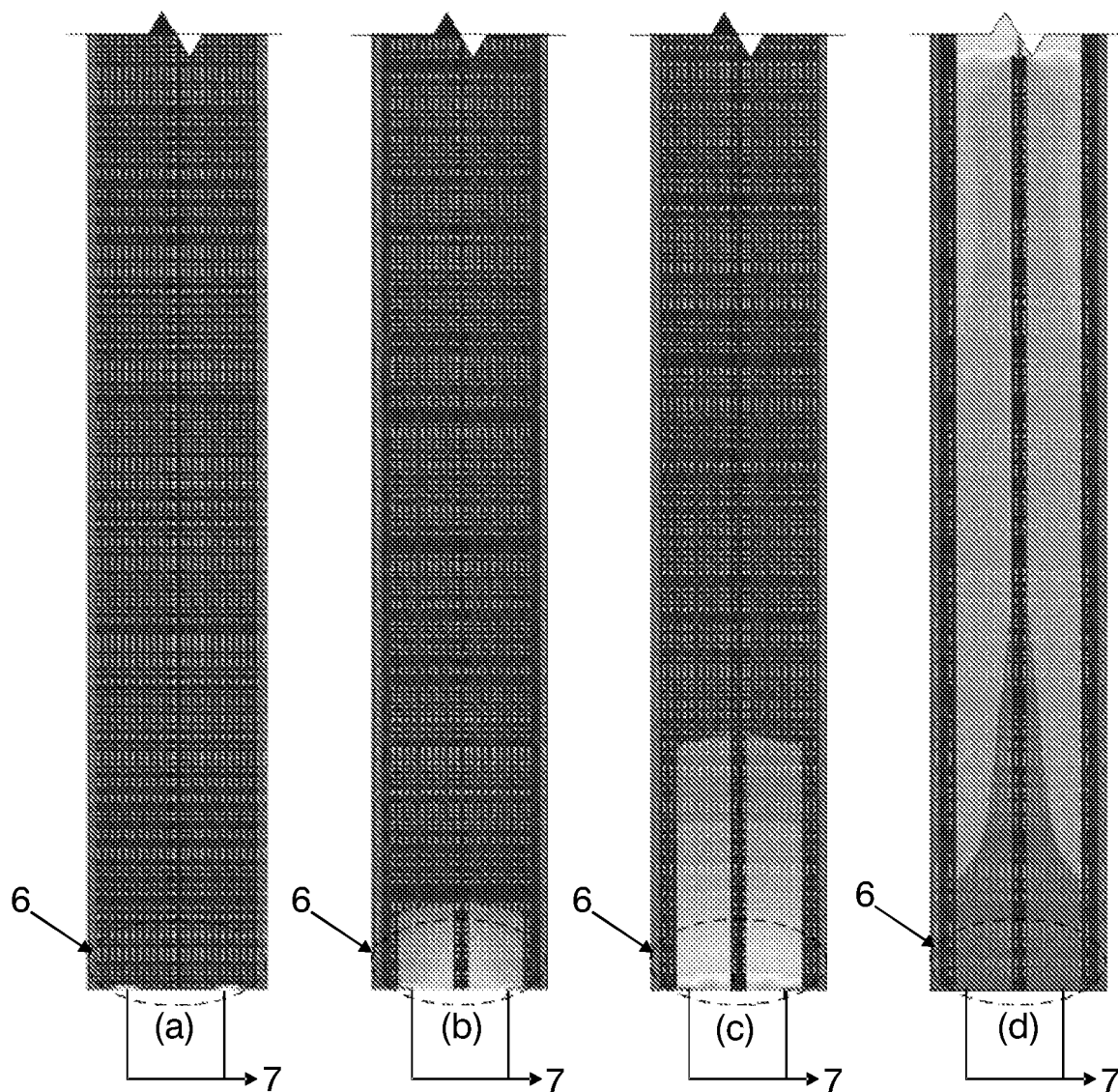


FIG. 10



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201031599

②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.10.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **C02F1/72** (2006.01)
B01J19/26 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2219567 T3 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 01.12.2004, página 3, línea 26 – página 9, línea 4; figura 1.	1-3,8-13,24,26-27
A	ES 2108627 A1 (UNIV VALLADOLID; EMPRESA PARA LA GESTION DE RESIDUOS INDUSTRIALES) 16.12.1997, columna 2, línea 50 – columna 6, línea 11; figura 1.	1-27
A	WO 0240412 A1 (HYDROPROC L L C) 23.05.2002, página 3, línea 29 – página 7, línea 13; figura 1.	1-27
A	AUGUSTINE, C.; TESTER, J. W. "Hydrothermal flames: From phenomenological experimental demonstrations to quantitative understanding" Journal of Supercritical Fluids. 2009. Vol. 47, N.º. 3, páginas 415-430; resumen y experimental.	1-27
A	WO 9302969 A1 (UNIV TEXAS) 18.02.1993, página 4, línea 11 – página 8, línea 37.	1-27

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
02.02.2012

Examinador
M. García González

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F, B01J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXT, NPL, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 02.02.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 4-8,14-23,25	SI
	Reivindicaciones 1-3,9-13,24,26-27	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 4-7,14-23,25	SI
	Reivindicaciones 1-3,8-13,24,26-27	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 2219567 T3 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE)	01.12.2004

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un aparato y procedimiento para la generación de llamas hidrotermales, así como la aplicación de los mismos para descontaminación de agua, producción de energía y gasificación de sustancias.

El documento D01 se refiere a un dispositivo para la oxidación de materiales contaminantes en agua supercrítica que comprende un inyector (35), una cámara de reacción (19) con abertura para la entrada de fluido refrigerante (9), una carcasa de presión (3) que rodea a la cámara de reacción quedando un espacio (21) entre ellas y con un orificio (11) para la salida del material tratado, y un medio de agitación (29) con hélices o palas para mejorar la transferencia de calor y mantener las sales que puedan precipitar en suspensión. El fluido refrigerante que se aporta por la abertura (9) circula por el espacio (21) y entra en la cámara de reacción por la parte inferior. (ver figura 1)

Este documento también divulga un procedimiento de tratamiento de efluentes orgánicos contaminantes por oxidación hidrotermal en el que se introduce agua y un oxidante en la zona anular del reactor, se calienta a una temperatura superior a 374°C, se introduce la mezcla anterior en la cámara de reacción simultáneamente con el material a tratar para que tenga lugar su oxidación, se enfría la mezcla y se evacua al exterior. (ver página 3, líneas 26-43)

En consecuencia, las reivindicaciones 1-3, 9-13, 24 y 26-27 de la solicitud carecen de novedad a la luz de lo divulgado en el documento D01. (Art. 6 LP)

En cuanto a la reivindicación dependiente 8 referente a la forma cónica del fondo de la carcasa de presión, se considera que entra dentro del alcance del experto en la materia, que adoptaría esta solución con el fin de facilitar la deposición de las sales que se generan en la cámara de reacción sin el ejercicio de actividad inventiva.

En consecuencia, la reivindicación 8 de la solicitud carece de actividad inventiva a la luz de lo divulgado en el documento D01. (Art. 8 LP)

Ninguno de los documentos citados o cualquier combinación relevante de los mismos divulga un dispositivo para la generación de llamas hidrotermales que presente un orificio en la parte superior de la cámara de reacción y carcasa de presión por el que se introduzca el inyector, siendo el diámetro de éste menor que el del orificio, tal como se recoge en las reivindicaciones 4-7 de la solicitud, con la ventaja asociada de permitir la salida de los gases efluentes generados en la cámara de reacción sin que se mezclen con el agua de refrigeración, lo que permite que salgan con mayor temperatura y puedan emplearse para la generación de energía.

En consecuencia, la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 4-7 de la solicitud es nueva y se considera que implica actividad inventiva (Art. 6 y 8 LP).

Así mismo, ninguno de los documentos citados o cualquier combinación relevante de los mismos divulga un procedimiento de generación de llamas hidrotermales con las etapas de generar en la cámara de reacción la temperatura y presión de ignición de la materia orgánica a tratar, introducir los reactivos y comburente a temperatura superior a la de autoignición de los reactivos, introducir el fluido refrigerante por el hueco entre la cámara de reacción y la carcasa de presión, y disolver en el fluido refrigerante las sales que han precipitado durante el proceso, haciéndolas salir por el fondo de la carcasa de presión, tal como se define en la reivindicación 14 de la solicitud.

En consecuencia, la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 14-23 y 25 de la solicitud es nueva y se considera que implica actividad (Art. 6 y 8 LP).