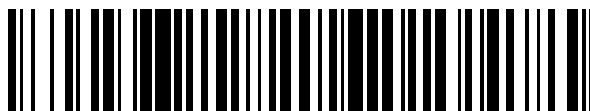


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 269**

51 Int. Cl.:

B01J 3/00 (2006.01)

A62D 3/00 (2006.01)

B01J 8/00 (2006.01)

B01D 65/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2006 PCT/EP2006/066762**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2007 WO07036526**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2006 E 06806839 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 1928590**

54 Título: **Reactor para el tratamiento de un material en un medio de reacción fluido**

30 Prioridad:

28.09.2005 FR 0552924

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2019

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**TURC, HUBERT-ALEXANDRE y
JOUSSOT-DUBIEN, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 713 269 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

Reactor para el tratamiento de un material en un medio de reacción fluido

- 5 La invención se refiere a un reactor para el tratamiento de un material en un medio, que incluye un cuerpo estanco en el que se define una zona de reacción capaz de contener un medio de reacción, al menos una entrada para la introducción del medio de reacción en la zona de reacción, al menos una salida para la evacuación de efluentes fuera de la zona de reacción.
- 10 Asimismo se refiere a un procedimiento de detección de un defecto en la integridad de una envoltura protectora del reactor, que incluye un cuerpo, la envoltura protectora se aloja en el reactor y se espacia del cuerpo para delimitar una zona de reacción capaz de contener un medio de reacción y una zona de confinamiento que aísla de manera estanca la zona de reacción del cuerpo.
- 15 En el campo de los procedimientos bajo presión para el tratamiento de materiales, en particular residuos, se identifican dos familias principales de procedimientos que utilizan agua como medio de reacción: los procedimientos de oxidación por vía húmeda (OVH) y los procedimientos de oxidación hidrotermal (OHT). La OVH se caracteriza por condiciones de temperatura y presión inferiores a las condiciones críticas del agua. Se efectúa, por lo tanto, en condiciones difásicas y conduce a cinéticas de mineralización de uno o incluso dos órdenes de magnitudes más
- 20 largas que las obtenidas en OHT.

Los procedimientos de oxidación hidrotermal (OHT) en agua supercrítica utilizan las propiedades particulares del agua para una presión y una temperatura superiores a 221 bar y 374 °C y, en particular, su baja constante dieléctrica que permite la solubilización de compuestos hidrófobos, su baja densidad y viscosidad que permiten la mezcla en cualquier proporción con compuestos gaseosos. El medio de reacción obtenido permite una mezcla íntima y homogénea entre los compuestos orgánicos y el oxígeno actúa como combustible y comburente en la reacción de mineralización, que luego puede iniciarse espontáneamente gracias a la temperatura del medio. Gases como O₂, CO₂, N₂ son completamente solubles en agua, así como muchos alcanos. Estas combustiones pueden tener lugar sin la limitación de transferencia de interfase que generalmente se observa a bajas temperaturas o a bajas

25 presiones, como en los incineradores o los procedimientos de oxidación por vía húmeda, y conducir a una mineralización total de la matriz orgánica en los tiempos de residencia inferiores a un minuto. Por ende, los procedimientos de OHT son particularmente adecuados para el tratamiento de residuos orgánicos que requieren una destrucción total de su matriz orgánica.

35 La invención se aplica tanto a los procedimientos de OVH como a los procedimientos de OHT que se denominará en su totalidad a los procedimientos de agua presurizada. Sin embargo, los procedimientos de OHT constituyen su aplicación preferida. De hecho, las condiciones operativas a altas temperaturas y a altas presiones de OHT hacen que su implementación sea aún más ventajosa.

40 Ya se conoce (documento FR-2 814 967) un procedimiento y un reactor de este tipo. El reactor incluye un cuerpo en el cual está dispuesto un tubo interno que delimita externamente una zona anular con el cuerpo e internamente, una zona central denominada luz. El tubo interior incluye un primer extremo fijado a un primer extremo del cuerpo y un segundo extremo que deja un paso de comunicación entre la zona anular y la zona central. De acuerdo con el procedimiento, los constituyentes del medio supercrítico, a saber, el agua y un oxidante, son introducidos en las proximidades del primer extremo del reactor a una presión superior de 22,1 MPa. Se calientan a una temperatura superior a 374 °C en la zona anular y acto seguido se introducen en el tubo interior en el segundo extremo del reactor al mismo tiempo que el material a tratar. Una mezcla del fluido agua/oxidante a presión calentado y del material a tratar se oxida en una primera parte del tubo interior y luego se enfría en una segunda parte de este tubo.

50 Un reactor de este tipo presenta, sin embargo, varios inconvenientes.

Los materiales de las cámaras de reacción de OHT deben resistir a la corrosión que se desarrolla bajo temperatura y presión. Los aceros inoxidable y las aleaciones níqueladas son materiales que permiten la producción de piezas presurizadas en geometrías convencionales que pueden soportar simultáneamente temperaturas elevadas. Sin embargo, los aceros inoxidable son inadecuados en el caso de residuos salinos, ácidos o básicos ya que la capa de pasivación formada por el óxido o el hidróxido de cromo no es estable. El cloruro y el fosfato se muestran particularmente agresivos hacia el acero durante la transición crítica que se encuentra en los intercambiadores presurizados de los procedimientos de OHT.

60 La capa de pasivación formada por óxido de níquel (NiO) en el caso de aleaciones a base de níquel es más estable siempre que el pH de la solución sea suficientemente neutro. Las velocidades de corrosión dependen de la naturaleza de las formas ácidas en el medio de reacción y se observa que estas aleaciones son más sensibles a los ácidos que pueden hacer que los productos de corrosión pasen más fácilmente. Las aleaciones a base de níquel son insuficientes para adaptarse al tratamiento de OHT de residuos con alta variabilidad de composición en ácidos bases y sales.

65

Por otra parte, el procedimiento y el reactor no proporcionan ninguna filtración para separar las sales precipitadas.

Por otra parte ([1] y en la patente estadounidense n.º 5 582 191 (Li *et al.*)) se conoce un procedimiento de filtración frontal en el que una frita porosa es atravesada por el fluido a filtrar. En este procedimiento, la acumulación de materias sólidas frente al filtro está limitada solo por la turbulencia resultante del caudal de inyección del fluido en el reactor. Esto resulta en una acumulación de material en el filtro, lo que conduce a una disminución de la eficacia de la filtración.

Por último, ninguno de los procedimientos anteriores proporciona una recuperación eficaz y gestión de la energía térmica liberada por la reacción de OHT. El documento EP-A-0 860 182 describe un reactor de oxidación.

La invención proporciona un reactor y un procedimiento para el tratamiento de un material en un medio de reacción fluido que supera estos inconvenientes.

Estos objetivos se logran por el hecho de que el reactor de acuerdo con la reivindicación 1 incluye una envoltura protectora dispuesta en el interior del cuerpo y que delimita la zona de reacción, la envoltura está espaciada del cuerpo para delimitar una zona de confinamiento que aísla la zona de reacción del cuerpo, la zona de reacción y la zona de confinamiento están aisladas entre sí de manera estanca.

Gracias a esta característica, el cuerpo del reactor se aísla del medio de reacción. La zona de confinamiento contiene un fluido neutro con respecto al material que constituye el reactor. Por tanto, este último puede estar fabricado de un acero que presenta exclusivamente propiedades de resistencia mecánica. Por ende, el reactor es menos costoso de producir.

La envoltura protectora sufre pocas tensiones mecánicas puesto que está sometida esencialmente a la misma presión en cada una de sus caras. Por tanto, puede estar fabricada de un material que presente una buena resistencia a la corrosión pero una baja resistencia mecánica, por ejemplo al titanio. En condiciones oxidantes, este último forma una capa de pasivación de óxido de titanio que es estable en un amplio intervalo de pH. El titanio y sus aleaciones son resistentes a la corrosión por HCl en un intervalo de temperatura más amplio que las aleaciones de aceros inoxidables y níquel y presentan además la ventaja de no liberar los tóxicos Ni^{2+} y Cr^{6+} en el efluente.

La zona de reacción contiene un medio fluido presurizado, la zona de confinamiento contiene un fluido de confinamiento en sobrepresión con respecto a la presión del fluido de la zona de reacción, el reactor incluye además un dispositivo de medición para medir un consumo de fluido de confinamiento en caso de ruptura de la estanqueidad de la envoltura protectora.

El reactor dispone de una capacidad de presurización que contiene una cantidad de fluido de confinamiento, estando conectada la capacidad de presurización a la zona de confinamiento por un conducto para permitir el suministro de la zona de confinamiento con fluido de confinamiento, un conducto de suministro de la zona de reacción en un medio fluido de reacción, una bifurcación que conecta el conducto de suministro de la zona de reacción a la capacidad de presurización para poner el líquido de confinamiento bajo la presión del medio fluido de reacción, una válvula de retención con una caída de presión interpuesta entre la bifurcación y la zona de reacción a fin de crear una diferencia de presión entre la presión del fluido de confinamiento en la capacidad de presurización y la presión del medio fluido de reacción en la zona de reacción, un medio de medición que mide un consumo del fluido de confinamiento contenido en la capacidad de presurización.

Gracias a estas características, es posible así pues detectar un defecto en la integridad de la envoltura protectora al medir continuamente la diferencia de presión. En el caso de perforación de la envoltura protectora, el fluido que llena la capacidad de presurización se vacía progresivamente en la cámara de reacción y se reemplaza con aire presurizado en la capacidad de presurización. Una detección o una medición de nivel en esta capacidad permite detectar la ruptura de la integridad de la barrera de protección y controlar la detención del procedimiento. En caso de perforación, el gradiente de presión en ambos lados de la envoltura protectora confina los productos corrosivos en la zona central por una fuga entrante de fluido de presurización. El cuerpo del reactor nunca está en contacto con productos que puedan alterar su integridad.

La invención se aplica así ventajosamente al tratamiento de efluentes orgánicos en la industria nuclear. De hecho, la envoltura protectora de la cámara de reacción confiere un grado adicional en el análisis de seguridad del procedimiento de OHT en comparación con las instalaciones conocidas, especialmente el procedimiento y el reactor descritos en la patente FR 2 814 967 mencionada anteriormente. En un reactor de este tipo, las reacciones y los compuestos que inducen la corrosión de la pared del cuerpo del reactor se encuentran alejados del mismo. El reactor de la invención completa esta ventaja al ofrecer la posibilidad de un diagnóstico de la integridad de esta barrera en funcionamiento y un confinamiento dinámico de los elementos potencialmente corrosivos en caso de perforación de esta barrera.

El reactor incluye un intercambiador térmico dispuesto en la zona de confinamiento e integrado a un circuito un fluido caloportador con el fin de lograr un intercambio de calor entre el fluido caloportador que circula en el intercambiador

y el medio de reacción contenido en la zona de reacción.

5 El uso de la envoltura protectora en ambos lados de un fluido presurizado permite utilizar conductos de acero inoxidable para realizar el intercambiador térmico ya que este último está sometido a una tensión de compresión y no a una tensión de tracción como el cuerpo del reactor. Por ende, las paredes del intercambiador pueden ser delgadas, como las de la envoltura protectora. La transferencia de calor entre el medio de reacción y el fluido caloportador se mejora mucho en comparación con una configuración convencional en la que el intercambiador se coloca en la pared exterior del reactor.

10 En una realización ventajosa, el circuito primario de circulación del fluido caloportador integra un intercambiador secundario y/o una resistencia eléctrica controlada por extracción, respectivamente por el suministro de potencia térmica de/en la zona de reacción y la potencia térmica extraída del circuito primario se recupera en forma de energía eléctrica, potencia calorífica o energía neumática.

15 El reactor incluye un tubo interno colocado en el interior de la envoltura protectora y conectado de manera estanca a un primer extremo al cuerpo o a la envoltura protectora, el volumen interno del tubo estanco que determina una zona central, delimitando el tubo una zona anular con la envoltura protectora, estando previsto un paso de comunicación entre la zona central del tubo y la zona anular en un segundo extremo del tubo, una turbina de agitación que incluye álabes que agitan el medio de reacción de la zona central y álabes que agitan el medio de reacción de la zona
20 anular.

De acuerdo con el procedimiento de detección de un defecto en la integridad de la envoltura protectora del reactor:

- el medio fluido de reacción se introduce en la zona de reacción;
- 25 - un fluido de confinamiento se introduce en la zona de confinamiento a partir de una capacidad de presurización;
- el medio fluido de reacción de la zona de reacción y el fluido de confinamiento de la capacidad de presurización se presurizan estableciendo una sobrepresión en la zona de confinamiento con respecto a la zona de reacción;
- un consumo del fluido de confinamiento se mide con el fin de detectar una posible rotura de la envoltura protectora.

30 De acuerdo con otra característica, el reactor de la invención incluye un filtro para separar el medio de reacción en un permeado liberado de sus precipitados y una fracción retenida que concentra las sales y una turbina de agitación que permite agitar el medio de reacción para mantenerlo en un régimen hidráulico turbulento y evitar una acumulación de fracción retenida sólida delante del filtro.

35 Ventajosamente, la turbina es accionada magnéticamente y el filtro presenta la forma de un cilindro dispuesto coaxialmente con el tubo interior.

40 De manera complementaria o alternativa, el efluente pasa a través de un intercambiador térmico, por ejemplo, un serpiente, para estar en una relación de intercambio térmico con el material a tratar.

Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción de un ejemplo de realización dado a modo de ilustración con referencia a las figuras anexas.

En estas figuras:

- 45 - la figura 1 es una vista transversal longitudinal de un reactor de acuerdo con la presente invención;
- la figura 2 es una vista transversal a lo largo de la línea II-II de la figura 1,
- la figura 3 es una vista transversal del reactor de la figura 1 a lo largo de la línea III-III;
- la figura 4 es una vista transversal a lo largo de la línea IV-IV del reactor representado en la figura 1;
- 50 - la figura 5 es una vista transversal esquemática que ilustra la configuración de la gestión térmica de la zona de reacción.

En las figuras, el reactor, designado por la referencia general 1, está constituido de un cuerpo 2 de forma general cilíndrica del eje XX cerrado en su parte superior por un fondo y en su parte inferior por una cubierta 4.

55 El extremo inferior del reactor 1 se mantiene frío mediante una doble envoltura 6 en la que circula un fluido de enfriamiento, por ejemplo, agua. Esta disposición permite garantizar la estanqueidad a alta presión en frío entre el cuerpo 2 y la cubierta 4 mediante una empaquetadura de viton o de tipo metálico.

60 Una envoltura protectora 8 está dispuesta en el interior del cuerpo 2 y espaciada del mismo para delimitar, internamente, una zona de reacción 10 y, externamente, una zona de confinamiento 12 aisladas entre sí de forma sellada.

65 La envoltura protectora 8 presenta una forma generalmente cilíndrica ciega en su extremo superior. Está montada coaxialmente en el cuerpo 2 del reactor y está dimensionada de modo que se puedan minimizar los juegos en el diámetro y la longitud de la envoltura. Está fabricada de un material no poroso pero resistente a la corrosión como el

titanio.

La fijación de esta envoltura se puede realizar en la cubierta, como se representa en la figura 1, o en el cuerpo 2 del reactor. La estanqueidad entre la envoltura y el cuerpo y la cubierta se proporciona en frío mediante una empaquetadura de viton, por ejemplo.

La zona de reacción se suministra en un medio fluido de reacción mediante un conducto de suministro 45. Una capacidad de presurización 60 contiene una cantidad 62 de fluido de confinamiento. Está conectada a la zona de confinamiento por un conducto 50 para permitir su suministro de fluido de confinamiento. Una bifurcación 64 conecta el conducto de suministro 45 de la zona de reacción a la capacidad de presurización 60 para poner el fluido de confinamiento 62 bajo la presión del medio fluido de reacción. Se interpone una válvula de retención con caída de presión 66 entre la bifurcación 64 y la zona de reacción a fin de crear una diferencia de presión entre la presión del fluido de confinamiento 62 en la capacidad de presurización 60 y la presión del medio fluido de reacción en la zona de reacción. Un medio de medición 68 mide el consumo del fluido de confinamiento contenido en la capacidad de presurización.

Se proporciona un intercambiador de calor primario 14 en la zona anular 12. La circulación de un fluido caloportador en este intercambiador permite el calentamiento o la extracción de potencia térmica de la zona de reacción. También permite controlar, es decir, limitar, los gradientes térmicos a lo largo del reactor. El intercambiador 14 forma parte de un circuito primario 100 (véase la figura 5) que a su vez forma parte de un sistema de gestión y recuperación de la energía térmica de la zona de reacción. La constitución y el funcionamiento de estos sistemas se explicarán con más detalle más adelante con referencia a la figura 5.

El uso de la envoltura protectora 8 bañada en ambos lados en un fluido presurizado permite utilizar tubos de acero inoxidable para producir el intercambiador de calor interno 14 que está sometido a una tensión de compresión y no de tracción como el material del reactor. Por lo tanto, las paredes del intercambiador pueden ser delgadas, al igual que las de la envoltura protectora, y la transferencia de calor entre el medio de reacción y el fluido caloportador se mejora enormemente en comparación con una configuración más convencional en la que el intercambiador se coloca en la pared externa del reactor.

Un tubo interno designado en su conjunto como 15, está dispuesto coaxialmente en la zona de reacción 10 con el eje XX del cuerpo. Incluye una parte inferior 16 de mayor diámetro y una parte superior 18 de menor diámetro. El tubo 15 incluye un extremo abierto 15a que proporciona un paso de comunicación entre la zona central 20 y la zona anular 22.

Una turbina de agitación 24, dispuesta en la zona de reacción 10 incluye un eje 26 central del eje XX guiado en rotación por un dispositivo de centrado 28 solidario con la envoltura protectora 8. La turbina gira, por ejemplo, por medio de un accionamiento magnético 30 montado en la cubierta 4. Incluye álabes 32 paralelos al eje 26 dispuestos en el tubo interior 18 y álabes 34, también paralelos al eje 26, dispuestos en la zona anular reactiva 22. Los álabes 32 de la zona central 20 y los álabes 34 de la zona anular 22 están conectados por un acoplamiento 36.

Las transferencias de calor desde y hacia el intercambiador primario 14 se mejoran si el flujo de fluidos en la zona de reacción anular 22 es turbulento. Este punto está garantizado por la agitación utilizando los álabes 34. Este dispositivo también garantiza la homogeneidad en la zona de reacción, incluso en el caso de que los movimientos del fluido estén limitados en la dirección del flujo para aproximarse a una distribución de tiempo de residencia similar a la que existe en un flujo de tipo pistón. La turbina de agitación 24 permite así desacoplar la transferencia de calor del flujo del fluido del procedimiento.

La totalidad de los equipos internos en la zona de reacción funcionan en una cuasi compensación de la presión que permite retener materiales y geometrías sin tener que tener en cuenta los requisitos de resistencia mecánica a la presión. El tubo inyector de residuos, el inyector de oxidante y el intercambiador de salida están fabricados de materiales resistentes a la corrosión de OHT, como el titanio y sus espesores se pueden minimizar para mejorar la transferencia térmica de la que son el asiento.

Un dispositivo de filtración cilíndrico 40 se monta coaxialmente en el tubo interno de inyección 15 y más precisamente, en la parte 18 de menor diámetro de este tubo. El dispositivo de filtración 40 se extiende hacia abajo por una virola 41 que también es coaxial con el eje XX del tubo de inyección 15 y que delimita un espacio anular 42 con el tubo 15.

Un tubo 43 enrollado en serpentín que forma un intercambiador de calor desemboca en un extremo en la zona anular 42 y en otro extremo 44 en el exterior del reactor 1.

Un conducto 45 para suministrar un oxidante, por ejemplo aire presurizado, pasa a través de la cubierta 4 al nivel de la zona anular de reacción 22. El conducto 45 se extiende, esencialmente paralelo al eje XX en toda la longitud del tubo interior 15 para presentar un extremo 46 que desemboca cerca del extremo superior 15a de este tubo.

Los residuos a tratar penetran bajo presión y en el caudal nominal a través de un conducto que pasa a través de la cubierta 4 para desembocar en el interior de la zona central de reacción 20. Finalmente, un conducto 50 permite introducir un medio fluido presurizado, por ejemplo agua, en la zona de confinamiento 12. Ventajosamente, la zona de confinamiento está en sobrepresión con respecto a la zona de reacción, lo que hace posible detectar una ruptura de la estanqueidad de la envoltura protectora.

Un conducto 51 en la que está montada una válvula de purga de fluido 52 se monta en la parte superior del cuerpo 2.

Finalmente, un conducto 54 pasa a través de la cubierta en la zona de reacción 52.

El procedimiento de tratamiento del material procede de la siguiente manera.

El material a tratar penetra en la zona central 20 a través del conducto 48 con la presión nominal y el caudal nominal en forma completamente líquida, o en forma de una suspensión acuosa que contiene partículas de material sólido en suspensión. El material a tratar se calienta circulando contracorriente del efluente fluido que circula en el intercambiador 43 dispuesto en la parte de mayor diámetro 16 del tubo de inyección 15. El material a tratar luego recorre la parte de diámetro más pequeño 18 del tubo de inyección desde su extremo inferior hasta su extremo abierto 15a. Dado que el extremo 46 del tubo permite la inyección de un oxidante en la zona de reacción 10 desemboca cerca del extremo 15a del tubo de inyección, toda la zona central 20 está en condición anóxica. Es posible optimizar la ubicación del inyector de oxidante 46 y explotar una parte de la zona de reacción en condiciones supercríticas pero en anoxia. Dependiendo de la posición de la inyección de aire, los residuos contenidos en la zona de inyección central pueden mantenerse integralmente, parcialmente o en absoluto en condiciones anóxicas antes de que comience la combustión oxidante.

El oxidante puede introducirse en forma gaseosa (aire o aire enriquecido con oxígeno, ozono, etc.) o líquido (oxígeno líquido, peróxido de hidrógeno, etc.).

El material a tratar recorre a continuación la zona anular de reacción 22 de arriba a abajo hasta el filtro microporoso 40. El agitador con álabes rectos 24 permite garantizar condiciones de turbulencia, de modo que la filtración se realiza en condiciones similares a la filtración tangencial y no como una filtración de tipo frontal, evitando la formación de una torta, es decir una acumulación de material sólido delante del filtro. La formación de esta torta es convencional en filtración frontal. Reduce en gran medida la capacidad de filtrado del elemento. En el régimen turbulento deseado en el reactor de la invención, se mantiene un flujo tangencial en el filtro para evitar esta acumulación a fin de garantizar una eficacia de filtrado lo más constante posible a lo largo del tiempo.

El sistema de recuperación de energía de combustión está constituido por un circuito primario 100 y por un circuito secundario 102. El circuito primario 100 incluye el intercambiador primario 14, ya descrito anteriormente, ubicado en el reactor 1. Además, incluye un intercambiador secundario 104 común al circuito primario y al circuito secundario. Un circulador de alta temperatura 106 hace circular continuamente el fluido caloportador en el circuito primario. Opcionalmente, se monta un calentador eléctrico 108 en el circuito primario. El calentador eléctrico 108 se utiliza en la fase de arranque del reactor, antes de la introducción de los residuos y la producción de calor por la reacción de OHT. También se puede utilizar en la fase de explotación como una alternativa a la adición de un combustible para mantener la temperatura operativa en el reactor.

El circuito primario también incluye una capacidad de expansión 110 que hace posible mantener el fluido caloportador en el circuito primario a la presión del reactor.

El circuito secundario incluye, además del intercambiador secundario 104 ya mencionado, una turbina 112 que acciona un alternador-iniciador 114 y un compresor 116. Aguas abajo de la turbina 112, en la dirección de la circulación del fluido secundario, se encuentra un intercambiador recuperador de calor 118 y un segundo intercambiador recuperador de calor 120. Un depósito de agua 122 se sitúa después de los recuperadores de calor 118 y 120. A partir del depósito de agua, el fluido secundario en estado líquido se calienta en el recuperador de calor 118 en la que se vaporiza. Se comprime en el compresor 116 después de pasar a través de la válvula de retención 124. Luego circula en el intercambiador secundario 104 en el que recupera el calor liberado por el circuito primario y, por consiguiente, por la reacción de OHT. El vapor llevado a alta temperatura acciona la turbina 112, que permite producir electricidad utilizando el alternador 114. El vapor se enfría por primera vez en el recuperador de calor 118, a cambio de calor con el agua que proviene del depósito 122, y luego una segunda vez en el recuperador de calor 120 en el que el fluido secundario cede su calor residual que no se ha convertido en electricidad a una red de servicios de agua caliente (calefacción o procedimiento) en la conexión 128 (circulador no representado).

Por ende, el circuito secundario explota el exceso de potencia térmica en la forma de un generador de co-conversión. En otras palabras, produce electricidad y calor con la particularidad de que la potencia térmica no es proporcionada por una combustión en fase gaseosa, sino por la reacción OHT. Este circuito se basa en un equipo de tipo turbogenerador en un ciclo de Brayton.

La invención se aplica ventajosamente al tratamiento de efluentes orgánicos en la industria nuclear. De hecho, las restricciones planteadas por las autoridades de seguridad nuclear obligan a la miniaturización de los procedimientos de tratamiento de fluidos cargados con contaminantes radioactivos. La OHT ha demostrado su aplicabilidad en los efluentes orgánicos contaminados líquidos.

5 En el caso del tratamiento de efluentes altamente salinos, el procedimiento de filtración en condición supercrítica de la invención se aplica ventajosamente en la descontaminación de efluentes acuosos u orgánicos por separación física, con la producción de un flujo minoritario que concentra la actividad y los elementos minerales.

10 **Referencia**

[1] Goemans M.G.E., Li., Gloyna E.F., Separation of inorganics salts from supercritical water by cross-flow micro filtration, Sep. Sci. Tech. 30(7-9), págs. 1491-1509, 1995.

REIVINDICACIONES

1. Reactor para el tratamiento de un material en un medio, que incluye un cuerpo (2) en el que hay definida una zona de reacción (10) capaz de contener un medio de reacción, al menos una entrada para la introducción del medio de reacción en la zona de reacción, al menos una salida para la evacuación de efluentes fuera de la zona de reacción, **caracterizado por que** el reactor incluye:
- una envoltura protectora (8) dispuesta en el interior del cuerpo (2) y que delimita la zona de reacción, estando espaciada la envoltura del cuerpo a fin de delimitar una zona de confinamiento (12) que aísla la zona de reacción del cuerpo, estando aisladas la zona de reacción y la zona de confinamiento entre sí de manera estanca, y en el que la zona de reacción (10) contiene un medio fluido presurizado, conteniendo la zona de confinamiento (12) un fluido de confinamiento en sobrepresión con respecto a la presión del fluido de la zona de reacción;
 - un dispositivo de medición (68) para medir un consumo de fluido de confinamiento (62) en caso de fallo de la estanqueidad de la envoltura protectora;
 - una capacidad de presurización (60) que contiene una cantidad de fluido de confinamiento (62), estando conectada la capacidad de presurización a la zona de confinamiento por un conducto (50) para permitir el suministro (45) de la zona de confinamiento con fluido de confinamiento;
 - un conducto para suministro de la zona de reacción con un medio fluido de reacción;
 - una bifurcación (62) que conecta el conducto de suministro de la zona de reacción a la capacidad de presurización (60) para aplicar al líquido de confinamiento la presión del medio fluido de reacción;
 - estando interpuesta una válvula de retención con caída de presión (66) entre la bifurcación y la zona de reacción para generar una diferencia de presión entre la presión del fluido de confinamiento en la capacidad de presurización y la presión del medio fluido de reacción en la zona de reacción;
 - un medio de medición (68) que mide un consumo del fluido de confinamiento contenido en la capacidad de presurización;
 - un intercambiador de calor (14) dispuesto en la zona de confinamiento (12) e integrado en un circuito primario de circulación de un fluido caloportador (100) a fin de realizar un intercambio de calor entre el fluido caloportador que circula en el intercambiador (14) y el medio de reacción contenido en la zona de reacción;
 - un tubo interno (15) colocado en el interior de la envoltura protectora (8) y conectado de manera estanca con un primer extremo al cuerpo (2) o a la envoltura protectora (8), determinando el volumen interior del tubo estanco una zona central (20), delimitando el tubo una zona anular (22) con la envoltura protectora, estando previsto un paso de comunicación entre la zona central del tubo y la zona anular en un segundo extremo (15a) del tubo; y
 - una turbina de agitación (24) que incluye álabes (32) que agitan el medio de reacción de la zona central y álabes (34) que agitan el medio de reacción de la zona anular.
2. Reactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el circuito primario de circulación del fluido caloportador (100) integra un intercambiador secundario (104) y/o una resistencia eléctrica (108) controlados para la extracción o para el suministro, respectivamente, de potencia térmica de/a la zona de reacción.
3. Reactor de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la potencia térmica extraída del circuito primario (100) se utiliza como energía eléctrica, potencia calefactora o energía neumática.
4. Reactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la turbina incluye un eje (26) montado de forma giratoria en el cuerpo y/o en la envoltura protectora, portando el eje álabes internos (32) situados en la zona central (20) del tubo interno y/o álabes externos (34) situados en la zona anular (22).
5. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** incluye un filtro (40), para separar el medio de reacción en un permeado desprovisto de sus precipitados y una fracción retenida que concentra las sales, y una turbina de agitación (24) que permite agitar el medio de reacción con el fin de mantenerlo en un régimen hidráulico turbulento y evitar una acumulación de fracción retenida sólida en frente del filtro.
6. Reactor de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el filtro (40) presenta la forma de un cilindro dispuesto coaxialmente con el tubo interno (13).
7. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** incluye una salida para un efluente líquido/gas, atravesando el efluente un intercambiador de calor (43), por ejemplo, un serpentín, de manera que está en una relación de intercambio térmico con el material a tratar.

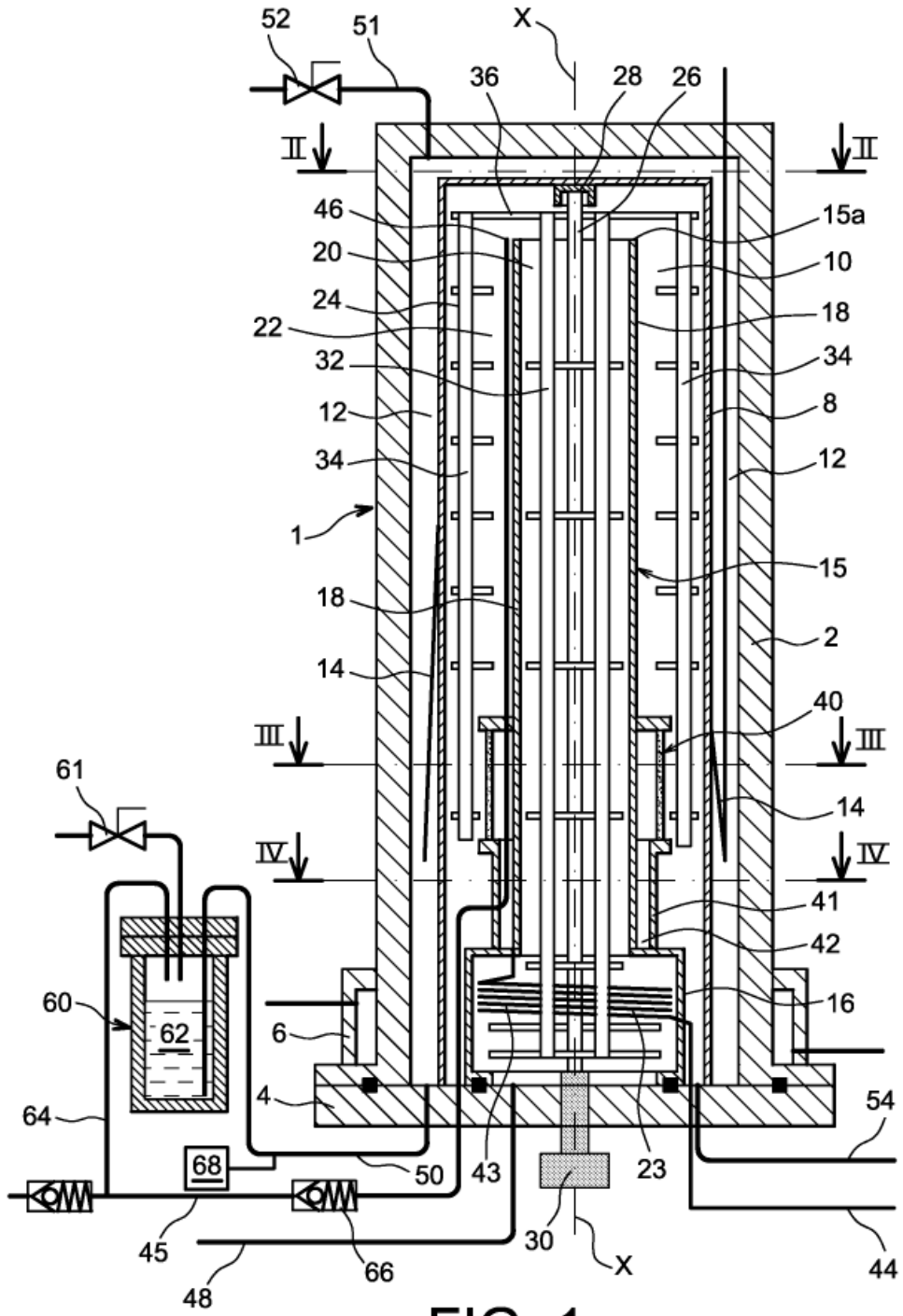


FIG. 1

FIG. 2

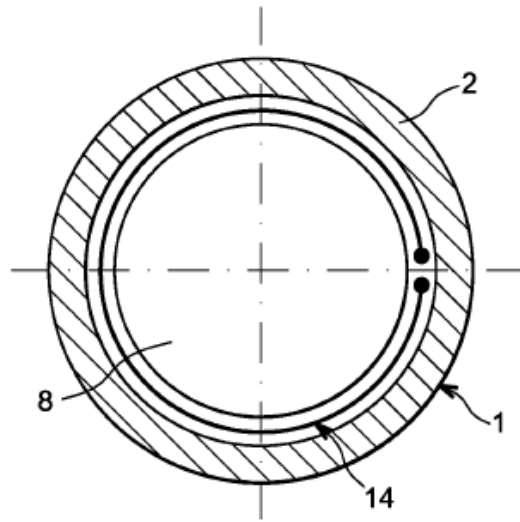


FIG. 3

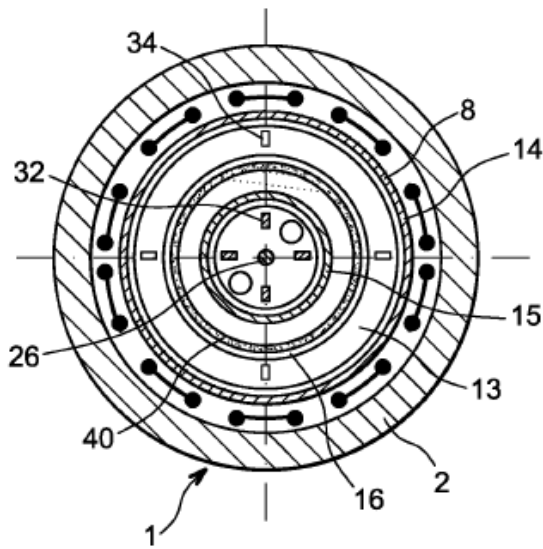
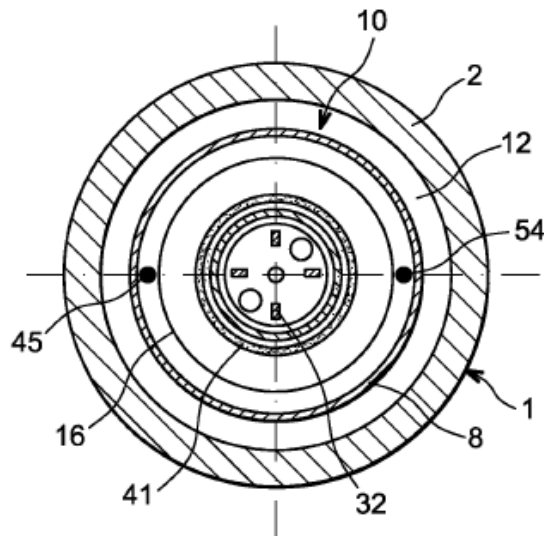


FIG. 4



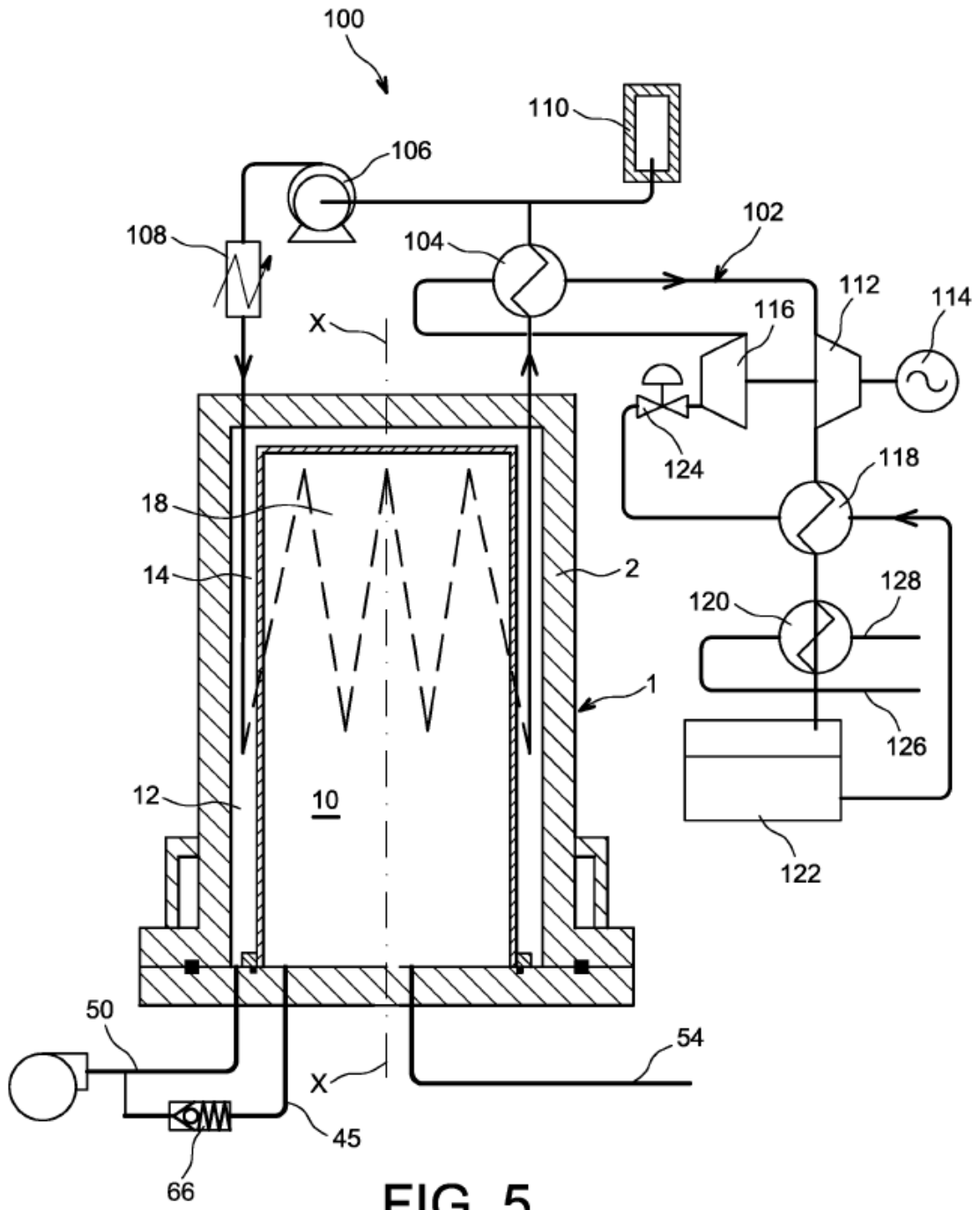


FIG. 5