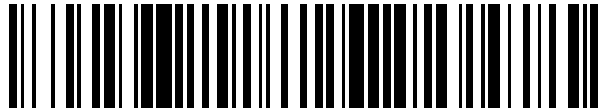


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 015**

51 Int. Cl.:

B01D 53/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2003 E 03750524 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 1549418**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de una corriente de gas así como sistema de tratamiento de gas**

30 Prioridad:

02.10.2002 DE 10246252

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

09.12.2013

73 Titular/es:

**AREVA GMBH (100.0%)
Paul-Gossen-Strasse 100
91052 Erlangen , DE**

72 Inventor/es:

HILL, AXEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 433 015 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el tratamiento de una corriente de gas así como sistema de tratamiento de gas

5 La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de una corriente de gas, en el que la corriente de gas se conduce para la oxidación de contaminantes portados por un módulo adsorbente catalítico. Este se basa en un sistema de tratamiento de gas adecuado para la realización del procedimiento.

10 En la operación de una planta nuclear, de forma particular de una planta de energía nuclear, es un objetivo de diseño habitual el evitar del mejor modo posible daños por corrosión en componentes esenciales en zonas principales de la respectiva planta, como por ejemplo en componentes de grafito, elementos de combustión o aquellos componentes en los recipientes a presión del reactor. Justamente evitando en gran medida los daños por corrosión en estos componentes se debería prolongar la vida útil o la duración de servicio y mantener en lo posible considerablemente bajo el coste en mantenimiento y reparación relacionados con la subsanación de daños por corrosión en zonas principales de la planta nuclear. Por este motivo puede preverse en una planta nuclear, de forma particular en el circuito primario de un reactor de alta temperatura, el uso de helio como medio de proceso o refrigerante. A saber, el helio es químicamente inerte de modo que, por ejemplo, en el uso de helio como gas refrigerante para los componentes citados no deba considerarse fenómenos de corrosión por el gas refrigerante en estos componentes.

15 Sin embargo se pueden tener en cuenta, en el funcionamiento de plantas nucleares, de forma particular en el funcionamiento de un reactor a alta temperatura, contaminaciones, como por ejemplo monóxido de carbono (CO), hidrógeno molecular (H₂), metano (CH₄), oxígeno molecular (O₂), tritio, agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) y/o partículas de polvo en las que se usa helio como agente refrigerante principal o gas refrigerante. Estos contaminantes pueden conducir por su parte a fenómenos de corrosión no deseados en los componentes citados. Para mantener estos efectos a nivel bajo y por debajo de los límites predeterminados, como también permitidos se puede prever la limitación de la concentración de tales contaminantes en la corriente de gas refrigerante con el uso de un dispositivo de limpieza de gas o un sistema de tratamiento de gas.

20 En el funcionamiento de un sistema de limpieza de gas de este tipo se toma normalmente una corriente parcial de aproximadamente 50 kg/h a 300 kg/h del circuito de refrigeración de helio y se conduce en primer lugar por un filtro de polvo. A continuación se calienta la corriente de gas que se va a limpiar hasta una temperatura de aproximadamente 250° C y se alimenta a un denominado módulo adsorbente catalítico. El módulo adsorbente catalítico sirve a este respecto por una parte para el soporte catalítico del proceso de transformación previsto y por otra parte a modo de un colchón para el almacenamiento intermedio de oxígeno necesario en estos procesos. En el módulo adsorbente catalítico que comprende normalmente como componente adsorbente catalíticamente activo una mezcla de Cu-CuO, se realiza a la temperatura de operación seleccionada adecuada citada una oxidación del hidrógeno y monóxido de carbono portados como contaminantes en la corriente de gas que se va a limpiar en agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂). El oxígeno requerido para tal fin se toma de la proporción de CuO del material adsorbente catalíticamente activo, de modo que a consecuencia de la reacción tiene lugar un enriquecimiento continuo de la proporción de Cu a costa de la proporción de CuO. A continuación se enfría normalmente la corriente de gas que se va a limpiar liberada del hidrógeno molecular y del monóxido de carbono, separándose en un tamiz molecular los componentes de agua y de dióxido de carbono portados. A continuación se realiza normalmente una denominada adsorción a baja temperatura, en la que se separa en gran medida el metano, oxígeno molecular y productos de escisión mediante adsorción de la corriente de gas que se va a limpiar. Tras llevarse a cabo la separación de los contaminantes se alimenta de nuevo la corriente de gas limpia al circuito de refrigeración de helio.

25 Sin embargo un sistema de tratamiento de gas de este tipo es comparativamente costoso particularmente a la vista de la cantidad y la instalación de los componentes requeridos. Adicionalmente está condicionado el uso del módulo adsorbente catalítico del tipo citado, porque tras el "consumo" que tiene lugar de las proporciones de CuO en el módulo adsorbente catalítico, es decir, tras reacción casi completa de la proporción de CuO en Cu, se requiere una regeneración mediante contacto con oxígeno, de modo que el módulo respectivo no se encuentra a disposición en este momento para la limpieza de la corriente de gas. Por tanto en un sistema de tratamiento de gas de este tipo están conectados normalmente dos o más conductos parciales del mismo tipo en paralelo, lo que amplía aún más el coste en equipos. Se da a conocer un sistema de tratamiento de gas de este tipo en el documento GB 1470795.

30 La invención se basa por tanto en el objetivo de lograr un procedimiento para el tratamiento de una corriente de gas del tipo citado anteriormente, con el que sea posible con coste en equipos conectados comparativamente bajo una limpieza admisible de la corriente de gas. Adicionalmente se debe lograr un sistema de tratamiento de gas especialmente adecuado para llevar a cabo el procedimiento.

35 En lo referente al procedimiento se consigue este objetivo de acuerdo con la invención conduciendo la corriente de gas a una primera etapa de limpieza para la oxidación de los contaminantes portados por un primer módulo adsorbente catalítico y se añade a la corriente de gas oxígeno molecular o atómico, conduciéndose la corriente de gas a la que se añadió oxígeno aportado a una segunda etapa de limpieza por un catalizador de oxidación, y conduciéndose la corriente de gas que fluye desde el catalizador de oxidación a una tercera etapa de limpieza para la reducción del oxígeno en exceso por un segundo módulo adsorbente catalítico.

A este respecto la invención se basa en el planteamiento de que el coste en equipos y también operacional para una limpieza admisible de la corriente de gas con uso de módulos adsorbentes catalíticos se puede mantener especialmente bajo, manteniendo bajo particularmente el número de los componentes totales requeridos. El concepto para el tratamiento de gas debería enfocarse por tanto a un amplio ahorro de redundancias en los componentes usados. Para mantener especialmente bajo en correspondencia el número de ramales parciales análogos conectados en paralelo o poder ejecutar en la medida de los posible en un único ramal el sistema de tratamiento de gas en lo referente a la conducción de corriente de gas, se debería dirigir el concepto para el tratamiento de corriente de gas a una posibilidad de funcionamiento en continuo del módulo adsorbente catalítico respectivo. Esto se puede conseguir mediante el uso de dos módulos adsorbentes catalíticos conectados en serie por la parte del flujo de gas, de ellos se usa uno en el tratamiento de la corriente de gas de forma convencional para la oxidación de contaminantes portados reduciéndose de este modo, el otro módulo adsorbente catalítico respectivo se usa para la reducción de oxígeno oxidándose de este modo.

En una configuración de este tipo se da la situación de que uno de los módulos adsorbentes se “consume” por completo, oxidándose o reduciéndose por completo el respectivo componente, mediante una inversión simple de la conexión por la parte del flujo de gas de los módulos adsorbentes catalíticos es posible continuar la operación del sistema de tratamiento de gas. Para hacer posible el uso combinado de los módulos adsorbentes catalíticos para la oxidación por una parte y para la reducción por otra parte, se somete la corriente de gas entre los módulos adsorbentes catalíticos a una etapa de limpieza adicional requerida en un catalizador de oxidación. El oxígeno adicional requerido para este fin se añade a la corriente de gas en puntos adecuados antes del catalizador de oxidación, estando disponible el oxígeno en exceso en el subsiguiente segundo módulo adsorbente catalítico por la parte del flujo de gas para su oxidación y por tanto para su regeneración.

De forma conveniente se usa tanto en el primero como también en el segundo módulo adsorbente catalítico respectivamente una mezcla de Cu-CuO como material adsorbente catalítico. En el primer módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas, que está previsto respectivamente para la oxidación de contaminantes portados en la corriente de gas, se realiza con liberación del oxígeno necesario para la oxidación una transformación de la proporción de CuO en la proporción de Cu del material adsorbente. Por el contrario se realiza en el segundo módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas, en el que se separa mediante adsorción el oxígeno en exceso disponible desde ahora en la corriente de gas, una transformación de la proporción de Cu en la proporción de CuO del material adsorbente catalítico. Con la creciente duración de operación en el tratamiento de la corriente de gas tiene lugar por tanto en el primer módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas un enriquecimiento creciente de la proporción de Cu y un empobrecimiento creciente de la proporción de CuO del material adsorbente catalítico ahí disponible, mientras que en el segundo módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas se invierte un empobrecimiento creciente de la proporción de Cu y un enriquecimiento creciente de la proporción de CuO del material adsorbente catalítico ahí presente. Si se llega a un “consumo” de uno de los módulos adsorbentes catalíticos, por tanto a una conversión completa en Cu o bien en CuO del respectivo material adsorbente catalítico presente, entonces se puede llevar a cabo una conmutación de los módulos adsorbentes catalíticos en lo referente a la conducción de la corriente de gas, de modo que en adelante el módulo adsorbente catalítico enriquecido con CuO se usa como primer módulo adsorbente catalítico para la oxidación de contaminantes portados en la corriente de gas y el módulo adsorbente catalítico enriquecido con Cu como segundo módulo adsorbente catalítico para la reducción de oxígeno en exceso.

El aporte de oxígeno se realiza a este respecto convenientemente de modo que en el segundo módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas se encuentra disponible en todo momento suficiente oxígeno en exceso para la oxidación de material adsorbente catalítico ahí existente. A tal efecto se determina de forma ventajosa antes de la entrada de la corriente de gas al primer módulo adsorbente catalítico un valor característico para la proporción de contaminantes portados en la corriente de gas, estableciéndose en función de este la velocidad de aporte para el oxígeno en la corriente de gas. Para asegurar a este respecto el uso pretendido tanto del primer módulo adsorbente catalítico como también del segundo módulo adsorbente catalítico, se regula la velocidad de aporte para el oxígeno ventajosamente, de modo que lo controla el déficit de oxígeno referido a los contaminantes totales portados en la corriente de gas, y con ello tienen lugar al menos partes de la oxidación de contaminantes en el primer módulo adsorbente catalítico, y presentando exceso de oxígeno referido a la reacción de otros contaminantes en la reacción prevista en el catalizador de oxidación, entonces se encuentra disponible en el segundo módulo de adsorbedor catalítico oxígeno en exceso para la regeneración del material adsorbente catalítico ahí presente.

El catalizador de oxidación se usa preferiblemente para el tratamiento de contaminantes como metano o tritio. Para asegurar a este respecto una tasa de conversión especialmente alta y por tanto una limpieza especialmente diligente de la corriente de gas de contaminantes de este tipo, se ajusta para la corriente de gas en su entrada al catalizador de oxidación de forma ventajosa una temperatura de aproximadamente 400° C a 450° C, de modo que pueda realizarse con oxígeno presente en una cantidad suficiente una conversión especialmente amplia de los contaminantes citados en agua y dióxido de carbono. Se puede conseguir a este respecto un funcionamiento especialmente ahorrativo en recursos y por tanto económico, precalentando la corriente de gas en configuración especialmente ventajosa antes de su entrada en el catalizador de oxidación mediante intercambio de calor recuperativo con la corriente de gas que sale del catalizador de oxidación. A este respecto el calor portado en la corriente de gas que sale del catalizador de oxidación se usa al menos parcialmente para el precalentamiento de la corriente de gas que entra en el catalizador de oxidación, de modo que para el establecimiento de la temperatura de

entrada deseada final en la corriente de gas se requiere en todo caso un calentamiento adicional como, por ejemplo, un calentamiento adicional eléctrico.

De forma particular en el uso de una mezcla de Cu-CuO como material adsorbente catalíticamente activo en el primer módulo adsorbente catalítico se usa este preferiblemente para la oxidación de hidrógeno y monóxido de carbono portados en la corriente de gas. Para asegurar en esta oxidación en agua o en dióxido de carbono con aprovechamiento pretendido de las propiedades catalíticas de Cu una velocidad de reacción especialmente favorable y un grado de reacción especialmente favorable, se ajusta para la corriente de gas en su entrada al primer módulo adsorbente catalítico de forma ventajosa una temperatura de aproximadamente 250° C. También aquí se puede conseguir una operación especialmente ahorrativa en recursos y por tanto económica, precalentándose en otra configuración ventajosa la corriente de gas antes de su entrada al primer módulo adsorbente catalítico mediante intercambio de calor recuperativo con la corriente de gas que sale del segundo módulo adsorbente catalítico. Por tanto se usa en esta configuración ventajosa de la corriente de gas que sale en su totalidad del segundo módulo adsorbente catalítico y por tanto del sistema de limpieza de gas también el contenido de calor portado para el precalentamiento parcial de la corriente de gas que entra al sistema de limpieza de gas.

En un perfeccionamiento especialmente ventajoso se usa el procedimiento en la operación de una planta de energía nuclear para el tratamiento de una corriente parcial de una corriente de gas refrigerante de helio. A este respecto se limpia la corriente parcial de la corriente de gas refrigerante de helio preferiblemente de contaminantes portados como monóxido de carbono, hidrógeno molecular, metano, oxígeno molecular, tritio, agua y/o dióxido de carbono. La reacción de hidrógeno molecular y monóxido de carbono en agua o bien en dióxido de carbono se realiza a este respecto preferiblemente en el primer elemento adsorbente catalítico. Con la adición oportuna de una cantidad suficiente de oxígeno se realiza entonces en el catalizador de oxidación la transformación de metano y/o tritio igualmente dando dióxido de carbono y/o agua. El oxígeno en exceso que aún queda en la corriente de gas se usa a continuación para el enriquecimiento del segundo módulo adsorbente catalítico y a este respecto se separa de nuevo de la corriente de gas. A continuación puede realizarse una separación de los componentes de agua y dióxido de carbono que se encuentran en la corriente de gas de forma convencional, que se puede completar dado el caso en una separación de partículas de polvo o de actividades de gas noble. A continuación se devuelve a la corriente parcial de gas helio limpiado en el circuito de refrigeración de helio propiamente.

Justamente con esta aplicación se puede usar el procedimiento de forma especialmente favorable para hacer posible con comparativamente menos componentes un tratamiento continuo de una corriente de gas. Debido a que en el tratamiento de la corriente de gas se reduce el primer módulo adsorbente catalítico visto en la dirección de flujo de la corriente de gas, oxidándose el segundo módulo adsorbente catalítico visto en la dirección de flujo de la corriente de gas, se realiza en el primer módulo adsorbente catalítico una transformación continua de CuO en Cu y en el segundo módulo adsorbente catalítico una transformación continua de Cu en CuO.

Tan pronto se compruebe que uno de los módulos de adsorbedor catalíticos se "consume" por completo, de modo que la proporción de Cu o la proporción de CuO sea transformada por completo en el otro componente de mezcla, entonces puede realizarse una conmutación o inversión de la secuencia de conexiones de los módulos adsorbentes catalíticos en el trayecto de flujo de la corriente de gas. Tras la conmutación se usa de nuevo el segundo módulo adsorbente catalítico usado hasta entonces para la separación de oxígeno de la corriente de gas como el nuevo primer módulo adsorbente catalítico conectado nuevamente, aportándose a este el oxígeno incluido en este primer módulo adsorbente de nuevo en el tratamiento de los contaminantes correspondientes en la corriente de gas. El primer módulo adsorbente catalítico usado hasta entonces para la oxidación de hidrógeno o monóxido de carbono en la corriente de gas se usa tras la conmutación como nuevo segundo módulo adsorbente catalítico conectado, regenerándose mediante la admisión del oxígeno en exceso de la corriente de gas la proporción de CuO del material adsorbente catalíticamente activo.

Para la realización de la conmutación oportuna y según necesidad se determina de forma ventajosa en la corriente de gas que sale del segundo módulo adsorbente catalítico un valor característico para la proporción de oxígeno posiblemente portado. Tras la superación de un valor límite predeterminado para este valor característico se conecta con una transformación completa de la proporción de Cu en el segundo módulo adsorbente catalítico, de modo que se intercambian las posiciones del primer y del segundo elementos adsorbentes catalíticos en el trayecto del flujo de la corriente de gas.

En lo que se refiere al sistema de tratamiento de gas se consigue el objetivo pretendido con al menos dos módulos adsorbentes catalíticos conectados en serie en relación a una corriente de gas, entre los que se conecta un catalizador de oxidación por la parte del flujo de gas.

Para favorecer especialmente la transformación prevista de los respectivos contaminantes en el catalizador de oxidación, se conecta a este de forma ventajosa por la parte del flujo de gas una unidad de adición para el oxígeno molecular o atómico (comprobar, véase anteriormente). En un perfeccionamiento especialmente ventajoso se prevé a este respecto que la adición o adición con mezcla del oxígeno a la corriente de gas sea según necesidad y por tanto en función de los contaminantes portados en la corriente de gas. Para hacer esto posible se conecta un indicador de valor de forma ventajosa asociado a la unidad de adición por la parte de la entrada con un sensor conectado al primer módulo adsorbente catalítico visto desde la parte del flujo de gas para la proporción de

contaminantes portados en la corriente de gas.

5 El sistema de tratamiento de gas está equipado de forma conveniente para un uso en el tratamiento de una corriente parcial de un circuito de refrigeración primario de helio de una planta nuclear. Ya para la separación de contaminantes típicos como hidrógeno molecular o monóxido de carbono de una corriente de gas de helio son especialmente favorables las propiedades catalíticas por una parte y la idoneidad para el almacenamiento de oxígeno por otra parte de una mezcla de Cu-CuO. Por tanto, de forma ventajosa los módulos adsorbentes catalíticos del sistema de tratamiento de gas comprenden respectivamente una mezcla de Cu-CuO como material adsorbente catalítico.

10 Para hacer posible el ajuste de los parámetros de operación de forma especialmente favorable y según necesidad, como particularmente una temperatura de operación adecuada en el catalizador de oxidación, se conecta a este por la parte del flujo de gas de forma conveniente a un sistema de calentamiento intermedio. Este es especialmente ahorrrativo en recursos y por tanto de operación económica, dimensionándose para la recuperación de calor de la corriente de gas que sale del catalizador de oxidación. Para ello el sistema de calentamiento intermedio comprende de forma ventajosa un intercambiador de calor recuperativo, que está conectado por la parte primaria a un conducto de salida de corriente asociado al catalizador de oxidación para la corriente de gas y por la parte secundaria a un conducto de entrada de corriente asociado al catalizador de oxidación para la corriente de gas.

20 Para hacer posible en funcionamiento flexible un ajuste según necesidad de una temperatura de entrada deseada de la corriente de gas en el catalizador de oxidación, se completa el intercambiador de calor recuperativo en una configuración más ventajosa adicional con un elemento de calentamiento, de forma conveniente un calentador eléctrico. De forma análoga se proyecta el sistema de tratamiento de gas también para la regulación de una temperatura de operación especialmente favorable en el primer módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas. Para ello se conecta a este de forma ventajosa un sistema de calentamiento. También este sistema de calentamiento es especialmente ahorrrativo en recursos y por tanto de funcionamiento económico, proyectándose de forma ventajosa para una recuperación de calor de la corriente de gas que sale del sistema de tratamiento de gas. 25 Para tal fin el sistema de calentamiento comprende en configuración ventajosa adicional un intercambiador de calor recuperativo, que está conectado por la parte primaria a un conducto de salida de corriente asociado al segundo módulo adsorbente catalítico para la corriente de gas y en la parte secundaria a un conducto de entrada de corriente asociado al primer módulo adsorbente catalítico para la corriente de gas.

30 En un perfeccionamiento especialmente ventajoso el sistema de tratamiento de gas se proyecta para una operación en continuo, en la que durante la operación se reduce el primer módulo adsorbente catalítico respectivo visto desde la parte del flujo de gas y se oxida el segundo módulo adsorbente catalítico respectivo visto desde la parte del flujo de gas. Para hacer posible una operación en continuo también tras conversión completa de los respectivos materiales activos en estas reacciones, se proyecta el sistema de tratamiento de gas de forma ventajosa para una conmutación según necesidad de los módulos adsorbentes catalíticos en lo referente a su conexión en el trayecto de flujo de la corriente de gas. Para ello se asignan a los módulos adsorbentes catalíticos de forma conveniente un sistema de conmutación común para la conducción de la corriente de la corriente de gas.

40 Se puede conseguir una forma constructiva especialmente compacta del sistema de tratamiento de gas en la que se da una configuración especialmente ventajosa de estos componentes, por ejemplo particularmente los módulos adsorbentes catalíticos y el catalizador de oxidación, pero dado el caso también los sistemas de calentamiento están asociados con sus intercambiadores de calor y/o la unidad de alimentación para oxígeno en la forma de una realización integrada en un recipiente a presión común. A este respecto todos los componentes citados pueden estar cercados por una envolvente a presión conjunta, que asegura el mantenimiento de la presión para todo el sistema.

45 Los componentes individuales asociados a esta envolvente de alta presión pueden estar realizados debido al desacoplamiento con el mantenimiento de la presión de la realización estructural de componentes individuales con pared comparativamente fina y en relación a la carga mecánica con menor dimensionamiento. Esto hace posible por una parte una construcción con ahorro de materiales y por tanto económica, siendo posible por otra parte debido a los pesos con cargas térmicas comparativamente menores procesos de calentamiento y enfriamiento comparativamente rápidos de los componentes individuales así como un ajuste rápido y flexible de las temperaturas de reacción necesarias respectivas en la corriente de gas que se va a limpiar. De forma particular una realización en pared fina de los componentes activos posibilita un ajuste rápido y admisible de una temperatura comparativamente alta en las zonas de reacción respectivas, de modo que también se pueda conseguir a corto plazo un grado de conversión comparativamente alto en las reacciones individuales.

55 Justamente también la integración del intercambiador de calor recuperativo en la envoltura a presión conjunta hace posible adicionalmente una refrigeración completamente eficaz de la corriente de gas obtenida antes de los componentes de limpieza subsiguientes, como por ejemplo tamices moleculares, asegurándose al mismo tiempo un calentamiento completamente eficaz de la corriente de gas entrante. Igualmente el intercambiador de calor recuperativo conectado antes del catalizador de oxidación hace posible un enfriamiento completamente eficaz de la corriente de gas que sale del catalizador de oxidación, de modo que se evita de forma admisible un sobrecalentamiento del segundo módulo adsorbedor catalítico conectado a este.

De forma ventajosa se conecta el sistema de tratamiento de gas al circuito de gas refrigerante de helio de una planta nuclear.

Las ventajas conseguidas con la invención consisten de forma particular en que con la conexión en serie de un catalizador de oxidación entre un primer y un segundo módulo adsorbente catalítico es posible un tratamiento pretendido de contaminantes de distinto tipo en la respectiva corriente de gas, usándose en el tratamiento de la corriente de gas concretamente el primer módulo adsorbente catalítico visto desde la parte de flujo de gas para los fines de oxidación y con ello se consume su componente portante de oxígeno, pero al mismo tiempo se puede usar el segundo módulo adsorbente catalítico visto desde la parte del flujo de gas en modo de operación inversa para la separación de oxígeno en exceso de la corriente de gas, con lo que se regenera su proporción portante de oxígeno.

Por tanto el funcionamiento habitual de un módulo adsorbente catalítico y la regeneración de un módulo adsorbente catalítico son simultáneos y por tanto se complementan en una etapa de trabajo. También una vez llegado el "consumo" del componente que porta oxígeno en el primer módulo adsorbente catalítico visto desde la parte de flujo de gas se puede usar el sistema de tratamiento de gas sin pausa operacional significativa, después de lo cual se usa mediante conmutación simple de posiciones de los módulos adsorbentes catalíticos en la ruta de flujo de la corriente de gas el módulo adsorbente regenerado hasta ahora como primer módulo adsorbente catalítico por la parte de flujo de gas para la oxidación de contaminantes en la corriente de gas y al mismo tiempo se regenera en adelante el módulo adsorbente catalítico "consumido". Mediante el funcionamiento continuo posible del sistema de tratamiento de gas en el que ya no se requieren pausas de operación para la regeneración pretendida de módulos adsorbentes individuales, pueden evitarse redundancias o configuraciones de múltiples ramas de tal sistema o al menos se pueden reducir. Justamente mediante la integración de componentes activos en una envoltura a presión conjunta se consigue adicionalmente un diseño especialmente compacto y que ahorra espacio, en el que además en base al desacoplamiento del mantenimiento de la presión de las partes estructurales con carga térmica es posible una ejecución del procedimiento especialmente simple y rápido.

Se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención con ayuda de un dibujo. Estos muestran:

Figura 1 esquemáticamente el plan de conexión de un sistema de tratamiento de gas,

Figura 2 el sistema de tratamiento de gas según la figura 1 en corte longitudinal y

Figura 3 el sistema de tratamiento de gas según figuras 1 y 2 en sección transversal.

Las mismas partes se indican en todas las figuras con las mismas referencias.

El sistema de tratamiento de gas 1, cuyo plan de conexión se representa en la figura 1, está previsto para el tratamiento de una corriente de gas G, a saber una corriente parcial del circuito de refrigeración primario de helio de una planta nuclear no representada de forma detallada. A tal efecto el sistema de tratamiento de gas 1 está conectado por un conducto de alimentación de gas 2 y por un conducto de salida de gas 4 al circuito de refrigeración primaria de helio no representado de forma detallada de la planta nuclear.

El sistema de tratamiento de gas 1 está previsto para la separación pretendida de contaminantes posiblemente portados por la corriente de gas G en helio, como por ejemplo hidrógeno, monóxido de carbono, metano o tritio. La separación de hidrógeno y monóxido de carbono debe realizarse a este respecto mediante una oxidación dando agua o dióxido de carbono, que separan y devuelven respectivamente a un tamiz molecular no representado detalladamente conectado al conducto de salida de gas 4.

Para la transformación de hidrógeno y monóxido de carbono en agua o dióxido de carbono el sistema de limpieza de gas comprende una pluralidad de módulos adsorbentes catalíticos 6. En cada módulo adsorbente catalítico 6 se encuentra respectivamente como material adsorbente catalítico una mezcla de Cu-CuO. Con el uso de este material adsorbente catalítico se usa por una parte su propiedad como catalizador, que sustenta la transformación deseada del hidrógeno en agua o de monóxido de carbono en dióxido de carbono. Por otra parte se usa en este material adsorbente catalítico también la capacidad para el almacenamiento intermedio de oxígeno, que según necesidad, se libera en la reacción de transformación deseada, para la oxidación de hidrógeno o monóxido de carbono en la corriente de gas. En uno de estos modos de operación, por ejemplo para la oxidación de hidrógeno o monóxido de carbono el módulo adsorbente catalítico 6 en funcionamiento realiza por tanto una degradación de la proporción de CuO en el material adsorbente catalítico con enriquecimiento de su proporción de Cu.

Para la transformación pretendida de metano o tritio en dióxido de carbono y/o agua el sistema de tratamiento de gas 1 presenta además un catalizador de oxidación 8. El catalizador de oxidación 8, que comprende como componente catalíticamente activo una celdilla de metal precioso estructurada, preferiblemente de platino y/o paladio, está en contacto por la parte de la entrada mediante un conducto de entrada de corriente 10 con la corriente de gas G. Por la parte de la salida el catalizador de oxidación 8 está en contacto con un conducto de salida de corriente 12 para la corriente de gas G. Para hacer posible la reacción de transformación deseada para la separación de contaminantes metano o tritio en el catalizador de oxidación 8 se conecta a este en el conducto de entrada de corriente 10 por la parte del flujo de gas una unidad de alimentación 13 para oxígeno. En el ejemplo de realización está prevista a este respecto la alimentación de oxígeno molecular; pero podrían estar presentes también

otros portadores de oxígeno seleccionados de forma adecuada.

El sistema de tratamiento de gas está configurado para evitar múltiples redundancias y para mantener bajo el número de componentes requeridos en total para una operabilidad en continuo. La operabilidad en continuo se prevé a este respecto para el caso de que la proporción de CuO en el módulo adsorbente catalítico 6 usado para la oxidación de los contaminantes citados de la corriente de gas G se consuma completa o casi completamente. Para hacer posible también en este caso una operación posterior del sistema de tratamiento de gas 1 sin fase de regeneración requerida intermedia para el módulo adsorbente catalítico 6, el sistema de tratamiento de gas 1 comprende una pluralidad – en el ejemplo de realización dos – de módulos adsorbentes catalíticos 6 configurados de forma homogénea. Los módulos adsorbentes catalíticos 6 están conectados a este respecto en serie por la parte del flujo de gas por el conducto de entrada de corriente 10 y el conducto de salida de corriente 12, estando conectados el catalizador de oxidación 8 por la parte del flujo de gas entre los módulos adsorbentes catalíticos 6. Para la conexión por la parte del flujo de gas de los módulos adsorbentes catalíticos 6 y del catalizador de oxidación 8 entre sí está asociado los módulos adsorbentes catalíticos 6 a un sistema de conmutación 14 común, que comprende una primera unidad de conmutación 16 asociada en la parte final a los módulos adsorbentes catalíticos 6 y una segunda unidad de conmutación 18 asociada respectivamente en otro extremo a los módulos adsorbentes catalíticos 6. Las unidades de conmutación 16, 18 se encuentran a este respecto, como se indica con la flecha doble 20, en interacción, de modo que es posible una conmutación sincrónica adecuada de la ruta de corriente mediante los módulos adsorbentes catalíticos 6.

El sistema de conmutación 14 está configurado a este respecto de modo que en lo referente a la posición por la parte del flujo de gas o la secuencia en la conexión uno tras otro del primer módulo adsorbente catalítico 6, del catalizador de oxidación 8 y del segundo módulo adsorbente catalítico 6 el posicionamiento de ambos módulos adsorbentes catalíticos 6 puede intercambiarse uno con otro. Como se muestra en la representación según la figura 1 para una primera posición de conexión, el módulo adsorbente catalítico 6 representado en la figura 1 como módulo inferior está conectado por la parte de la entrada con el conducto de alimentación de gas 2 y por la parte de la salida por el conducto de entrada de corriente 10 con el catalizador de oxidación 8. Por el contrario a esto en esta posición de conexión el módulo adsorbente catalítico 6 representado anteriormente en la figura está conectado por el conducto de corriente de salida 12 con el catalizador de oxidación 8 y por la parte de la salida con el conducto de corriente de salida 4. En la posición de conmutación mostrada en la figura 1 se encuentra por tanto una conexión seguida por la parte del flujo de gas del módulo adsorbente catalítico 6 inferior como primer módulo adsorbente catalítico 6, del catalizador de oxidación 8 y del módulo adsorbente catalítico 6 superior como el segundo módulo adsorbente catalítico 6.

Tras una conmutación de esta conexión en serie mediante el sistema de conmutación 14 se puede incorporar sin embargo también una posición de conexión alternativa, que está representada en la figura 1 mediante los elementos de conexión dibujados a trazos en las unidades de conmutación 16, 18. En esta segunda posición de conexión está conectado el módulo adsorbente catalítico 6 representado anteriormente como primer módulo adsorbente catalítico 6 visto desde la parte del flujo de gas mediante el conducto de entrada de corriente 10 al catalizador de oxidación 8, mientras que en esta segunda posición de conexión el módulo adsorbente catalítico 6 está conectado como segundo módulo adsorbente catalítico 6 al catalizador de oxidación 8 por el conducto de salida de corriente 12.

Aquel módulo adsorbente catalítico 6, que está conectado por la parte del flujo de gas a la posición de conexión respectiva como primer módulo adsorbente catalítico 6 al catalizador de oxidación 8, sirve para la oxidación de hidrógeno o monóxido de carbono portados en la corriente de gas G. A este respecto la proporción de CuO del módulo adsorbente catalítico 6 respectivo aporta oxígeno a la corriente de gas G, para hacer posible la oxidación. Para hacer posible a este respecto una temperatura de reacción especialmente favorable para esta reacción en la corriente de gas G con consumo operativo comparativamente bajo y ahorro de recursos, se conecta al conducto de alimentación 2 un intercambiador de calor recuperativo 22, que está conectado por la parte principal o de calentamiento al conducto de salida de gas 4. Mediante el intercambiador de calor recuperativo 22 es posible por tanto una transferencia de calor desde la corriente de gas G que sale del sistema de tratamiento de gas 1 a la corriente de gas G que entra al sistema de tratamiento de gas 1, de modo que se asegura un precalentamiento que ahorra recursos especial de la corriente de gas G que entra. Para hacer posible la regulación de los parámetros de funcionamiento especialmente favorables, de forma particular de una temperatura de funcionamiento especialmente favorable para la reacción de transformación deseada de aproximadamente 250° C, se complementa el intercambiador de calor recuperativo 22 asociando un calentador de funcionamiento eléctrico 24, que forma conjuntamente con el intercambiador de calor recuperativo 22 un sistema de calentamiento 26 para el sistema de procesamiento de gas 1. El calentador de funcionamiento eléctrico 24 se controla a este respecto en lo que respecta a su capacidad de calentamiento mediante una unidad de control central 28, que fija en función de una pluralidad de parámetros de funcionamiento determinados en posiciones adecuadas en la corriente de gas G – como se representa con las flechas 30 – valores adecuados para el calentador eléctrico 24.

Tras la degradación conseguida de los contaminantes de hidrógeno o de monóxido de carbono en la corriente de gas G en el primer módulo adsorbente catalítico 6 visto desde la parte de flujo de gas se transmite la corriente de gas G al catalizador de oxidación 8. Ahí se realiza en el ejemplo de realización una degradación de metano o tritio portado. Para hacer esto posible se mezcla mediante la unidad de alimentación 13 una cantidad seleccionada adecuadamente de oxígeno en la corriente de gas G. La velocidad de alimentación para el oxígeno se ajusta a este

respecto mediante la unidad de control central 28 en función de un valor característico determinado por un sensor 32 para la proporción de contaminantes portados en la corriente de gas G.

Para asegurar una limpieza admisible de la corriente de gas G de los contaminantes citados en el catalizador de oxidación 8 se prevé la regulación de un nivel de temperatura especialmente adecuado para este a la entrada de la corriente de gas G en el catalizador de oxidación 8. A tal fin se conecta al catalizador de oxidación 8 por la parte del flujo de gas un sistema de calentamiento intermedio 34. Este comprende un intercambiador de calor recuperativo 36, que está conectado por la parte principal al conducto de salida de corriente 12 y por la parte secundaria al conducto de entrada de corriente 10. Por el intercambiador de calor recuperativo 36 es posible por tanto con ahorro de recursos a modo de una recuperación de calor una transmisión de calor desde la corriente de gas G que sale del catalizador de oxidación 8 a la corriente de gas G que entra en el catalizador de oxidación 8. Para la regulación final de una temperatura de entrada especialmente favorable para la reacción en el catalizador de oxidación 8 de la corriente de gas G de aproximadamente 400° C a 450° C se complementa el intercambiador de calor recuperativo 36 con un calentador eléctrico 38, que se controla en lo que respecta a la capacidad de calentamiento igualmente mediante la unidad de control central 28.

Para favorecer adicionalmente la reacción de oxidación que discurre en el catalizador de oxidación 8 de los contaminantes citados se prevé una mezcla especialmente íntima del oxígeno aportado por la unidad de adición 13 con la corriente de gas G antes de su entrada al catalizador de oxidación 8. A tal fin se conecta al catalizador de oxidación 8 un mezclador 40 adecuado, por ejemplo, un mezclador estático.

Después de que tenga lugar en el catalizador de oxidación 8 la oxidación de los contaminantes citados mediante reacción con el oxígeno alimentado, la corriente de gas G que sale del catalizador de oxidación 8 conduce aún un resto de oxígeno en exceso. Para la separación de este oxígeno en exceso se conduce la corriente de gas G desde su salida por el segundo módulo adsorbente catalítico 6 visto desde la parte del flujo de gas. A este respecto se deposita el oxígeno en exceso portado en la corriente de gas en el material adsorbente catalítico ahí presente. De forma particular se aumenta a este respecto la proporción de CuO del material adsorbente catalítico presente en el segundo módulo adsorbente catalítico visto por la parte del flujo de gas mediante deposición de oxígeno, reduciendo la proporción de Cu de este material adsorbente. Mediante el almacenamiento del oxígeno en exceso se regenera la proporción de CuO de este módulo adsorbente catalítico 6 ya en el funcionamiento según determinación del sistema de tratamiento de gas 1, de modo que tras suficiente tiempo de operación de este módulo adsorbente catalítico 6 está presente de nuevo para una aplicación como primer módulo adsorbente catalítico 6 visto desde la parte del flujo de gas.

Para una forma constructiva especialmente compacta y por tanto que ahorra espacio y material se integran los componentes esenciales del sistema de tratamiento de gas 1 en una unidad constructiva 42, como se muestra en sección longitudinal en la figura 2 y en sección transversal en la figura 3. La unidad constructiva 42 muestra a este respecto particularmente una carcasa exterior 44 esencialmente en forma de cilindro, resistente a la presión, común para todos los componentes. La carcasa exterior 44 se proyecta a este respecto para una acogida de toda la carga de presión, de modo que en ella los componentes asociados pueden realizarse con pared comparativamente fina y sin el requerimiento de carga mecánica especial. En la zona central de la carcasa exterior 44 está asociado el catalizador de oxidación 8, por encima del mismo está posicionado inmediatamente el mezclador 40. De nuevo por encima del mezclador 40 está asociado en la forma de una unidad de pulverización en forma anular la unidad de alimentación 13 para el oxígeno.

Por debajo del catalizador de oxidación 8 se encuentra en el ejemplo de realización el intercambiador de calor recuperativo 36, complementado con el calentador eléctrico 38. El intercambiador de calor recuperativo 36 se realiza a este respecto de forma ventajosa como intercambiador de calor de haz de tubos. La capacidad de calentamiento del calentador 38 es regulable. La disposición exacta de estos componentes de barras de calentamiento asociadas puede variar evidentemente y seleccionarse según necesidad. La disposición del intercambiador de calor recuperativo 36 y del catalizador de oxidación 8 en la zona central de la unidad constructiva 42 asegura que solo se den comparativamente pequeñas pérdidas de calor, de modo que también se pueda conseguir con pequeña capacidad de calentamiento un grado de conversión especialmente favorable.

Los dos elementos adsorbentes catalíticos 6 están dispuestos en el ejemplo de realización siempre en la zona exterior pero dentro de la carcasa exterior 44. En lo que se refiere al dimensionamiento de los lechos de reacción de Cu/CuO ahí dispuestos se mantiene una relación de altura de lecho de reacción a longitud de lecho de reacción de aproximadamente $L/d \approx 4..8$. Para la compensación de alargamientos por calor no se prevén compensadores representados más detalladamente. Para la adecuada realización del procedimiento están dispuestos sensores de temperatura 46 en los elementos adsorbentes catalíticos 6 así como elementos de toma de muestra 48 posicionados de forma adecuada, que deben posibilitar un análisis de los contaminantes portados en la corriente de gas G. Los sensores previstos para el análisis están configurados a este respecto de forma adecuada para el análisis de los contaminantes. De forma particular puede tratarse a este respecto de cromatografías de gases, espectrómetros de masas y/o sensores de trabajo según la disipación de calor o procedimiento de conducción de calor.

Mediante la realización del sistema de tratamiento de gas 1 como unidad integrada 42 se consigue un

desacoplamiento estructural de los componentes con carga de calor de la carcasa exterior 44 a presión. Mediante este desacoplamiento puede configurarse por una parte la carcasa exterior con uso de materiales comerciales con poco consumo de materiales y considerando valores de tiempo de residencia especialmente altos, pudiendo configurarse por otra parte los componentes con carga calor con paredes comparativamente finas.

- 5 El funcionamiento del sistema de tratamiento de gas 1 se alcanza particularmente de modo que se regenera en función de la respectiva posición de conmutación del sistema de conmutación 14 el segundo elemento adsorbente catalítico 6 visto desde la parte del flujo de gas mediante contacto adecuado con oxígeno en exceso para una aplicación futura. En correspondencia se ajusta el aporte del oxígeno en la unidad de alimentación 13 de modo que se encuentre disponible también tras el paso de la corriente de gas G por el catalizador de oxidación 8 suficiente oxígeno en exceso para la incorporación al módulo adsorbente catalítico 6 respectivo conectado a continuación.

10 La alimentación de oxígeno se realiza a este respecto particularmente de modo que lo controla el exceso de oxígeno en el catalizador de oxidación referido a la contaminación de metano comprobada en la corriente de gas G, de modo que se pueda conducir aún oxígeno en exceso al módulo adsorbente catalítico 6 conectado posteriormente. Por otra parte se ajusta la velocidad de aporte para el oxígeno de modo que lo controla el déficit de oxígeno referido a los contaminantes totales detectados en la corriente de gas G. Por tanto es seguro que la cantidad de oxígeno desprendido en la oxidación de hidrógeno o monóxido de carbono en el primer módulo adsorbente catalítico 6 visto por la parte del flujo de gas de su material adsorbente catalítico es mayor que la cantidad de oxígeno incluido a continuación en el segundo módulo adsorbente catalítico 6 visto por la parte del flujo de gas. Por ello la reacción de reducción en la mezcla de Cu-CuO del primer módulo adsorbente 6 visto por la parte del flujo de gas discurre más rápidamente que la reacción de oxidación en la mezcla de Cu-CuO del segundo módulo adsorbente catalítico 6 visto por la parte del flujo de gas. En consecuencia se debería detectar un "consumo" del oxígeno en el primer módulo adsorbente catalítico 6 visto desde la parte del flujo de gas – por ejemplo en función de una ruptura de hidrógeno o monóxido de carbono, de modo que se ajustaría para la velocidad de adición del oxígeno en la unidad de adición 13 referido a la contaminación total detectada un déficit de oxígeno, de modo que se asegura una degradación admisible de los contaminantes que aún quedan en el catalizador de oxidación 8. Tan pronto se confirme a continuación una proporción de almacenamiento suficientemente alta de oxígeno en el segundo módulo adsorbente catalítico 6 visto desde la parte del flujo de gas, puede realizarse la conmutación citada en la secuencia de conexión de los módulos de adsorbedor catalíticos 6 con el catalizador de oxidación 8.

Lista de referencias

- 30 1 Sistema de tratamiento de gas
 2 Sistema de alimentación de gas
 4 Salida de gas
 6 Módulo adsorbente catalítico
 8 Catalizador de oxidación
 35 10 Conducción de entrada de corriente
 12 Conducción de salida de corriente
 13 Unidad de aporte
 14 Sistema de conmutación
 40 1, 18 Unidad de conmutación
 20 Flecha doble
 22 Intercambiador de calor recuperativo
 24 Calentador de funcionamiento eléctrico
 26 Sistema de calentamiento
 45 28 Unidad de control central
 30 Flechas
 32 Sensor
 34 Sistema de calentamiento intermedio
 36 Intercambiador de calor

ES 2 433 015 T3

	38	Calentador eléctrico
	40	Mezclador
	42	Unidad constructiva
	44	Carcasa exterior
5	46	Sensores de temperatura
	48	Elemento de toma de muestras
	G	Corriente de gas

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento de una corriente de gas (G), en el que la corriente de gas (G) se conduce a una primera etapa de limpieza para la oxidación de contaminantes portados mediante un primer módulo adsorbente catalítico (6) y se añade con mezcla a la corriente de gas (G) oxígeno molecular o atómico, conduciéndose la corriente de gas (G) a la que se añadió oxígeno aportado con mezcla a una segunda etapa de limpieza por un catalizador de oxidación (8), y conduciéndose la corriente de gas (G) que sale del catalizador de oxidación (8) a una tercera etapa de limpieza para la reducción de oxígeno en exceso por un segundo módulo adsorbente catalítico (6).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en el primer y segundo módulo adsorbente catalítico (6) se usa respectivamente una mezcla de Cu/CuO como material adsorbente catalítico.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que antes de la entrada de la corriente de gas (G) en el primer módulo adsorbente catalítico (6) se determina un valor característico para la proporción de contaminantes portados en la corriente de gas (G), en función del cual se fija la velocidad de adición para el oxígeno a la corriente de gas (G).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que para la corriente de gas (G) se fija en su entrada al catalizador de oxidación (8) una temperatura de aproximadamente 400° C a 450° C.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la corriente de gas (G) se precalienta antes de su entrada en el catalizador de oxidación (8) mediante intercambio de calor recuperativo con la corriente de gas (G) que fluye desde el catalizador de oxidación (8).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que para la corriente de gas (G) se fija en su entrada al primer módulo adsorbente catalítico (6) una temperatura de aproximadamente 250° C.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la corriente de gas (G) se precalienta antes de su entrada al primer módulo adsorbente catalítico (6) mediante intercambio de calor recuperativo con el que se precalienta la corriente de gas (G) que sale del segundo módulo adsorbente catalítico (6).
8. Procedimiento para la operación de una planta de energía nuclear, en el que se trata una corriente parcial de una corriente de gas refrigerante de helio según una de las reivindicaciones 1 a 7.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que en la corriente de gas (G) que sale del segundo módulo adsorbente catalítico (6) se determina un valor característico para la proporción del oxígeno posiblemente portado, intercambiándose tras la superación de un valor límite predeterminado para este valor característico las posiciones del primer y del segundo elemento adsorbente catalítico (6) en el trayecto de flujo de la corriente de gas (G).
10. Sistema de tratamiento de gas (1) con al menos dos módulos adsorbentes catalíticos (6) conectados en serie en relación a una corriente de gas (G), entre los que se conecta por la parte del flujo de gas un catalizador de oxidación (8).
11. Sistema de tratamiento de gas (1) según la reivindicación 10, cuyo catalizador de oxidación (8) está conectado por la parte del flujo de gas a una unidad de alimentación (13) para oxígeno molecular o atómico.
12. Sistema de tratamiento de gas (1) según la reivindicación 11, en el que está unida un emisor de punto de ajuste asociado a la unidad de alimentación (13) con un sensor (32) preconectado al primer módulo adsorbente catalítico (6) visto por la parte del flujo de gas para la proporción de contaminantes portados en la corriente de gas (G).
13. Sistema de tratamiento de gas (1) según una de las reivindicaciones 10 a 12, cuyo módulo adsorbente catalítico (6) presenta respectivamente una mezcla de Cu/CuO como material adsorbente catalítico.
14. Sistema de tratamiento de gas (1) según una de las reivindicaciones 10 a 13, cuyo catalizador de oxidación (8) está conectado por la parte del flujo de gas a un sistema de calentamiento intermedio (34).
15. Sistema de tratamiento de gas según la reivindicación 14, cuyo sistema de calentamiento intermedio (34) comprende un intercambiador de calor recuperativo (36), que está conectado en la parte principal a un conducto de salida de corriente (12) para la corriente de gas (G) asociado al catalizador de oxidación (8) y por la parte secundaria a un conducto de entrada de corriente (10) para la corriente de gas (G) asociado al catalizador de oxidación (8).
16. Sistema de tratamiento de gas (1) según una de las reivindicaciones 11 a 15, cuyo primer módulo adsorbente catalítico (6) visto en la dirección de flujo de gas está conectado a un sistema de calentamiento (26).
17. Sistema de tratamiento de gas (1) según la reivindicación 16, cuyo sistema de calentamiento (26) comprende un intercambiador de calor recuperativo (22), que está conectado en la parte principal a un conducto de salida de gas (4) asociado al segundo módulo adsorbente catalítico (6) y en la parte secundaria a un sistema de alimentación de gas (2) asociado al primer módulo adsorbente catalítico (6).

18. Sistema de tratamiento de gas (1) según una de las reivindicaciones 10 a 17, en el que el módulo adsorbente catalítico (6) está asociado con un sistema de conmutación común (14) para la conducción de flujo de la corriente de gas (G).
- 5 19. Sistema de tratamiento de gas (1) según una de las reivindicaciones 10 a 18, en el que el módulo adsorbente catalítico (6) y el catalizador de oxidación (8) están dispuestos en una carcasa externa común (44) (recipiente a presión).
20. Sistema de tratamiento de gas (1) según una de las reivindicaciones 10 a 19, que está conectado con el circuito de gas refrigerante de helio de una planta nuclear.

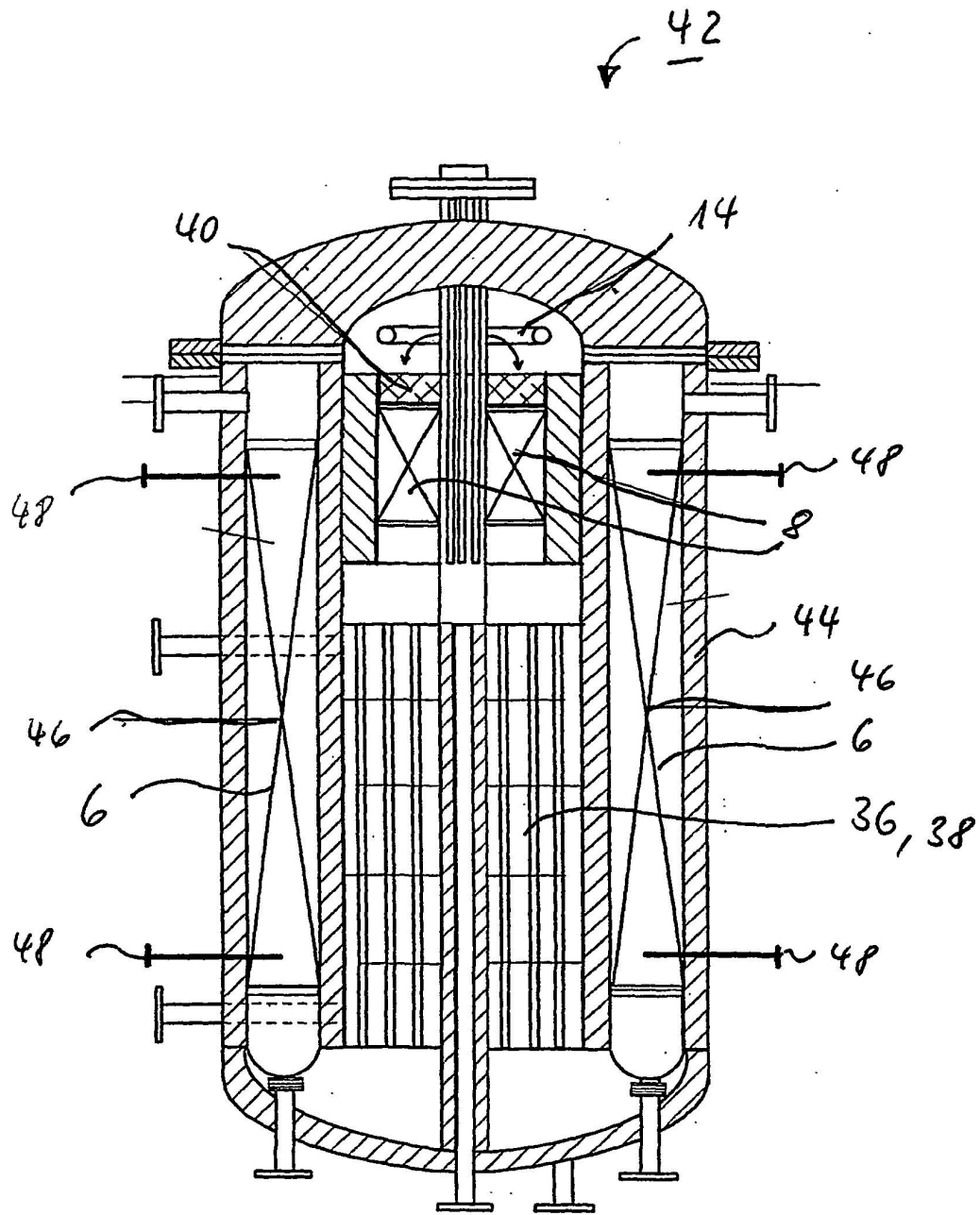


Fig. 2

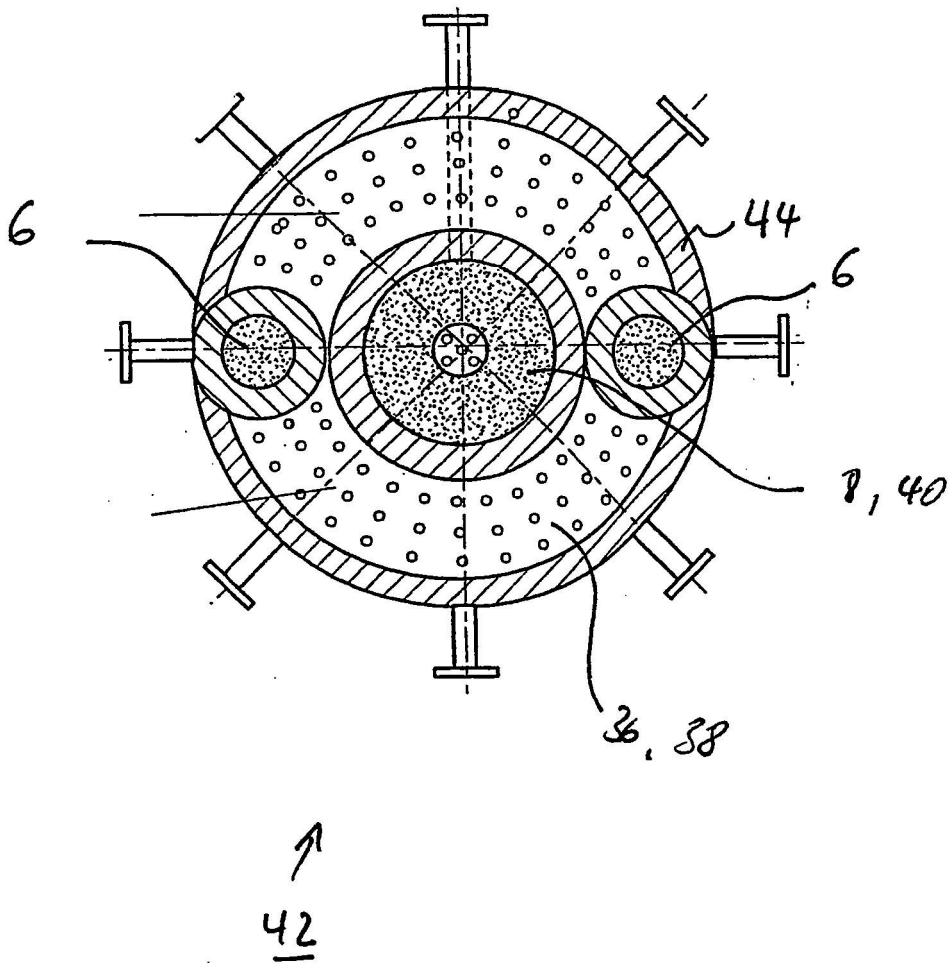


Fig. 3